





شناسایی و مدیریت

تهدیدات زیستی در

حوزه انسان

تالیف:

دکتر رضا رنجبر

عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)

این کتاب با حمایت مالی سازمان پدافند غیرعامل کشور ترجمه شده است.

دانشگاه جامع امام حسین (ع)

مؤسسه چاپ و انتشارات

مؤسسه چاپ و انتشارات  
دانشگاه جامع امام حسین(ع)



؟؟؟؟

سری پدافند غیرعامل – ؟؟؟؟

• عنوان: شناسایی و مدیریت تهدیدات زیستی در حوزه انسان

- تألیف: رضا رنجبر
- ناظر علمی: \*\*\*\*
- ناظر اجرایی: عبدالله نقی پور
- ویراستار ادبی: سید باقر موسوی
- طراح جلد: محمد هیئت
- نوبت چاپ: اول (۱۳۹۳)
- شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
- نشانی: تهران، بزرگراه شهید بابایی، بعد از پل لشکرک، دانشگاه جامع امام حسین(ع)، معاونت پژوهش، مؤسسه چاپ و انتشارات، تلفن: ۷۷۱۰۴۸۳۳-۳۷ دورنگار: ۷۷۱۰۴۶۴۰-۷۷۱۰۴۸۳۷ ص.پ. ۱۶۵۹۵-۱۷۴
- مراکز پخش: ۱- تهران، میدان فردوسی، فروشگاه و نمایشگاه شماره ۱ مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تلفن: ۸۸۸۳۹۲۹۷ دورنگار: ۸۸۸۳۹۲۹۸ همراه: ۰۹۱۲۴۸۷۰۰۱۷
- ۲- تهران، خیابان انقلاب اسلامی، روبروی دانشگاه تهران، شماره ۱۳۹۲، مجتمع فرهنگی امام حسین(ع)، فروشگاه و نمایشگاه شماره ۳ مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تلفن و دورنگار: ۶۶۹۵۴۱۷۹

• کلیه حقوق اعم از چاپ و تکثیر، نسخه برداری، ترجمه و اقتباس برای دانشگاه جامع امام حسین(ع) محفوظ است.

سرشناسه	:
عنوان و پدیدآور	: شناسایی و مدیریت تهدیدات زیستی در حوزه انسان / رضا رنجبر
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه جامع امام حسین(ع)، مؤسسه چاپ و انتشارات، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	:
فروست	: دانشگاه جامع امام حسین(ع)، مؤسسه چاپ و انتشارات؛ ؟؟؟؟، سری پدافند غیرعامل؛ ؟؟؟؟.
شابک	: 978-964-????-????
وضعیت فهرست نویسی: فیپا	:
یادداشت	:
موضوع	:
موضوع	:
موضوع	:
موضوع	:
شناسه افزوده	: دانشگاه جامع امام حسین(ع)، مؤسسه چاپ و انتشارات.
رده بندی کنگره	:
رده بندی دیویی	:
شماره کتابخانه ملی	:



## سخن ناشر

بسم الله الرحمن الرحيم

«يرفع الله الذين امنوا منكم والذين اوتوا العلم درجات»

خداوند مقام اهل ایمان و دانشمندان عالم را (در دو جهان) رفیع می‌گرداند.  
(سوره مبارکه مجادله - آیه ۱۱)

تمامی ادیان الهی و در رأس آنها اسلام، انسان را موجودی کمال‌گرا می‌دانند. از نظر اسلام، انسان همواره در حال تکامل است و جهت‌گیری او به سمت کمال بی‌نهایت یعنی خداوند تبارک و تعالی است.

یکی از راه‌های کمال و تقرب به ذات اقدس الهی، علم و دانش است. علمی که - به تعبیر استاد شهید مطهری - زیبایی عقل است؛ علمی که انسان خداجو در آن نشانه‌های معبود را می‌جوید و می‌یابد و علمی که هر چه فزون‌تر می‌گردد، دارنده آن را به خدا نزدیک‌تر می‌کند.

هم از این روست که در نظام مقدس جمهوری اسلامی ایران که شالوده و اساس حاکمیت در آن بر مبنای احکام اسلام است، توجه به علم و دانش و تحقیق و نشر در صدر مسائل قرار دارد.

دانشگاه جامع امام حسین(ع) نیز به عنوان مولود شجره طیبه سپاه پاسداران انقلاب

(پنج)

اسلامی که خود برآمده از عمق ارزش‌های الهی و انقلابی است به عنوان تنها دانشگاه جامع علمی - نظامی کشور، پس از پایان افتخارآمیز حماسه هشت سال دفاع مقدس که خود عرصه‌ای کم‌نظیر برای نمایش لیاقت‌ها و توانمندی‌های علمی- پژوهشی نیروهای مخلص حزب‌اللهی بود، موضوع «جهاد علمی» و تلاش در جهت رشد و شکوفایی هر چه بیشتر در زمینه‌های مختلف را سرلوحه فعالیت‌های علمی خویش قرار داده است. دانشگاه در این راستا از زمان تأسیس، به‌منظور ترویج و نشر علوم مختلف آثاری عرضه نموده که با استقبال اندیشمندان و پژوهشگران مواجه شده است.

امید است این کتاب مورد توجه و بهره‌برداری صاحب‌نظران، محققان و علاقه‌مندان قرار گیرد و ایشان نیز با اعلام نظرات و پیشنهادهای اصلاحی خود، ما را در جهت ترویج و انتشار آثار مورد نیاز جامعه علمی کشور یاری فرمایند.

و من الله التوفیق

معاونت پژوهش دانشگاه جامع امام‌حسین(ع)

## مقام معظم رهبری:

دفاع، جزئی از هویت یک ملت زنده است، هر ملتی که نتواند از خود دفاع بکند زنده نیست، هر ملتی هم که به فکر دفاع از خود نباشد و خود را آماده نکند، در واقع زنده نیست، هر ملتی هم که اهمیت دفاع را درک نکند به یک معنا زنده نیست.



## پیش‌گفتار

از بدو خلقت انسان و شکل‌گیری جامعه بشری، جنگ یکی از عناصر پایدار تاریخ بوده است. از طرف دیگر، اقدامات دفاعی انسان همواره منجر به کاهش یا دفع اثر تجاوز مهاجمان شده است. در این بین هرگاه عقل و اندیشه، پشتوانه اساسی در اتخاذ تدابیر دفاعی بوده است، بهترین نتایج حاصل گردیده است. این بدین مفهوم است که در دفاع موثر، وجود سلاح و جنگ‌افزار به تنهایی و الزاماً نقش تعیین‌کننده نداشته است.

دفاع یا پدافند غیرعامل در مفهوم، شامل اقداماتی است که مستلزم به‌کارگیری جنگ‌افزار نبوده و با اجرای آن می‌توان از وارد شدن خسارات مالی به تجهیزات و تاسیسات حیاتی و حساس نظامی و غیرنظامی و تلفات انسانی جلوگیری نموده و یا میزان این خسارات و تلفات را به حداقل ممکن کاهش داد. این امر مهم، تمامی زیرساخت‌ها و مراکز حیاتی و حساس نظامی و غیرنظامی، سیاسی، ارتباطی، مواصلاتی، زیرساخت‌های محصولات کلیدی نظیر پالایشگاه‌ها، نیروگاه‌ها، مجتمع‌های بزرگ صنعتی، مراکز هدایت و فرماندهی و جمعیت مردمی کشور را دربرمی‌گیرد.

یکی از تهدیدات بسیار مهمی که سلامت عمومی، امنیت ملی، زیرساخت‌های اساسی کشور یعنی نیروی انسانی، منابع آب، غذا، محصولات کشاورزی، دامی و نهادهای ملی را مورد تهدید قرار می‌دهد، سلاح‌های کشتار جمعی هسته‌ای، شیمیایی و زیستی است. با وجود معاهدات بین‌المللی خلع سلاح‌های کشتار

جمعی و ممنوعیت تولید و به‌کارگیری این سلاح‌ها، متأسفانه استفاده از این سلاح‌ها نه تنها کاهش نیافته، بلکه هنوز هم شاهد استفاده گسترده از انواع جدید آنها در عملیات نسل‌کشی و بر علیه مردم بی‌دفاع در اقصی نقاط جهان می‌باشیم. به دلیل پنهان ماندن تهاجم و دشواری تشخیص وقوع حملات زیستی، این نوع حملات بسیار هراس‌آور بوده و از خطرناک‌ترین تهدیدات بر علیه امنیت و سلامت یک کشور محسوب می‌گردند. دامنه این نوع تهدیدات گسترده بوده و بروز بیماری‌های کشنده و ناتوان‌کننده در بین انسان‌ها، دام‌ها، آبزیان و نابودسازی محصولات کشاورزی را شامل می‌شود.

بیوتروریسم نوعی از به‌کارگیری عوامل با منشاء زیستی جهت ایجاد ترس، وحشت، مرگ و آسیب رساندن به فرد و جامعه در حد محدود و با ابزارهای مختلف می‌باشد. حملات بیوتروریستی که از طریق استفاده از آئروسول عوامل زیستی و یا از طریق خرابکاری در منابع غذایی و آشامیدنی و داروها شکل می‌گیرند، به‌طور طبیعی با حواس انسانی قابل تشخیص نمی‌باشند، زیرا در اکثر موارد خاموش و بی‌صدا و بدون بو و مزه بوده و قابل رؤیت نمی‌باشند. وحشتی که پخش و انتشار یک بیماری عفونی در جامعه ایجاد می‌کند به مراتب بیشتر از انفجار ناشی از جنگ‌افزارهای دیگر است. وسعت، عمق و عوارض ناشی از به‌کارگیری عوامل نامتعارف زیستی در حوزه‌های شهری و خصایای انسانی، تروریسم و نظامی‌ایجاب می‌نماید تا آموزش‌های لازم به‌منظور مقابله، کنترل و پاسخ‌دهی مناسب، موثر و به‌موقع، برای اقشار مختلف جامعه فراهم گردد. بدون

شک، دست‌اندرکاران بهداشتی و پزشکی در زمره اولین کسانی هستند که در پی یک رخداد زیستی متوجه بروز یک همه‌گیری عفونی می‌گردند؛ چرا که در طی ساعات اولیه وقوع همه‌گیری، خیل انبوه بیماران به آنها مراجعه می‌کنند. بنابراین آشنا بودن آنها با جنبه‌های مختلف عوامل زیستی از جمله کلیات میکروزیستی، اپیدمیولوژی و تشخیص، قرنطینه نمودن، اقدامات رفع آلودگی، پیشگیری، درمان و کنترل این نوع همه‌گیری‌ها قطعاً در کاهش اثرات این نوع همه‌گیری‌ها و تهدیدات موثر است. تجربه حاصل از نظام‌های پاسخگوی حوادث زیستی و سمی در دنیا نشانگر انجام فعالیت‌ها در سه حوزه دانش، پژوهش و صنعت بر مبنای رفع نیازهای دفاعی می‌باشد.

به‌دنبال فراخوان کارگروه محترم آموزش و اطلاع‌رسانی پدافند غیرعامل معاونت آموزشی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی کشور مبنی بر پشتیبانی از ایده‌ها و طرح‌های پژوهشی و آموزشی در حوزه پدافند غیرعامل، بر آن شدیم تا مجموعه پیش رو را به شکل یک کار تیمی متشکل از برخی همکاران مرکز تحقیقات بیولوژی مولکولی دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله (عج) و سایر همکاران دانشگاهی با هماهنگی و حمایت مالی آن کارگروه محترم به رشته تحریر درآوریم. کتاب حاضر برگرفته از دانش نظری و تجربه حاصل از چند سال فعالیت آموزشی و پژوهشی مولفین در عرصه آمادگی در مقابل تهدیدات زیستی می‌باشد.

هر چند در تدوین این مجموعه نهایت سعی، تلاش و دقت صورت گرفته اما با این وجود، بدون شک این کتاب خالی از اشکال نبوده و موجب امتنان است اگر خوانندگان محترم بر ما منت نهاده و پیشنهادات و تذکرات سازنده خود را در جهت رفع نواقص احتمالی ارائه نمایند.

در اینجا بر خود لازم می‌دانیم از حمایت‌های صمیمانه جناب آقای دکتر افجه‌ای، ریاست محترم کارگروه آموزش و اطلاع‌رسانی پدافند غیرعامل وزارت بهداشت و همکاران ایشان، خانم دکتر بحرانی و خانم فرج‌اللهی تشکر نماییم. همچنین از حمایت‌های مسئولین قرارگاه پدافند زیستی و شیمیایی کشور شامل دکتر غلامرضا جلالی (ریاست محترم قرارگاه زیستی)، دکتر علی ملازمی (معاون محترم آموزش و پژوهش قرارگاه زیستی) و دکتر خالدی (معاون محترم فرهنگی و اطلاع‌رسانی قرارگاه زیستی) کمال تشکر را داریم. در پایان از انتشارات دانشگاه جامع امام حسین (ع) به‌خاطر تقبل زحمت چاپ و انتشار این کتاب کمال سپاسگزاری را داریم. امیدواریم این خدمت مورد قبول واقع گردیده و گامی هر چند کوچک در بالا بردن سطح آگاهی در عرصه پدافند غیرعامل در تهدیدات زیستی در کشور باشد.



## فهرست

فصل اول:

مقدمه پدافند غیرعامل و تاریخچه تهدیدات زیستی ..... ۱

فصل دوم:

مفاهیم و عوامل تهدید زیستی ..... ۱۵

فصل سوم:

اپیدمیولوژی و تشخیص تهدیدات زیستی ..... ۳۳

فصل چهارم:

حفاظت فردی و جمعی در مقابل تهدیدات زیستی ..... ۱۵۳

فصل پنجم:

راه‌های محافظت دستگاه تنفسی، دستگاه گوارش، پوست و چشم‌ها در مقابل عوامل

زیستی ..... ۱۹۱

فصل ششم:

پایش آب و مواد غذایی قبل و حین بروز حملات زیستی ..... ۲۳۹

فصل هفتم:

مدیریت تهدید در مراکز حساس مرتبط با منابع آب و مواد غذایی ..... ۲۶۵

فصل هشتم:

پناهگاه‌های ضد تهدیدات زیستی ..... ۲۹۷

فصل نهم:

رفع آلودگی در تهدیدات زیستی ..... ۳۳۳

فصل دهم:

مدیریت پیشگیری و کنترل تهدیدات زیستی با واسطه پروفیلاکسی فعال از طریق

واکسیناسیون ..... ۴۲۱

فصل یازدهم:	
مدیریت پیشگیری و کنترل تهدیدات زیستی از طریق پروفیلاکسی داروئی قبل و حین	
۴۴۹.....	بروز حملات زیستی
فصل دوازدهم:	
۴۶۳.....	اورژانس‌های حوادث زیستی
فصل سیزدهم:	
۴۸۱.....	قرنطینه‌سازی و کنترل گسترش آلودگی
فصل چهاردهم:	
۴۹۷.....	درمان مصدومین حوادث زیستی
فصل پانزدهم:	
۵۱۳.....	نظام سلامت و نقش آن در پدافند غیرعامل در مقابله با تهدیدات زیستی
فصل شانزدهم:	
۵۶۳.....	مدیریت بحران تهدیدات زیستی
۶۰۵.....	ضمیمه:
۶۰۵.....	منابع:

# فصل اول

مقدمه پدافند غیرعامل و

تاریخچه تهدیدات زیستی



## ۱-۱- مقدمه

واژه پدافند به معنای دفاع بوده و در مقابل آفند به معنی هجوم و حمله می‌آید و در مفهوم کلی، دفع، خنثی کردن و یا کاهش تاثیرات اقدامات آفندی دشمن و ممانعت از دستیابی به اهداف خودی است. پدافند به دو بخش پدافند عامل (Active defense) و پدافند غیرعامل (Passive Defense) تقسیم می‌شود. پدافند عامل به مفهوم مقابله نظامی با مهاجم یا رویارویی و مقابله مستقیم با دشمن و به‌کارگیری جنگ‌افزارهای مناسب و موجود به‌منظور دفع حمله و خنثی کردن اقدامات آفندی یا کاهش اثرات عملیات خصمانه هوایی، زمینی، دریایی، نفوذی و خرابکارانه بر روی اهداف مورد نظر می‌باشد.

پدافند غیرعامل به مجموعه اقداماتی اطلاق می‌گردد که مستلزم به‌کارگیری جنگ‌افزار نبوده و با اجرای آن می‌توان از وارد شدن خسارات مالی به تجهیزات و تاسیسات حیاتی و حساس نظامی و غیرنظامی و تلفات انسانی جلوگیری نموده و یا میزان این خسارات و تلفات را به حداقل ممکن کاهش داد.

هدف پدافند غیرعامل، ایمن‌سازی و کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌های مورد نیاز مردم است تا بتدریج شرایطی را برای امنیت ایجاد نماید. بدیهی است اقدام دوم مستلزم مقداری ابزار از قبیل سنگر و جان‌پناه و آموزش به یکایک کارکنان و ابزار اعلام خطر همچون آژیر و غیره است و از آنجا که مراکز مختلف، امکانات پدافند عامل را در اختیار ندارند، بنابراین تنها راه اقدامات پدافندی (بازدارنده) غیرعامل می‌باشد. اصول اولیه پدافند غیرعامل، ساده و تقریباً ثابت بوده ولی کاربرد این اصول در موارد مختلف تفاوت داشته و در مواردی پیچیده و مشکل می‌شوند.

با وجود معاهدات بین‌المللی خلع سلاح‌های کشتار جمعی و ممنوعیت تولید و به‌کارگیری این سلاح‌ها، متأسفانه تهدیدات ناشی از به‌کارگیری آنها هنوز هم به قوت

خود باقی است. در حال حاضر هم برخی کشورهای متخاصم، زرادخانه‌های گسترده‌ای از انواع سلاح‌های کشتار جمعی کلاسیک و نوین و در حال توسعه را دارا می‌باشند. با اینکه به نظر می‌رسد کاربرد این عوامل در محیط جنگ رایج‌تر است و کمتر در محیط‌های شهری کاربرد دارد ولیکن در دوران دفاع مقدس شاهد حملات گسترده شیمیایی عراق به حلبچه و سردشت و شهرهای حاشیه مناطق جنگی بودیم که به دلیل فقدان سیستم پدافند عامل و غیرعامل مناسب و عدم پیش‌بینی حملات شیمیایی به شهرها، صدمات گسترده‌ای به این مناطق وارد گردید. در عین حال، حملات تروریستی با عوامل شیمیایی، زیستی و سمی توسط تروریست‌ها مانند استفاده از سم سارین در مترو توکیو و همچنین پخش پاکت‌های سیاه‌زخم در آمریکا و سپس سراسر جهان و ده‌ها واقعه بیوتروریستی دیگر نشان‌دهنده توسعه این تهدیدات از کاربرد نظامی به کاربردهای تروریستی است. از این‌رو لزوم آمادگی بر علیه این تهدیدات ضرورت وجود دارد.

حملات میکروبی و زیستی از خطرناک‌ترین تهدیدات بر علیه امنیت و سلامت یک کشور است. به دلیل پنهان ماندن تهاجم و دشواری تشخیص وقوع آن، تهدیدات زیستی بر علیه جمعیت غیر نظامی بسیار هراس‌آور است و قطعاً در برنامه پدافند غیرعامل باید اقدامات اساسی برای پیشگیری از آسیب‌های این تهدیدات که به سلاح‌های کشتار جمعی معروف هستند، صورت گیرد.

کاربرد سلاح‌های زیستی به بیش از سیصد سال قبل از میلاد مسیح برمی‌گردد، به نحوی که رومی‌ها، چاه‌های اطراف شهر را توسط لاشه‌های حیوانات مرده آلوده می‌کردند تا سربازان دشمن از آنها نوشیده و بیمار و یا تلف شوند. در سال ۱۳۴۴ میلادی در اثر پرتاب جسد افراد تلف‌شده از طاعون به‌داخل قلعه تاتارها، تعداد زیادی از آنها قبل از هرگونه جنگی در اثر ابتلا به طاعون از بین رفتند. در موارد متعددی آبله به‌عنوان سلاح زیستی به کار گرفته شد. پیزارو در قرن پانزدهم میلادی لباس‌های آلوده

به آبله را در میان بومیان امریکایی توزیع کرد. انگلستان نیز همین عمل را با توزیع پتوهای آلوده در میان بومیان وفادار به فرانسه طی سال‌های ۱۷۵۴ تا ۱۷۶۷ تکرار کرد. بومیان امریکایی که از منطقه فرت کاریلون دفاع می‌کردند، شیوع آبله را عامل مستقیم تسلیم آن منطقه به انگلستان می‌دانند.

در قرن ۲۰ و در هنگامه جنگ جهانی اول، عوامل مخفی ارتش آلمان در امریکا قبل از آن که اسبها به فرانسه فرستاده شوند، آنها را به عامل بیماری گلاندرز آلوده می‌کردند. در سال ۱۹۳۷ ژاپنی‌ها برنامه وسیعی را برای تولید سلاح‌های زیستی آغاز کردند. بررسی‌های بعد از جنگ جهانی دوم آشکار کرد که ژاپنی‌ها تحقیقات وسیعی درباره چند ارگانسیم انجام داده‌اند.

برنامه‌های تهاجمی آمریکا در زمینه جنگ‌افزارهای زیستی در سال ۱۹۴۱ میلادی شروع گردید. ظاهراً این اقدام در پاسخ به برنامه‌های جنگ زیستی آلمان و ژاپن سازماندهی شد. برنامه‌های سلاح‌های زیستی آمریکا در منطقه فورت دتریک که در آن زمان فرودگاه کوچک نظامی بود متمرکز شده و تا سال ۱۹۶۹ میلادی که به دستور نیکسون تعطیل شد، تولید عوامل زیستی در آن ادامه داشت. بین سال‌های ۱۹۷۱ و ۱۹۷۲ تمامی انبارهای ذخیره سلاح‌های زیستی و مهمات مربوطه در حضور نمایندگانی از وزارت کشاورزی، وزارت بهداشت و وزارت آموزش نابود شدند. در میان عوامل نابودشده می‌توان باسیلوس آنتراسیس، توکسین بوتولینیوم، فرانسیسلا تولارنسیس، کوکسیلا بورنتی، عامل آنسفالیت ویروسی ونزوئلایی، بروسلا سوئیس و انتروتوکسین B استافیلوکوک را نام برد. در سال ۱۹۵۳ برنامه‌های دفاع زیستی آمریکا شروع شد که ظاهراً تشکل‌های مختلف آن تا امروز ادامه دارد.

در سال ۱۹۷۲ امریکا، انگلستان و اتحاد جماهیر شوروی کنوانسیون را امضا کردند که به موجب آن هرگونه تحقیقات، تولید و ذخیره‌سازی سلاح‌های میکروبی و توکسینی ممنوع شد که این کنوانسیون بعداً به کنوانسیون منع سلاح‌های زیستی مشهور شد.

به تدریج بیش از ۱۶۰ کشور جهان به این کنوانسیون پیوستند. این عهدنامه هرگونه ذخیره‌سازی و انبار عوامل زیستی برای اهداف آفندی و نیز تحقیقات محوری حول این هدف را منع می‌کند، اما با وجود این کنوانسیون و توافق‌نامه‌های ذی‌ربط، تحقیقات درباره کاربرد سلاح‌های زیستی توسط بسیاری از کشورها ادامه یافته است. وقوع برخی از حوادث در گوشه و کنار جهان به‌نحو غیرقابل انکاری گویای استفاده از عوامل زیستی هستند.

در دهه گذشته شواهد متعددی از استفاده از عوامل عفونی و سموم میکروبی جهت مقاصد سیاسی و ترور منتشر شده است؛ مانند آلوده نمودن سالادهای چندین رستوران در شهر دالاس ایالت اورگون آمریکا در سال ۱۹۸۴ که در عرض دو هفته ۷۵۰ نفر را مبتلا نمود. شیوع یک نوع ویروس ابولای کشنده در قرنطینه مخصوص نگهداری میمون‌هایی که جهت امور تحقیقاتی حفظ می‌شدند در محدوده پایتخت آمریکا، سبب دخالت ارتش آمریکا و نابودسازی تمام حیوانات گردید. نگاهی به حادثه دلخراش همه‌گیری آنتراکس تنفسی در سال ۱۹۷۹ در یک‌کاترین‌بورگ (Yekaterinburg-Sverdlovsk)، (Russia) در کشور روسیه که طی آن ۶۶ نفر جان خود را از دست دادند، هم نشان‌دهنده قدرت تخریبی اسپور سیاه‌زخم، به‌عنوان یک سلاح زیستی است و هم دلیل واضحی بر این مدعا که سلاح‌های زیستی را از سال‌ها قبل ساخته و به مقادیر فراوانی انبار کرده‌اند.

دلایل متعددی برای توجه جدی و روزافزون به تهدیدات و خطرات استفاده از عوامل میکروبی وجود دارد؛ از جمله: کشف برنامه‌های گسترده در تحقیق و تولید عوامل و سلاح‌های زیستی عراق که نشان داد این کشور مقادیر عظیمی عوامل زیستی تولید و آماده به‌کارگیری نموده است. نمونه دوم، عملیات تروریستی فرقه افراطی ژاپنی موسوم به آئوم‌شینریکوی است که در سال ۱۹۹۵ با پخش عامل شیمیایی جنگی سارین در راهروهای پرجمعیت قطار زیرزمینی توکیو سبب مرگ ۱۱ نفر و مصدوم



شدن ۵۰۰۰ نفر گردید. این گروه مقادیر بسیاری سم بوتولینیوم، که خطرناکترین سموم زیستی شناخته شده جهان است را جهت اهداف تروریستی تولید نموده بود و در هنگام شیوع عفونت ویروس کشنده ابولا در کنیا با اعزام افرادی به منطقه به عنوان کمک به بیماران قصد دستیابی به این ویروس کشنده که از هر ۱۰ نفر مبتلا ۹ نفر را می کشد داشته است. در سال ۱۹۹۸ سیاستمداران آمریکا تروریسم زیستی را تهدید اصلی امنیت ملی اعلام نمودند که این آغاز تلاش های گسترده در تدوین برنامه های مقابله با آن بود، به نحوی که بودجه ای بالغ بر ۱۵۸ میلیون دلار جهت مبارزه با این تهدید در اختیار وزارت بهداشت و دفاع اختصاص دادند و در سال جاری نیز ۷۲ میلیون دلار اختصاص خواهد یافت.

در آگوست ۱۹۹۱ و به دنبال جنگ خلیج فارس، سازمان ملل متحد، نخستین بازرسی خود را از تاسیسات سلاح های زیستی عراق تکمیل کرد. در دوم آگوست ۱۹۹۱ نمایندگان دولت عراق به اعضای تیم هفت نفره سازمان ملل اعلام کردند که تحقیقاتی درباره سلاح های تهاجمی زیستی، مثل باسیلوس آنتراسیس، توکسین های بوتولینیوم و کلستریدیوم پرفرنژنس انجام داده اند. این اعترافات، تأییدی بر نگرانی هایی بود که تا آن موقع در برخی از محافل رسمی و غیر رسمی ابراز می شد. عراق مجموعه تحقیقاتی و صنعتی وسیعی را برای دستیابی به سلاح های زیستی در مجتمع سلمان و سایر مراکزی که بعداً تخریب شد، فراهم آورده بود.

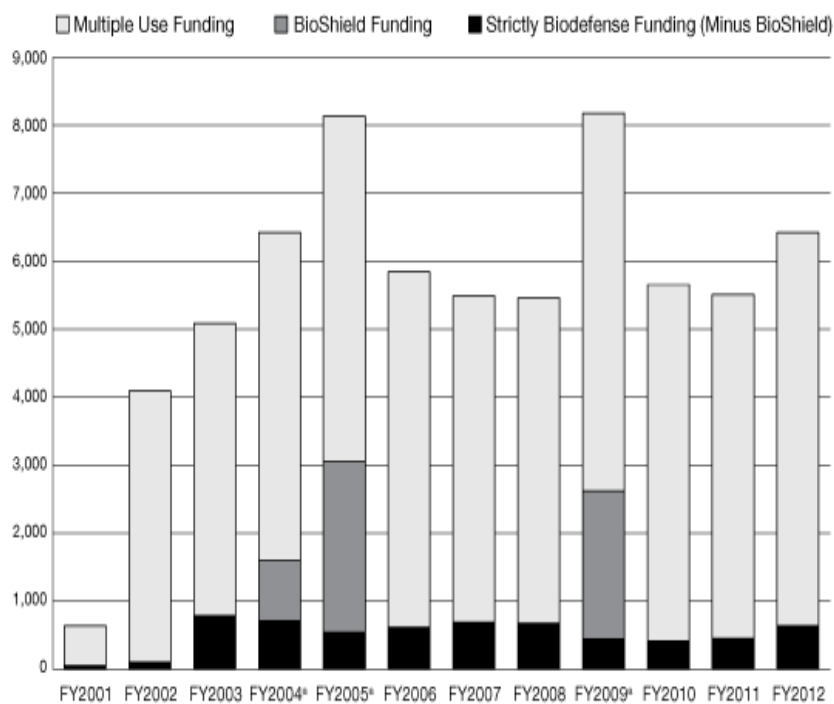
در سال ۱۹۹۵ اطلاعات دقیق تری درباره تسلیحات زیستی عراق در اختیار بازرسین سازمان ملل متحد قرار گرفت. عراق کارهای بسیار زیادی درباره سلاح های زیستی انجام داده و عوامل آنتراکس، بوتولینیم، کلستریدیوم پرفرنژنس، آفلاتوکسین، زنگ گندم و ریسین را تولید کرده بود. همچنین آزمایش های صحرایی درباره باسیلوس سوبتیلیس، کلستریدیوم بوتولینیوم و آفلاتوکسین انجام شده بود. متأسفانه سلاح های زیستی و بیوتروریسم به عنوان استفاده از میکروب ها و سموم و سایر عوامل

زیستی بر علیه انسان‌ها، دام‌ها و محصولات کشاورزی می‌تواند در زمان صلح و به‌طور مخفیانه نیز صورت گیرد. بنابراین، شیوع بیماری‌های خاص در بین انسان‌ها، دام‌ها و محصولات کشاورزی می‌تواند به‌طور عمدی و از طرف دشمنان جهت صدمه زدن به زیرساخت‌های اقتصادی و بر علیه امنیت و آسایش مردم صورت گیرد و این موضوع، نیازمند هشجاری جدی مسئولین بهداشتی کشور است. علت این امر این است که به‌کارگیری مواد شیمیایی و رادیولوژیک را می‌توان با دستگاه‌ها و ابزارهای حساس حتی در مقادیر بسیار کم هم تشخیص داد، ولی تشخیص حضور عوامل زیستی و تفکیک بین عمدی و یا غیرعمدی بودن، شیوع و همه‌گیری‌های عفونی و سم، بسیار دشوار است و اکثراً مورد غفلت قرار می‌گیرد و ریشه‌یابی نمی‌گردد که آیا عامل این بیماری با اهداف نیت قبلی وارد کشور، مزارع و یا دام‌ها شده و یا به‌طور تصادفی و یا در نهایت به‌طور طبیعی شیوع یافته است.

پس از واقعه ۱۱ سپتامبر سال ۲۰۰۱ و انفجار برج‌های دو قلو در آمریکا به فاصله یک هفته، در ۱۸ سپتامبر، پخش پاکت‌های آلوده به پودر سیاه‌زخم در آمریکا به‌عنوان یکی از وقایع مهم بیوتروریستی قرن حاضر، موجی از وحشت در سرتاسر آمریکا و برخی از کشورهای دیگر را فرا گرفت و هراس گسترش سلاح‌های زیستی و بیوتروریسم در جهان را ایجاد نمود. از ابتدای کشف اولین نامه در تاریخ ۱۸ سپتامبر تا مشاهده آخرین موارد در ۲۳ نوامبر ۲۰۰۱ شیوع سیاه‌زخم منجر به مرگ ۵ نفر در اثر ابتلا به نوع ریوی شده و ۲۳ نفر نیز از نظر آزمایشات سیاه‌زخم مثبت شدند. در عین حال به بیش از ۱۰ هزار نفر دیگر که در تماس با مواد مشکوک و آلوده به سیاه‌زخم بوده‌اند آنتی‌بیوتیک تجویز شد و تعدادی نیز واکسن سیاه‌زخم دریافت کردند و پیرو آن، ایمن‌سازی بر علیه سیاه‌زخم و آبله در ارتش‌های کشورهای غربی توسعه یافت. این واقعه چنان تاثیری در توسعه تهدیدات زیستی و به‌خصوص بیوتروریسم داشت که پس از آن، ارسال پاکت‌های تهدیدآمیز به‌عنوان پاکت‌های آلوده که اکثراً نیز فاقد هیچ نوع عوامل زیستی بوده و تنها

در چند مورد آلودگی زیستی داشته‌اند، به ابزاری جهت اعمال تهدیدات در سرتاسر جهان تبدیل گردیده است.

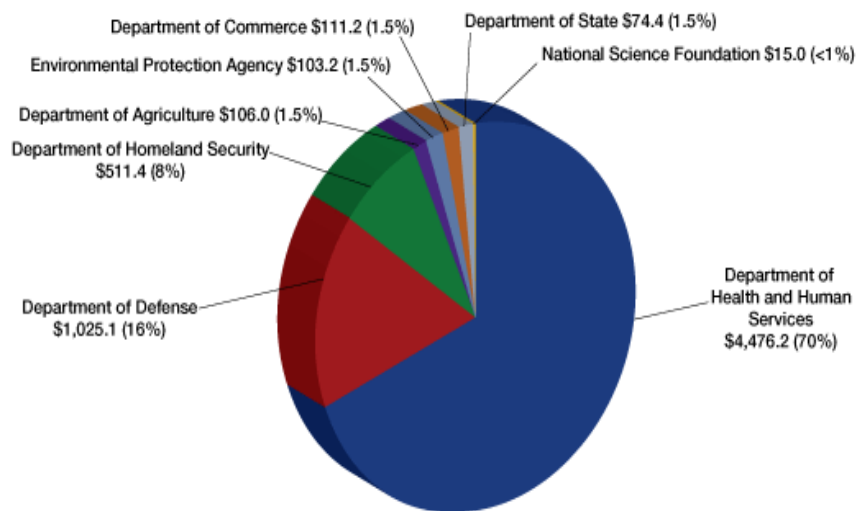
تصویر زیر، بودجه مصرف‌شده آمریکا در طی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۹ جهت مقابله با تهدیدات زیستی و بیوتروریسم را نشان می‌دهد که بالغ بر ۵۰ میلیارد دلار هزینه نموده است و بخش اعظم این بودجه در اختیار وزارت بهداشت آمریکا قرار گرفته است.



نمودار ۱-۱: بودجه مصرف‌شده آمریکا در طی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۲ جهت مقابله با تهدیدات

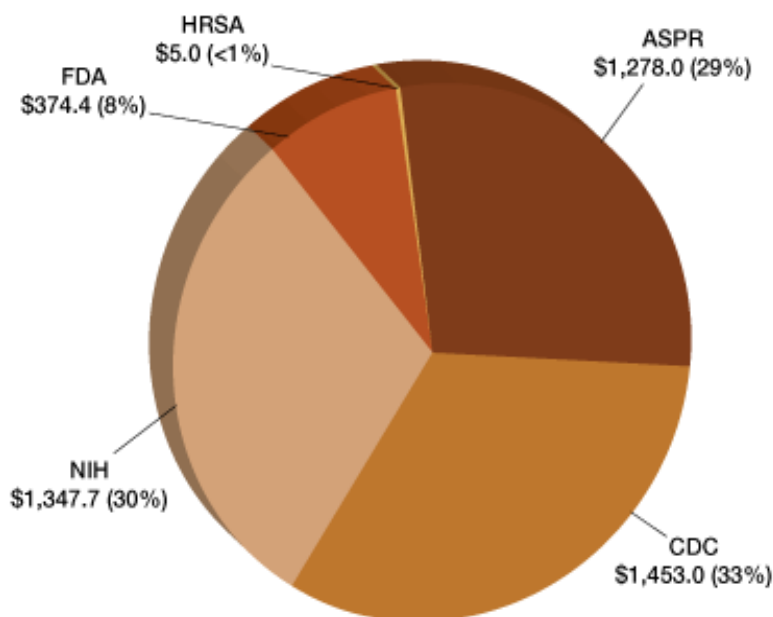
زیستی و بیوتروریسم

همچنان که در نمودار ۱-۱ دیده می‌شود پس از واقعه ۱۱ سپتامبر سال ۲۰۰۱ و پخش نامه‌های سیاه‌زخم در آمریکا که نشان‌دهنده آسیب‌پذیری آمریکا به تهدیدات زیستی است به‌طور ناگهانی بودجه‌های برنامه دفاع زیستی آمریکا افزایش می‌یابد و این بودجه همچنان تا سال ۲۰۱۲ روند صعودی داشته است. در طول سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۲، دولت آمریکا از بودجه کلی ۵۰ میلیارد دلاری که در طول این سال‌ها جهت مقابله با تهدیدات بیوتروریستی هزینه نموده است، بیش از ۶۶٪ آن را در اختیار وزارت بهداشت قرار داده است که نشان‌دهنده نقش بسیار مهم وزارت بهداشت کشورها در مقابله با این تهدیدات است.



نمودار ۱-۲: بودجه ملی آمریکا جهت مقابله با تهدیدات بیوتروریستی در سال ۲۰۱۲ بالغ بر ۶/۵ میلیارد دلار

در نمودار ۱-۲ بودجه ۶/۵ میلیارد دلاری سال ۲۰۱۲ آمریکا جهت مقابله با تهدیدات بیوتروریستی به تفکیک سازمان‌های مختلف تحت پوشش نشان داده شده است. نمودار نشان می‌دهد، ۷۰٪ این بودجه در اختیار وزارت بهداشت، ۱۶٪ در اختیار وزارت دفاع و باقی‌مانده مربوط به وزارتخانه‌های خارجه، بنیاد ملی علم، سازمان محیط زیست و غیره می‌باشد که نشان‌دهنده نقش عظیم وزارت بهداشت در مبارزه با تهدیدات زیستی است. بودجه دفاع زیستی وزارت بهداشت آمریکا برای سال ۲۰۱۲ معادل ۴/۵ میلیارد دلار است که ۱۶٪ بیشتر از سال ۲۰۱۱ است. بیشتر این بودجه برای مرکز مبارزه با بیماری‌ها و مرکز ملی سلامت آمریکا می‌باشد. (نمودار ۱-۳).



نمودار ۱-۳: بودجه وزارت بهداشت دولت آمریکا در سال ۲۰۱۲ جهت مقابله با تهدیدات زیستی به تفکیک سازمان‌های مهم

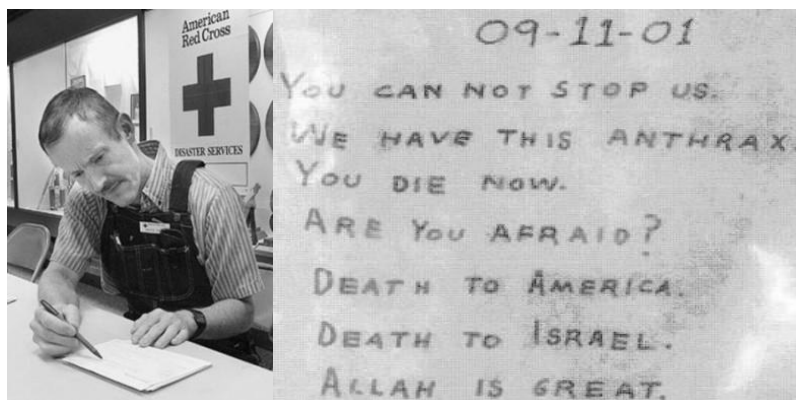
در پیش‌بینی بودجه سال ۲۰۱۳ برنامه دفاع زیستی آمریکا، سهم وزارت بهداشت به ۷۲٪ افزایش یافته است و این نشان‌دهنده توجه بیشتر به نقش سیستم بهداشتی در مقابله با این تهدیدات است. بر اساس محاسبات انجام‌شده از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳ میزان بودجه هزینه‌شده آمریکا در برنامه مقابله با تهدیدات زیستی به ۸۳/۷۱ میلیارد دلار بالغ می‌گردد.

متأسفانه وقایع ارسال پاکت‌های پستی آلوده بعد از ۱۱ سپتامبر ۲۰۰۱ سبب آشنایی کشورها و گروه‌های تروریستی از توان عوامل زیستی در تهدید و ارعاب و اثرات سیاسی اجتماعی آن شده و در نتیجه، بیوتروریسم در جهان توسعه یافت و به تهدیدی بر علیه امنیت کشورهای مختلف و از جمله کشور ما تبدیل گردید. مسبب این وقایع و فرد ارسال‌کننده نامه‌ها تا سال‌ها مشخص نشد تا اینکه در سپتامبر ۲۰۰۸ پلیس آمریکا اعلام نمود که ارسال‌کننده این نامه‌ها شناسایی شده و این فرد کسی نبود جز دانشمندی از مرکز تحقیقات زیستی آمریکا که بر روی سیاه‌زخم کار می‌کرد به نام بروس اوینز که البته شب قبل از دستگیری با خودکشی مشکوک از بین رفت تا اسناد پشت پرده این واقعه هرگز افشا نگردد.

پیرو این حادثه، ارسال پاکت‌های آلوده به عوامل زیستی در سراسر جهان توسعه یافت و حتی به کشور ما نیز رسید و این خود حاکی از افزایش تهدیدات زیستی و بیوتروریسم در جهان به‌عنوان تهدیدی جدی بر علیه امنیت و سلامت انسان‌ها و منابع غذایی آنها محسوب می‌گردد که باید به آن توجه جدی کرد.



شکل ۱-۱: نمونه پاکت‌های آلوده به پودر سیاه‌زخم ارسالی به شخصیت‌های مهم در آمریکا در سپتامبر ۲۰۰۱



شکل ۱-۲: یادداشت داخل پاکت‌های حاوی پودر سیاه‌زخم منتشر شده در آمریکا

همچنان که در شکل ۱-۲ مشاهده می‌شود نوع خط و متن نوشته‌شده طوری تنظیم شده است که نشان دهد این پاکت‌ها توسط مسلمانان افراطی ارسال شده است ولی در سال ۲۰۰۸ پلیس آمریکا ارسال‌کننده این نامه‌ها را معرفی نمود که دانشمندی آمریکایی از محققین مرکز تحقیقات ارتش آمریکا بوده است.

بروس ایوینز دانشمند آمریکایی و متخصص عوامل زیستی نظامی که در ارتش آمریکا کار می‌کرد، عامل اصلی تهیه و ارسال پاکت‌های سیاه‌زخم بود. این فرد در سال ۲۰۰۸ شناسایی شد ولی به گفته پلیس آمریکا شب قبل از دستگیری اقدام به خودکشی نمود.

به دلیل خطرات و آسیب‌های جدی بهداشتی، اجتماعی، اقتصادی و امنیتی عظیم شیوع این بیماری‌ها که می‌تواند سبب ایجاد ناامنی ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی و حتی بسته شدن مرزها و بلوکه شدن فعالیت‌های کشور گردد، توجه به رعایت اصول پدافند غیرعامل در زیرساخت‌های بهداشتی - درمانی، جهت پیشگیری از این صدمات اهمیت دارد.

به دلیل تفاوت ماهیت و نوع تهدیدات زیستی، شیمیایی و هسته‌ای، این موضوع به‌عنوان مقوله‌ای مستقل در پدافند غیرعامل مطرح است و نیازمند روش‌های خاص خود می‌باشد که در فصول بعد به آنها اشاره خواهد شد.



# فصل دوم

مفاهیم و عوامل تهدید  
زیستی



## ۲-۱- مقدمه تهدیدات زیستی و بیوتروریسم

تحولات نوین در حوزه علوم و فناوری‌ها و همچنین تحولات سیاسی و نظامی سبب توجه کشورهای مختلف به حوزه جنگ نوین و به‌خصوص توسعه عوامل جدید و روش‌های نوین تهاجم بر علیه اهداف زیربنایی کشورهای هدف جهت آسیب‌رسانی شده است. پس از ماجرای ۱۱ سپتامبر و پخش پاکت‌های سیاه‌زخم در آمریکا، موضوع تهدیدات زیستی به‌طور جدی در راهبردهای نظامی وارد گردیده است. عوامل زیستی دارای ویژگی‌ها و مزایایی است که به شدت مورد توجه برخی کشورها و گروه‌های تروریستی قرار گرفته است؛ از جمله موارد زیر:

- از مهم‌ترین مزایا و در واقع مشکلات تهدیدات زیستی آن است که بسیار دشوار می‌توان به وجود و نوع تهدید پی برد زیرا جهت بررسی تهدیدات زیستی، پاسخ به سئوالات کلیدی: چه عاملی، به چه روشی، توسط چه کسانی، در چه زمانی و در چه مکانی استفاده خواهد شد را باید شناسایی و حدس زد؛ که پاسخ هر کدام از سئوالات فوق بسیار دشوار و پر از ابهام است زیرا مشخص نیست دشمن از چه عاملی استفاده خواهد کرد. عوامل کلاسیک و یا نوین و دستکاری‌شده و غیره و پاسخ سایر سئوالات هم واجد همین ابهامات است.

- مشکل دوم اینکه تفکیک بین عمدی و یا طبیعی بودن شیوع یک عامل زیستی، بسیار دشوار است مگر در موارد استثنایی که عامل به‌هیچ‌وجه بومی آن کشور نباشد و به همین دلیل نیز دشمنان در طراحی حملات زیستی و بیوتروریسم برای پرهیز از امکان اثبات ادعای به‌کارگیری سلاح کشتار جمعی به نحوی برنامه‌ریزی خواهند کرد که ضمن آسیب‌رسانی موثر، از مظان اتهام بری بمانند. در اکثر حملات زیستی که در جهان اتفاق افتاده است، کشور مورد تهاجم قادر به اثبات ادعای خود بر علیه دشمن نبوده است.

- کاربرد این روش، بسیار پنهانی و با پوشش صورت می‌گیرد و امکان شناسایی آن با هیچ ابزار شناساگری در مرحله تهاجم یا وجود ندارد یا بسیار دشوار است.

- آسیب از طریق تهدیدات زیستی، تأخیری است و زمانی از تهاجم و یا توسعه یک آسیب مطلع می‌گردیم که عامل زیستی توسعه یافته و به منطقه گسترده‌ای از هدف آسیب رسانده است.

- با توجه به اینکه عامل زنده است در صورتی که کنترل مناسب صورت نگیرد عامل زیستی به منطقه دیگر شیوع یافته و آسیب گسترده‌تر خواهد شد.

این مزایا سبب گردیده است که دشمنان برای اهداف خود از عوامل مختلف زیستی مناسب هدف استفاده نمایند. شیوع انواع بیماری‌های مشکوک و متنوع انسانی در کشورهای آسیایی و ایران در سال‌های گذشته، شیوع انواع بیماری‌های دام و طیور و گسترش آفات نباتی به مزارع و کشاورزی کشور را می‌توان به دید تردید به دشمنان نسبت داد. در خلال دو دهه گذشته و به‌خصوص پس از واقعه ۱۱ سپتامبر و مشخص شدن قدرت آسیب‌رسانی و ایجاد ناامنی تهدیدات زیستی، روند توجه به این عوامل افزایش یافته و ظاهراً تعداد کشورهای درگیر نیز بیشتر شده است.



شکل ۲-۱: نماد بین‌المللی مربوط به حوادث زیستی

(این نماد یک ارگانسیم سلولی بالغ را در پس‌زمینه نشان می‌دهد که سه ارگانسیم دیگر مثل خود را تولید کرده است)

در تعریف، حمله یا جنگ زیستی (Biological Warfare) عبارت‌است از: استفاده و یا پخش گسترده عوامل زیستی با ابزارها و تسلیحات نظامی جهت آسیب رساندن به نیروهای نظامی و یا غیر نظامی و منابع غذایی اقتصادی دامی و کشاورزی یک کشور.

بیوتروریسم (Bioterrorism)، نوعی از به‌کارگیری عوامل با منشاء زیستی جهت آسیب رساندن به فرد و جامعه در حد محدود و با ابزارهای مختلف جهت ایجاد ترس و وحشت بیماری و مرگ می‌باشد.

نتیجه استفاده از سلاح زیستی، ایجاد یک اپیدمی از یک یا چند بیماری می‌باشد. عوامل بیوتروریسم یا عوامل زیستی عمدتاً به‌طور گسترده موجود بوده و فناوری مربوطه به‌طور قانونی برای مقاصد دارویی و کشاورزی در اختیار کارخانه‌های تولید مواد دارویی و سموم کشاورزی می‌باشد. در واقع هر کدام از میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و یا توکسین‌های زیستی می‌توانند به‌عنوان سلاح بیوتروریسم به‌کار روند.

به‌طور کلی آب، غذا، حشرات و یا هر وسیله دیگر می‌تواند برای انتقال، توزیع و انتشار عوامل بیوتروریسم به‌کار گرفته شود. با این حال انتشار از طریق هوا و به شکل آئروسول بیشترین ظرفیت ایجاد تلفات را خواهد داشت. هرچه زمان می‌گذرد بر دامنه تهدید استفاده خصمانه از عوامل زیستی یا محصولات آنها چه به‌شکل جنگ زیستی و چه به‌شکل بیوتروریسم افزوده می‌گردد. این شکل از تهدیدات، ویژگی‌های خاصی دارند که آنها را نسبت به سایر تهدیدات پراهمیت‌تر می‌کند. برخلاف حملات تروریستی شیمیایی یا انفجاری، پیامدهای آشکار حمله بیوتروریستی ممکن است روزها تا هفته‌ها بعد از حمله پدیدار نگشته و تشخیص قطعی با تاخیر صورت پذیرد که این به‌نوبه خود شانس ابتلای جمع کثیری از افراد که در تماس اولیه با عامل عفونی‌کننده نبوده‌اند را نیز فراهم می‌آورد.

یک حمله بیوتروریستی مؤثر می‌تواند تلفاتی معادل یا افزون بر تلفات حاصل از یک سلاح هسته‌ای ایجاد نماید. برای مثال، آزاد شدن صد کیلوگرم از اسپورهای عامل آنتراکس در شهرهای بزرگ و متراکم، از طریق یک افشانه در جهت مناسب باد و شرایط جوی مناسب می‌تواند باعث مرگ صدهزار تا سه میلیون نفر از طریق ابتلای استنشاقی شود. حملات تروریستی که از طریق استفاده از آئروسول عوامل عفونی‌کننده و یا از طریق آلوده‌سازی و خرابکاری منابع غذایی و آشامیدنی و داروها شکل می‌گیرند، به‌طور طبیعی با حواس انسانی قابل تشخیص نمی‌باشند چرا که در اکثر موارد، خاموش و بی سروصدا و بدون بو و مزه بوده و قابل رؤیت نمی‌باشند. وحشتی که پخش و انتشار یک بیماری عفونی در جامعه ایجاد می‌کند به مراتب بیشتر از انفجار ناشی از جنگ‌افزارهای دیگر است.

## ۲-۲- سناریوهای مختلف در بروز حوادث زیستی و سمی

### ۲-۲-۱- همه‌گیری‌های با منشأ طبیعی یا (Natural outbreaks)

اکثر همه‌گیری‌ها بدین طریق رخ می‌دهند و منشأ آنها عوامل طبیعی است مانند انتقال عوامل بیماریزا از طریق حشرات، حیوانات، و تغییرات عوامل جوی که در بروز همه‌گیری‌ها نقش دارد.

### ۲-۲-۲- همه‌گیری‌های غیر طبیعی (Unnatural outbreaks)

این نوع همه‌گیری‌ها به دلیل دخالت انسان و مسائل بهداشتی ایجاد می‌شود ولیکن عمدی در کار نیست مانند آلوده شدن آب به فاضلاب‌های انسانی و یا عدم رعایت اصول بهداشتی که سبب بروز بیماری‌های عفونی می‌گردد.

### ۲-۲-۳- همه‌گیری‌های مشکوک (Suspicious outbreaks)

این نوع همه‌گیری‌های مشکوک با منشاء نامشخص هستند که شک برانگیزند. نه دلایل همه‌گیرشناسی قاطعی بر طبیعی بودن آنها وجود دارد و نه استنادی بر به‌کارگیری عمدی آنها؛ بنابراین، جزو همه‌گیری‌های مشکوک قرار می‌گیرند.

### ۲-۲-۴- حوادث زیستی عمدی (Intentional outbreaks)

این نوع حوادث، همه‌گیری‌ها یا مسمومیت‌ها به‌طور عمدی و با قصد آسیب رساندن به اهداف انسانی، دامی و گیاهی صورت می‌گیرند و به‌طور کلی شامل ۲ نوع حملات زیستی و بیوتروریسم می‌باشند.

### ۲-۳- عوامل زیستی مورد استفاده در جنگ زیستی و

#### بیوتروریسم و طبقه‌بندی آنها

در واقع هر عامل میکروبی یا توکسین زیستی که توانایی ایجاد بیماری را داشته باشد، عامل بالقوه‌ای جهت استفاده به‌عنوان سلاح بیوتروریستی می‌باشد. تقریباً همان عواملی که بیشترین احتمال را برای به‌کارگیری در جنگ زیستی دارند، کاندیدهای مناسبی جهت اهداف بیوتروریستی نیز می‌باشند. در اینجا فقط ابعاد مالی و فناورانه سازمان‌های بیوتروریستی تعیین‌کننده می‌باشند. به‌طور معمول، عواملی که از طریق تنفسی انتقال می‌یابند برای تروریست‌ها ایده‌آل‌تر می‌باشند چون از این طریق می‌توانند عامه جمعیت یک شهر یا منطقه را آلوده نمایند؛ مگر اینکه هدف آنها فرامنطقه‌ای باشد. در فعالیت‌های بیوتروریستی محدود که بیشتر به‌صورت خرابکاری اجرا می‌شود، بیشتر از عوامل خوراکی (به‌شکل آلودگی غذاها و نوشیدنی‌ها) استفاده می‌شود.

در این قسمت عوامل بیوتروریسم بر اساس شدت بیماری حاصله، میزان سرایت و سایر اختصاصات، به گروه‌های زیر طبقه‌بندی می‌گردند.

### ۲-۳-۱- عوامل بیوتروریسم گروه اول

عوامل این گروه به‌سهولت انتشار یافته و از شخصی به شخص دیگر منتقل می‌شوند. بیماری حاصله شدید بوده، باعث تلفات سنگین شده و مسائل بهداشتی حادی را در جامعه ایجاد می‌کند. این عوامل عمدتاً شامل موارد زیر می‌باشند:

- باکتری باسیلوس آنتراسیس (عامل آنتراکس یا سیاه‌زخم)
- ویروس واریولا ماژور (عامل آبله)
- باکتری یرسینیاپستیس (عامل طاعون)
- باکتری فرانسیسلا تولارنسیس (عامل تولارمی)
- توکسین بوتولینیوم (عامل مسمومیت بوتیلیسم)
- ویروس‌های مولد تب‌های خونریزی‌دهنده (عوامل ویروسی همچون ابولا، ماربورگ، لاسا، جونین، ماکوپو)

### ۲-۳-۲- عوامل بیوتروریسم گروه دوم

این عوامل هرچند ممکن است مورد استفاده تروریست‌ها قرار گیرند ولی انتشار آنها ساده نبوده و در صورتی که منتشر شوند بیماری با مرگ‌ومیر خیلی بالایی را ایجاد نمی‌کنند. این گروه عمدتاً شامل موارد زیر می‌باشند:

- گونه‌های باکتریایی بروسلا ایجادکننده بروسلوز (شامل بروسلا ملی‌تنسیس، بروسلا آبورتوس، بروسلا سوئیس)
- باکتری کوکسیلا بورنتی (عامل تب ناشناخته یا تب Q)



- باکتری بورخلدريا مالٹی (عامل گلاندرز)
- آلفا ویروسها (مولد بیماری‌های آنسفالیت اسبی شرقی، آنسفالیت اسبی غربی و آنسفالیت ونزوئلایی)
- توکسین ریسین (عامل مسمومیت ریسین)
- توکسین اپسیلون کلستریدیوم پرفرنزنز (عامل مسمومیت غذایی)
- انتروتوکسین B استافیلوکوکوس اورئوس (عامل مسمومیت غذایی)
- باکتری ویبریوکلا (عامل بیماری وبا)
- باکتری اشیشیا کولی انتروهموراژیک (عامل اسهال و کولیت خونریزی‌دهنده)
- گونه‌های باکتریایی سالمونلا (به شکل آلوده‌سازی منابع غذایی)
- بورخلدريا سودومالٹی (عامل میلوئیدوز)
- کلامیدیا پسیتاسی (عامل پسیتاکوز)
- ریکتزیا پروازکی (عامل تب تیفوس اپیدمیک)
- باکتری شیگلا (عامل اسهال خونی)
- کریپتوسپورییدیوم پاروم (عامل احتمالی جهت خرابکاری منابع آب)

### ۲-۳-۳- عوامل بیوتروریسم گروه سوم

شامل عوامل بیماری‌زای نوظهور می‌باشند که با استفاده از روش‌های مهندسی ژنتیک به وجود آمده و می‌توان در حجم زیادی آنها را تولید و منتشر ساخت. این عوامل، به‌وفور موجود بوده و تولید و انتشار آنها آسان و پتانسیل بالقوه‌ای جهت ایجاد مرگ‌ومیر وسیع دارند. اعضاء این گروه عمدتاً شامل هانتا ویروس و ویروس نیپاه می‌باشند.

### ۲-۳-۴- عوامل زیستی نوین

توسعه علوم و فناوری‌های نوین نوترکیبی ژن، با کشف و شناسایی ژنوم تقریباً تمام عوامل زیستی و سمی شناخته‌شده جهان، وارد عرصه جدیدی از تحولات مهم شده است که قطعاً علاوه بر کاربردهای مفید آن قطعاً می‌تواند در مسیر توسعه عوامل زیستی بسیار خطرناک‌تر با ویژگی‌های خاص مورد استفاده قرار گیرد. البته شواهدی برای این نگرانی وجود دارد. در ذیل به تعدادی از علوم و فناوری‌های نوین و تهدیدات نوین زیستی اشاره می‌شود.

توسعه فناوری‌های نوین زیستی مانند سینتتیک بیولوژی Synthetic Biology و سیستم بیولوژی System Biology سبب توانمندی گسترده دانشمندان در سنتز و طراحی عوامل نوین گردیده است. اسناد و شواهد موجود نشان‌دهنده آن است که دانشمندان در سال ۲۰۱۰ موفق به سنتز اولین میکروب در آزمایشگاه گردیده‌اند. ویروس خطرناک فلج اطفال و ویروس آبله انسانی با روش‌های نوین نوترکیبی ژن تهیه شده‌اند. دانشمندان یک آزمایشگاه پیشرفته در آمریکا در اقدامی ابهام برانگیز و نگران‌کننده موفق شدند ضمن شناسایی ژن‌های آنفلوآنزای فوق‌کشنده سال ۱۹۱۸ موسوم به آنفلوآنزای اسپانیایی که سبب مرگ ۵۰ میلیون نفر در جهان گردید، آن را به روش نوترکیبی ژن، سنتز و در کشت سلولی تکثیر نمایند. دانشمندان روسی با دستکاری ژنتیکی باکتری سیاه‌زخم، آن را به واکسن موجود بر علیه آن مقاوم ساخته‌اند و تجربیات بسیاری از انتقال مقاومت دارویی و یا مقاوم‌سازی به شرایط محیطی و همچنین انتقال ژن‌های سموم مختلف کشنده به باکتری‌ها وجود دارد.

دانشمندان استرالیایی در هنگام دستکاری ژنتیکی ویروس آبله موشی Mouse Pox جهت تهیه واکسنی برای عقیم کردن جوندگان، به‌طور شگفت‌انگیزی سبب توسعه ویروسی بسیار کشنده‌تر از نوع وحشی آبله موشی شدند که سبب مرگ تمام موش‌های ایمن شده بود.

سرانجام این تحقیقات در آینده به کجا منجر خواهد شد؟ قطعاً با بررسی روند توسعه علوم و فناوری‌های آینده‌ساز می‌توان حدس زد که تهدیدات زیستی آینده بسیار پیچیده‌تر و خطرناک‌تر از حال حاضر خواهد بود که به برخی از آنها اشاره می‌شود:

### ۲-۳-۵- سلاح‌های زیستی غیر کشنده (Non lethal biological

agents)

به نظر می‌رسد با توجه به توسعه انواع عوامل زیستی ناتوان‌کننده در مقایسه با عوامل کشنده زیستی، گرایش به کارگیری عوامل در جنگ‌های آینده، به سوی عوامل ناتوان‌کننده باشد تا عوامل کشنده؛ و تولید عوامل نوین در این عرصه بیشتر مورد توجه است.

این عوامل شامل انواع تنظیم‌کننده‌های فرامین مغزی (Bioregulators) و همچنین انواع مواد موثر بر روی حواس انسان می‌باشند که به سلاح‌های غیر کشنده (Nonlethal bioweapons) معروف هستند و انواع مواد با منشاء زیستی بسیار بدبو، سوزاننده، حساسیت‌زا و غیره را شامل می‌شوند.

گروه دیگری از این عوامل غیر کشنده زیستی قادر هستند بر روی مواد و تجهیزات تاثیر گذاشته و سبب تخریب آنها شوند که در نهایت، سبب اختلال در امور و فعالیت‌های اساسی نیروها و یا صدمه اقتصادی به کشور مورد تهاجم خواهند شد. این ترکیبات که برخی از مواد شیمیایی آن مانند گاز اشک‌آور توسط نیروهای پلیس در عملیات ضد اغتشاش استفاده می‌شد، امروزه دچار تحول شده‌اند. بحث‌های بسیاری توسط کارشناسان کنوانسیون خلع سلاح میکروبی در مورد اینکه این عوامل نیز شامل مقررات کنوانسیون می‌باشد وجود دارد ولیکن برخی از متخصصینی که بر روی این عوامل کار می‌کنند این عوامل را به‌عنوان مواد کنترل شورش و اغتشاش دانسته و کاربرد آن را توسط پلیس مجاز دانسته‌اند.

### ۲-۳-۶- عوامل نو ترکیب و سنتز شده (Recombinant and synthetic)

#### (Agents)

با شناسایی ساختار وراثتی و تعیین ردیف ژنوم میکروارگانیسم‌های مختلف و استفاده از روش‌های مهندسی ژنتیک در نو ترکیبی، انواع میکروب‌های بیماری‌زا و غیر بیماری‌زا جهت افزایش بیماری‌زایی، مقاومت دارویی، تغییر ساختار جهت فرار از تشخیص، مقاوم‌سازی به واکسن و همچنین اضافه کردن ژن‌هایی از سایر عوامل بیماری‌زا در آن، عوامل جدید نو ترکیبی تهیه می‌شود که سبب ایجاد عوامل نو ترکیب و نوینی با ویژگی‌های خاص و اضافه شدن آن به فهرست عوامل زیستی گردیده است.

### ۲-۳-۷- سلاح‌های زیستی دوگانه (Binary biological agents)

در همین گروه می‌توان به سلاح‌های زیستی دوگانه نو ترکیب یا نوعی از عوامل زیستی که به تنهایی قادر به بیماری‌زایی نیستند و حضور هر دو عامل جهت ایجاد عفونت ضرورت داشته باشد، اشاره نمود.

### ۲-۳-۸- سلاح‌های ژنی (Genetic Weapons)

سلاح‌های ژنی، عوامل سنتز شده با منشاء DNA هستند که واجد تمام اطلاعات رمزکننده یک پروتئین و یا عامل زیستی می‌باشند. این عوامل ژنتیکی غیر زنده با ورود به داخل سلول‌های زنده با استفاده از مواد و ترکیبات موجود در داخل سلول فعال شده و اطلاعات ژنتیکی موجود در آنها اقدام به سنتز پروتئین مورد نظر می‌کند که می‌تواند یک سم باشد و یا تمام پروتئین‌ها و مواد ساختاری و ژنوم یک عامل زیستی را تهیه و در نهایت، عامل میکروبی در درون سلول تولید گردد.

### ۲-۳-۹- عوامل پاتوژن نژادی (Ethnic Weapons)

سلاح‌های زیستی نژادی تاریخچه‌ای طولانی دارند. حساسیت نژادهای مختلف بشری به بیماری‌های مختلف، شیوع بیماری‌های وراثتی در نژادهای خاص و همچنین تلاش جهت شناسایی مواد و عوامل عفونی که بتوانند در نژاد و یا گروه خاصی ایجاد بیماری نمایند، از تلاش‌های گروه‌های نژادپرست بوده‌اند. اسنادی که اخیراً افشا گردیده است حاکی از وجود برنامه گسترده‌ای در رژیم نژادپرست سابق آفریقای جنوبی جهت تهیه عوامل عفونی اختصاصی سیاه پوستان بوده‌اند که بتوانند بر علیه آنان که جمعیت غالب کشورهای آفریقایی هستند استفاده کنند.

### ۲-۳-۱۰- RNA-داخله گر RNAi و SiRNA یا فناوری آنتی‌سنس‌الیگو

این قطعه کوچک RNA با اتصال به محل مکمل خود در فرایند فعالیت ژن سبب خنثی شدن و یا توقف فعالیت ژن‌ها می‌گردد. این فناوری با کاربردهای گسترده آن در پزشکی به‌عنوان دارو و واکسن می‌تواند کاربردهای غیر صلح‌آمیز نیز داشته باشد. طبیعی است با تلفیقی از این دانش و فناوری نانو می‌توان ذراتی زیستی تهیه نمود که بر اساس هدف طراحی شده سبب توقف فعالیت‌های حیاتی انسان و یا موجودات دیگر شود که این تأثیرات می‌تواند از یک آسیب مختصر تا یک آسیب جدی را شامل گردد.

### ۲-۳-۱۱- واکسن‌های ژنی (DNA vaccine)

امروزه تحقیقات گسترده‌ای جهت انتقال ژن‌ها و دارو توسط اتصال آن به DNA صورت می‌گیرد. این فناوری که قطعاً در آینده کاربردهای گسترده درمانی و پیشگیری در آن متصور است، می‌تواند کاربرد دوگانه و غیر صلح‌آمیز نیز داشته باشد. حال که هر ژنی را می‌توان با این روش از طریق سیستم تنفسی وارد ریه‌های انسان نمود بدیهی و قابل تصور است که بتوان انواع سموم بسیار خطرناک زیستی و همچنین ژن‌های کنترل

تنظیم چرخه‌های سلولی و هر ماده خطرناک دیگری را از طریق این ذرات زیستی وارد بدن افراد مورد هدف نمود.

### ۲-۳-۱۲- سلاح‌های عصبی (Neuroweapons)

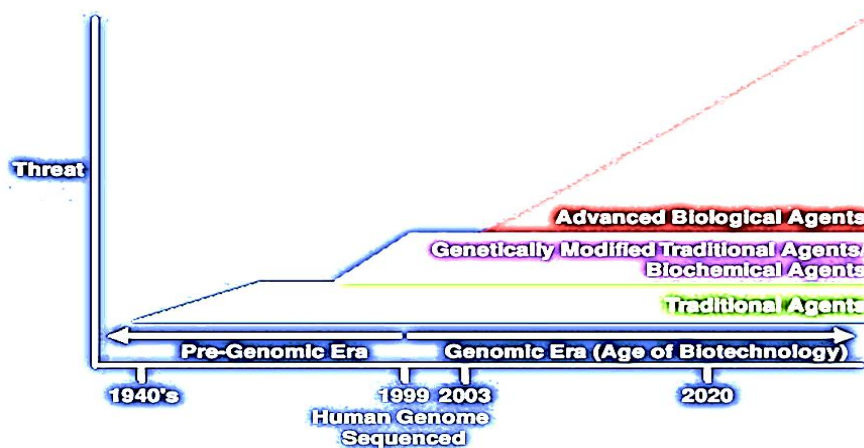
کشفیات گسترده در عرصه علوم اعصاب و شناسایی فرایندها و عوامل و ترکیبات موثر بروی مغز و اعصاب، سبب شناسایی عرصه‌های جدیدی با کاربرد دوگانه در این زمینه شده است. در بعد مفید آن، افزایش کارایی مغز و توان عصبی و روانی سربازان جهت انجام عملیات در شرایط سخت، کاهش استرس و فشار روانی، افزایش توان فیزیکی، مبارزه با خستگی، افزایش هشیاری و واکنش به استرس‌های محیطی است ولی در ابعاد منفی، این دانش تبدیل به سلاح زیستی نوین شده و برعلیه دشمن به کار گرفته خواهد شد.

اخیراً نیروی هوایی آمریکا طی اطلاعیه‌ای از متخصصین علوم اعصاب درخواست کرده است پیشنهادات طرح‌های تحقیقاتی خود را در زمینه افزایش هشیاری و توان خلبانان و پرسنل نیروی هوایی ارائه نمایند که تا سال ۲۰۱۴ این برنامه ادامه دارد. بررسی‌ها نشان می‌دهد اهداف این تحقیقات جهت شناسایی عوامل زیستی خاصی است که بتوان با استفاده از آن در دشمنان تاثیرات مخربی ایجاد نمود که سبب کاهش هشیاری، خستگی، خواب‌آلودگی و در نهایت، کاهش و نابودی توان دشمنان با از کارانداختن موقت سیستم اعصاب و روان می‌باشد.

بر اساس اطلاعات جدید، دانشمندان نظامی جهان در حال تحقیق بر روی پروژه جدیدی با عنوان FunVax می‌باشند که در این پروژه ویروسی تهیه می‌گردد که بتواند ژن VMAT2 را در بدن انسان غیر فعال سازد. مشخص شده است که این ژن در انتقال گیرنده‌های عصبی انسان نقش اساسی ایفا می‌کند و توقف فعالیت آن می‌تواند نتایج بسیار وخیمی بر روی انتقال سیگنال‌های عصبی و در نهایت، تغییر رفتار شود. در

پروژه مزبور قصد بر آن است که با انتشار این ویروس بر روی نیروهای دشمن، سبب تغییر رفتار و غیر فعال کردن آنها و یا کاهش انگیزه نبرد و در واقع خارج کردن آنان از صحنه نبرد شوند.

در شکل ۲-۲ روند تغییر چهره عوامل زیستی با توسعه علوم و فناوری‌های زیستی نشان داده شده است. مثلث بزرگ سمت راست این تصویر توسعه عوامل زیستی بسیار خطرناک و جدید را در دهه گذشته نشان می‌دهد که عمدتاً توسط کشورهای پیشرفته تهیه و جهت اهداف مختلف استفاده می‌شود.



شکل ۲-۲: روند تغییر چهره عوامل زیستی با توسعه علوم و فناوری‌های زیستی

## ۲-۴- جدی‌ترین عوامل بیوتروریسم

سؤال مهم این است که محتمل‌ترین عامل یا عوامل در حملات بیوتروریستی کدامند؟ در جواب باید گفت این به قدرت تروریست‌ها و ماهیت و ابعاد طرح عملیاتی آنها بستگی دارد. با این حال، داشتن ویروالانس و پاتوژنیسیته بالا، مقاومت زیاد و غیر قابل تصور نسبت به داروها و مواد میکروب‌کش و نیز عدم امکان تشخیص سریع،

احتمالاً از جمله خصوصیات مهمی هستند که بیوتروریست‌ها در انتخاب نوع عامل به آنها فکر می‌کنند. با این اوصاف، بسیاری از عوامل زیستی می‌توانند به‌عنوان سلاح بیوتروریستی مورد استفاده قرار گیرند لیکن سه عامل اصلی احتمالاً در صدر لیست قرار دارند:

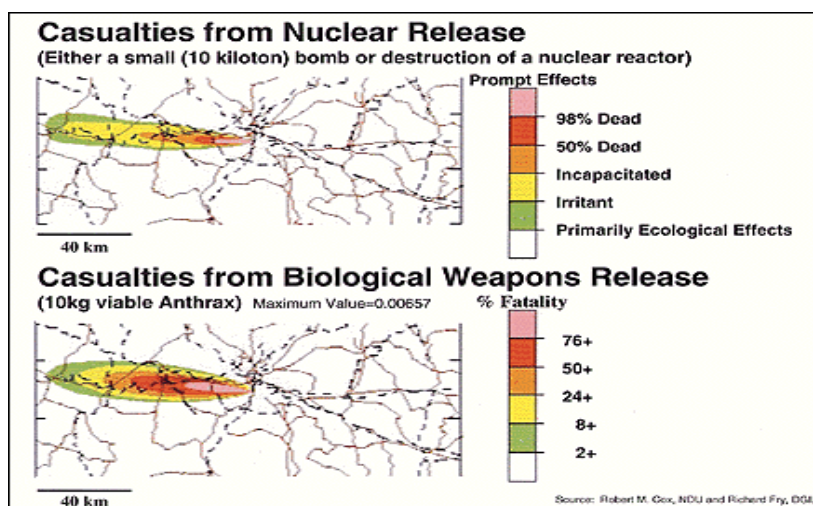
عامل اول، باسیلوس آنتراسیس ایجادکننده بیماری سیاه‌زخم یا آنتراکس می‌باشد. این باکتری به‌شکل فرم مقاوم یعنی اسپور از طریق آئروسل قادر است بیماری فوق‌العاده کشنده تنفسی ایجاد نماید به‌طوری‌که تخمین زده می‌شود رهاسازی ۱۰۰ کیلوگرم از اسپوره‌های این عامل در شرایط جوی و در جهت موافق باد برفراز شهرهای بزرگ، قادر است تلفاتی در حدود ۱۰۰ هزار تا ۳ میلیون نفر ایجاد نماید. عامل دوم، باکتری یرسینیا پستیس ایجادکننده بیماری طاعون می‌باشد. ابتلا به فرم استنشاقی طاعون مانند سیاه‌زخم فوق‌العاده کشنده است. عامل سوم، ویروس واریولا مازور ایجادکننده بیماری آبله می‌باشد. این بیماری چندین سال است که در جهان ریشه‌کن شده است و برنامه‌های ایمونیزاسیون علیه آن به‌طور معمول در جمعیت‌های عادی انجام نمی‌شود و رهاسازی این عامل می‌تواند به یک فاجعه منجر گردد. آموزش هر سه بیماری یادشده امروزه به‌طور ناخواسته از برنامه‌های آموزشی دانشکده‌های پزشکی حذف شده است. بنابراین، اکثر پزشکان ممکن است اصلاً با این بیماری‌ها آشنا نبوده و یا با آنها سروکاری نداشته باشند. از این‌رو تشخیص این بیماری‌ها برای پرسنل کادر پزشکی کاملاً مشکل و ابهام‌آمیز خواهد بود. اما امکان انتشار عمدی عوامل آنها (بیوتروریسم) و ایجاد اپیدمی‌های وسیع به‌هیچ‌وجه منتفی نیست. مشاهده حتی یک مورد از آبله، آنتراکس (ریوی) یا طاعون (ریوی) باید یک مسئله کاملاً اورژانسی تلقی شده و موضوع سریعاً گزارش شود.

سلاح‌های زیستی که سابقه‌ای تاریخی جهت به‌کارگیری در منازعات نظامی داشته‌اند، امروزه به‌طور خاصی مورد توجه قرار گرفته و با توسعه علوم



میکروشناسی و فنون زیستی به‌عنوان سلاحی مهیب، ترسناک و کشنده به زرادخانه‌های نظامی کشورهای پیشرفته اضافه شده‌اند. ویژگی‌های خاص سلاح‌های زیستی مانند زنده بودن، شیوع بین افراد، سادگی تولید و به‌کارگیری و دشواری تشخیص به‌کارگیری و اثبات به‌کارگیری آن از طرف دشمن در دهه گذشته به شدت مورد توجه کشورهای پیشرفته و رژیم‌های سلطه‌گر قرار گرفته است به‌نحوی که آن را سلاح هسته‌ای کشورهای فقیر نام گذاشته‌اند. زیرا هزینه و فناوری تولید آن پایین ولی آسیب ناشی از آن می‌تواند از سلاح هسته‌ای گسترده‌تر باشد. در شکل ۲-۳ قدرت آسیب‌رسانی به‌کارگیری سلاح زیستی با سلاح هسته‌ای مقایسه شده است. در بخش فوقانی، آسیب ناشی از انفجار یک بمب اتمی با قدرت ۱۰ هزار تن تی‌ان‌تی نشان داده شده است. مرکز انفجار در نوک دوک ایجاد شده در وسط منطقه و آسیب و تشعشعات در مسیر باد حرکت نموده است. خط میزان در کنار نقشه ۴۰ کیلومتر را نشان می‌دهد. در وسط و محدوده اطراف آن ۹۸ درصد نابودی وجود دارد و با حرکت به طرف انتهای دوک که حدود ۸۰ تا ۹۰ کیلومتر است آسیب‌ها کاهش می‌یابد.

در این شکل، تاثیرات ناشی از به کارگیری ۱۰ کیلوگرم عامل سیاه زخم نشان داده شده است:



شکل ۲-۳: مقایسه قدرت آسیب‌رسانی به کارگیری سلاح زیستی با سلاح هسته‌ای

همچنان که ملاحظه می‌گردد شدت و گستره آسیب در اثر پخش ۱۰ کیلوگرم عامل زنده سیاه‌زخم با انفجار یک بمب اتمی ۱۰ کیلوتنی و یا انفجار یک راکتور هسته‌ای مقایسه شده است. با توجه به زنده بودن عامل زیستی و حرکت ابر حامل عامل سیاه‌زخم در مسیر حرکت باد که به شکل دوک نشان داده شده است بسیار گسترده‌تر از اثرات انفجاری بمب اتمی و ابر حاصل از آن می‌باشد. مقایسه میزان آسیب‌رسانی در مرکز انفجار هسته‌ای، ۹۸ درصد (بخش قرمز رنگ) ولی شعاع این محدوده در عامل سیاه‌زخم گسترده‌تر است و آسیب ۷۶ درصد تا انتهای دوک توسعه یافته و در اثر کاهش میزان عامل کاهش می‌یابد.

# فصل سوم

اپیدمیولوژی و تشخیص  
تهدیدات زیستی



### ۳-۱- مقدمه:

هر چه زمان می‌گذرد بر دامنه تهدید استفاده خصمانه از عوامل زیستی یا محصولات آنها - چه به شکل جنگ زیستی و چه به شکل بیوتروریسم - افزوده می‌گردد. وحشتی که پخش و انتشار یک بیماری عفونی در جامعه ایجاد می‌کند به مراتب بیشتر از انفجار ناشی از جنگ‌افزارهای دیگر است. از آنجائی که نمای همه‌گیری شناختی در این موارد تقریباً از الگوی خاصی پیروی می‌کند، توجه به ابعاد اپیدمیولوژیک در تشخیص سریع و دقیق عامل یا عوامل به کار گرفته شده، بسیار اساسی می‌باشد. آموزش اصول و مبانی اپیدمیولوژیک عوامل و بیماری‌های حاصله به دست‌اندرکاران بهداشتی و گروه پرسنل پزشکی باید در اولویت قرار گیرد.

### ۳-۲- بررسی‌های اپیدمیولوژیک

به‌طور کلی اصول برخورد و مقابله با همه‌گیری‌های تعمدی، تفاوتی با همه‌گیری‌های طبیعی نداشته و مشترکات زیادی با هم دارند. اصل اولیه هرگونه سیستم دفاعی بیوتروریستی، آمادگی می‌باشد. مهم‌ترین عنصر آمادگی، حفظ هشیاری و برقراری سیستم هشداردهنده است. اولین قدم در ایجاد چنین سیستمی جمع‌آوری و آنالیز حوادث حیاتی است که به‌طور روزمره در میان ساکنین یک شهر یا منطقه اتفاق می‌افتند. استفاده صحیح از یافته‌های آزمایشگاه‌های تشخیص طبی و نیز یافته‌های بالینی می‌تواند همه‌گیری را تأیید یا رد کند.

### ۳-۳- تشخیص افتراقی

هر همه‌گیری - اعم از بزرگ یا کوچک - از یک بیماری، باید از جهت حمله بالقوه با عوامل زیستی مورد توجه و ارزیابی قرار گیرد. یک نگاه به وقایع اطراف همه‌گیری و

بررسی هر پدیده غیر عادی مرتبط با همه‌گیری بیماران، برای تعیین پدیده غیر معمول کفایت می‌کند. از آنجائی که بروز یک همه‌گیری از بیماری می‌تواند منتج از آلودگی عمدی باشد، تشخیص‌های افتراقی یک همه‌گیری در ابتدا باید مد نظر قرار گیرند.

احتمالات ممکن در پی یک همه‌گیری شامل موارد زیر می‌باشند:

- همه‌گیری معمول از یک بیماری اندمیک شایع
  - همه‌گیری خودبخودی از یک بیماری نوظهور یا دوباره ظهور یافته
  - واقعه آزمایشگاهی (مشابه همان حادثه‌ای که در شهر سوردلوسک شوروی سابق ناشی از رها شدن اسپورهای باسیلوس آنتراسیس از یک مرکز تحقیقاتی رخ داد).
  - یک حمله عمدی با یک عامل زیستی
- در این شرایط، جهت افتراق این احتمالات، ابزارهای اپیدمیولوژیک بسیار کمک‌کننده خواهند بود.

### ۳-۴- ارزیابی‌های همه‌گیری شناختی

اولین قدم، استفاده از نتایج آزمایشگاه و یافته‌های بالینی به منظور تأیید رخداد یک همه‌گیری بیماری است. برای تعیین شمار موارد و میزان حمله باید "تعریف مورد" صورت گیرد. تعریف مورد بر اساس معیارهای عینی صورت می‌گیرد.

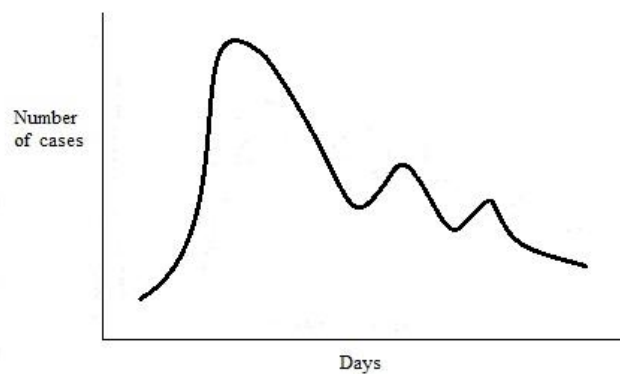
بعد از تعریف مورد، شمار موارد، میزان حمله (نسبت موارد ابتلا به جمعیت در مواجهه  $\times 100$ )، درصد ابتلای روزانه، میزان مرگ‌ومیر (نسبت شمار افراد کشته‌شده به شمار مبتلایان  $\times 100$ )، نقشه توزیع موارد، زمان، مکان و منبع عفونت مشخص می‌گردد. این اطلاعات در جهت کشف منبع بالقوه همه‌گیری ارزشمند می‌باشند. میزان محاسبه‌شده و یا تخمینی بیماری مورد نظر باید با میزان‌های سال‌های قبل آن مقایسه گردد تا تغییرات و نوسانات مربوط به بیماری مشخص شود. چنانچه اندیکس‌های

اعلان شده نسبت به حالت طبیعی بیماری مورد نظر انحراف دارد، باید به یک اتفاق غیر عمدی مشکوک شویم.

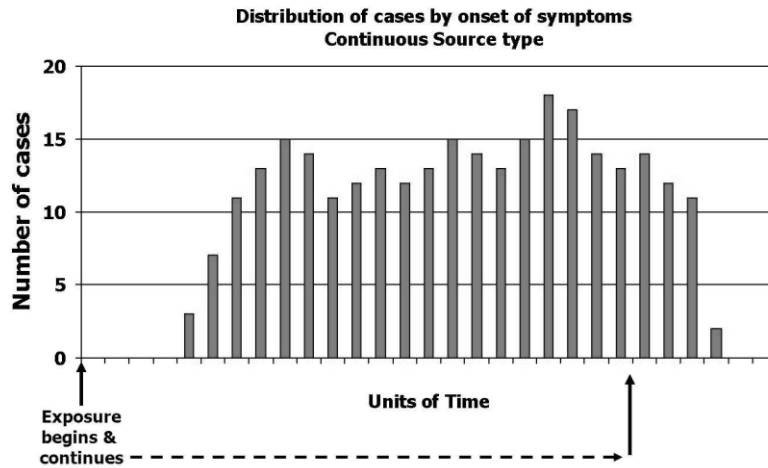
### ۳-۵- منحنی همه گیری

ترسیم منحنی همه گیری، مرحله بسیار مهمی در برقراری سیستم هشدار و اعلان خطر نسبت به حملات بیوتروریستی است. یکی از عناصر مهم تیم مقابله با بیوتروریسم، اپیدمیولوژیست‌ها هستند. این افراد با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری شده از موارد بیماری در طول زمان مشخص، منحنی همه‌گیری را محاسبه و ترسیم می‌نمایند.

الگوی بیماری، فاکتور مهمی در افتراق بین یک همه‌گیری طبیعی و یک اپیدمی عمدی است. در بیشتر همه‌گیری‌هایی که به‌طور طبیعی اتفاق می‌افتند، شمار موارد بتدریج افزایش می‌یابد؛ چرا که شمار بالایی از مردم به‌طور فزاینده در تماس با دیگر بیماران و ناقلین زنده و غیر زنده می‌باشند که به نوبه خود می‌توانند بیماری را انتشار دهند. سرانجام بیشتر جمعیت در معرض آلودگی ایمن گشته و شمار موارد بتدریج کاهش می‌یابد. به بیان دیگر، شیب منحنی در همه‌گیری‌های طبیعی معمولاً ملایم می‌باشد.

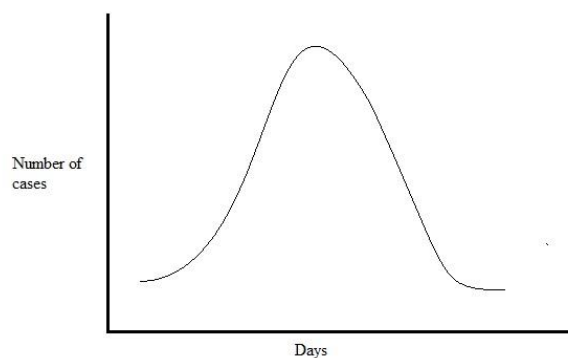


نمودار ۳-۱: منحنی خطی همه‌گیری غیرنقطه‌ای و ادامه‌دار



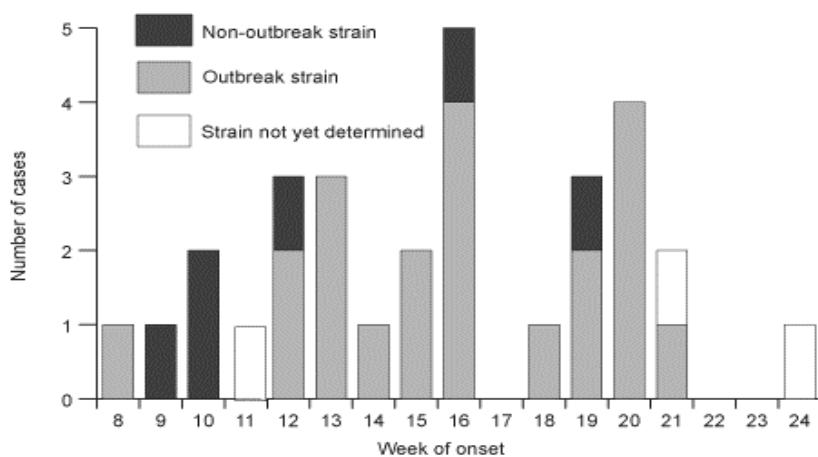
نمودار ۳-۲: نمونه‌ای از نمودار همه‌گیری با منشأ غیرنقطه‌ای و ادامه‌دار

اما بالعکس در یک حمله بیوتروریسمی، منبع بیماری معمولاً نقطه‌ای ( Point source) می‌باشد و همه افراد در محل وقوع به‌طور ناگهانی و همزمان با عامل رهاشده در مواجهه می‌باشند. بنابراین، شیب منحنی در اینجا تند است و خود منحنی روی هم‌رفته فشرده است. با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری‌شده از موارد طی زمان، یک منحنی همه‌گیری را می‌توان محاسبه و ترسیم کرد. الگوی بیماری، فاکتور مهمی در افتراق بین یک همه‌گیری طبیعی و یک حمله عمدی است.

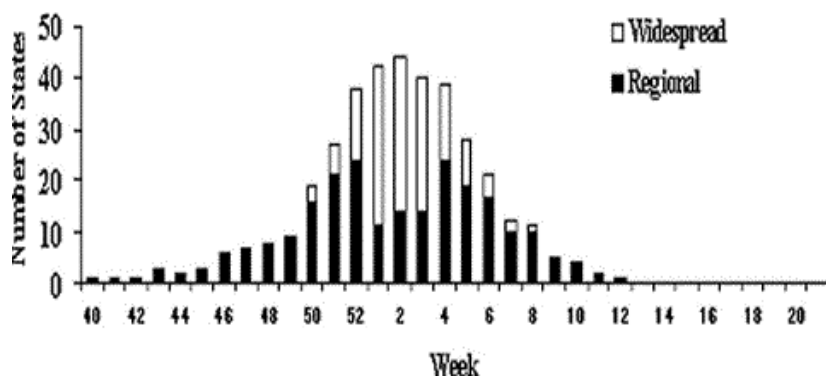


نمودار ۳-۳: منحنی خطی همه‌گیری نقطه‌ای





نمودار ۳-۴: منحنی ستونی نقطه‌ای از یک همه‌گیری



نمودار ۳-۵: منحنی همه‌گیری نقطه‌ای مربوط به شیوع آنفلوآنزا

اگر عامل زیستی مورد استفاده مسری باشد ممکن است یک نقطه اوج ثانویه بعد از اوج اول دیده شود که این به دلیل در معرض قرار گرفتن با افرادی است که در ابتدا در معرض عامل بوده‌اند. منحنی اپیدمیک با شیب زیاد علاوه بر حملات بیوتروریستی در مواجهات با منبع نقطه‌ای طبیعی مثل همه‌گیری‌های منتقله از طریق مواد غذایی نیز

دیده می‌شود و از این‌رو تمام منحنی‌های فشرده نشانگر وقوع یک حمله بیوتروریستی نمی‌باشند. اگر گروه خاصی در معرض قرار گرفته باشند، منحنی اپیدمیک می‌تواند زمان مواجهه را نشان دهد. با استفاده از این اطلاعات، دوره انکوباسیون احتمالی را می‌توان محاسبه کرد که این می‌تواند در تعیین عامل کمک‌کننده باشد.

با سازگاری بقیه ویژگی‌های بیماری با بیماری مد نظر، اگر زمان انکوباسیون کوتاه‌تر از حالت معمول باشد، استفاده از دوزهای عفونی‌کننده بالا و غیر معمول و یا بهره‌گیری از روش‌های عفونی‌کننده خیلی مؤثر، مورد ظن قرار می‌گیرند. محاسبه دوره انکوباسیون ممکن است در بیماری‌هایی که از یک شخص به شخص دیگر منتقل می‌شوند به دلیل ارزیابی کنترل مؤثر بیماری بااهمیت باشند.

### ۳-۶- کلیدهای همه‌گیری شناسی

از آنجائی‌که انحنای تند (در منحنی‌های اپیدمیک) در همه‌گیری‌های با مواجهات با منبع نقطه طبیعی نیز دیده می‌شود، شاخص‌های دیگری از همه‌گیری برای تعیین اینکه واقعه بیوتروریستی رخ داده است یا خیر، نیاز می‌باشد.

در ذیل، کلیدهایی از همه‌گیری شناختی یک رویداد بیوتروریستی ارائه می‌گردد، اما هیچکدام از آنها به تنهایی، مدرکی جهت اثبات استفاده عمدی از عوامل زیستی نمی‌باشند اما اگر با بررسی‌های تکمیلی توأم شوند، در تعیین علت همه‌گیری بسیار مؤثرند.

### ۳-۶-۱- کلیدهای بالینی و اپیدمیولوژیک

- بروز یک همه‌گیری بزرگ با وسعت بیش از حد انتظار به‌ویژه اگر در یک جمعیت

مجزایی رخ دهد

- شدت بیشتر بیماری نسبت به حالت معمولی
- مواجهه به روش‌های غیر معمول مثلاً فزونی مواجهه از طریق استنشاقی (همانطور که در حادثه‌ای در شهر سوردلوسک روسیه در اثر رها شدن عامل آنتراکس از یک مرکز نظامی اتفاق افتاد)
- وجود یک بیماری که برای ناحیه جغرافیایی در دست بررسی غیرمعمول است (نبود ناقل و مخزن مربوطه در منطقه جغرافیایی خاص و عدم تطابق با شرایط اقلیمی منطقه)
- فصل غیر معمول ابتلا به بیماری خاص
- ابتلا به‌طور غیرمستقیم به بیماری‌هایی که عمدتاً در حالت طبیعی از طریق ناقل منتقل می‌شوند
- همه‌گیری‌های متعدد و همزمان از بیماری‌های عفونی مختلف
- بروز همه‌گیری‌هایی از بیماری مشترک بین انسان و دام با پیامدهای انسانی

### ۳-۶-۲- کلیدهای میکروزیستی

- حضور سویه‌های نامعمول از ارگانیسم مسئول همه‌گیری (بیماری‌زایی بالاتر و غیره)
- تشخیص سویه‌های میکروبی با الگوهای مقاومت ضد میکروبی غیر معمول

### ۳-۶-۳- کلیدهای جغرافیایی

- میزان بالاتر حمله در افرادی که در محیط بسته (مانند ساختمان مسکونی) حضور داشته‌اند نسبت به افرادی که در فضای باز قرار داشته‌اند و در آنجا عامل از طریق اسپری منتشر شده است و بالعکس، میزان پایین‌تر بیماری در افرادی که در محیط‌های سرپوشیده قرار داشته‌اند نسبت به افرادی که در محیط باز اطراف محیط بسته در

مواجهه با عاملی بوده‌اند که از طریق اسپری نمودن در محیط بیرونی منتشر شده است، به‌عنوان یک کلید مطرح می‌باشد.

### ۳-۶-۴- کلیدهای راهنمایی‌کننده حاصل از اخبار و اطلاعات:

- اطلاع و آگاهی از اینکه دشمن به یک عامل یا عوامل خاصی دست پیدا نموده است.

- اظهارات و اذعان گروه تروریستی مبنی بر استفاده از عامل یا عوامل زیستی - وجود شواهدی مبنی بر استفاده از عوامل زیستی مثل یافتن تجهیزات، جنگ‌افزارها و یا استفاده پنهانی از آنها.

با این حال، حتی با وجود بیش از یکی از موارد بالا نمی‌توان به‌آسانی در مورد وقوع یک حمله بیوتروریستی تصمیم قطعی گرفت. برای مثال، قابل ذکر است که بدانیام ماه‌ها طول کشید تا اینکه مشخص گردد که همه‌گیری سالمونلوز سال ۱۹۸۴ در ایالت اورگون در شهر دالاس ایالات متحده آمریکا ناشی از آلودگی عمدی سالادها در رستوران‌ها بوده است.

### ۳-۷- کسب آمادگی از بعد همه‌گیری شناختی جهت برخورد با

#### یک حمله زیستی یا بیوتروریستی

کسب آمادگی در ابعاد مختلف و داشتن زمینه اطلاعاتی نسبت به موضوع، جهت برخورد به‌موقع و موثر با یک رخداد عمدی زیستی بسیار حائز اهمیت است. بهینه‌سازی و اصلاح و افزایش سطح آگاهی و آماده‌باش شامل آموزش تمام کادر پزشکی به‌ویژه جهت دست‌اندرکاران سطوح اولیه پزشکی و کادر اورژانس (که اولین افرادی هستند که با بیماران ناشی از حمله زیستی مواجه می‌شوند) می‌باشد. این آموزش‌ها باید علوم

اساسی اپیدمیولوژیک و اطلاعات بالینی تشخیص و درمان عواملی که بیشترین تهدید را دارند دربر گیرند.

آموزش‌ها برای به روز کردن مهارت‌ها و یادآوری آنها باید مرتباً و به‌طور دوره‌ای تکرار گردند. جهت جمع‌آوری اطلاعات دقیق و به‌موقع باید اقدامات نظارتی بهینه گردند. تمام ابعاد نظارتی از جمله نظارت بر ویژگی‌های اورژانس، اطلاعات آزمایشگاهی، مصارف دارویی، غائبین مدارس یا غیبت کاری یا هر اطلاعات دیگری که در ارتباط با فزونی بروز بیماری‌های عفونی است باید در نظر باشند. برخورداری از سیستم‌های نظارتی قدرتمند جهت تشخیص هر بیماری نوظهور یا دوباره ظهوریافته بسیار اساسی است.

تشخیص سریع هر نوع تغییر در الگوهای بیماری می‌تواند شناسایی منبع عفونت و پیشگیری از مواجهه بیشتر با آنرا تسهیل نماید. البته باید با سایر کلیدهای اپیدمیولوژیک جهت بررسی یک رخداد عمدی زیستی مطابقت داشته باشد. از طریق آموزش‌های اپیدمیولوژیک قوی و توجه به الگوهای بیماری و در نظر داشتن تهدید تروریسم زیستی، مسائل بالقوه به‌سرعت قابل کشف بوده و اقدامات به‌سمت کاهش تأثیر بیماری بدون توجه به منشأ آن هدایت می‌گردند.

نکته اساسی دیگر، آمادگی در خصوص شناخت عوامل، دسته‌بندی آنها و پیش‌بینی تغییرات و دستکاری‌های ژنتیکی در آنها است. انگشت‌نگاری میکروب‌ها و داشتن شناسنامه ژنتیکی عوامل از اهمیت اساسی برخوردار است. آمادگی در جهت به‌کارگیری انگشت‌نگاری میکروب‌ها در شناسایی همه‌گیری‌ها و وقایع بیوتروریستی با احتمال به‌کارگیری عوامل عفونی غیرمعمول بسیار کمک‌کننده است.

به‌طور کلی، آمادگی‌ها باید در ابعاد زیر شکل بگیرند:

- افزایش تلاش در زمینه شناسایی، نظارت و کنترل فعالیت‌های گروه‌های

تروریستی که امکان به‌کارگیری عمدی عوامل زیستی را دارا می‌باشند.

- نظارت و کنترل بر تجهیزات میکروزیستی، دستورهای خرید و فعالیت‌های گروه‌ها و سازمان‌های غیر رسمی و غیر دولتی
- تعیین لیست عوامل زیستی تهدیدکننده با توجه به مختصات زیست‌محیطی منطقه و نحوه انتقال و بیماری‌زایی آنها بر روی انسان
- دستیابی به روش‌های سریع و دقیق اطلاع‌رسانی جهت گزارش بیماری و دسترسی به افراد خبره- از سطح مراقبین بهداشت گرفته، تا نظارت و کنترل جهانی
- لیست‌بندی همه‌گیری‌های گذشته و در دست داشتن اطلاعات مربوط به این همه‌گیری‌ها به منظور تشخیص و افتراق حوادث عمدی زیستی از همه‌گیری‌های طبیعی
- در دست داشتن تیم اپیدمیولوژی محلی به منظور تعیین مشخصات دقیق اپیدمی‌های احتمالی
- برطرف‌سازی نیازهای تعلیماتی و آموزشی دست‌اندرکاران و دپارتمان‌های بهداشتی و همچنین کادر سطوح عمومی پزشکی که موارد بیماری را شناسایی و گزارش می‌کنند
- هدایت تحقیقات پایه‌ای به سمت این اصل که امکان دستکاری ژنتیکی عوامل زیستی در سلاح‌های کشتار جمعی وجود دارد
- انگشت‌نگاری ژنتیکی میکروب‌هایی که بالاترین احتمال به کارگیری را توسط گروه‌های تروریستی دارند و انتقال نتایج مربوط به انگشت‌نگاری به آزمایشگاه‌های عمل‌کننده در نواحی مختلف
- اصلاح و به‌روز کردن متدهای بررسی اپیدمیولوژیک و آزمایشگاهی

### ۳-۸- شناسایی، تشخیص و اثبات عوامل زیستی

تهدیدات زیستی ویژگی‌های خاصی دارند که آنها را نسبت به سایر تهدیدات پراهمیت‌تر می‌کند. برخلاف حملات تروریستی شیمیایی یا انفجاری، پیامدهای آشکار حمله بیوتروریستی ممکن است روزها تا هفته‌ها بعد از حمله پدیدار نگشته و تشخیص قطعی با تاخیر صورت پذیرد که این به نوبه خود، شانس ابتلای جمع کثیری از افراد که در تماس اولیه با عامل عفونی کننده نبوده‌اند را نیز فراهم می‌آورد.

یک حمله بیوتروریستی مؤثر می‌تواند تلفاتی معادل یا افزون بر تلفات حاصل از یک سلاح هسته‌ای ایجاد نماید. حملات تروریستی که از طریق استفاده از آئروسول عوامل عفونی کننده و یا از طریق آلوده‌سازی و خرابکاری منابع غذایی و آشامیدنی و داروها شکل می‌گیرند به‌طور طبیعی با حواس انسانی قابل تشخیص نمی‌باشند چرا که در اکثر موارد، خاموش و بی سروصدا و بدون بو و مزه بوده و قابل رؤیت نمی‌باشند و لذا تشخیص و تعیین هویت سریع عوامل زیستی به کار گرفته شده از جهت کنترل بیماری در این مواقع بسیار حیاتی است.

### ۳-۹- تشخیص بالینی توسط پرسنل درمان پزشکی

در بسیاری از موارد، به‌ویژه بیماری‌های عفونی شناخته شده بومی‌واندمیک منطقه درگیر، تشخیص بالینی بیماری به‌عنوان اولین اقدام در شناسایی بیماری عفونی حادث شده حائز اهمیت است. اما باید توجه داشت که عوامل به کار گرفته شده توسط گروه متخاصم احتمالاً از ارگانیزم‌های غیر بومی که ایمنی در جمعیت مورد هدف علیه آنها وجود ندارد، می‌باشند که این مسئله، تشخیص بالینی را دچار مشکل می‌کند چرا که تجربه پزشکی زیادی در مورد تشخیص بالینی آنها وجود ندارد.

بسیاری از پزشکان، پرستاران و سایر پرسنل پزشکی که مهارت‌های بالینی و اپیدمیولوژیکی بیماری‌های عفونی را کسب کرده‌اند می‌توانند تشخیص یک حمله زیستی را تسهیل نمایند. پزشکانی که به‌طور وسیعی در یک منطقه کلان‌شهری

پراکنده‌اند با تشخیص یک بیماری با ویژگی‌های غیرمعمول، می‌توانند موضوع را سریعاً به مأموران و دپارتمان‌های بهداشتی عمومی یا اپیدمیولوژیست‌های بیمارستانی و یا متخصصان کنترل عفونت گزارش دهند. در این خصوص، دست‌اندرکاران سطوح اولیه پزشکی و پرسنل اورژانس باید آموزش‌های لازمه از جمله اصول اساسی همه‌گیری‌شناسی و اطلاعات بالینی در مورد عواملی که بیشترین خطر تهدید را دارند آموخته باشند. اطلاعاتی مانند ظهور ناگهانی موجی از بیماران با علائم یکسان، وجود دوره‌های بالینی نامعمول، مشاهده بیماری‌هایی که از نظر جغرافیایی و فصلی نامعمول هستند، وجود ارتباط آشکار با یک حادثه و رویداد خاص و گزارشاتی مبنی بر مرگ شمار عظیمی از حیوانات، کلیدهای با ارزشی هستند.

### ۳-۹-۱- علائم بالینی عوامل زیستی

#### - عامل آنتراکس

دوره نهفتگی بیماری از ۱ تا ۶ روز- بسته به مقدار اسپورهایی که وارد دستگاه گوارش و یا تنفسی شده‌اند - متفاوت می‌باشد. بیماری به سه صورت سیاه‌زخم گوارشی، سیاه‌زخم تنفسی و سیاه‌زخم پوستی شایع است. در حمله‌های میکروبی که اسپوره‌های عامل سیاه‌زخم به‌صورت آئروسول در فضای محیط منتشر می‌شوند سیاه‌زخم تنفسی ایجاد می‌شود. این بیماری در افراد حساس و غیر ایمن و در غیاب درمان مناسب، کشنده می‌باشد. در سیاه‌زخم تنفسی پس از طی دوره نهفتگی، به‌تدریج علائم اولیه بیماری مثل تب، بی‌قراری، بی‌اشتهایی، اختلالات تنفسی ملایم (مثلاً سرفه‌های بدون خلط) که همگی غیر اختصاصی هستند، شروع می‌شود. در بعضی شرایط، دوره بیماری کوتاه‌تر بوده و علائم اولیه آن مثل اختلالات تنفسی، دیس پنه، سیانوز، دیافورزیس، در طی ۲ تا ۳ روز شروع شده و به حد نهایی خود می‌رسند. از نظر ظاهری، علائمی همچون افیوژن پلور، ادم جداره‌های ریه و مننژیت در بیمار مشاهده می‌شود. در



رادیوگرافی قفسه صدری، پهن‌شدگی مدیاستن که غالباً با افیوژن پلور (بدون انفیلتراسیون) همراه است دیده می‌شود. این علایم در خلال ۲۴ الی ۳۶ ساعت سیر صعودی یافته و نهایتاً موجب شوک، ایست تنفسی و مرگ بیمار خواهند شد.



شکل ۳-۱: نمونه‌ای از سیاه‌زخم پوستی

### - عامل بروسلوزیس

باکتری پس از ورود به بدن و استقرار می‌تواند سال‌ها به صورت غیرفعال و خفته در سلول‌های نسوج و مغز استخوان باقی بماند. در این حالت، مبارزه با آنها به وسیله آنتی‌بیوتیک‌ها مشکل می‌باشد. طیف وسیعی از حیوانات مثل بز، گوسفند و شتر (بروسلامیتنسیس)، گاو (بروسلا ابورتوس) و خوک (بروسلا سوئیس) در طبیعت نقش مخزن را بازی می‌کنند. بروسلا کانیس فقط برای سگ‌ها بیماری‌زا است و تنها در شرایط استثنایی می‌تواند در انسان تولید بیماری کند.

انسان از طریق استنشاق آئروسول‌های آلوده و یا مصرف شیر غیر پاستوریزه و گوشت به بیماری مبتلا می‌شود. آلودگی از طریق زخم باز و یا پوست خراشیده شده نیز ایجاد می‌گردد. انتقال مستقیم شخص به شخص گزارش نشده ولی انتقال توسط وسایل

آزمایشگاهی آلوده و استنشاق آئروسول‌های محتوی ارگانیسم در آزمایشگاه معمول است. استفاده از انواع بروسلا از مدتها پیش در برنامه‌های جنگ میکروبی کشورهای مختلف قرار داشته است. این باکتری‌ها در شرایط انجماد خشک (لیوفیلیزه) نه تنها قدرت زندگی را از دست نمی‌دهند بلکه ممکن است قدرت ویرولانسی خود را نیز افزایش دهند. مقاومت آن تا بیش از ۲ سال در شرایط تاریکی، برودت و CO<sub>2</sub> گزارش شده است. در جنگ میکروبی، استفاده از بروسلا بیشتر به صورت انتشار آئروسول آلوده مطرح می‌باشد. در این صورت، علایم و عوارض بیماری تا حدود زیادی شبیه عفونت‌هایی است که به طور طبیعی در شخص آلوده ظاهر می‌شوند. بیماری به سه شکل حاد، تحت حاد و مزمن می‌تواند به وقوع پیوندد.

دوره کمون بیماری به طور طبیعی ۳ تا ۴ هفته می‌باشد که تحت شرایط خاصی از یک هفته تا چندین ماه متغیر می‌باشد. علایم بالینی بیماری با یک ناخوشی غیر عمومی حاد شروع شده و با دوره‌های متناوبی از تب، لرز و تعریق ادامه می‌یابد. بی‌اشتهایی، بی‌قراری، خستگی و درد مفاصل نیز در بیماران ملاحظه می‌شود. حدود ۱۵ تا ۲۵ درصد بیماران دارای سرفه هستند ولی تصویر رادیولوژی سینه بیمار حالت طبیعی را نشان می‌دهد. در بعضی از بیماران (۱۰ تا ۲۰ درصد) یک سلسله مشکلات جانبی مثل آرتریت، آستئومیلیت بین مهره‌ای، التهاب مفصل خاصه‌ای، التهاب بیضه‌ها و به ندرت آندوکاریت و لنفوآدنوپاتی دیده می‌شود. ۲۰ تا ۳۰ درصد موارد نیز به اسپلنومگالی مبتلا می‌شوند. ممکن است در غیاب درمان مناسب و به موقع، بیماری برای ماه‌ها و شاید سال‌ها باقی بماند. در این صورت با دوره‌های متناوب افتوخیز همراه می‌باشد و ممکن است به نقص عضو دائمی بیمار بینجامد. در بروسلوز ناشی از بروسلا ملیتنسیس، مرگومیر به ۶ درصد می‌رسد ولی سروتایپ‌های دیگر به ندرت کشنده (مرگومیر نیم درصد) می‌باشند. ولی به هر حال در هر حالت، مرگ متعاقب ابتلا

به‌اندوکار دیت به‌وقوع می‌پیوندد. بروسلا ملی‌تنسیس و بروسلا سوئیس عامل بروسلوز حاد و بروسلا آبورتوس مسئول بروسلوز مزمن می‌باشد.

### - عامل تولارمی

سندرم‌های بالینی بسته به نحوه ایجاد آلودگی، بیماری‌زایی سویه، زمینه بهداشتی و سلامت میزبان متفاوت می‌باشند. مثلاً چنانچه حدود ۱۰ تا ۵۰ عدد باکتری از طریق استنشاق یا تزریق داخل وریدی آن وارد بدن شود، بیماری ایجاد خواهد شد. در حالی که برای ایجاد بیماری از طریق خوراکی، به حدود ۱۱۰ باکتری نیاز است. شایع‌ترین شکل تولارمی حدود سه روز (۲ تا ۱۰ روز) پس از تلقیح داخل جلدی باکتری در انسان ایجاد می‌شود. علائم و عوارض این نوع تولارمی عبارت‌اند از: لنفوآدنوپاتی موضعی، تب، لرز، سردرد و حالت تهوع که ممکن است اولسر پوستی هم همراه آنها باشد (حدود ۹۰ درصد موارد). در صورتی که اولسر پوستی همراه با علائم فوق دیده نشود (۵ تا ۱۰ درصد موارد) به آن سندرم تولارمی گلاندولار می‌گویند. چنانچه اولسر گلاندولار اولیه به نواحی گلو محدود شده باشد، به‌عنوان تولارمی فارنژیک شناخته می‌شود. درگیری چشمی به دنبال تماس ذرات آئروسول یا منوط به انتقال آلودگی از طریق دست‌ها می‌باشد. عفونت چشمی به‌صورت درگیری ملتحمه و مردمک به شکل ضایعات التهابی و زخم است. عوارض التهابی شامل زخم قرنیه، التهاب غدد و مجاری اشکی است ولی از دست دادن بینایی نادر است. در این فرم، تشخیص‌های افتراقی شامل عفونت با آدنو ویروس‌ها، بیماری خراش گربه، سیفلیس، عفونت هرپسی و عفونت‌های چرکی باکتریال است. تولارمی گوارشی نتیجه آشامیدن آب آلوده (آب چاه، چشمه، نهر) می‌باشد که علائم آن درد شکم، تهوع، اسهال و استفراغ است.



شکل ۳-۲: اولسر پوستی ایجادشده توسط عامل تولارمی

بیماری تولارمی چندین فرم کلاسیک بالینی دارد: ۱- اولسروگلاندولار ۲- گلاندولار ۳- اوکولوگلاندولار ۴- فارنژیال ۵- تیفوئیدال ۶- پنومونی. متوسط دوره نهفته بیماری بین ۳ تا ۵ روز ولی از ۱ تا ۲۱ روز متفاوت است. شروع بیماری ناگهانی بوده و با تب، لرز، سردرد، بی‌حالی، بی‌اشتهایی و خفگی همراه است. سایر علائم بالینی شامل سرفه، درد عضلانی، ناراحتی قفسه سینه، استفراغ، گلودرد، درد شکم و اسهال است. متعاقب ایجاد آلودگی اولیه از طریق داخل جلدی، گوارشی و یا تنفسی، در ابتدا نوعی باکتری می‌ایجادشده که ممکن است به تولارمی سپتی سمیک و تیفوئیدی منجر شود. در بین ۵ تا ۱۵ درصد از موارد تولارمی فرم تیفوئیدی با علایمی همچون تب، خستگی و کاهش وزن بدن و گاهی آدنوپاتی ممکن است پیش‌درآمد استقرار عفونت واقعی باشد. با توجه به این‌که این علایم همگی غیر اختصاصی هستند و از طرفی بیمار و اطرافیان او معمولاً از زمان شروع آلودگی دقیقاً اطلاع ندارند، بنابراین تشخیص این نوع تولارمی تقریباً مشکل است. یک فرم دیگر تولارمی، نوعی پنومونی غیر تی‌پیک بوده و ممکن است به‌طور ناگهانی شروع شود و یا به‌عنوان عفونت اولیه به‌حساب آید.

پنومونی اولیه ممکن است بر اثر استنشاق آئروسول‌های محتوی باکتری ایجاد شود و یا این‌که در افراد مبتلا به تولارمی فارنژیک آسپیره شدن ارگانیسم، فارنژها آلوده شوند. در این نوع پنومونی تب، سردرد، تهوع و دردهای پشت جناغ و سرفه‌های خشک دیده شده و در تصویر رادیوگرافی سینه، علایمی دال بر پنومونی یا لنفوآدنوپاتی ملاحظه می‌گردد. در حملات زیستی، این باکتری غالباً به صورت آئروسول در فضا پراکنده می‌شود و در نتیجه، تولارمی تیفوئیدی اولیه ایجاد می‌گردد و در بسیاری از افراد آلوده ممکن است تولارمی پنومونی به‌عنوان علامت اولیه عفونت تظاهر کند ولی پنومونی حاصله ممکن است از نظر کلینیکی خیلی جلب توجه نکند. میزان مرگ‌ومیر بیماری در صورتی که عامل آن از طریق تنفسی وارد بدن شود از میزان مرگ‌ومیر عفونت طبیعی خیلی بیشتر است.

#### - عامل طاعون

در جنگ‌های میکروبی باسیل طاعون، هم توسط ناقلین زیستی (کک‌های آلوده) و هم توسط آئروسول‌های آلوده به آن در منطقه انتشار داده می‌شود. در حالت اول، بیشتر نوع خیارکی طاعون دیده می‌شود، که دوره نهفتگی آن ۲ تا ۱۰ روز می‌باشد. شروع این مرحله از بیماری سریع بوده و علایمی همچون تب بالا، بی‌قراری و بزرگ شدن یک یا چند غده لنفاوی ملاحظه خواهند شد. غدد لنفاوی کشاله ران مشخص‌تر بوده ولی غدد لنفاوی گردنی و تحت فکی نیز ممکن است گرفتار شوند. این غدد لنفاوی، حساس و نکرورز بوده و ظاهرشان موجی‌شکل است. طاعون خیارکی ممکن است هم‌زمان با سپتی سمی و به موازات انتشار باکتری در سیستم اعصاب مرکزی، ریه و سایر مراکز به‌وجود آید. در صورت فقدان درمان مناسب، مرگ‌ومیر طاعون از نوع خیارکی به ۵۰ درصد می‌رسد که به واسطه اختلال شدید گردش خون، هموراژی و ترمبوز سطحی خواهد بود. چنانچه آلودگی از طریق استنشاق آئروسول‌ها ایجاد شود، پنومونی اولیه به‌وجود

خواهد آمد. دوره کمون آن دو تا سه روز خواهد بود. شروع بیماری با تبولرز، سردرد، بی‌قراری و درد عضلانی، سرفه‌های دارای خلط (خونی و غیره) می‌باشد، که همگی به‌صورت برق‌آسا ظاهر می‌شوند. پنومونی خیلی زود ایجاد شده و باعث دیسپنی، خس‌خس سینه و سیانوز می‌شود. میزان مرگومیر در فرم پنومونی در صورت فقدان درمان، صد درصد می‌باشد که بر اثر اختلال شدید تنفسی، اختلالات گردش خون و خونریزی غیرقابل کنترل به‌وقوع می‌پیوندد.



شکل ۳-۳: غدد لنفاوی کشاله ران فرد مبتلا به طاعون

### - عامل نوکاردیوزیس

نقص ایمنی به‌عنوان یک ریسک فاکتور ثابت شده جهت عفونت نوکاردیا است (در بیش از ۶۰ درصد موارد). از خصوصیات نوکاردیا، گرانول‌های عفونی قابل مشاهده و گرانولوم‌های چرکی با پیشرفت به سمت نکروز و فیبروز و تشکیل سینوس می‌باشد. شایع‌ترین ارگان‌های درگیر ریه، اعصاب مرکزی، چشم، کلیه، قلب، استخوان مفاصل، پوست و بافت زیرجلدی است. نوکاردیای ریوی معمولاً چرکی، گرانولومائی یا توأمأ هم

می تواند باشد و به شکل پنومونی، آبسه ریوی، توده التهابی برونشی با گسترش به ساختمان های سطحی یا عمقی مثل افیوژن پلورال تظاهر یابد. درگیری و تهاجم به سیستم اعصاب مرکزی با شیوع حدود ۴۴ درصد و به شکل خاموش و پایدار بوده که در اثر علائم ناشی از تأثیر موضعی آبسه، گرانولوم در مغز و ندرتاً در پرده مننژ مغز و نخاع که بیماری طی ماه ها و سال ها گسترش می یابد، می باشد.



شکل ۳-۴: ضایعات نکروز عفونی پوست در فرد مبتلا به نوکاردیوزیس

#### - عامل پسیتاکوزیس

پس از طی دوره کمون (۵ تا ۱۵ روز) بیماری به طور ناگهانی شروع شده و از یک بیماری ملایم تا یک بیماری کشنده و سیستمیک تظاهر می نماید. غالباً علائمی مثل برونشیت و برنکوپنومونی موضعی با آن همراه می باشد. تب شدیدی ممکن است قبل از بروز علائم تنفسی رخ دهد. این بیماران دچار ضعف و هذیان نیز می گردند. میزان

مرگومیر در موارد درمان نشده ۳۰ تا ۴۰ درصد است. شکل خفیف آن شبیه آنفلوآنزا است. تغییرات بافت‌شناسی شبیه برونشیت و پنومونی غیرتیپیک می‌باشد. عامل این بیماری ممکن است در ریه‌ها، خلط و خون نیز دیده شود. در این بیماران یافته‌های غیر اختصاصی دیده می‌شود که می‌تواند منجر به تشخیص‌های مننژیت، پنومونی، گاستروانتریت هپاتیت، عفونت دستگاه ادراری، اندوکاردیت، واسکولیت، سپتی سمی، مالاریا، بروسلوز، تب‌های ناشناخته، گلودرد، کارسینوم پانکراس و پلی‌میوزیت شود. سقط جنین نیز در افرادی که با دام‌های آلوده در تماس بوده‌اند، دیده شده و همچنین درگیر قلب نیز گزارش شده است.

#### – عامل کولیت انتروهموژائیک

طیف وسیعی از علائم که شامل حالت ناقلی بدون علامت، اسهال آبکی، کولیت هموراژیک، سندرم اورمی همولیتیک و پورپورای ترومبوسیتوپنیک ترومبوتیک می‌باشد را به این عامل نسبت داده‌اند. کولیت هموراژیک شایع‌ترین تظاهر بالینی عفونت با این عامل است که بعد از دوره کمون ۳ تا ۹ روز (به‌طور متوسط ۴ روز)، خود را به‌صورت حمله ناگهانی، کرامپ‌های شکمی و به دنبال آن، اسهال آبکی و سپس اسهال خونی نشان می‌دهد. اسهال خونی به حدی است که بعضاً تمامی خون بدون مدفوع دفع می‌شود. دوره بیماری ۲ تا ۹ روز و به‌طور متوسط ۴ روز می‌باشد. عارضه سندرم اورمی همولیتیک که عامل مهم اختلال کلیه در بیماران مبتلا به این عامل می‌باشد، مجموعه سه‌جزیی از آنمی همولیتیک اکتسابی، ترومبوسیتوپنی و اختلال عملکرد کلیه می‌باشد. ۲ تا ۷ درصد بیماران دارای کولیت هموراژیک به سمت این سندرم پیشرفت می‌نمایند که اغلب به دیالیز و انتقال خون نیاز پیدا می‌نمایند. پورپورای ترومبوسیتوپنیک ترومبوتیک سومین سندرم بالینی بیماری می‌باشد. علائم آن شامل آنمی همولیتیک،



میکروآنزوپاتیک، کاهش مفرط پلاکت‌ها، علائم نورولوژیک متغیر، تب و وجود ترکیبات ازت‌دار در خون می‌باشد.

#### - عامل گلاندرز

دوره نهفتگی بیماری ۱۰ تا ۱۴ روز پس از استنشاق ذرات میکروب است. علائم بالینی شامل تب‌ولرز، تعریق، درد عضلانی، سردرد، التهاب پرده جنب، درد قفسه سینه، بزرگی عقده‌های لنفاوی گردنی، بزرگی طحال و ضایعات جلدی منتشره پاپولی و پوسچولی می‌باشد.

#### - عامل میلوئیدوز

دوره نهفتگی ۱۰ تا ۱۴ روز و به دنبال ایجاد آلودگی می‌باشد. تزریق داخل جلدی این باکتری باعث ایجاد ندول‌های زیر جلدی، تب، لنفانژیت حاد و لنفادنیت موضعی خواهد شد. چنانچه عامل عفونی از طریق تنفسی (استنشاق) وارد بدن و از طریق خون در بدن انتشار یابد ممکن است باعث ایجاد پنومونی گردد. ضایعات این نوع پنومونی دارای تراکم متغیر بوده و بیشتر اوقات لب‌های فوقانی ریه را آلوده کرده و منظره‌ای غاری‌شکل ایجاد می‌کند. بیماری ممکن است به یک نوع سپتی‌سمی برق‌آسا تبدیل شود که با افت فشار خون (هیپوتانسیون) و شوک مشخص می‌شود. نوع چرک‌زای آن ممکن است عملاً تمام ارگان‌های بدن را گرفتار سازد. در تشخیص میلوئیدوز بایستی به علائم سایر بیماری‌های تب‌زایی که در بعضی شرایط گرفتاری‌هایی چون ضایعات تحت جلدی چرک‌زا و اختلالات تنفسی ایجاد کرده و نیز به منظره شبیه توبرکلوزیس (بدون مشاهده باسیل اسید فاست در آزمایش مستقیم در رادیوگرافی سینه) توجه نمود. در آزمایش مستقیم، خلط و یا اکسودای پلور باسیل‌های گرم منفی که در دو قطب رنگ تیره‌تری دارند مشاهده می‌شوند. این باکتری را می‌توان با استفاده از روش‌های

استاندارد باکتریولوژیک در آزمایشگاه کشت داد. میزان گلبول‌های سفیدخون بین حد طبیعی تا ۲۰ هزار در میلی‌متر مکعب نوسان خواهد داشت و نوعی آنمی نیز در خلال بیماری ملاحظه خواهد شد.

### - عامل وبا

بیماری وبا پس از دوره نهفتگی بین ۱ تا ۴ روز ممکن است به شکل اسهال ملایم ظهور نماید. بیشتر اوقات بیماری به شکل اسهال آبکی (لعاب برنجی) و برق‌آسا که طی آن روزانه بیش از ۵ تا ۱۰ لیتر از مایعات بدن بیمار دفع می‌شود، افراد را زمین‌گیر می‌کند. در صورتی که اقدامات درمانی سریعاً انجام نگیرد بیمار بر اثر از دست دادن مایعات بدن و شوک به هلاکت می‌رسد. بعضی مواقع تهوع و استفراغ نیز وجود دارد که معمولاً (در اوایل بیماری) وضع بیمار را بغرنج‌تر کرده و جایگزینی مایعات و الکترولیت‌های ازدست‌رفته را از راه دهان با مشکل مواجه می‌سازد. در موارد نادری تب و دردهای شکمی نیز به مجموع علائم بالینی افزوده می‌شوند.

### - عامل تب کیو

دوره نهفتگی این بیماری بین ۱۰ تا ۲۰ روز است. بیماری عمدتاً به صورت یک نوع تب خو محدودشونده ظاهر می‌شود که بین دو روز تا دو هفته به طول می‌انجامد و طی آن معمولاً یک نوع پنومونی ایجاد می‌گردد. این پنومونی تنها از روی خصوصیات رادیوگرافی قفسه سینه تشخیص داده می‌شود. سرفه‌های خشک و نوعی سینه‌درد در تقریباً ۱۴ درصد بیماران به اینگونه پنومونی ملاحظه می‌شود. اغلب بیماران معمولاً در پایان دوره بیماری بدون هیچ حادثه مهمی بهبودی می‌یابند. بعضی مواقع عوارض کمیابی مثل هپاتیت مزمن، اندوکاریت، مننژیت آسپتیک، آنسفالیت و استئومیلیت نیز مشاهده می‌شود.

### - عامل تب منقوط

در عفونت طبیعی که حاصل گزش کنه آلوده است، دوره انکوباسیون متغیر از ۲ تا ۱۴ روز و به طور متوسط ۷ روز می باشد. بیماری معمولاً با تب، میالژی و سردرد شروع می شود. در ۶۲ درصد بیماران در طی ۳ روز اول و در ۹۰ درصد بیماران در روزهای بعد، درجه حرارت بدن به بیشتر از ۱۰۲ درجه فارنهایت می رسد. بیماری معده - روده ای به شکل تهوع، درد شکمی، اسهال و تندرست شکمی در بیشتر مبتلایان دیده می شود. راش که نشانه تشخیصی مهمی است در تعداد اندکی از بیماران در روز اول و در ۴۹ درصد مبتلایان در طی ۳ روز اول و در ۸۴ تا ۹۰ درصد بیماران در ۳ تا ۵ روز بعد از هجوم تب دیده می شود. راش معمولاً از اطراف مچ دست و پا شروع شده و به سمت تنه گسترش می یابد. نقایص نرولوژیکی موضعی، کری گذرا، عدم تحریک مننژ و نور ترسی می تواند نشانگر مننژیت و مننگوآنسفالیت باشد. نقص عملکردی کلیوی یک مسئله مهم در این بیماری است. درگیری ریوی با سرفه و شواهد رادیولوژیک شامل انفیلتراسیون آلوئولی، پنومونی بینابینی و افیوژن پلورال خود را نشان می دهد. در نوع فولمینانت بیماری، مرگ در ۵ روز نخست بیماری اتفاق می افتد.

### - عامل تیفوس اپیدمیک

بعد از دوره انکوباسیون بیماری که حدود یک هفته می باشد، بیماری با هجوم ناگهانی سردرد و لرز شدید، تب بالا، میالژی و دیگر علائم شبیه آنفلوآنزا شروع می شود. تب در مدت ۳ تا ۴ روز به ۴۰ درجه می رسد. تب حاصله مداوم بوده و تا حدود ۱۴ روز ادامه دارد. به زودی ضعف مفرط حاصل شده و بیمار دچار بهت زدگی می شود. در روز پنجم تا نهم بیماری، راش های ماکولوپاپولار در ناحیه چین های مفاصل و قسمت بالای تنه ظاهر شده و سپس به تمام پوست بدن انتشار می یابد. علائم مننگوآنسفالیت شدید که شامل هذیان و کوما است، با به وجود آمدن راش ها شروع شده و تا هفته دوم و سوم

ادامه دارد. پس از دو هفته ممکن است تب تسکین یافته و بیمار وارد دوره نقاهت شود و یا اینکه به دلیل کولاپس عروق محیطی و یا گرفتاری‌های دیگر مثل پنومونی باکتریال از پای درآید. به طور کلی مورتالیتی بیماری کاملاً متغیر است اما در شرایط بد، میزان مرگومیر حتی بالای ۴۰ درصد گزارش شده است. فرم عودکننده‌ای از بیماری تحت عنوان پبریل زینسر سال‌های پس از عفونت اولیه ایجاد می‌شود. علائم و نشانه‌ها مشابه تیفوس اپیدمیک بوده اما با شدت کمتر و دوره کوتاه‌تر؛ علاوه‌براین، راش‌های پوستی دیده نمی‌شود و درجه کشندگی کمتری دارد.



شکل ۳-۵: ضایعات پوستی ناشی از عامل تیفوس اپیدمیک

### – عامل آبله

ویروس آبله یک عامل کاملاً مقاوم بوده و قادر است در خارج از بدن بیمار تا مدت‌ها حیات داشته و در نتیجه، خاصیت بیماری‌زایی خود را حفظ نماید. یک نوع ویروس دیگر از همین گروه (ارتوپاکسی ویروس‌ها) عامل آبله میمونی است که می‌تواند در میمون بیماری مشابه آبله انسانی به وجود آورد. این ویروس در مناطقی از جهان (آفریقای مرکزی و غربی) همه‌گیری‌هایی از بیماری آبله را ایجاد کرده است. دوره نهفتگی بیماری به‌طور متوسط ۱۲ روز می‌باشد. بیماری با یک سلسله ناخوشی‌های عمومی مثل تب‌ولرز، سردرد، کمر درد و احساس ضعف شروع می‌شود که این عوارض ۲ تا ۳ روز ادامه یافته و پس از آن، تب فروکش کرده و تظاهرات پوستی آبله ایجاد می‌شوند. تظاهرات پوستی در طول ۷ تا ۱۰ روز مراحل مختلف ماکول، پایول، وزیکول، پوستچول و نهایتاً کراست را طی می‌کنند و نهایتاً در جای خود منطقه بیرنگی روی پوست باقی می‌گذارند. انتشار این ضایعات جلدی بیشتر روی اندام‌های انتهایی است و جالب این است که همه ضایعات، همزمان مراحل مختلف را طی می‌کنند. در خلال ۷ روز پس از شروع تظاهرات پوستی ممکن است تب مجدداً ظهور نماید. در اشخاص غیر واکسینه میزان مرگ‌ومیر ناشی از آبله حدوداً ۳۵ درصد می‌باشد. بعضی از بیماران به نوعی حساسیت هموراژیک مبتلا می‌شوند که با آثار آگلوتیناسیون داخل عروقی همراه بوده و روند بهبودی آن کند است. همچنین در بیمار مبتلا به آبله نیز ممکن است عواقبی همچون آرتريت، پنومونی، عفونت‌های باکتریایی مختلط، استئومیلیت، کراتیت و ضایعات جلدی ملاحظه گردد. بیمار ممکن است حتی پس از بهبودی به کوری و یا نقص مفاصل مبتلا گردد. حتی افرادی که تحت واکسیناسیون قرار گرفته و ایمن شده‌اند چنانچه مجدداً از طریق تنفسی (آئروسول) در معرض آلودگی قرار گیرند ممکن است عوارضی چون تب، گلودرد، کونژنکتیویت بروز دهند که چند روز ادامه خواهد داشت.



شکل ۳-۶: ضایعات ناشی از عامل آبله

### عوامل آنسفالیت‌های ویروسی

#### - عامل آنسفالیت اسبی ونزوئلایی VEE

دوره نهفتگی ۱ تا ۶ روز است و علائم اولیه شبه آنفلوآنزا و سپس علائم اصلی سردرد، تب بالا، لرز، تهوع، استفراغ، سرگیجه، التهاب حلق و علائم درگیری سیستم تنفسی و سیستم اعصاب به صورت گیجی و خواب‌آلودگی در طی چند روز است که می‌تواند به سمت کوما میل نماید. تشنج موضعی و عمومی نیز وجود دارد که انسیدانس آن متغیر بوده و نسبت به سن بیمار متفاوت می‌باشد. در معاینه بالینی سفتی‌گردن، کاهش یا افزایش رفلکس‌ها، فلج سفت و در بچه‌ها و شیرخواران برجستگی ملاحظه می‌شود است. ۳۰ درصد اطفال آلوده دچار عارضه نقص حافظه می‌شوند. همچنین این بیماران دچار تغییرات رفتاری و تشنج شده و فلج به سمت آنسفالیت پیش‌رونده سیر می‌کند که این حالت در ۴ درصد ملاحظه شده است.

### – عامل آنسفالیت اسبی شرقی EEE

دوره کمون بیماری بین ۵ تا ۱۵ روز می‌باشد. بیماری آنسفالیت اسبی شرقی با سردرد، تب بالا و احساس سرما، تهوع و استفراغ مشخص می‌شود. در مواردی که درگیری‌های سیستم عصبی مرکزی دیده می‌شود، علائم با گیجی و بهت‌زدگی و خواب‌آلودگی دنبال می‌شود که بعد از چند روز ممکن است به کوما پیشرفت نماید. پیشروی سریع به سوی زوال مغز موجب سفتی و سختی گردن، تشنج و اغما می‌شود. اگر بیمار زنده بماند عارضه باقیمانده دستگاه عصبی معمولاً سخت می‌باشد. شکل‌های بجا مانده از بیماری شامل رو به زوال رفتن قوای مغزی، اختلالات تشخیصی، فلج و آفازی و علائم مخچه‌ای می‌باشد. بیماری آنسفالیت اسبی شرقی شدیدترین بیماری آنسفالیت آربو ویروسی به حساب می‌آید. بیماری غیر علامت‌دار و یا بیماری بالینی ملایم گزارش نشده است. میزان مرگ‌ومیر ۵۰ تا ۷۵ درصد می‌باشد.

### – عامل آنسفالیت اسبی غربی WEE

این بیماری با علائم سردرد، تب بالا، لرز، تهوع و استفراغ ظاهر می‌شود. سرگیجه و گلودرد همراه با اختلال تنفسی در عفونت‌های WEE مشاهده می‌شود. در بیمارانی که مبتلا به اختلالات سیستم اعصاب مرکزی هستند، علائم اولیه نظیر اختلال حواس و خواب‌آلودگی طی چند روز دیده می‌شود که امکان دارد به اغما ختم شود. بروز صرع موضعی یا عمومی و تشنج که با سن رابطه عکس دارد، نیز دیده می‌شود. معاینات فیزیکی، علائمی نظیر سفتی پشت گردن، کاهش پاسخ به محرک‌ها، لرزش، پرش کوتاه‌مدت عضله و فلج اسپاسمیک (سفت) را نشان می‌دهد.

### - عامل آنسفالیت ژاپنی

علائم بیماری در کمتر از یک درصد افراد مبتلا ظاهر می‌شود و معمولاً موجب آنسفالیت شدید و در نهایت اغما می‌شود که در ۲۵ درصد موارد، کشنده می‌باشد. موارد آنسفالیت در میان کودکان بستری مبتلا به تب بالا با منشاء ناشناخته و در بیماران مبتلا به بیماری تب‌دار، سر درد یا مننژیت آسپتیک مشاهده می‌شود. علائم اولیه شامل خواب‌آلودگی، تب، سردرد، دل‌پیچه، تهوع و استفراغ می‌باشد. هنگامی که رفتارهای نامفهوم همراه با اختلالات روانپزشکی، اختلالات تعادلی بدن و حرکات غیرطبیعی در بیمار ایجاد شود، خواب‌آلودگی در او تا چند روز بعد ادامه یافته و منجر به خواب چند روزه و کوما می‌شود.

معمولاً نشانه‌های بیماری بیش از چند روز تا یک هفته ظاهر شده اما در برخی از کودکان این نشانه‌ها بعد از تب مختصر و تشنج ناگهانی ظاهر می‌شود. از علائم اصلی بیماری می‌توان به تب بالا، هوشیاری متناوب (عدم تعادل خفیف تا تغییر شخصیت گرفته تا حالات شدید اختلال حواس)، اختلالات روانپزشکی و اغما اشاره کرد. در ۱۳ تا ۲۳ درصد موارد، سفتی پشت گردن دیده می‌شود. ضعف عضلانی همراه با افزایش یا کاهش مقاومت ماهیچه‌ها، فلج نیمه بدن یا فلج مثل اسپاستیک به‌طور غیر متقارن یا عمومی نیز اتفاق می‌افتد. در ۵۰ تا ۷۵ درصد موارد، صرع موضعی یا عمومی مشاهده می‌شود. بیش از ۱۳ درصد بیماران در حال اغما نیاز به دستگاه تنفس مصنوعی دارند.

### - عامل آنسفالیت بهاری- تابستانی روسی

دوره نهفتگی آنسفالیت ۴ تا ۲۱ روز می‌باشد. شروع بیماری ناگهانی است و با سردرد شدید، لرز، تب، تهوع، استفراغ، دردهای منتشر در تمامی بدن و احساس کسالت مشخص می‌شود. بیمار ممکن است دچار استوپور (stupor) گردد و سفتی گردن شایع است. در موارد شدید بیماری، گیجی، اختلال گفتار، لرزش، تشنج و کوما به‌وجود



می‌آید. تب ۴ تا ۱۰ روز طول می‌کشد و میزان مرگ‌ومیر در سالمندان بیش از ۸۰ درصد می‌باشد. عوارض بیماری شامل زوال عقل، تغییرات شخصیتی، فلج، و علائم ناشی از گرفتاری مخچه می‌باشد. عفونت‌هایی مثل مننژیت، پولیومیلیت بدون فلج و نیز عفونت‌های غیر آشکار شیوع زیادی دارد.

#### - عامل آنسفالیت منتقله توسط کنه

تب، گریپ غیر اختصاصی، لرز، سردرد، درد عضلانی، تهوع و استفراغ از جمله علائم عفونت است، که طی یک هفته این علائم خودبه‌خود رفع می‌شود. ولی در بعضی افراد، سیر پیش‌رونده به سمت درگیری عصبی با تب بالا، سردرد، استفراغ، مننژیت آستپیک (در بچه‌ها) و آنسفالیت، میلیت، نوریت رادیکولر یا ترکیبی از این‌ها در افراد مسن میل می‌کند. آتاکسی، لرزش، پارستزی، علائم عصبی موضعی و تشنج، از دیگر علائم درگیری عصبی است. کمربند شانه‌ای و اندام فوقانی بیشتر درگیر می‌شوند و احتمالاً سیستم اتونوم و احتباس ادراری مثانه همراه شده و مشکلات اعصاب مغزی سبب ایجاد فلج عصب صورتی، دیسفاژی، دیزارتری و ندرتاً دیسترس تنفسی می‌شود. پیش‌آگهی بیماری خصوصاً در بچه‌ها، خوب است ولی در افراد مسن پیش‌آگهی نامناسب پیدا می‌کند. در افراد مسن مرگ‌ومیر یک درصد بوده و در کمتر از ۵ درصد موارد به شکل فلج عضلانی نخاعی یا مغزی می‌باشد. در شرق دور، بیماری شدیدتر و عوارض آن بیشتر و مرگ‌ومیر آن نیز حدود ۲۰ درصد و مشکلات عصبی بازماندگان عصبی باقیمانده حدود ۶۰ درصد می‌باشد.

#### - عامل آنسفالیت دره موری

شیوع آنسفالیت در ابتدا با علائم سردرد، تهوع، استفراغ، نور ترسی و سفتی گردن همراه بوده و ۲ الی ۵ روز بعد تغییراتی در اندام حسی و حرکتی همراه با گیجی و

رخوت مشاهده می‌شود. در موارد شدید بیماری، اغما، فلج اندام و کاهش تنفس به‌طوری که نیاز به دستگاه تنفس مصنوعی باشد - نیز اتفاق می‌افتد. در بسیاری از افرادی که زنده می‌مانند، فلج حرکتی در موارد حاد، اختلالات حرکتی خفیف، همچنین علائم روانی نیز دیده می‌شود.

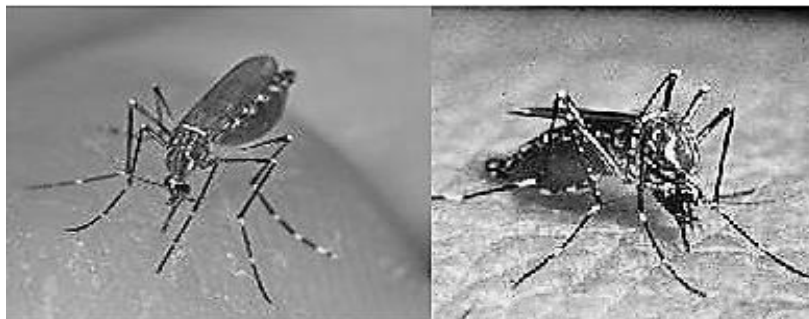
### عوامل ویروسی تب‌های هموراژیک

#### - عامل تب هموراژیک کریمه - کنگو

دوره نهفتگی بیماری حدود ۱۲ روز می‌باشد که بستگی به راه انتقال دارد. اگر انتقال از راه گزش باشد، معمولاً ۱ تا ۳ روز به طول می‌انجامد. ولی چنانچه از راه انتقال خون باشد معمولاً تا ۱۳ روز ادامه می‌یابد. پس از طی این دوره، علائم بیماری با تب و لرز و پرخونی شدن چهره شروع می‌شود. در مواردی ممکن است کونژکتیویت و کاهش فشار خون نیز ملاحظه گردد. پس از گذشت دو یا سه روز، تب بیمار موقتاً تخفیف یافته و نوعی خونریزی جلدی مثل پتشی، اکیموز حاد و خونریزی گوارشی ایجاد می‌شود که غالباً با سردرد شدید، کمردرد، تهوع، استفراغ و هذیان همراه است. در بعضی بیماران حساسیت شدید معده، هیپاتومگالی ملایم و نوعی زردی نیز دیده می‌شود. مواردی هم منجر به مرگ می‌شوند که غالباً در پی هموراژی وسیع و شوک می‌باشند. در بیمارانی که در آن‌ها هموراژی شدیدتر وجود دارد میزان مرگ‌ومیر به ۱۵ تا ۳۰ درصد افزایش می‌یابد. دوره نقاهت در بیماران شفایافته طولانی بوده و با لاغری و ضعف شدید و اختلال حواس و ریزش موی سر همراه است. یک سلسله علائم کاملاً ملایم در بعضی بیماران دیده می‌شود که با علائم تپیک بیماری متفاوتند. علاوه بر این، خصوصیات کلی بیماری در شرایط جغرافیایی مختلف تا حدود زیادی متفاوت بوده که احتمالاً به تفاوت سویه‌های ویروس مربوطه بر می‌گردد.

### – عامل تب زرد

شدت این بیماری از آنفلونزای محدودشونده گرفته تا تب هموراژیک به حدی است که در ۵۰ درصد بیماران منجر به مرگ می‌شود. البته بین ۵ تا ۵۰ درصد بیماران نیز علایمی بروز نمی‌دهند. پس از طی دوره کمون (۳ تا ۶ روز) علائم تب، سردرد و درد عضلانی، به‌طور ناگهانی شروع شده و آزمایشات بالینی، لکوپنی را نشان می‌دهند. این بیماری با علائم هیپاتیت، خونریزی زیر پوستی، خونریزی زیاد معدی روده‌ای، استفراغ خونی، خونریزی از بینی، لثه، پتشی و پورپورا شدت دارد. به‌دلیل کاهش جذب غذا و استفراغ خونی، خونریزی از بینی، لثه، پتشی و پورپورا شایع بوده و ضعف و ناتوانی مشاهده می‌شود. وجود آلبومین در ادرار به تشخیص تب زرد از سایر هیپاتیت‌های ویروسی کمک می‌کند. یرقان شدید و بالا رفتن سطح ترانس آمیناز برای چند روز همراه با بالا رفتن نیتروژن در خون و الیگوری پیش‌رونده از علائم تشخیص این بیماری است. سطح بیلی روبین مستقیم از ۵ تا ۱۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر متغیر است در حالی که سطح آکالین فسفاتاز کمتر افزایش می‌یابد. همچنین سطح آسپاراتات آمینو ترانسفراز گاهی اوقات به‌دلیل تخریب ماهیچه قلب از سطح آلانین آمینو ترانسفراز بالاتر می‌رود. نهایتاً کاهش فشارخون، شوک و اسیدوز متابولیک، اختلال میوکارد و آریتمی قلب و نکروز توبولی حاد در مراحل آخر بیماری مشاهده می‌شود.



بشه آئدس آنجیبتی، عامل اصلی انتقال تب زرد



شکل ۳-۷: عامل انتقال تب زرد و توزیع جغرافیایی آن

### - ویروس ابولا

بیماری دوره انکوباسیونی به طور متوسط ۵ تا ۱۰ روز (متغیر از ۲ تا ۱۹ روز) دارد و با حمله ناگهانی تب که معمولا با میالژی و سردرد همراه است، شروع می شود. تهوع، استفراغ، درد شکمی، اسهال، درد قفسه سینه، سرفه و گلودرد در حین وجود تب ظاهر می شوند. دیگر خصوصیات شایع بیماری شامل فوتوفوبیا، لمفادنوپاتی، کنژکتویت، یرقان و پانکراتیت می باشد. درگیری سیستم عصبی مرکزی اغلب به شکل خواب آلودگی، هذیان و یا کوما ظاهر می نماید. با پیشرفت بیماری، تظاهرات خونریزی نظیر پتشی و هموراژی و خون مردگی در اطراف ناحیه آلوده شده دیده می شود و هموراژی غشای

مخاطبی در نیمی یا بیشتر بیماران رخ می‌دهد. در طی ۵ روز، بیشتر بیماران راش‌های ماکوپاپولار را خصوصاً در ناحیه تنه تجربه می‌نمایند. در هفته دوم، تب بیمار فروکش کرده و بهبود می‌یابد و یا اینکه در اثر شوک با اختلال در کار ارگان‌های بدن که اغلب با کواگولاسیون داخل عروقی منتشر، بی‌اداری، اختلال در عملکرد کبد و... همراه است، فرد از بین می‌رود. دوره نقاهت ممکن است با آرترالژی، اورکیت، هپاتیت عود کننده و میلپیت عرضی همراه باشد. میزان مرگ‌ومیر در اثر ابتلا به ساب تیپ‌های مختلف از ۵۰ تا ۹۰ درصد می‌باشد.

#### - ویروس ماربورگ

دوره نهفتگی ۵ تا ۱۰ روز و با علائم بالینی سردرد، میالژی، تهوع و استفراغ، درد شکم، اسهال، درد قفسه سینه، سرفه، فارنژیت، فتوفوبی، لنفادنوپاتی، کنژکتویت، زردی، پانکراتیت و درگیری CNS و کوما تظاهر می‌کند. با پیشرفت بیماری تظاهر بالینی خونریزی‌دهنده پتشی و اکیموز در سطوح پوستی و مخاطی شروع می‌شود. در حدود روز پنجم، بیمار دارای علائم جلدی به شکل راش‌های ماکولر و پاکولر اغلب در تنه و در هفته دوم، فرد با تابلوی شوک و آسیب چند ارگانی فوت می‌کند. از علائم دیگر آرترالژی، ارکیت، هپاتیت مکرر، میلپیت عرضی و یووئیت می‌باشد. مرگ‌ومیر در ۲۵ درصد موارد واقع می‌شود. فرم ساب کلینیکال نادر است.

#### - عامل تب خونریزی‌دهنده امسک

بیماری به‌طور ناگهانی بعد از طی دوره کمون ۳ تا ۸ روزه با علائم تب، سردرد، تظاهرات خونریزی‌دهنده از قبیل خونریزی بینی، خونریزی گوارشی و رحمی شروع می‌شود. مرگ‌ومیر بیماری پایین است (نیم تا ۳ درصد). علائم این بیماری شبیه

بیماری جنگل کیاناسور است با این تفاوت که عوارض عصبی روانی ناشی از این بیماری شایع تر است. میزان مرگومیر ناشی از این عفونت کمتر از ۳ درصد می باشد.

### - عامل ژونین

در حالت طبیعی دوره انکوباسیون بعد از آلودگی، ۵ تا ۹ روز می باشد. هجوم بیماری ناگهانی و با تب پیش رونده، احساس کسالت و درد عضلانی میالژی خود را نشان می دهد. درد ناحیه معده، درد پشت کره چشم، گیجی، نور ترسی، یبوست، عفونت ملتحمه چشم، برافروختگی صورت و ناحیه فوقانی تنه و کاهش فشار خون، شایع می باشند. پتشی های پوستی مخصوصاً در زیر بغل و لنفادنوپاتی عمومی دیده می شوند. تب تسکین ناپذیر بوده و بعضی بیماران به طور پیش رونده ای، ترکیبی از سندرم های عصبی و عروقی بیماری را نشان می دهند. بیماری به شکل هموراژی لته، هموراژی دستگاه گوارش، هموآزی بینی و دیگر غشاءها، سندرم نشت مویرگی، پروتئین در ادرار، افزایش هماتوکریت، کاهش فشار نبض، تنگی عروق و شوک خود را نشان می دهد. انفیلتراسیون ریوی ممکن است به دلیل نشت عروقی یا عفونت ثانویه باکتریال رخ دهد. بیماری عصبی شایع است و با کاهش و ضعف رفلکس ها و ناتوانی در راه رفتن، لرزش و فاسیکولاسیون زبان و پیش آگهی فوق العاده شدید است. میزان مرگومیر ۱۵ تا ۳۰ درصد است.

### - عامل هانتا

دوره انکوباسیون بیماری متغیر از ۵ تا ۴۲ روز و به طور متوسط ۱۴ روز می باشد. تب، ترومبوسیتوپنی و نفریت بینابینی حاد، شاخص های بیماری هستند. تب هموراژیک با سندرم کلیوی عفونت حاد ویروسی است که سبب التهاب کلیه شده و ممکن است حتی سبب نارسایی حاد کلیه شود.

خونریزی منتشر و شوک با ۱۰ درصد مرگ رخ می‌دهد. سندرم ریوی هانتا ویروسی به شکل بیماری شدید اختلال تنفسی با میزان مرگومیر ۶۰ درصد است که ابتدا به صورت تب با هجوم ناگهانی و میالژی جنرالیزه خود را نشان می‌دهد. ممکن است با درد شکمی و اختلالات گاسترو اینتستینال همراهی شود. در حدود ۴ تا ۵ روز بعد، علائم ریوی که شامل سرفه و تنگی نفس می‌باشد، تظاهر می‌نماید. تاکی‌کاردی و تاکی‌پنه با کاهش فشار خون ملایم وجود دارند. در حالت‌های پیشرفته، ادم ریوی بینابینی دیده می‌شوند که ممکن است در عرض چند ساعت بعد تنفس را مختل کنند.

#### – عامل لاسا

تب لاسا تظاهرات بالینی گوناگونی دارد. دوره انکوباسیون در مواقعی که عفونت از شخصی به شخص دیگر منتقل می‌شود ۱۶ روز (معمولاً ۷ تا ۱۲ روز) می‌باشد. بعد از ورود ویروس به بدن و طی شدن دوره انکوباسیون، ویروس تولید نکروز کانونی در کبد، پنومونی بینایی، تورم صورت و انسفالوپاتی می‌نماید. در یک منطقه، اندمیک بیماری به شکل تب ناگهانی سردرد، ناخوشی و کسالت، گلودرد، زخم‌های دهانی، راش پوستی، اسهال، ادم صورت، درد پشت و قفسه سینه و مفاصل، استفراغ و پروتئینوری خود را نشان می‌دهد. در موارد شدید، کونژکتیویت، پنومونی، کاردیت، هپاتیت، انسفالوپاتی، کری عصبی و یا هموراژی دیده می‌شود. حدود ۲۰ درصد موارد بیمارستانی منجر به مرگ شده که معمولاً به دنبال کولاپس قلبی عروقی است. درگیری سیستم عصبی به شکل انسفالوپاتی، آنسفالیت و علائم مننژیتی می‌باشد. مرگ در هفته دوم به دلیل شوک ناشی از کم شدن حجم مایع خون اتفاق می‌افتد. پاتوفیزیولوژی سندرم تب شوک هموراژیک به طور کامل مشخص نشده است. تظاهرات بالینی مرتبط با مرگ عبارت‌انداز: کاهش فشار خون، تنگ شدن عروق محیطی، کاهش برونده ادراری، ادم ریوی و صورتی

و در بعضی موارد، افوزیون‌های پلورال و آسیت به همراه هموراژی جزئی سطوح مخاطی است.

### - عوامل ویروسی تب‌زا

#### - عامل تب پشه‌خاکی

در انسان به‌طور طبیعی بعد از گزش پشه‌خاکی، بر روی پوست پاپول‌های کوچک خارش‌دار ایجاد می‌شود که تا ۵ روز باقی می‌ماند. این علائم بعد از یک دوره انکوباسیون حدود ۳ تا ۶ روزه آغاز می‌شوند. از ۲۴ ساعت بعد از شروع تب، ویروس در خون یافت می‌شود. علائم بالینی شامل سردرد، بدحالی، تب، تهوع، نور ترسی، آبریزش چشم، سفتی گردن و پشت، درد شکم، درد عضلانی و لکوپنی است. تب حدود ۳۸ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد است که ۲ تا ۴ روز طول می‌کشد. تمام بیماران مبتلا بهبود می‌یابند و در عفونت طبیعی تاکنون مرگ ناشی از بیماری گزارش نشده است.

#### - عامل تب دره ریفت

تظاهرات بالینی این بیماری در انسان، صرف‌نظر از این که عفونت از چه طریقی (نیش مگس یا آئروسول) به او منتقل شده باشد یکسان می‌باشند. بر اثر ایجاد آلودگی توسط آئروسول در یک منطقه مشخص، هم انسان‌ها به این تب مبتلا می‌شوند و هم علائم بیماری در حیوانات منطقه مشاهده می‌شود. چنانچه در منطقه‌ای این بیماری در غیاب مگس ناقل و مخزن عفونت مشاهده شود با احتمال زیاد یک حمله زیستی اتفاق افتاده است. حیوانات اهلی نیز نسبت به آئروسول‌های محتوی ویروس حساس بوده و علاوه‌براین ممکن است با آلوده شدن آن‌ها مقدمات ایجاد یک اپیدمی معمولی با خصوصیات و الگوهای کاملاً طبیعی فراهم گردد. دوره کمون این بیماری ۲ تا ۵ روز می‌باشد و پس از گذشت این مدت، تب توأم با ضعف و بی‌حالی شروع می‌شود که چند



روزی ادامه خواهد داشت. سایر علائم و عوارض این دوره عبارت‌انداز: کونژنکتیویت، حساسیت و پیچش شکم، خون‌دماغ و احتمالاً مقداری پتشی. حدود یک درصد موارد ممکن است به سندرم ویروسی تب هموراژی نیز مبتلا شوند، که غالباً با هیپاتیت همراه بوده و ممکن است با خونریزی‌های تحت مخاطی، پتشی، زردی، بی‌ادراری و شوک نیز همراه باشد. در این صورت میزان مرگ‌ومیر بیماران به ۵۰ درصد می‌رسد. درصد کمی از بیماران نیز ممکن است متحمل ضایعات ماکولا و اختلالات شدید چشمی وابسته به وازکولیت رتینال، هموراژی، ادم و شکستگی شوند. تظاهرات چشمی عمدتاً پس از دوره نقاهت شروع شده و حدود نیمی از بیماران در این مرحله به نقص عضو دائمی بیماری مبتلا می‌شوند. موارد نادری از بیماران ممکن است نهایتاً به آنسفالیت مبتلا شوند.

#### – عامل تب دانگ

در حالت طبیعی، ویروس با نیش پشه عفونی وارد بدن شده و در غدد لنفاوی اطراف محل نیش تکثیر یافته و ظرف ۲ تا ۳ روز از طریق خون در بافت‌های مختلف بدن منتشر می‌شود. تب دانگ یک بیماری تب‌دار است که با سردرد، دردهای اسکلتی-عضلانی با احساس سرما، سردرد شدید و درد کره چشم، مشخص می‌شود. پیشرفت ناگهانی به سمت سستی و بی‌حالی، درد اسکلتی عضلانی و درد کمر و حساسیت شکمی، بی‌اشتهایی، تهوع، استفراغ و اختلال در حس چشایی دیده می‌شود. درجه حرارت بدن بعد از ۵ تا ۶ روز به حالت طبیعی برمی‌گردد و گاهی در روز سوم بر طرف شده و مجدداً در حدود روزهای پنجم تا هشتم بعد از شروع بیماری افزایش می‌یابد. راش ماکولوپاپولر یا شبه مخملک در روز سوم و چهارم ممکن است ایجاد شود و برای ۲۴ تا ۷۲ ساعت باقی مانده و به دنبال آن پوسته‌ریزی اتفاق می‌افتد. غدد لنفاوی غالباً بزرگ می‌شوند. دوره نقاهت بیماری هفته‌ها ادامه دارد، اگرچه عوارض بیماری و مرگ ناشی از آن نادر است. سندرم بالینی شدیدتری به نام تب هموراژیک دانگ ممکن است

در نتیجه وجود مقادیر زیادی آنتی‌بادی یا واکنش تقاطع بوده و با سروتیپ دیگر ویروسی و یا از طریق مادر انتقال یافته باشد. این سندرم در پی پاسخ اولیه هتروتیپیک بدن اتفاق می‌افتد و مقدار زیادی آنتی‌بادی با واکنش متقاطع علیه سروتیپ اول تولید می‌شود. کمپلکس ایمنی متشکل از ویروس و آنتی‌بادی، کمپلمان را فعال می‌نماید و باعث افزایش نفوذپذیری عروق و ترومبوسیتوپنی و کاهش پروتئین می‌شود که نتیجه آن شوک و خونریزی است. میزان مرگ‌ومیر حدود ۱۰ تا ۱۰ درصد است و ممکن است به ۴۰ درصد هم برسد.

#### – عامل تب غرب دره نیل

«تب غرب» نیل بیماری حاد، خفیف و تب‌دار است که همراه با لنفادنوپاتی و بثورات جلدی می‌باشد. این بیماری در خاورمیانه، نواحی گرمسیری و نیمه‌گرمسیری آفریقا و جنوب غربی آسیا مشاهده می‌شود. ویروس از طریق پشه کولکس وارد بدن شده، ویرمی و عفونت سیستمیک منتشر را به وجود می‌آورد که با لنفادنوپاتی و گاهی همراه با ماکولوپاپولر، مشخص می‌شود. در مرحله حاد بیماری ممکن است مننژ به‌طور گذرا گرفتار شود. ویروس مولد این بیماری ممکن است در افراد مسن که آنتی‌بادی سازی آن‌ها کم و با تأخیر صورت می‌گیرد آنسفالیت کشنده‌ای را ایجاد نماید.

#### – عامل چیکن گونیا

تب chikungunya به‌عنوان نمونه و سمبل اصلی بیماری‌های ناشی‌شده از گروه بزرگی از آلفاویروس‌ها که باعث تب، راش و پلی‌آرتریت می‌شوند، شناخته می‌شود. این بیماری یک عفونت حاد ویروسی است که با تغییر وضعیتی سریع از حالت سلامتی به بیماری مشخص می‌شود.

دوره آنکوباسیون متغییر بین ۱ تا ۱۲ روز است. تب به شکل افزایش سریع دمای بدن به حدود بالای ۴۰ درجه سانتیگراد و اغلب دو فازی همراه با لرز تکان‌دهنده خود را نشان می‌دهد. بعد از چند روز تب ممکن است فروکش نماید و متعاقباً دوباره افزایش محدود داشته باشد (حالت saddle-back). آترالژی پلی‌آرتیکولار بوده و مفاصل کوچک و مکان‌هایی که آسیب قبلی دیده‌اند را گرفتار می‌نماید. این علایم ممکن است یک هفته تا چندین ماه طول بکشد که با میالژی همراه هستند. راش در روز اول ظاهر می‌شود اما هجوم آن ممکن است تأخیری باشد. معمولاً خود را به شکل قرمزی و برافروختگی بالای صورت و گردن نشان می‌دهد و به یک شکل ماکولار و ماکولوپاپولار که ممکن است خارش‌دار باشد، توسعه می‌یابد. ضایعات بعدی روی تنه، لب‌ها، صورت و کف دست‌ها و پاها دیده می‌شود. ضایعات پتشیال نیز در این بیماری عنوان شده است. سردرد، فتوفوبیا، درد پشت کاسه چشم، گلو درد با علایم عینی فارنژیت، تهوع و استفراغ همچنین ممکن است رخ دهد. درگیری مفصلی شدید در بزرگسالان شایع است؛ در صورتی که در بچه‌ها اغلب با علایم مربوط به سیستم عصبی مرکزی به شکل حمله ناگهانی و تشنج همراه است. درگیری طولانی‌مدت مفاصل در افراد HLA-B27 گزارش شده است.

### – عامل رودخانه راس

دوره آنکوباسیون بیماری متغیر از ۳ تا ۲۱ روز و معمولاً ۷ تا ۹ روز می‌باشد. بیماری معمولاً با آترالژی، تورم مفاصل (به‌ویژه مفاصل کوچک دست و پا) شروع می‌شود. راش که در تنه و اندام‌های فوقانی ظاهر می‌شود معمولاً ماکولوپاپولار است اما گاهی وزیکولار می‌شود. آتریت در بیش از ۴۰ درصد آن‌هایی که آلوده شده‌اند دیده می‌شود. آترالژی و تب نیز شایع هستند. این موارد اغلب با علایم عمومی مثل تهوع، سردرد، درد پشت، و فتوفوبیا همراه هستند. همچنین در مواردی فارنژیت، اریتم کف

دست و پا، لنفادنوپاتی و پتشی توصیف شده‌اند. اکثریت بیماران ظرف مدت دو هفته بهبودی کامل راکسب می‌نمایند، اما برخی دیگر نشانه‌های مفصلی را حتی برای یک سال نشان می‌دهند.

### - عامل سندبیس

دوره کمون این بیماری سه تا شش روز است. اولین علامت تیپیک با تب شدید، بی‌قراری، دردهای مفصلی و سرگیجه همراه است. راش‌های پاپولاری بعداً ظاهر می‌شوند. به دنبال آن، زخم وزیکول‌های کوچک روی کام گوشتی و زخم وزیکولی بزرگتر در دست و پا ایجاد می‌گردد. این ویروس را می‌توان از وزیکول‌ها نیز جدا کرد. اکثر بیماران مبتلا به تب sandbis پس از یک هفته بهبود می‌یابند. ولی بیمارانی که دچار آرتریت شده باشند، درد مفاصل‌هایشان تا شش هفته باقی می‌ماند. تظاهرات کلینیکی غیرمعمول شامل آنسفالیت و میوکاردیت ناپایدار می‌باشد. این بیماری معمولاً در بچه‌ها سیر خفیف دارد.

### - عامل لنفاتیکی کوریو مننژیت

بیماری تب‌دار با سردرد و علائم سیستمیک همراه با لکوپنی ظاهر می‌شود و آنگاه تب محدود می‌شود. پس از ۲ تا ۴ روز تب مجدداً بازمی‌گردد. همراه با سردرد شدید و ایجاد مننژیت، ادم‌پایی، افزایش فشار SCF و میزان پروتئین مایع SCF حدود ۳۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌گرم در سی‌سی و چند صد لنفوسیت به آنسفالیت و آنسفالومیلیت با تظاهرات سایکوز، پارایلزی، آسیب اعصاب کرانیال و اختلال در اعصاب حسی و اتونومیک از تظاهرات دیگر میوکاردیت آرتریت و آلوپسی و اورکیت است. میوکاردیت با تاکی‌کاردی و تغییرات دیگر EKG همراه است. آرتریت به شکل درگیری مفاصل بین‌انگشتی با درد و تورم و قرمزی مختصر همراه است که طی چند هفته بهبود حاصل می‌شود. مادر

در طی حاملگی می‌تواند مبتلا شده و سبب آلوده شدن جنین گردد و ایجاد هیدروسفالی، میکروسفالی و کوریورتینیت بنماید.

### - عامل مایارو

این ویروس، عامل اپیدمی یک نوع بیماری همراه با تب، بشورات جلدی و آرتروپاتی می‌باشد. تظاهرات بالینی این ویروس با چیکونگونیا، آنیونگ و ویروس سیندیس، ویروس رودخانه رأس غیر قابل تفکیک است. دو تا از سه اپیدمی این بیماری در منطقه آمازون برزیل و دیگری در بولیوی رخ داده است. درصد عفونت در اپیدمی منطقه Belterra برزیل بالا بوده (۲۰ درصد) و نسبت زیادی از افراد آلوده، علائم بالینی بیماری را نشان داده‌اند. شکایات و علائم بیماری از نظر بروز و نسبت شیوع، شبیه سایر عفونت‌های آلفاویروس می‌باشد.

### ۳-۱۰- تشخیص یک حمله از طریق سیستم‌های نظارت بر

#### بیماری‌ها

متدولوژی نظارت برای یک حادثه زیستی مشابه آن چیزی است که برای تشخیص بیماری‌های جدید یا بیماری‌های نادر به کار گرفته می‌شود.

نظارت، تمام رده‌های درمانی - از مطب‌های شخصی گرفته تا بیمارستان‌های بزرگ - را دربرمی‌گیرد. سیستم‌های نظارتی می‌توانند غیرفعال (passive) یا فعال (active) باشند. سیستم‌های نظارتی غیرفعال تکیه بر گزارش‌هایی دارد که توسط دست‌اندرکاران بهداشتی از بیماری مربوطه ارائه می‌گردند. این سیستم‌ها حساسیت و اعتبار ضعیف داشته و فاقد ارزش "سر وقتی" "timeliness" بوده و پوشش حداقلی می‌دهند. این سیستم‌ها جهت نظارت‌های مدرن مثل نظارت بر رویدادهای بیولوژیکی، کارایی چندانی

ندارند. تنها گزارش آزمایشگاهی الکترونیکی است که می‌تواند اطلاعات مفید و به‌موقعی را جهت منظورهای اپیدمیولوژیکی فراهم کند.

در ایالات متحده آمریکا اکثر سیستم‌های نظارتی در سطوح محلات، ایالات و یا حتی فدرال به‌صورت غیرفعال انجام می‌گیرند. مرکز کنترل و نظارت بر بیماری‌ها، (CDC) شماری از سیستم‌های نظارتی غیرفعال از بیماری‌های عفونی را تحت نظر و کنترل دارد. بهترین سیستم شناخته‌شده در این خصوص، سیستم National Notifiable Disease Surveillance می‌باشد که CDC از طریق گزارش‌گیری که حاصل همکاری و تشریک مساعی پزشکان، دپارتمان بهداشت محلی و ایالتی و CDC است، آن را به‌کار می‌گیرد.

در نظارت فعال لازم است که مأمورین و دست‌اندرکاران بهداشتی مربوطه به‌طور فعال موارد جدید بیماری‌ها و همه‌گیری‌ها را جستجو و تشخیص دهند. در این سیستم، اطلاعات صحیح‌تر، با اعتبارتر و به‌موقع‌تر از سیستم‌های نظارتی غیرفعال می‌باشند. برای برقراری و هدایت نظارت فعال، دپارتمان‌های بهداشتی محلی باید شمار کافی از افراد مجرب و آموزش‌دیده را در اختیار داشته باشند و به‌طور مرتب آموزش‌های آنها بازبینی و به‌روز گردند.

این افراد علمی و متخصص، اطلاعات اپیدمیولوژیک عوامل عفونی را گردآوری و آنالیز می‌نمایند و در کنار فعالیت خود، فعالیت سیستم‌های نظارتی غیرفعال را نیز کنترل و هدایت می‌کنند. سیستم معمول امروزی در باره بیماری‌های اضطراری جهانی، از اینترنت و آدرس‌های الکترونیکی بهره می‌برد.

به‌عنوان مثال، یک طرح از اتحادیه افراد علمی و متخصص در آمریکا تحت عنوان ProMED (Program for monitoring Emerging Disease) برای ارتباطی میان ایستگاه‌های فعال نظارتی در سراسر جهان که قادر به تشخیص همه‌گیری‌های نامعمول از بیماری‌های عفونی هستند، تشکیل شده است.

در سال ۱۹۹۹ CDC بودجه زیادی را جهت سازمان‌های بهداشتی عمومی شهری ایالات معینی از ایالات متحده آمریکا اختصاص داده است. این بودجه برای توسعه سیستم‌های نظارت بر بیماری‌ها و دیگر زیرساخت‌های بهداشت عمومی مورد استفاده واقع می‌شود.

سیستم بهداشت سلامت در اروپا در برابر تمامی مخاطرات عمدی و غیر عمدی مانند تهدیدات بیوتروریسم موجود در محیط، به صورت مراکز و سازمان‌هایی با وظایف و تعهدات برنامه‌ریزی شده و تحت نظارت دولت وجود دارد.

این سیستم‌ها که شامل سیستم‌های ارزیابی، اطلاع‌رسانی و اعلام خطر سریع می‌باشد، عمدتاً شامل موارد زیر است:

- RAS-BICHAT (سیستم سریع اعلام خطر در برابر تهدیدات زیستی و

شیمیایی)

- RAS-CHEM (سیستم سریع اعلام خطر در برابر تهدیدات شیمیایی)

- EWRS (سیستم اعلام خطر و عکس‌العمل اولیه)

- MEDISYS (سیستم هوشمند پزشکی در برابر عوامل عفونی و بیوتروریسم)

- ADNS (سیستم اطلاع‌رسانی بیماری‌های حیوانی)

- RASEF (سیستم اطلاع‌رسانی درباره غذا و مخاطرات غذایی)

- TRACES (سیستم بازرگانی و صادرات)

- EUROPHYT (سیستم اطلاع‌رسانی بهداشت گیاهان)

- CIS (سیستم اطلاع‌رسانی مشتریان)

- CRMS (سیستم مدیریت ریسک در برابر جامعه مشتریان)

- RAPEX (سیستم اعلام خطر سریع در برابر تمامی تولیدات، به جز مواد غذایی)

به‌عنوان مثال در سال ۱۹۹۱، یک شرکت به حمایت از نیازهای ارائه‌دهندگان مراقبت‌های بهداشتی، سیستم‌های درمانی مناسب، تضمین درمان با کیفیت بالا و خدمات پشتیبانی حرفه‌ای اختصاص داده شد. این شرکت با نام Medisys توسط جمعی از پزشکان و پرسنل بهداشت حرفه‌ای و با تجربه‌ای گسترده در تمامی زمینه‌های مدیریت پزشکی راه‌اندازی شد. تعهد خدمات به مشتریان، توجه به جزئیات و تمرکز بر روی خطوط تولیدی تخصصی توسط نیروی انسانی منجر به گسترش این مرکز گردید، به‌طوری‌که امروز به یک منبع با ارزش در زمینه‌های بهبود کیفیت، مدیریت بهره‌برداری، مدیریت اشخاص، جمع‌آوری داده‌ها، مدیریت پروژه‌ها، تعلیم نیروی پرستار در موقعیت‌های موقت و دائم و بهداشت، درمان و مشاوره تبدیل شده است.

گروه بهداشت Medisys راه‌حل‌های مراقبت‌های بهداشتی به افراد و شرکت‌های بزرگ را فراهم می‌کند. این شرکت ارائه‌دهنده خدمات سلامت اجرایی است که شامل یک معاینه پزشکی توسط پزشک اجرایی تخصصی سلامت، و همچنین طیف وسیعی از روش‌های ارزیابی سرطان، بیماری‌های قلبی، ارزیابی بینایی، شنوایی، عملکرد ریه و ارزیابی عوامل مخاطره‌آمیز در زندگی افراد می‌باشد. از طرفی، خدماتی همچون بررسی محل کار در کاهش ریسک‌های بهداشتی، درمانی و مدیریت رویدادهای مربوط به بهداشت، خدمات تصویربرداری پزشکی مستقل از ارزیابی‌های پزشکی، ارزیابی توانایی‌های عملکردی، و تجزیه و تحلیل‌های مربوطه را ارائه می‌دهد. علاوه بر این، شرکت ارائه‌دهنده خدمات مسافرتی، خدمات بهداشتی و بیمه درمانی به تمامی افراد در حال مسافرت در سراسر دنیا می‌باشد.

یکی از مهم‌ترین وظایف مرکز Medisys، مانیتورینگ، بررسی و تشخیص تهدیدات زیستی می‌باشد. گزارشات Medisys نشان می‌دهد برخی از کشورها با استفاده از روش‌های بیوفناوری و دستکاری‌های ژنتیکی، کماکان در پی گسترش سلاح‌های زیستی می‌باشند. در دیگر گزارشی که توسط مرکز تحقیقات بیماری‌های



عفونی توسط سایت منتشر گردیده حاکی از شیوع بالای برخی بیماری‌های عفونی در مرز لبنان و سوریه بوده که کارشناسان بهداشت این مرکز، احتمال استفاده از سلاح‌های زیستی در این مناطق را دور از ذهن نمی‌دانند.

شبکه بهداشت و درمان Medisys به‌عنوان یک جزء حیاتی از زیرساخت‌های جامعه، آمادگی خود را برای پاسخگویی به شرایط اضطراری که در جامعه روی می‌دهد، نشان می‌دهد. اجرای روش‌هایی جهت تسهیل برنامه‌های اضطراری و مدیریت جامعه در شرایط بحران بسیار حائز اهمیت است که شبکه بهداشت سلامت Medisys تمامی کمک‌های مورد نیاز در این شرایط را فراهم می‌سازد. Medisys، یک سیستم کاملاً پیشرفته است که می‌تواند اطلاعات بیشتری به زبان‌های مختلف در یک زمان ارائه دهد.

اطلاعات پزشکی قانونی، اطلاعات کنترل کیفیت، خدمات سیستم اجتماعی و اطلاعات کنترل عفونت‌های عمده و غیرعمده، از ویژگی‌های شبکه Medisys می‌باشد. برای مثال، در کانادا ۱۰۰ کارفرما به برنامه‌ریزی و مدیریت شبکه بهداشتی تحت نظارت Medisys می‌پردازند که اساس این مجموعه، افزایش رضایت کارکنان و مشارکت آنها، افزایش بهره‌وری در جهت بهبود شرکت و حفظ اعتبار آن می‌باشد.

### ۳-۱۱- اذعان مستقیم گروه‌های حمله‌کننده مبنی بر استفاده از

#### عوامل زیستی در زمان رویداد واقعه

دشمن ممکن است برای جلب توجه و ایجاد وحشت و ترس، انجام یک حمله زیستی را اعلام نماید. احتمال دارد که خبر کذب و جنبه شوخی داشته باشد. اگر عامل مفروض به‌حالتی باشد که به‌آسانی قابل جمع‌آوری باشد (مانند غبار)، ممکن است به زمانی در حدود ۲۴ ساعت یا بیشتر برای تشخیص اینکه عامل اعلام‌شده یک

میکروارگانیسم عفونی است و یا یک ماده غیر مضر است، نیاز باشد. اگر عامل اعلام شده به شکل آئروسول غیرقابل رؤیت باشد، تشخیص آن با مشکلاتی روبرو خواهد شد.

### ۳-۱۲- تأیید یک حمله از طریق بررسی‌های آزمایشگاهی

به طور کلی در تشخیص آزمایشگاهی یک حمله زیستی، استفاده از روش‌های توأم تشخیصی سریع با اختصاصیت کمتر و روش‌های تشخیصی غیر سریع و تأییدی با اختصاصیت بیشتر توصیه می‌گردد. روش‌های آزمایشگاهی تشخیصی به کار گرفته شده می‌بایستی قابلیت شناسایی اکثریت وسیعی از عوامل محتمل مورد استفاده را داشته باشند. همچنین به سادگی و به سرعت در مراکز مختلف تشخیصی قابل انجام باشند. این روش‌ها باید حداقل واکنش متقاطع را با میکروارگانیس‌م‌های نزدیک و خویشاوند داشته و عامل یا عوامل مورد نظر را در انواع نمونه‌های مختلف بالینی و محیطی حتی به میزان کم شناسایی نمایند.

بدیهی است هر اقدام تشخیصی آزمایشگاهی که بتواند عامل یا عوامل مورد نظر را قبل از مواجهه افراد با آنها شناسایی نماید ارزشمند است چرا که با اعلام خطر سریع به افراد در معرض خطر، می‌توان با استفاده از ماسک و لباس‌های محافظتی اقدامات پیشگیرانه را اعمال نمود. اما واقعیت این است که به دلیل ماهیت اکثر بیماری‌های عفونی از جمله وجود دوره کمون آنها، بسیاری از موارد حملات زیستی بعد از در معرض قرارگیری افراد با عوامل به کار گرفته شده شناسایی می‌شوند.

ممکن است انتقال مواد مشکوک به آزمایشگاه‌های ویژه و تخصصی جهت شناسایی و تعیین هویت عامل یا عوامل مورد استفاده، ضرورت پیدا کند. برای مثال، در ایالات متحده آمریکا در چنین مواردی آزمایشگاه‌های مرجع و تخصصی مؤسسه تحقیقاتی بیماری‌های عفونی ارتش ایالات متحده و مرکز کنترل و پیشگیری از بیماری‌ها (CDC) اقدامات تأییدی را بر روی نمونه‌ها انجام می‌دهند. حتی اگر هواپیمای اختصاصی نیز

موجود باشد زمان نسبتاً زیادی طول می‌کشد تا نمونه از محل تهیه و به آزمایشگاه تحویل گردد و این زمان ممکن است به دلایل مشکلات فنی انتقال یا شرایط جوی نامناسب طولانی‌تر گردد. تأخیر در تأیید بیماری باعث وحشت بیشتر، انتشار سریع‌تر عامل و کم‌اثر شدن برنامه‌های پیشگیری یا درمان خواهد شد؛ لذا توسعه روش‌های تشخیصی پرتابل، عملیاتی و قابل اعتماد باید در اولویت بالایی باشد.

### ۳-۱۳- امنیت مواد زیستی

بر اساس تعریف سازمان جهانی بهداشت: "محافظت، کنترل و پاسخ‌گویی مواد بیولوژیکی ارزشمند در آزمایشگاه‌ها به منظور پیشگیری از دسترسی غیر مجاز افراد، گم شدن، دزدی و استفاده نابجا و یا انتشار بین‌المللی آنها، امنیت مواد بیولوژیکی نامیده می‌شود".

Valuable Biological Materials (VBM) یا مواد بیولوژیکی ارزشمند، به آن نوع از مواد بیولوژیکی گفته می‌شود که باید براساس درخواست "صاحبان، مصرف‌کنندگان، مسوولین سرپرستی یا نگهداری و قانون‌گذاران"، تحت نظارت، کنترل و نگهداری قرار داشته و در آزمایشگاه‌ها اقدامات خاصی برای مراقبت و حفاظت از آنها به منظور ارزش‌های اقتصادی، تاریخی، و یا حفاظت افراد جامعه از تأثیرات زیانبخش قرار داشته باشند. مواد بیولوژیکی با ارزش می‌تواند شامل عوامل بیماریزا و سمی، عوامل غیر بیماریزا، سوش‌های واکسن، مواد غذایی، عوامل بیماریزایی که دستکاری ژنتیکی شده‌اند، محتویات سلولی، عناصر ژنتیکی، و نمونه‌های بسیار غیر عادی باشند. سازمان جهانی بهداشت تعیین استانداردی در سطح ملی را، برای کشورها و موسساتی که می‌توانند مسئولیت محافظت از نمونه‌های بیولوژیکی، مواد بیماریزا و سموم داشته باشند، توصیه می‌کند.

### ۳-۱۳-۱- جابجایی و انتقال مواد عفونی

نمونه‌های مرضی مشکوک که برای تشخیص بیماری از انسان و یا حیوان جمع‌آوری می‌شوند باید به آزمایشگاه ارسال گردند. این نمونه‌ها باید به طریقی بسته‌بندی شوند تا سلامت و امنیت کسانی که در انتقال آن‌ها شرکت می‌کنند را به مخاطره نیندازد. بسته‌بندی صحیح نمونه‌های مرضی می‌تواند تضمین‌کننده سلامت افرادی که آن‌ها را منتقل می‌کنند باشد. در صورتی که بسته‌بندی در ضمن انتقال آسیب دیده باشد نه‌تنها رسیدن آن به مقصد به تأخیر خواهد افتاد، بلکه افرادی که در ضمن انتقال با آن در تماس خواهند بود در مخاطره قرار می‌گیرند. بسته‌بندی نمونه‌هایی که ممکن است آلوده‌کننده باشند با توجه به قوانین خاص صورت گرفته و باید به همراه اطلاعات کافی باشند.

نمونه‌های احتمالی آلوده‌کننده در دو رده قرار می‌گیرند.

**رده الف:** نمونه‌هایی که ممکن است حاوی عوامل آلوده‌کننده‌ای باشند که می‌توانند نزد انسان یا حیوان بیماری‌های ناتوان‌کننده و یا مرگ‌آور ایجاد کنند.

**رده ب:** نمونه‌هایی که در گروه بالا قرار نمی‌گیرند.

سازمان ملل برای انتقال نمونه‌های زیستی از هر دو گروه، استانداردهای خاصی را برقرار کرده است. برای نمونه‌های گروه الف، بسته‌بندی سه لایه‌ای طبق دستور کار زیر توصیه شده است:

لایه اول، شامل ظرفی ضد آب و غیر قابل نشت پوشیده از مواد جاذب، برای جذب مایعاتی که ممکن است از نمونه خارج شود.

لایه دوم، از مواد با دوام، ضد آب و غیر قابل نشت، که در اطراف ظرف محتوی نمونه بسته می‌شود، تشکیل شده است. می‌توان چند عدد از ظروف محتوی نمونه را با هم در لایه دوم بسته‌بندی کرد ولی باید مواد جاذب آب به‌اندازه کافی برای جذب مایعاتی که ممکن است نشت کرده باشد در اطراف آن پیچیده شود.

لایه سوم که در روی تمام دو لایه بالا پیچیده می‌شود.

بسته‌بندی‌ها باید با رعایت دقیق معیارهای تنظیم‌شده تهیه شود و به همراه گواهینامه‌های لازم رسمی نشان‌دهنده آزمایش‌های انجام‌شده بر روی آن‌ها باشد. این آزمایش‌ها شامل سقوط از ارتفاع ۹ متری، مقاومت در مقابل ضربه برای سوراخ شدن و مقاومت در مقابل فشار است. لایه خارجی باید دارای برچسب سازمان ملل باشد که نشان می‌دهد بسته‌بندی به‌وسیله مسئول آشنا به مقررات آزمایش، مورد آزمایش قرار گرفته و پذیرفته شده است. برچسب مخصوص سازمان ملل برای حمل نمونه‌های گروه الف به‌منظور حمل و نقل مواد زیستی آلوده‌کننده را باید از ارائه‌کنندگان مجاز آن تهیه نمود.

برای نمونه‌های گروه ب نیز باید از روش بسته‌بندی گروه الف استفاده کرد ولی نیازی به تأیید آزمایش‌های مقاومت و استفاده از برچسب سازمان ملل ندارند. مقاومت در مقابل فشار و سقوط از ارتفاع دو متری، آزمایش مناسبی برای این نوع بسته‌بندی‌ها است. بسته‌بندی این نمونه‌ها می‌تواند در محل، در صورتی که از مواد مناسب استفاده شود، صورت گیرد و ارسال آن‌ها نیازی به استفاده از سازمان‌های مجاز بسته‌بندی و برچسب خاص ندارد.

برای نمونه‌های گروه الف و ب باید از برچسب‌ها و نشانه‌های مخصوص استفاده شود و برای نمونه‌های ارسالی با یخ خشک و یا ازت مایع نیز باید از این نوع برچسب‌ها استفاده گردد. مقررات گمرکی کشور مقصد و سایر اطلاعات مربوط به‌وسیله نقلیه نیز در برچسب‌ها درج می‌گردد. نمونه‌های گروه الف باید حاوی برچسبی توسط فرستنده با عنوان "کالای خطرناک" باشد. درج شماره گروه بندی کالا، بسته‌بندی صحیح آن، نصب برچسب و تهیه مدارک لازم برای مواد آلوده‌کننده‌ای که حمل می‌شود، از مسئولیت‌های قانونی ارسال‌کننده می‌باشد. فقدان هر یک از شرایط گفته‌شده می‌تواند سبب تعقیب قانونی ارسال‌کننده بسته‌بندی شود.

### ۳-۱۳-۲- حمل و نقل

نمونه‌هایی که به کشورهای دیگر فرستاده می‌شوند و یا از کشورها باید عبور کنند تا به مقصد برسند باید دارای اجازه قانونی واردات و صادرات کشورهای مربوطه باشند تا به این وسیله بتوان آن‌ها را ردیابی نمود. جزییات مدارک لازمی که به همراه این نمونه‌های خواهد بود را شرکت‌های حمل و نقل مشخص می‌کنند. ولی به‌طور معمول شرایط انتقال به وسیله سازمان‌های سلامت، کشاورزی و یا مقامات گمرکی مشخص می‌شود.

همکاری و هماهنگی ارسال کنندگان بسته بندی‌های زیستی سازمان‌های حمل و نقل، و دریافت کنندگان بسته بندی‌ها برای رسیدن به موقع و سالم آن‌ها ضروری است. برقراری ارتباط موثر و مفید بین این سازمان‌های مختلف، در ایجاد این همکاری تاثیر بسیار زیادی دارد. توصیه می‌شود که قبل از ارسال بسته‌های مواد زیستی، با این سازمان‌ها ارتباط برقرار شده و زمینه‌های همکاری فراهم شود.

فرستندگان، حمل کنندگان و گیرندگان بسته‌های حاوی مواد زیستی، مسئول به سلامت رسیدن موفقیت‌آمیز آنها هستند. رعایت تمام مقررات و قوانین مربوط به ارسال این نوع محصولات زیستی احتمال آسیب دیدن و خروج محتویات آن‌ها را به خارج کاهش می‌دهد و در نتیجه، مواجه احتمالی مردم با عوامل عفونی را کم خواهد کرد. سازمان‌های حمل و نقل می‌توانند از قبول ارسال این گونه بسته بندی‌ها امتناع کرده و یا مقررات خاص خود را برای ارسال آن‌ها اعمال نمایند.

ممکن است در بعضی از نواحی امکان ارسال منظم نمونه‌ها وجود نداشته باشد و یا ممکن است بعضی از کشورها قانون خاصی برای حمل و نقل این نوع کالاها نداشته باشند، که در این صورت ارسال نمونه‌ها با مشکل مواجه خواهد شد. تنها از طریق کوشش‌های مستمر می‌توان موانع حمل نمونه‌ها را برطرف کرده و از رسیدن سالم و به موقع آن‌ها با رعایت شرایط قانونی اطمینان حاصل نمود.

### ۳-۱۳-۳- نکات کلیدی در جمع‌آوری و انتقال نمونه‌ها

در جمع‌آوری نمونه‌ها بایستی موارد زیر را در نظر داشت:

- نمونه باید در ناحیه اصلی عفونت جمع‌آوری شده و حداقل آلودگی یا ترشحات را با ارگان‌ها یا بافت‌های مجاور داشته باشد.

- به‌منظور اطمینان از جداسازی مطلوب میکروارگانیسم‌ها از نمونه‌های ادرار، مدفوع، خلط، بزاق، ترشحات و پوسته زخم و چرک باید از لوازم نمونه‌گیری، ظروف و محیط‌های کشت مناسب استفاده نمود. ظروف نمونه‌گیری بایستی دارای درپوش محکم و مناسبی باشد که از نشت و آلودگی نمونه در هنگام انتقال جلوگیری شود. سوآب‌های پنبه‌ای ممکن است حاوی بقایای اسیدهای چرب باشد و سوآب آلژینات کلسیم نیز ممکن است باعث نشر محصولات سمی شده و در نتیجه، موجب ممانعت از رشد برخی از باکتری‌های مشکل‌پسند گردد، لذا استفاده از سوآب‌هایی از جنس داکرون یا پلی‌استر توصیه می‌شود. سوآب‌های حاوی نمونه را باید در یک محیط انتقال‌دهنده یا ظرف مرطوب جهت جلوگیری از خشک شدن و مرگ باکتری قرار داد.

- برای گرفتن نمونه از خون، مایع مغزی نخاعی، ترشحات داخل حفرات و مفاصل و آبسه‌های بسته می‌توان نمونه را توسط سر سوزن و سرنگ بیرون کشید و وارد ظرف استریل نمود.

- برای نمونه‌برداری از پوست و مخاط سطحی و همچنین ترشحات و چرک‌هایی که مقدار آنها خیلی کم است می‌توان از سوآب استفاده کرد.

- برای نمونه‌برداری از مکان خشک پوست می‌توان سوآب را درست قبل از نمونه‌برداری با سرم فیزیولوژی یا Nutrient broth مرطوب نموده و سپس عمل نمونه‌برداری را انجام داد.

- در برخی موارد، از ماده شستشو شده نمونه‌برداری می‌شود. برای مثال جهت بررسی ویروس‌ها معمولاً از شستشوی گلو استفاده می‌شود.

- زمان مناسب جهت جمع‌آوری نمونه بایستی مشخص گردد، تا بدین ترتیب شانس جداسازی میکروارگانیسم‌ها به حداکثر برسد. مثلاً در تب تیفوئیدی، میکروارگانیسم عامل عفونت را می‌توان در طی هفته اول بیماری از خون جدا نمود. کشت مدفوع و یا ادرار معمولاً در طی هفته دوم و سوم بیماری مثبت خواهد شد. آگلوتینین‌های سرمی در طی هفته دوم شروع به افزایش کرده و در طی هفته پنجم به بیشینه مقدار خود می‌رسد.

- مقدار کافی از نمونه مورد نظر به منظور انجام تکنیک‌های کشت باید گرفته شود و دستورالعمل‌های لازم در مورد حجم مناسب نمونه مورد نظر جهت کشت باید تنظیم گردد. نمونه‌های ناکافی بایستی نگهداری شوند. چنانچه تهیه نمونه‌ای مجدد میسر نبود، و از نظر کلینیکی نیز کشت نمونه‌اندیکاسیون داشت بایستی روی نمونه اولیه ناکافی کارهای لازم انجام گیرد، با این وجود، آزمایشگاه هنگام گزارش نتیجه باید شرایط نمونه دریافتی را برای پزشک گزارش نماید.

- حتی‌الامکان بایستی جمع‌آوری نمونه جهت کشت، قبل از تجویز آنتی‌بیوتیک صورت گیرد.

- در خصوص نمونه‌گیری آئروسول‌های زیستی، از آنجایی که یک میکروارگانیسم مورد استفاده در حجم وسیعی از نمونه‌ها منتشر شده است، غلظت آنها پایین آمده و از این رو نمونه‌ها باید با روش‌ها و سیستم‌های خاص تغلیظ گردند. این عمل به وسیله دستگاه نمونه‌گیر انجام می‌شود. سیستم‌های نمونه‌برداری جدید قادرند مقادیری از هوا (۱۰ متر مکعب) را در کمتر از یک دقیقه وارد مقادیر کمی از مایع نمایند.

در جدول ۱-۳، نمونه‌ها و شرایط نمونه‌گیری برخی عوامل میکروبی طی تهدیدات زیستی ذکر گردیده است.



### ۳-۱۴- تشخیص و تعیین هویت عوامل زیستی

#### ۳-۱۴-۱- روش‌های تشخیصی سنتی

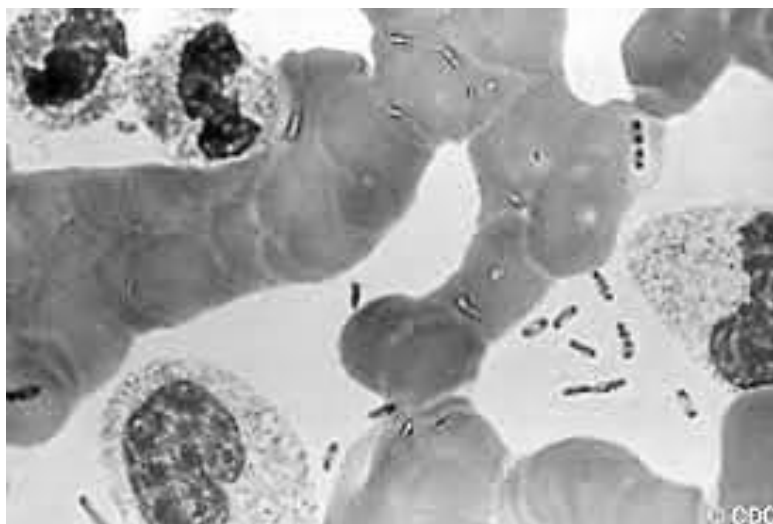
روش‌های سنتی شامل آن دسته از روش‌هایی هستند که محصولات بیان یک ژن یا ژن‌های خاصی از میکروارگانیسم‌ها را جهت اهداف تشخیصی دنبال می‌کنند. ویژگی‌های مشخصات ظاهری در رنگ‌آمیزی میکروارگانیسم‌ها، ویژگی‌های ظاهری کلونی آنها در محیط‌های کشت، نیازهای تغذیه‌ای و رشد، الگوهای بیوشیمیایی (مد نظر در بیوتایپینگ)، آنتی‌ژن‌های موجود روی سطح سلول‌های میکروبی (اساس سروتایپینگ)، الگوی حساسیت و مقاومت آنتی‌بیوتیکی (آنتی‌بیوگرام)، پروفایل باکتریوفاژی (باکتریوفایتایپینگ) و غیره از جمله شاخصه‌های اصلی مورد بررسی در این روش‌ها می‌باشند.

به دلیل آنکه عمده این ویژگی‌ها مبتنی بر بیان ژن بوده و تحت تاثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرند، روش‌های سنتی مبتنی بر این ویژگی‌ها از کارایی پایینی برخوردارند. از طرف دیگر، انجام آنها زمان‌بر می‌باشد؛ لذا این روش‌ها در بعضی مواقع در توصیف سیمای اپیدمیولوژیک بیماری‌های عفونی مفید می‌باشند. از عمده محدودیت‌های این روش‌ها می‌توان به متغیر بودن نتایج (عدم تکرارپذیری)، پرزحمت بودن آزمایشات، طولانی بودن زمان آزمایش و طیف محدود استفاده اشاره کرد. مزیت این روش‌ها در سادگی انجام و همچنین در دسترس بودن بعضی مواد و معرف‌های لازم برای انجام آنها می‌باشد.

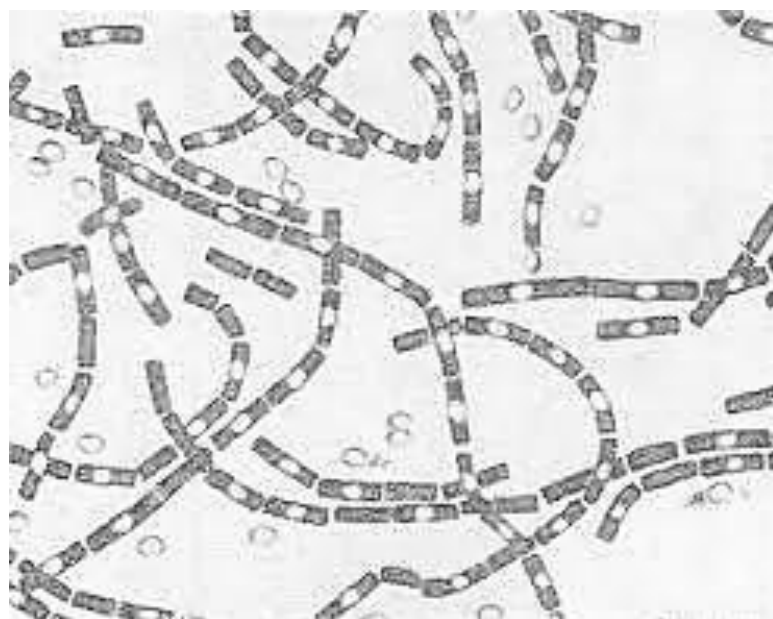
#### ۳-۱۴-۱-۱- بررسی‌های میکروسکوپی و رنگ‌آمیزی

آزمایشات میکروسکوپی جهت بررسی میکروارگانیسم‌ها بر اساس شکل، اندازه و مورفولوژی سلول انجام می‌گیرد. در آزمایشگاه میکروبی‌شناسی، رنگ‌آمیزی گرم،

آزمایشی مهم برای تشخیص احتمالی سریع عوامل عفونی است و کیفیت نمونه‌های بالینی را ارزیابی می‌کند. تفسیر گسترش‌هایی که رنگ‌آمیزی گرم شده‌اند، با در نظر گرفتن مشخصه‌های رنگ‌آمیزی، اندازه، شکل و آرایش سلول با مشاهده مستقیم در زیر میکروسکوپ صورت می‌گیرد. این مشخصه‌ها ممکن است به وسیله بسیاری از فاکتورها مانند مدت‌زمان ماندگی پلیت‌ها، محیط کشت، اتمسفر انکوباسیون، روش رنگ‌آمیزی و وجود مواد مهارکننده تحت تأثیر قرار بگیرند. برای تفسیر اسمیرهای تهیه‌شده از نمونه‌های بالینی مانند خلط، به وجود عوامل اضافی مانند انواع سلول‌های میزبان و فاگوسیتوز نیز می‌بایست دقت نمود. برای مثال در عامل طاعون، خیارک‌های ایجادشده را با سرنگ‌هایی سوراخ کرده و مقداری از ترشحات خارج‌شده آن‌را با گیمسا یا به روش ایمونوفلورسانس اختصاصی رنگ‌آمیزی می‌کنند. در رنگ‌آمیزی به روش ویسون می‌توان با سیل‌های عامل طاعون را به صورت دو قطبی شبیه سنجاق قفلی مشاهده کرد. همچنین اسپور عامل سیاه‌زخم، نسبت به رنگ‌پذیری بسیار مقاوم بوده به طوری که در رنگ‌آمیزی معمولی رنگ نگرفته و به صورت شفاف دیده می‌شود. برای رنگ‌آمیزی اسپور، از روش‌های اختصاصی استفاده می‌شود. یکی از این روش‌ها، روش شیفر-فولتون (Schaeffer - Falton) می‌باشد که با استفاده از رنگ مالاشیت‌گرین ( Malachite Green) و حرارت (به منظور افزایش قدرت نفوذ رنگ) صورت می‌گیرد.



شکل ۳-۸: رنگ آمیزی باسیل‌های طاعون با گیمسا



شکل ۳-۹: مشاهده اسپورهای باسیل‌های عامل آنتراکس با رنگ آمیزی مالاشیت گرین

## ۳-۱۴-۱-۲- کشت

روش‌های جداسازی و تشخیص عوامل عفونی در روش‌های سنتی، عموماً براساس کشت باکتری در محیط‌های مختلف و تولید کلنی‌های قابل رؤیت در یک محیط جامد انتخابی و انجام آزمایشات بیوشیمیایی در محیط‌های مایع است. با این وجود، عوامل عفونی بیماریزا در مواد غذایی آلوده به این عوامل، غالباً به مقدار نسبتاً کمی وجود داشته و توسط میکروب‌های عامل فساد، در موضع مغلوب قرار می‌گیرند و از سوی دیگر، طی عملیات‌های فرآوری مواد غذایی دچار صدمه می‌گردند، در نتیجه جداسازی باکتری مورد نظر پیچیده‌تر بوده و زمان بیشتری را طلب می‌کند و به همین دلیل جداسازی آنها معمولاً در سه مرحله: پیش‌غنی‌سازی (Pre Enrichment)، غنی‌سازی (Enrichment) و کشت در محیط جامد انتخابی (Selective Plating) صورت می‌گیرد. نمونه‌های مایعات بدن (مثل خون، ادرار و مایع مغزی نخاعی) به‌طور خطی روی پلیت کشت داده می‌شوند و کلنی‌های جدا شده باکتری‌ها که با چشم غیر مسلح قابل مشاهده‌اند بعد از انکوباسیون به مدت یک تا چند روز ظاهر می‌شوند. هر کلنی، شامل میلیون‌ها سلول باکتری است. بررسی این کلنی‌ها از نظر اندازه، بافت، رنگ و واکنش‌های همولیز به‌عنوان اولین مرحله شناسایی عوامل میکروبی، بسیار مهم است.



شکل ۳-۱۰: استفاده از کشت جهت تشخیص عوامل عفونی

### - پیش‌غنی‌سازی

این مرحله که به آن مرحله احیاء (Resuscitation) نیز گفته می‌شود، برای حفظ تعداد کم باکتری‌ها و التیام باکتری‌های صدمه‌دیده در فرآیندهای مختلف ضروری به نظر می‌رسد و در مورد بعضی از میکروب‌های بیماری‌زا نظیر سالمونلا استفاده از یک پیش‌غنی‌کننده مثل محیط لاکتوز برات (Lactose Broth) الزامی است. برای انجام این مرحله، از یک محیط غیرانتخابی استفاده می‌شود.

### - غنی‌سازی

در مواقعی که تعداد باکتری‌های بیماری‌زا در نمونه غذایی بسیار کم است، غنی‌سازی انجام می‌گیرد. هدف از این مرحله، رشد ارگانسیم مورد نظر بوده و لذا با استفاده از محیط غنی‌کننده مایع، باکتری‌هایی که بالاترین ضریب رشد را در بین جمعیت میکروبی آن نمونه غذایی دارا باشند در این محیط رشد خواهند نمود. مثلاً در مورد سالمونلا از محیط‌های سلنیت سیستین یا تتراتیونات استفاده می‌گردد. اکثر محیط‌های غنی‌سازی از نظر مواد مغذی پیچیده بوده و شرایطی را فراهم می‌سازند که طی آن، رشد میکروارگانسیم‌های رقیب کاهش یابد و یا از رشد آنها جلوگیری شود و تنها باکتری مورد نظر رشد نماید.

### - استفاده از محیط‌های جامد انتخابی

محیط‌های جامد انتخابی، محیط‌هایی هستند که یک میکروب یا گروه خاصی از میکروب‌ها را انتخاب می‌کنند. اصول ساخت این محیط‌ها مشابه محیط‌های غنی‌کننده مایع است و در تهیه آنها از عوامل مورد نیاز برای رشد باکتری استفاده می‌گردد. بدین معنی که در تهیه آنها از موادی استفاده می‌شود که باعث می‌گردد میکروب مورد نظر در آن رشد کرده و از سایر میکروب‌ها تفکیک داده می‌شود. البته پیشنهاد می‌گردد حتی در مواردی که پرگنه‌های واضح و تیپیکی در این محیط‌ها رشد کرده باشد، بهتر است قبل از نتیجه‌گیری نهایی، از آزمایشات تأییدی استفاده گردد. به‌عنوان مثال،

آزمایشات بیوشیمیایی ساده‌ای نظیر کاتالاز، اکسیداز، کوآگولاز و همچنین رنگ‌آمیزی گرم می‌توانند بسیار مفید باشند.



شکل ۳-۱۱: محیط کشت آگار خون گوسفند جهت کشت عامل آنتراکس

### ۳-۱-۱۴-۳- تعیین هویت میکروارگانیسم‌ها

عوامل میکروبی توسط انواع روش‌های سرولوژیک و بیوشیمیایی شناسایی می‌شوند. این کار اغلب نیاز به ۲۴ ساعت زمان اضافی برای رشد دارد. اما پیشرفت‌های جدیدی در روش‌های سنتی عوامل میکروبی حاصل شده است به طوری که روش‌های مینیاتوری از جمله کیت‌های تشخیصی، برخی از این محدودیت‌ها را برطرف نموده‌اند. از معروف‌ترین آنها کیت‌های API از جمله API20E برای خانواده باکتری‌های روده‌ای و ایجادکننده مسمویت غذایی و گاسترو انتریت می‌باشد. این کیت‌ها مشتمل بر یک نوار دارای چندین حفره برای انجام واکنش‌های شیمیایی می‌باشند. بعد از تلقیح کلنی ارگانیسم مد نظر واکنش با سوبسترای موجود در حفره‌ها، تغییرات سوبسترا با ایجاد رنگ همراه است و الگوهای رنگی مختلف، بیانگر وجود ارگانیسم‌های خاصی می‌باشند. این کیت‌ها دارای دقت، سرعت، قابلیت نگهداری، قابلیت استفاده بیشتر، تفسیر ساده‌تر و قابلیت

استفاده در آزمایشگاه‌های پرتابل و سیار را دارند اما نسبت به روش‌های مرسوم گران‌تر بوده و برای تمام میکروارگانیسم‌ها توسعه نیافته‌اند.

از سیستم‌های دیگر می‌توان به مینی‌تک‌ها اشاره نمود. در این روش از دیسک‌های واجد سوبسترای مورد استفاده در میکروارگانیسم‌ها برای انجام واکنش‌های بیوشیمیایی استفاده می‌شود. در این روش از محلول باکتریایی در غلظت مشخص جهت واکنش با دیسک‌های مختلف استفاده شده و پس از انکوبه‌گذاری، تغییر رنگ دیسک‌ها یادداشت شده و الگوهای حاصله از تغییر رنگ‌ها با الگوی استاندارد موجود در کیت بررسی شده و نتیجه یادداشت می‌شود. از جمله این کیت‌ها می‌توان به کیت Micro-ID اشاره نمود.

#### جدول ۳-۱: نمونه‌ها و شرایط نمونه‌گیری برخی عوامل میکروبی طی تهدیدات زیستی

تظاهرات بالینی عوامل میکروبی			
نوع بیماری و عامل آن	بلافاصله پس از تماس	دوره تظاهرات بالینی	دوره نقاهت / مراحل نهایی / پس از مرگ
سیاه‌زخم: باسیلوس آنتراسیس	صفر تا ۲۴ ساعت سوآپ بینی و گلو همچنین ترشحات تنفسی برای کشت، FA و PCR	۲۴-۷۲ ساعت سرم برای تشخیص توکسین، خون برای کشت و PCR	۱۰-۳ روز سرم برای تشخیص توکسین، خون برای کشت و نمونه‌های پاتولوژی
طاعون: یرسینیا پستیس	صفر تا ۲۴ ساعت سوآپ بینی، خلط و ترشحات تنفسی برای کشت، FA و PCR	۲۴-۷۲ ساعت، خون و خلط خونی برای کشت و FA و سنجش آنتی‌ژن F-1	کمتر از ۶ روز سرم برای تشخیص IgM و سپس IgG نمونه پاتولوژی
تولارمی: فرانسیسلا تولارنزیس	صفر تا ۲۴ ساعت سوآپ بینی، خلط و ترشحات تنفسی برای کشت، FA و PCR	۲۴-۷۲ ساعت خون برای کشت و PCR، خلط برای FA	بیش از ۶ روز سرم برای سنجش IgM و سپس IgG و تیتراگلوکوتیناسیون نمونه پاتولوژی

نوع بیماری و عامل آن	بلافاصله پس از تماس	دوره تظاهرات بالینی	دوره نقاهت / مراحل نهایی / پس از مرگ
گلاندرز: بورخولدريا مالمی	صفر تا ۲۴ ساعت سوآپ بینی، خلط، ترشحات تنفسی برای کشت و PCR	۲۲-۲۴ ساعت خون برای کشت و PCR خلط و نمونه ترشحات ضایعات پوستی برای کشت و PCR	بیش از ۶ روز خون و نسوج برای کشت، سرم برای آزمایش‌های ایمونولوژی، نمونه‌های پاتولوژی
بروسلوز: بروسلا (آبورتوس، سویس، ملی تنسیس)	صفر تا ۲۴ ساعت سوآپ بینی، خلط، ترشحات تنفسی برای کشت و PCR	۲۲-۲۴ ساعت خون برای کشت PCR	بیش از ۶ روز خون و نسوج برای کشت، سرم برای تست‌های سرولوژی، نمونه‌های پاتولوژی
تب کیو: کوکسیلا بورتی	صفر تا ۲۴ ساعت سوآپ گلو، خلط، ترشحات تنفسی برای کشت و PCR	۲-۵ روز خون برای کشت در تخم‌مرغ جنین‌دار و یا تلقیح به موش خون برای PCR	بیش از ۶ روز خون برای کشت در تخم‌مرغ جنین‌دار و یا تلقیح به موش، نمونه‌های پاتولوژی
بوتولیسم: توکسین بوتولیسم (کلستریدیوم بوتولینیوم)	صفر تا ۲۴ ساعت سوآپ بینی، ترشحات تنفسی برای PCR و سنجش توکسین سرم برای ردیابی توکسین	۲۲-۲۴ ساعت سوآپ بینی، ترشحات تنفسی برای PCR و ردیابی توکسین	بیش از ۶ روز معمولاً Ig M و Ig G وجود ندارد. نمونه‌های پاتولوژی (کبد و طحال)
مسمومیت با ریسین: (توکسین ریسین از دانه کرچک)	صفر تا ۲۴ ساعت سوآپ بینی، ترشحات تنفسی برای PCR و سرم برای ردیابی توکسین	۳۶-۴۸ ساعت سرم برای ردیابی توکسین، نسج برای آزمایشات ایمونوهیستولوژیک	کمتر از ۶ روز سرم برای مطالعه IgM و IgG
انتروتوکسین B: استافیلوکک اورئوس	صفر تا ۳ ساعت سوآپ بینی، ترشحات تنفسی برای PCR و سرم برای آزمایش توکسین	۲-۶ روز نمونه ادرار (تست) ایمونولوژی، سوآپ بینی و ترشحات تنفسی برای PCR، سرم برای توکسین	بیش از ۶ روز سرم برای اندازه‌گیری سطح IgM و IgG



دوره نقاهت / مراحل نهایی / پس از مرگ	دوره تظاهرات بالینی	بلافاصله پس از تماس	نوع بیماری و عامل آن
بیش از ۶ روز نمونه ادرار برای مطالعه متابولیت‌های توکسین	۱-۵ روز سرم، نسج (نمونه بافت) برای تشخیص توکسین	صفر تا ۲۴ ساعت سوآپ گلو، بینی و ترشحات تنفسی برای تست‌های ایمونولوژی و HPIC	مسمومیت با سم T2: مایکوتوکسین
بیش از ۶ روز سرم برای ردیابی IgM، نمونه‌های پاتولوژی به‌علاوه نمونه غدد فوق کلیوی	۲۴-۷۲ ساعت سرم و سوآپ گلو برای کشت و PCR و الایزا، مایع مغزی نخاعی، سوآپ گلو حداکثر تا روز پنجم	صفر تا ۲۴ ساعت سوآپ بینی، ترشحات تنفسی برای کشت ویروس و PCR	انسفالومیلیت اسبی EEE, WEE VEE
بیش از ۶ روز سرم جهت کشت ویروسی، نمونه‌های پاتولوژی به‌علاوه نمونه غدد لنفاوی	۲-۵ روز سرم جهت کشت ویروس	صفر تا ۲۴ ساعت سوآپ بینی، ترشحات تنفسی برای کشت ویروس و PCR	ابولا
بیش از ۶ روز سرم جهت کشت ویروس، نمونه ضایعات پوستی جهت آزمایش میکروسکوپ الکترونی و کشت ویروس و PCR، نمونه‌های پاتولوژی	۲-۵ روز سرم جهت کشت ویروس	صفر تا ۲۴ ساعت سوآپ بینی و ترشحات تنفسی جهت کشت ویروس و PCR	اسمال پوکس ( ) آبله ( )، آبله میمونی: ارتوپوکس ویروس‌ها

### ۳-۱۴-۲- روش‌های فیزیکی تشخیص عوامل میکروبی

#### ۳-۱۴-۲-۱- اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی (Impedance Measurment)

این روش، تکنیک نسبتاً سریعی است که توسط آن، شناسایی باکتری براساس فعالیت متابولیکی و مقاومت الکتریکی که از خود نشان می‌دهد، صورت می‌پذیرد. بدین صورت که باکتری‌های موجود در نمونه، با گذشت زمان از خود مقاومت الکتریکی نشان می‌دهند که میزان آن بر روی منحنی خاص نمایش داده می‌شود و اندازه‌گیری می‌گردد و از روی منحنی حاصله، نوع باکتری و تعداد آن را تخمین می‌زنند. با استفاده از این روش، تشخیص تعدادی از باکتری‌های بیماری‌زایی مواد غذایی مانند سالمونلا، اشریشیاکلی، استافیلوکوکوس اورئوس (Staphylococcus Aureus) و لیستریا منوسیتوژنز به‌طور موفق انجام گردیده است.

#### ۳-۱۴-۲-۴-۱-۲- فلوسیتومتری (Flow Cytometry)

منظور از این روش، اندازه‌گیری تعدادی از سلول‌های باکتری در یک محیط سوپانسیون مایع است که در آن سلول‌ها به‌طور جداگانه توسط یک کانال جریان به طرف دتکتور (Detector) هدایت می‌شوند و دستگاه قادر است که هر سلول را از نظر ترکیبی و هویتی مشخص نماید.

### ۳-۱۴-۳- روش‌های شیمیایی

#### ۳-۱۴-۳-۱- روش‌های سنجش تولید ATP (ATP Assessment)

تعیین میزان ATP تولیدشده توسط باکتری، یکی از روش‌هایی است که در تعیین وضعیت بهداشتی مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد و اساس آن، واکنشی است که بین آنزیم لوسیفرز (Luciferase) صورت می‌گیرد. بدین صورت که آنزیم در حضور

ATP تولیدشده توسط باکتری‌ها، بر روی لوسیفیرین اثر کرده و نور تولید می‌کند که میزان این نور تولیدشده توسط دستگاه اندازه‌گیری می‌گردد. بدیهی است هر چه تعداد باکتری در نمونه مورد بررسی بیشتر باشد، ATP بیشتری تولید گردیده و نور بیشتری ایجاد می‌گردد.

### ۲-۳-۱۴-۳ روش دورگه‌سازی DNA (DNA Hybridization)

این روش که بر اساس ویژگی منحصر به فرد DNA یعنی توانایی اتصال به جفت باز مکمل خود می‌باشد پایه‌ریزی گردیده است. از این ویژگی DNA می‌توان برای شناسایی توالی‌های خاص در درون ژنوم استفاده نمود. در این روش، ترادف‌های DNA ی یک میکروارگانیزم خاص مورد استفاده قرار می‌گیرد تا ترادف‌های DNA یا RNA مشابه خود در ژنوم تعیین گردد. در واقع بین قطعه DNA معلوم و شناخته‌شده با قطعه DNA باکتری مجهول و ناشناخته هیبریداسیون صورت می‌پذیرد. ابتدا قطعه‌ای از DNA نشاندار شده را که می‌دانیم مربوط به چه نوع باکتری است به عنوان پروب به فیلتر اضافه می‌کنند تا توسط آن DNA باکتری مورد نظر را شناسایی کنند. بدین صورت که چنانچه قطعه DNA نشاندار شده با قطعه DNA باکتری مجهول جفت شوند و هیبرید تشکیل دهند، با شستشوی فیلتر از هم جدا نمی‌شوند و بر روی فیلتر باقی می‌مانند و بدین شکل باکتری مورد نظر شناسایی می‌گردد.

### ۳-۳-۱۴-۳ لکه‌گذاری ساترن

برای انجام عمل هیبریداسیون لازم است که علاوه بر قطعه کاوشگر، قطعات DNA هضم شده نیز تک رشته‌ای شوند. لذا ابتدا DNA روی ژل آگارز را که حاوی قطعات هضم شده است در محلول‌های قلیائی مثل اوره یا فرمالدئید یا هیدروکسید سدیم

تک‌رشته می‌نمایند. سپس صفحه‌ای از غشاء نیترو سلولزی را روی قسمت فوقانی ژل قرار داده و روی آن غشاء مقداری کاغذ جاذب‌الرطوبه می‌گذارند. محلول بافر تانک الکتروفورز به‌وسیله فشار اسمزی کاغذ فوقانی بالا کشیده می‌شود و حین عبور از ژل، به غشاء نیترو سلولزی که دارای بار مثبت است منتقل می‌گردد. با تسهیل عمل هیبریداسیون بین کاوشکر و قطعات DNAی هضم‌شده در معرض پروب نشاندار، رادیواکتیو در نقاطی که همولوژی وجود دارد هیبرید می‌گردد. قطعاتی که هیبریداسیون در آنها صورت نگرفته است از محیط شسته می‌شوند و سپس از غشای نیترو سلولزی در مجاورت فیلم عکاسی اتورادیوگرافی به‌عمل می‌آید. پس از ظهور و ثبوت فیلم، قطعات ویژه‌ای از DNA که با پروب هیبرید هستند به‌صورت یک باند مرئی دیده می‌شوند.

### ۳-۱۴-۴- روش‌های ایمونولوژیکی در تشخیص باکتری‌های بیماری‌زا و

#### عوامل عفونی

روش‌های ایمونولوژیکی و سروولوژیکی در تشخیص میکروارگانیزم‌های بیماری‌زا از سال‌ها قبل به‌صورت اختصاصی مورد استفاده قرار گرفته‌اند؛ لیکن به‌دلیل وجود واکنش‌های مثبت کاذب که در این واکنش‌ها رخ می‌دهد چندان مورد استقبال واقع نگردیدند. در سال‌های اخیر با استفاده از تکنیک‌هایی نظیر آنتی‌بادی‌های مونوکلونال و کوآگلوتیناسیون و الیزا این مشکل مرتفع گردیده و امروزه کاربرد بسیار زیادی در تشخیص باکتری‌های بیماری‌زا دارند. در زیر به سه مورد از مهم‌ترین این روش‌ها اشاره می‌گردد.

#### ۳-۱۴-۱- روش کوآگلوتیناسیون لاتکس

روش ساده‌ای است که اساس آن مبتنی بر انجام واکنش بین پادتن و پادگن (یا آنتی‌بادی و آنتی‌ژن) است که توسط یک آنتی‌بادی مشخص‌شده، آنتی‌ژن مورد نظر

(باکتری یا توکسین آن) تشخیص داده می‌شود. امروزه در بازار، آنتی‌بادی‌های آماده که به لاتکس متصل شده‌اند به صورت تجارتي وجود دارد که نمونه آن کیت تجاری سالمونلا است که برای جداسازی سالمونلا از نمونه‌های مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. یعنی در اثر واکنش بین آنتی‌بادی متصل به لاتکس و آنتی‌ژن (باکتری یا توکسین باکتری) آگلوتیناسیون ایجاد شده و باکتری تشخیص داده می‌شود.

### ۳-۱۴-۲- روش الیزا (ELISA)

یکی از تکنیک‌هایی که به طور وسیع و گسترده‌ای برای جستجوی میکروب‌های بیماریزا و بسیاری از عوامل عفونی مورد استفاده قرار می‌گیرد، الیزا می‌باشد که اساس آن، اتصال یک آنزیم به آنتی‌ژن یا آنتی‌بادی مورد نظر است. این تکنیک برای اولین بار در دهه ۱۹۶۰ جهت بررسی و تشخیص آنتی‌ژن‌ها و آنتی‌بادی‌های اختصاصی در پاتوژن‌های میکروبی مورد استفاده قرار گرفت. در این تکنیک ابتدا باکتری یا توکسین مورد نظر (آنتی‌ژن) روی یک فاز جامد قرار داده می‌شود که این فاز جامد معمولاً پلی‌استیرن است. سپس آنتی‌بادی اختصاصی که حاوی آنزیم است اضافه می‌کنند (آنتی‌ایمونوگلوبولین). شستشوی ملایم می‌دهند و میزان آنزیم باقیمانده در لوله یا حفره میکروتیتر را اندازه‌گیری می‌کنند تا مقدار مصرف آنزیم و میزان آنتی‌بادی‌های اختصاصی سرم اولیه مورد آزمایش قرار می‌گیرد. قابل ذکر است آنزیمی که به طور معمول در این تکنیک مورد استفاده قرار می‌گیرد، آنزیم هورس رادیش پراکسیداز (Horseradish Peroxidase) است که مقدار آن را با اضافه کردن سوپسترای خاص پراکسیداز و به روش کالیمتری اندازه‌گیری می‌کنند. نوعی از این تکنیک نیز به نام ساندویچ الیزا موسوم است که در آن آنتی‌بادی جذب فاز جامد می‌شود و پس از شستشو، محلول مورد آزمایش که حاوی آنتی‌ژن است اضافه می‌شود و آنتی‌ژن مورد نظر حداقل باید دو جایگاه اتصال داشته باشد. امروزه از این روش برای تشخیص بسیاری

از عوامل بیماریزا از جمله استافیلوکوکوس اورئوس، سالمونلا، اش‌ریشیا کلی، کلاستریدیوم بوتولینیوم و توکسین‌های آنها استفاده می‌گردد.

### ۳-۱۴-۴-۳- روش غنی‌سازی انتخابی حرکت (Selective Motility Enrichment)

این روش در واقع یک روش سرولوژیکی است که با غنی‌سازی باکتری بیماریزا توأم است. یعنی ابتدا بایستی مراحل پیش‌غنی‌سازی باکتری، غنی‌سازی انتخابی در محیط مایع و کشت در محیط جامد انتخابی صورت گرفته و سپس آزمایشات سرولوژیکی انجام گیرد. از آنجایی که در این تکنیک حرکت میکروارگانیسم مدنظر است، تنها باکتری‌های متحرک قابل جداسازی و تشخیص هستند.

### ۳-۱۴-۵- روش‌های تشخیصی توکسین‌های زیستی

توکسین‌ها مواد زیان‌آوری هستند که توسط موجودات زنده از جمله حیوانات، گیاهان، باکتری‌ها و قارچ‌ها تولید می‌شوند. این مواد در بعضی از خصوصیات از سموم صنعتی متمایز می‌باشند. در تولید آنها انسان دخالتی ندارد و به شکل کاملاً طبیعی ساخته می‌شوند. توکسین‌های زیستی به خاطر قدرت سم‌زایی بسیار بالا و تولید نسبتاً ارزان و ساده، همواره مورد توجه کشورهای مختلف جهت اهداف خصمانه بوده‌اند. در این راستا باکتریوتوکسین‌ها و مایکوتوکسین‌ها همواره مدنظر بوده و به اشکال گوناگون مورد استفاده قرار گرفته‌اند. توکسین‌های قارچی بسیار زیادی شناخته شده‌اند که به‌عنوان مواد پرخطر زیستی به شمار می‌روند. به‌عنوان مثال، آفلاتوکسین و تریکوتسن از توکسین‌های مهم قارچی (مایکو توکسین) به‌شمار می‌روند. این مواد به طرق گوناگون مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ از جمله تولید آئروسول‌های آلوده به این عوامل و آلوده ساختن منابع آب و منابع غذایی. با توجه به اهمیت و خطرات ناشی از این عوامل، تشخیص سریع آن‌ها از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است زیرا در غیاب تأمین تدارکات

خاص در سطح محلی، منطقه‌ای و ملی یک حادثه زیستی ناشی از استفاده از این عوامل به‌عنوان آلوده‌کننده‌های آب و مواد غذایی، اساس بهداشت و درمان محلی و شاید ملی را به‌هم ریخته و باعث وخیم‌تر شدن وضعیت بحران گردد.

### ۳-۱۴-۵-۱- روش‌های زیستی تشخیصی توکسین‌های زیستی

روش‌های تشخیصی پیشرفته، روش‌هایی سریع، آسان و دقیق می‌باشند ولی این روش‌ها بر خلاف روش‌های زیستی اطلاعاتی راجع به فعالیت زیستی توکسین‌ها فراهم نمی‌آورند، از اینرو روش‌های زیستی هنوز هم امروزه جهت تشخیص بعضی از سموم به‌عنوان استاندارد طلایی مد نظر می‌باشند. این روش‌ها بیشتر بر پایه تزریق و بررسی فعالیت سموم در حیوانات مختلف آزمایشگاهی از جمله موش، میمون، خرگوش و یا خوکچه هندی می‌باشند. روش‌های مبتنی بر کشت سلولی و بررسی فعالیت توکسین در سلول‌ها نیز از روش‌ها زیستی است که در مقیاس وسیعی مورد استفاده می‌باشد.

### ۳-۱۴-۵-۲- روش‌های ایمونولوژیک

این روش‌ها بسیار ساده‌تر و ارزان‌تر از روش‌های زیستی هستند و در مقیاس وسیعی مورد استفاده اکثر مراکز سنجش زیستی قرار می‌گیرند. مهم‌ترین این روش‌ها شامل موارد زیر است.

### ۳-۱۴-۵-۳- روش‌های انتشار در ژل

این روش‌ها یکی از اولین روش‌های ایمونولوژیک مورد استفاده بوده و شامل انتشار یک طرفه، دوطرفه و روش‌های میکرو اسلاید می‌باشند. جهت انجام این آزمایش‌ها، فراهم کردن آنتی‌ژن در شکل رسوب، جزء ضروری و مهم می‌باشد. از میان این روش‌ها، متد اوچترلونی از بقیه بیشتر مورد استفاده قرار گرفته است. این تکنیک جهت شناسایی

سموم مختلف از جمله سموم استافیلوکوکی کاربرد داشته است. این تکنیک حساسیت تشخیصی در حدود ۰/۱ تا ۰/۰۱ میکروگرم در میلی‌لیتر را در مورد سموم استافیلوکوکی دارد ولی از طرفی تفسیر نتایج آن مشکل می‌باشد. ایجاد واکنش‌های غیراختصاصی، از دیگر مشکلات این تکنیک می‌باشد.

### ۳-۱۴-۵-۴- سنجش به‌روش هماگلوتیناسیون

روش‌های مبتنی بر هماگلوتیناسیون به‌مراتب حساس‌تر از روش‌های سنجش انتشار در ژل می‌باشند. بر خلاف روش‌های انتشار در ژل، نیازی به فرم قابل رسوب آنتی‌ژن نمی‌باشد. در هماگلوتیناسیون معکوس، اریتروسیت‌های پوشیده‌شده با توکسین به واکنش اضافه شده و در صورت آزاد بودن آنتی‌بادی‌ها، آگلوتیناسیون رخ می‌دهد. در آزمون آگلوتیناسیون معکوس، آنتی‌بادی با اریتروسیت‌های گوسفند متصل‌شده و هنگامی که توکسین موجود است، با آن آگلوتیناسیون ایجاد می‌کند.

### ۳-۱۴-۵-۵- کواگلوتیناسیون

در این روش، آنتی‌بادی علیه توکسین با پروتئین A باکتری استافیلوکوکوس ارئوس باند می‌شود. پروتئین A به قسمت FC آنتی‌بادی متصل‌شده و قسمت Fab آنتی‌بادی آزادانه در سطح پروتئین A عرضه می‌شود.

### ۳-۱۴-۵-۶- آگلوتیناسیون ذرات لاتکس غیرفعال و معکوس

این روش برای شناسایی آنتی‌ژن‌های محلول در عصاره‌های غذایی و یا کشت سلولی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در روش‌های آگلوتیناسیون سنتی، آنتی‌بادی محلول با آنتی‌ژن واکنش می‌دهد اما در آگلوتیناسیون ذرات لاتکس غیرفعال و معکوس، آنتی‌بادی‌ها به ذرات لاتکس متصل‌شده و با آنتی‌ژن محلول واکنش می‌دهند. در این



روش، رقت‌های متوالی از نمونه تهیه‌شده و با مقدار ثابتی از آنتی‌بادی متصل‌شده به ذرات لاتکس سنجیده می‌شود.

### ۳-۱۴-۵-۷- ایمونوالکتروفورز

این روش بر پایه واکنش آنتی‌بادی‌های اختصاصی تولیدشده علیه توکسین‌های مختلف می‌باشد. کاربردی‌ترین روش‌های مبتنی بر این اساس، کانتر ایمونوالکتروفورز و راکت ایمونوالکتروفورز می‌باشند. این تکنیک‌ها روش‌هایی حساس جهت شناسایی توکسین‌های مختلف از جمله توکسین‌های استافیلوکوکی، توکسین بوتولینیوم و غیره می‌باشند.

### ۳-۱۴-۵-۸- الایزا (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA)

روش الایزا کمی در سال ۱۹۷۱ توسط Van Wemen ابداع گردید. از آن تاریخ، روش‌های سنجش ایمونولوژیکی بسیاری ابداع گردیده‌اند ولی بدون شک ELISA بهترین و بیشترین استفاده را در تمام دنیا داشته است.

در روش مستقیم یا دوگانه (Sandwich Format)، آنتی‌ژن هدف با انکوباسیون نمونه و اتصال به آنتی‌بادی متصل‌شده به چاهک‌ها سنجیده می‌شود. این آنتی‌ژن متصل‌شده با یک آنزیم دیگر که خود آن توسط یک آنتی‌بادی اختصاصی پوشیده شده است، اتصال می‌یابد و در صورت اتصال سوبسترای آنزیم که به واکنش اضافه گردیده، رنگ مخصوص و یا محصول فلورسنت تولید می‌کند که میزان رنگ یا فلورسنت تولیدشده، تابعی از میزان آنتی‌ژن ردیابی‌شده خواهد بود. الایزا یکی از روش‌هایی است که وسیع‌ترین استفاده را در بین اکثر روش‌های تشخیصی ایمونولوژیکی دارد. مزایای این تکنیک از جمله حساسیت قابل قبول آن باعث شده تا مقبولیت بسیار زیادی را در تشخیص‌های مختلف کلینیکی و زیستی داشته باشد. این روش و روش‌های ترکیبی آن

از جمله PCR – ELISA در مورد تشخیص اکثر توکسین‌های باکتریایی، قارچی و غیره به کار رفته است و این تکنیک‌های ترکیبی، حساسیت و ویژگی بسیار بالایی نسبت به تکنیک‌های قدیمی دارند.

### Enzyme-Linked Immuno Filtration assay – ۹-۵-۱۴-۳

یکی از روش‌های سریع سنجش ایمونولوژیکی مشتق از ELISA، روش ELIFA می‌باشد. گزارش شده که این روش در بسیاری از موارد، حساسیتی برابر و حتی بیشتر از روش ELISA دارد. در این روش، یک غشای نیترو سلولز وجود دارد که بین چاهک‌ها و یک پمپ قرار می‌گیرد. فیلتراسیون نمونه از غشای مذکور واکنش بین واکنش‌دهنده‌ها و لیگاندهای آن‌ها که در غشای نیترو سلولز ثابت شده‌اند را تسریع می‌کند؛ به گونه‌ای که آزمایش فوق از ۴ ساعت در مورد ELISA به یک ساعت در مورد ELIFA کاهش یافته است.

### ۱۰-۵-۱۴-۳ روش‌های مبتنی بر کروماتوگرافی

روش‌های مبتنی بر کروماتوگرافی مانند کروماتوگرافی لایه نازک (TLC)، کروماتوگرافی گاز مایع (GLC) و یا کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC)، جهت تشخیص توکسین‌های مختلف از جمله بوتولینیوم، توکسین‌های استافیلوکوکوس ارئوس و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرند. این تکنیک‌ها حساسیتی در حدود ۰/۰۰۵ میکروگرم در کیلوگرم را دارا می‌باشند و به همین دلیل، کاربردهای متعددی به‌عنوان یک ابزار تشخیصی مناسب پیدا نموده‌اند.

### ۳-۱۴-۵-۱۱- فلوسیتومتری

روش‌های مبتنی بر فلوسیتومتری براساس اصول پراکندگی، برانگیختگی و انتشار نور استوار می‌باشند؛ به این شکل که برانگیختگی نور و انتشار مولکول‌های فلوروکروم باعث ایجاد امواج دارای اطلاعات چندگانه از ذرات مورد سنجش می‌گردد. این تکنیک در تشخیص توکسین B استافیلوکوک دارای حساسیتی در حدود یک پیکوگرم در میلی‌لیتر می‌باشد.

### ۳-۱۴-۵-۱۲- رادیوایمنواسی (RIA) Radio Immuno Assay

در این روش، آنتی‌ژن با یک ماده رادیواکتیو نشاندار شده و سپس با آنتی‌بادی اختصاصی خود واکنش می‌دهد. میزان اتصال آنتی‌ژن و آنتی‌بادی توسط تعیین میزان رادیوایمنواسی مشخص می‌شود. این روش از روش‌های سنتی و به‌خصوص انتشار در ژل بسیار حساس‌تر است ولی دارای معایبی است که شامل نیاز به تجهیزات مخصوص و خطر کار با مواد رادیواکتیو می‌باشد. این متد قادر است مقادیر ۱۰۰ پیکو مول از توکسین ریسین را در نمونه‌های بالینی تشخیص دهد.

### ۳-۱۴-۵-۱۳- روش‌های نوین تشخیص توکسین‌ها

امروزه آنتی‌بادی‌ها کاربرد وسیعی در تشخیص ایمونولوژیکی توکسین‌های مختلف دارند ولی از طرفی دارای محدودیت‌هایی نیز می‌باشند؛ از جمله، حساسیت آن‌ها به دما (در نتیجه دناتوره شدن ساختمان پروتئینی آن‌ها). این محدودیت‌ها باعث شده تا آنتی‌بادی‌ها با فناوری‌های جدیدتر جایگزین گردند.

از جمله این روش‌ها می‌توان به استفاده از Aptamer chip‌ها و یا استفاده از گلیکواسفنگولیپیدها (GSLs) اشاره نمود. گلیکواسفنگولیپیدها (GSLs) ارتباط بسیار محکم و قوی را با توکسین‌های (پروتئین) مختلف برقرار می‌کنند و حساسیت بسیار

بالایی را نیز دارا می‌باشند؛ لذا مزیت‌های زیادی نسبت به فناوری آنتی‌بادی نشان داده‌اند. از روش‌های دیگر می‌توان به تکنیک‌های بهبودیافته بر اساس فناوری Micro chip اشاره کرد. یکی از این متدها، روش Micro chip در ترکیب با ژل‌های مختلف است که تکنیکی به نام Protein gel-based Micro chip را به وجود آورده است. این فناوری در سنجش‌های ایمونولوژیکی مختلف از جمله در ایمونواسی‌های بر پایه فلورسنت کمی لومینسانس و Mass spectromy مورد استفاده قرار گرفته است.

یکی دیگر از روش‌های جایگزین در سنجش‌های بر پایه آنتی‌بادی، روشی به نام Solid phase Surface Immuno assay Technology است. این تکنیک دارای حساسیتی بسیار بالا بوده و توانایی سنجش هم‌زمان چند توکسین از جمله ریسین، SEB و یا تریکوتسن را دارد. این متد، جایگزینی برای روش‌های قدیمی‌تر بر پایه Micro Plate مثل Magnetic Micro phore یا Gold coated magneto elastic یا sensor surface می‌باشد.

روش دیگری که در سنجش ریسین اخیراً ابداع شده به نام Immunomagnetic Microsphere surface می‌باشد. این روش شامل دو جزء کمی لومینسانس است. یکی شامل فلوروژنیک کمی لومینسانس (FCL) و دیگری الکتروکمی لومینسانس (ECL) می‌باشد. این تکنیک قادر است که توکسین ریسین را در حد  $5\text{pg/ml}$  ردیابی کند. کاربرد فراوانی یافته است. این روش در ترکیب با متدهای دیگر Capillary Electrophoresis (CEIA) در سطح وسیعی مورد استفاده قرار گرفته است.

### – انتروتوکسین B استافیلوکوکی

استافیلوکوک ارئوس تولیدکننده تعدادی آگزوتوکسین مختلف می‌باشد که یکی از آنها انتروتوکسین B (SEB) است. این توکسین دارای طیف وسیع فعالیت زیستی است. پس از گذشت ۳ تا ۱۲ ساعت از تماس استنشاقی توکسین، به‌طور ناگهانی تب‌ورز، سردرد، میالژی و سرفه‌های بدون خلط بروز می‌کند. به‌دلیل دفع سریع این توکسین از جریان خون، تعیین حضور آن در جریان خون همزمان با بروز علائم مشکل است؛ با اینحال توسط بعضی از تست‌های حساس آزمایشگاهی می‌توان آن را ردیابی کرد.

سابقاً روش‌های تشخیص سموم استافیلوکوکی از جمله انتروتوکسین B مبتنی بر روش‌های انتشار در ژل بود که حدوداً ۵ تا ۱۱ روز زمان نیاز داشت. بعد از آن روش‌های مبتنی بر RIA بسیار حساس‌تر و مفیدتر از روش‌های گذشته جهت ردیابی این سم معرفی گردید. این روش‌ها صد برابر حساس‌تر از روش‌های انتشار در ژل می‌باشند. روش‌ها و کیت‌های تجاری مختلفی برای تشخیص سم SEB و دیگر سموم استافیلوکوکی موجود است که حساسیتی برابر و در بعضی موارد، بیشتر از تکنیک‌های RIA دارند. این روش‌ها شامل متدهای RPLA می‌باشند. اساس این تکنیک‌ها همان تشخیص ایمنولوژیکی مبتنی بر ذرات لاتکس است. علاوه‌بر موارد فوق، تست‌های مبتنی بر الایزا قادر هستند سموم استافیلوکوکی را بسیار حساس‌تر از تکنیک‌های سنتی اندازه‌گیری کنند. این تکنیک‌ها توکسین را در مقادیر ۲۵/ ng/ml تشخیص می‌دهند.

امروزه علاوه‌بر روش‌های فوق، روش‌های بسیار جدیدتر و پیشرفته‌تری جهت ارزیابی SEB عرضه شده‌اند. با به‌کارگیری بیوسنسورها و ترکیب آنها با فناوری فلورسنت، تحولات بزرگی در تشخیص بیوتوکسین‌ها و مواد زیستی دیگر به‌وجود آمده است. تکنیک‌های array-based biosensor شامل ۲ پروب می‌باشند که امکان تشخیص همزمان چند ماده و در اندازه‌های بسیار کم را می‌دهند، پروب اول شامل

Immobilized Capture Antibodies می‌باشند که توسط پروب دوم که در واقع شامل آنتی‌بادی‌های فلورسنت می‌باشد، شناسایی می‌شوند. این تکنیک‌ها در شناسایی SEB بهترین نتایج را دربرداشته‌اند. از جمله تکنیک‌های دیگر، میکروچیپ‌های الکترونیک Electronic Microchips قابل ذکر است که در واقع روش سنجش بر پایه میکرو الکتروفورز (Micro Electrophoresis) می‌باشد. این متد قابلیت ترکیب با روش‌های دیگر را نیز دارد. این روش همچنین امکان آنالیز چند نمونه و چند سم را همزمان فراهم می‌آورد. روش (IMS) یا Immuno Magnetic Separation از روش‌های جدید دیگری بوده که در واقع نوع پیشرفته‌ای از روش‌های ایمنواسی می‌باشد. در این روش، از دانه‌های مغناطیسی بسیار کوچکی استفاده می‌شود که با آنتی‌بادی‌های اختصاصی پوشیده شده است. این روش دارای حساسیت بسیار بالایی می‌باشد به گونه‌ای که SEB را در غلظت‌های  $0.1 \text{ ng/ml}$  به خوبی مشخص می‌کند.

روش IMS-FM یکی از روش‌های تکمیلی IMS است که در آن از Microplate Fluorometer استفاده می‌شود. این روش نسبت به IMS بسیار سریع‌تر بوده و در آن امکان سنجش توکسین حتی در نمونه‌های فرآوری‌نشده فراهم گردیده است. روش‌های جدید تشخیص SEB بسیار متنوع و گسترده می‌باشند که در ادامه به ذکر مهم‌ترین آن‌ها اکتفا می‌گردد. مهم‌ترین این روش‌ها شامل روش‌های مبتنی بر اسیدهای نوکلئیک شامل PCR، Real-Time PCR، ELISA-PCR و یا روش‌های جدیدتر مانند Magnetoplastic Sensors، Surface Plasmon Resonance، Fibroptic\_Sandwich Immuno assay، Fluorescent assay، ELISA-LAPS و Piezoelectric Crystal Immunosensor می‌باشند.

### – توکسین‌های کلستریدیوم پرفرنژنس

این توکسین‌ها توسط یک باکتری گرم مثبت بی‌هوازی به‌نام کلستریدیوم پرفرنژنس تولید می‌شوند. استفاده از برخی از این توکسین‌ها در عملیات خرابکارانه در منابع آب یا انبارهای مواد غذایی دور از ذهن نیست. از انواع سموم این باکتری نوع A و C در انسان‌ها عامل مسمومیت بوده که البته بیشتر موارد در اثر مسمومیت با نوع A می‌باشند. تشخیص کلستریدیوم و سموم آن در مواد غذایی معمول نبوده و اکثر اوقات تشخیص آن بر مبنای جستجوی سم در مدفوع می‌باشد. متدهای مختلفی برای شناسایی سموم کلستریدیوم پرفرنژنس گزارش شده‌اند. از بین این روش‌ها تنها روش کشت سلولی Vero دارای حساسیت و ویژگی بالایی است. تست‌های ایمنولوژیک متعددی نیز جهت تشخیص این توکسین وجود دارند. همچنان که در مورد SEB گفته شد، روش‌های قدیمی‌تر مثل روش‌های انتشار در ژل، RPLA و ELISA به‌خوبی در تشخیص سموم کلستریدیوم پرفرنژنس مورد استفاده قرار می‌گیرند. تست‌های مبتنی بر ELISA با حساسیت در حد ۱-۲ ng/ml قادر به تشخیص سموم این باکتری می‌باشند. روش‌های مبتنی بر اسیدهای نوکلئیک در مورد تشخیص این باکتری و ژن‌های عامل مسمومیت آن به‌خوبی توسعه یافته‌اند. از جمله تست‌های مبتنی بر PCR و پروب‌های مولکولی، شامل روش‌های هیبریدیزاسیون و یا انواع روش‌های تکثیر جهت ژن‌های دخیل در ایجاد توکسین‌های باکتریایی می‌باشند. استفاده از بیوسنسورها و تکنیک‌های مبتنی بر فلورسنت در مورد سموم کلستریدیوم دیفیسیل نیز باعث ایجاد روش‌های سنجش بسیار دقیق و سریع شده است. از روش‌های مفیدی که جهت ارزیابی و سنجش توکسین کلستریدیوم پرفرنژنس به‌کار می‌روند می‌توان به روش‌های Poly Capture ELISA(PC-ELISA)، Mouse Neutralization Test (MNT) و کانتر ایمونوالکتروفورز اشاره نمود. این تکنیک‌ها همگی روش‌هایی با حساسیت و ویژگی بالا جهت شناسایی توکسین‌های کلستریدیوم پرفرنژنس ارزیابی شده‌اند.

### - توکسین کلستریدایوم بوتولینیوم

این توکسین توسط باکتری بی‌هوازی کلستریدایوم بوتولینیوم تولید می‌شود. شروع بیماری با فلج اعصاب مغزی همراه بوده که شامل تاری دید، دو بینی، خشکی دهان و حلق و دیسفاژی می‌باشد. تظاهرات بیماری خیلی زود طی ۱۲ تا ۳۶ ساعت پس از استنشاق توکسین شروع می‌شود.

روش‌های تشخیص سنتی مثل روش‌های مبتنی بر تزریق به حیوانات آزمایشگاهی، جهت تشخیص توکسین و مسمومیت‌های این باکتری استفاده می‌شوند ولی این روش‌ها از ویژگی بالایی برخوردار نیستند. توکسین این باکتری معمولاً در نمونه‌های مدفوع، غذا یا خون اندازه‌گیری می‌شود. در بین این روش‌ها، روش تزریق به موش از حساسیت بالایی برخوردار است ولی مشکلات زیادی به همراه دارد؛ از جمله مقرون به صرفه نبودن، نیاز به تجهیزات خاص و در دسترس نبودن حیوانات آزمایشگاهی. روش‌های الایزا با استفاده از آنتی‌بای‌های منوکلونال و پلی‌کلونال روش‌های جایگزینی برای تست‌های سنتی تشخیص توکسین می‌باشند. روش‌های مولکولی مختلف جهت تشخیص توکسین‌های بوتولیسم طراحی و مورد استفاده قرار گرفته‌اند. به‌عنوان مثال، این آزمایشات جهت تشخیص توکسین نوع B بوتولینیوم در سطح وسیعی مورد استفاده قرار گرفته است. تست‌های فوق برای نمونه‌های مختلفی از جمله سرم، خون، آسپیراسیون سیستم گوارش و مدفوع طراحی شده‌اند. تست‌های مختلف الکترومیوگرام از روش‌هایی هستند که جهت تشخیص مسمومیت با این باکتری مورد استفاده قرار می‌گیرند. از روش‌های جدیدی که اخیراً جهت تشخیص و شناسایی توکسین بوتولیسم استفاده می‌شوند می‌توان به الکتروکمی لومینسانس (ECL) اشاره کرد. این روش برپایه مولکول‌های آنتی‌بادی مونوکلونال طراحی شده و روشی ساده و بسیار حساس با حساسیتی در حدود ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ برابر بیشتر از روش‌های روتین مثل Chromogenic ELISA می‌باشد.



امروزه استفاده از لیگاندهای جدید که بر پایه اتصال به توکسین و بر اساس آنتی‌بادی‌های مونوکلونال تهیه شده‌اند این امکان را فراهم کرده که توکسین بوتولینیوم را در حد فیتوگرم تشخیص دهند. این فناوری تا میزان ۱۵۰ فیتوگرم سم را به راحتی تشخیص می‌دهد. روش array Color-Coded bead یکی از تکنیک‌های جدید برای تشخیص سم بوتولینیوم است. این تکنیک بر اساس فلوسیتومتری طراحی شده است. حساسیت این تکنیک از ELISA بیشتر بوده و هم‌اکنون مورد استفاده قرار می‌گیرد.

Mass Spectrometry از دیگر تکنیک‌هایی است که جهت سم بوتولینیوم به کار گرفته شده است و تکنیکی سریع برای تشخیص این توکسین می‌باشد. این تکنیک دارای معایبی نیز می‌باشد که از جمله می‌توان به تهیه دشوار نمونه‌های مورد استفاده و وجود مهارکننده‌ها اشاره کرد. از مزایای این تکنیک، سریع بودن و آنالیز همزمان چندین نمونه است. نیاز به دستگاه‌های پیشرفته و نیز هزینه بالا، از دیگر محدودیت‌های این تکنیک می‌باشد.

روش Immuno-PCR که در واقع ترکیبی از به‌کارگیری آنتی‌بادی‌ها و تکنیک PCR است، هم‌اکنون مورد استفاده قرار می‌گیرد و تکنیکی سریع و با قدرتی بالا نشان داده است ولی به علت محدودیت‌های آن از جمله مشکلات زمینه‌ای تکنیکی (Back ground Problems)، استفاده از آن کاملاً محدود باقیمانده است.

از تکنیک‌های دیگر می‌توان به تکنیک‌های FRET (روش‌های مبتنی بر Fluorescence Resonance Energy Transfer) اشاره کرد. این تکنیک‌ها هم‌اکنون در حال پیشرفت می‌باشند و ممکن است در آینده کاربردهای وسیعی در تشخیص مسمومیت‌های ناشی از توکسین‌های باکتریال داشته باشند.

### - توکسین تتانوس

این توکسین توسط کلستریدیوم تتانی تولید می‌شود و محل اصلی تأثیر آن، سیستم عصبی است. انتقال جریان عصبی تحت تأثیر این توکسین مختل می‌شود و مهم‌ترین اثر آن مهار نرون‌های نخاعی می‌باشد که منجر به اسپاسم‌های عضلانی سیستمیک و تشنج و صرع می‌شود.

تشخیص این سم بر اساس علائم و معاینات بالینی و نیز استفاده از الکترومیوگرافی است. مهم‌ترین مسئله در تشخیص سم این باکتری، تشخیص افتراقی مسمومیت با استریکینین است. یکی از روش‌های جدیدی که برای تشخیص توکسین تتانوس ابداع شده است، روش آرایه‌های مونوساکارید *Monosaccharide arrays* می‌باشد. در این تکنیک، از آرایه‌های کربوهیدراتی N استیل گالاکتوزامین و N استیل نورآمینیک اسید استفاده می‌شود. این آرایه‌ها در سطح یک تراشه (*chip*) ثابت شده و در واقع به‌عنوان گیرنده برای توکسین عمل می‌کنند. پس از اتصال، این مجموعه‌ها توسط پروب‌های فلور سنت شناسایی می‌شوند. این تکنیک پیشرفته جهت شناسایی توکسین‌های تتانوس و کلرا، کارایی خوبی نشان داده است.

### - توکسین‌های قارچی

مایکوتوکسین‌ها یا توکسین‌های قارچی، یک گروه حاوی بیش از ۴۰ ترکیب می‌باشند. این توکسین‌ها از طرق گوناگون باعث آلودگی انسان‌ها می‌شوند؛ مانند آلودگی از طریق ایجاد آئروسول‌های آلوده و استنشاق، آلودگی مواد غذایی، محیط و غیره. در سناریوی جنگ زیستی، باران زرد یادآور استفاده از توکسین‌های قارچی است که باعث آلودگی شدید محیط زندگی می‌شود.

### – تریکوتسن‌ها

این خانواده شامل ترکیبات متعددی در حدود ۶۰ توکسین می‌باشد که توسط قارچ‌های خانواده *Fusarium*، *Phomopsis* و *Stachybotrys* تولید می‌شوند. تریکوتسن‌ها توکسین‌هایی هستند که از طریق پوست نیز جذب شده و موجب مسمومیت افراد می‌گردند. علائم درگیری سیستم تنفسی شامل درد قفسه سینه و هموپتزی است و در موارد آلودگی و مسمومیت شدید باعث ضعف شدید، شوک و مرگ می‌گردند. همچنین این توکسین‌ها به دنبال جذب چشمی و یا گوارشی سبب ایجاد مسمومیت و ایجاد علائم می‌گردند. این توکسین‌ها به شدت پروتئین‌سازی سلول‌های یوکاریوت را مهار نموده و باعث مرگ سلول می‌شوند. تریکوتسن‌ها این عمل را از طریق مهار پپتیدیل ترانسفراز انجام می‌دهند. با استفاده از روش‌های گاز کروماتوگرافی و HPLC می‌توان وجود توکسین را در پلاسما و ادرار بیمار تعیین نمود. ادرار نمونه مناسبی جهت تشخیص تریکوتسن می‌باشد. تریکوتسن، سمی بسیار مهلک است که پس از تماس با آن حتی در حد چند میلی‌گرم می‌تواند کشنده باشد.

### – آفلاتوکسین

این توکسین بر اساس خصوصیات فلورسنت به ۴ گروه تقسیم می‌شود و یکی از قوی‌ترین توکسین‌های طبیعی است که خواص کارسینوژنی آن اثبات شده است. این توکسین توسط بسیاری از سویه‌های *آسپرژیلوس فومیگاتوس* و *آسپرژیلوس پارازیتیکوس* تولید می‌شود. این توکسین یکی از مهم‌ترین عوامل توکسینی است که می‌تواند در جنگ‌های زیستی به کار رود، چرا که القای سرطان‌های مختلف و بدخیمی‌های کبد می‌تواند یکی از کشنده‌ترین عوامل برای از پا درآوردن بلندمدت نیروهای مقابل باشد. اثرات آفلاتوکسین‌ها بر خلاف تریکوتسن‌ها بلندمدت است.

با توجه به اهمیت فوق‌العاده و استفاده از عوامل قارچی و توکسین‌های مربوط به آنها در جنگ‌های زیستی و همچنین خطرات ناشی از آنها، تشخیص و افتراق به‌موقع و سریع آنها بسیار حائز اهمیت می‌باشد. علاوه بر روش‌های قدیمی، استفاده از آنتی‌بادی‌های مونوکلونال، پلی‌کلونال و نوترکیب، مسیرهای جدیدی را جهت تشخیص مسمومیت‌های قارچی باز کرده است. این تست‌ها غالباً بر روی نمونه‌های سرمی و یا ادرار انجام می‌شوند و نتایج نسبتاً قابل قبولی ارائه می‌کنند. در این روش‌ها می‌توان تشخیص‌های سرولوژیک را بسیار ارتقاء بخشید چرا که آنتی‌بادی‌های نوترکیب، آنتی‌بادی‌هایی با ویژگی و حساسیت بالا و در ضمن با هزینه پائین جهت تشخیص توکسین‌های قارچی مختلف می‌باشند.

#### – توکسین ریسین

ریسین یک توکسین پروتئینی و خطرناک می‌باشد. این توکسین از گیاه کرچک به‌دست می‌آید که در تمام دنیا وجود داشته و به‌راحتی از این گیاه قابل استخراج است. علائم مسمومیت با این توکسین شامل: تب، سرفه، دیسپنه، نکروز راه‌های هوایی و مویرگ‌های ریوی، دیسترس تنفسی شدید و در نهایت مرگ می‌باشد. برای تشخیص مسمومیت با این توکسین می‌توان از تست الایزا در خون و یا تست‌های ایمنو‌هیستوشیمی در نسوج استفاده کرد. رادیو ایمنواسی یکی از قدیمی‌ترین روش‌هایی است که جهت تشخیص این توکسین به‌کار گرفته می‌شود. این متد قدرت تشخیص تا ۱۰۰ پیکوگرم از توکسین را دارد. این تست گرچه قدرت تشخیص و حساسیت بالایی دارد ولی در مقابل، مشکلاتی نیز دارد که باعث شده متدهای دیگر از جمله الایزا بیشتر مورد استفاده قرار گیرند. از جمله مشکلات آن، استفاده از مواد رادیواکتیو و انکوباسیون طولانی‌مدت می‌باشد. در مقابل، ELISA مدت زمان کوتاه‌تری را به‌خود اختصاص داده و نسبت به RIA، تست بسیار سریع‌تری می‌باشد. اخیراً استفاده از Planar array

Immunosensor جهت شناسایی همزمان چندین توکسین از جمله ریسین، توکسین B استافیلوکوک و یرسینیا پستیس گزارش شده است. این تکنیک قادر به شناسایی توکسین ریسین در حد ۱۵ نانوگرم در میلی لیتر است. یکی از مزایای استفاده از این تکنیک، حساسیت، سادگی و نیز قابل انجام بودن آن در مقادیر کم نمونه‌های بالینی می‌باشد. این تکنیک همچنین جهت شناسایی دیگر توکسین‌ها نیز توسعه یافته است که شامل ریسین، SEB، توکسین وبا، توکسوئید بوتولیسم و مایکوتوکسین فومونیسین می‌باشد.

### ۳-۱۴-۶- روش‌ها و ابزارهای تشخیصی مولکولی و جدید

در سال‌های اخیر به‌ویژه در طی ده سال گذشته روش‌های مختلف مولکولی مبتنی بر آنالیز ساختار آنتی‌ژنیک و ژنتیکی جهت بررسی‌های اپیدمیولوژیک ابداع و توسعه یافته‌اند. ذیلاً به مهم‌ترین روش‌های مورد استفاده و بیان مزایا و محدودیت‌های آنها می‌پردازیم.

### ۳-۱۴-۶-۱- روش PCR و فناوری‌های تشخیصی نوین

PCR یا واکنش زنجیره‌ای پلیمرز چندین سال است برای تشخیص مستقیم و سریع انواعی از عوامل میکروبی در نمونه‌های بالینی به کار گرفته می‌شود. در این روش، قسمتی از ترادف مورد نظر که روی الگوی اولیه DNA وجود دارد در شرایط آزمایشگاهی و به‌طور تصاعدی تکثیر شده تا مقادیر انبوهی از DNAی هدف ایجاد گردد. مراحل مختلف دنا تورا سیون، اتصال پرایمرها و توسعه در طی ۲۰-۳۰ چرخه متوالی در یک دستگاه ترموسیکلر و به مدت ۳-۴ ساعت انجام می‌گیرند. در مراحل بعد، محصولات تکثیر شده در ژل آگاروز و یا پلی‌اکریل‌آمید، الکتروفورز می‌شوند. رنگ‌آمیزی با اتیدیوم برماید و رؤیت قطعات رنگ‌آمیزی شده تحت نور UV صورت می‌گیرد.

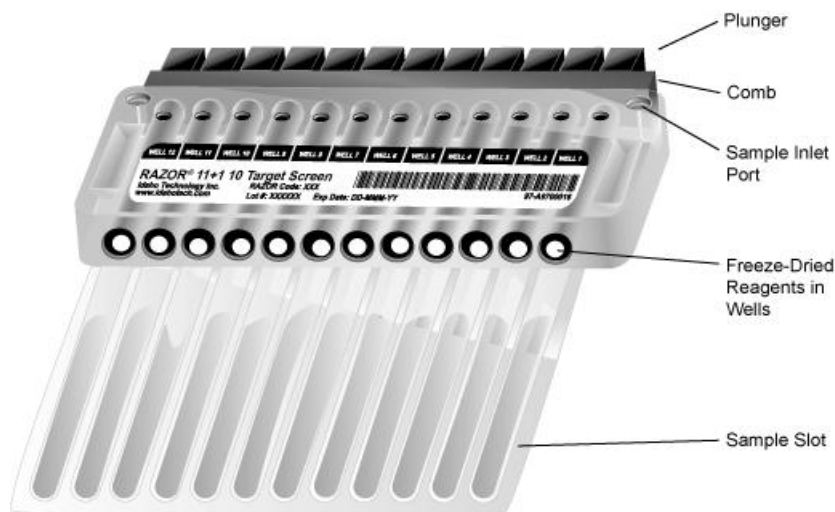
هم‌اکنون روش‌های چندگانه (Multiplex PCR) برای بررسی همزمان چندین عامل عفونی در نمونه توسعه یافته‌اند. در سال‌های اخیر نیز پیشرفت‌های زیادی در تکنیک رخ داده است به طوری که سیستم‌های جدید از جمله لایت سایکلر (Lightcycler) با استفاده از فلوریمتری، یک تکنیک حساس با کاربردهای متعدد را در تشخیص سریع عوامل عفونی فراهم آورده‌اند. رنگ‌های فلوروسنس جهت اندازه‌گیری مقدار اسیدهای نوکلئیک و نشان دادن دورگه‌سازی و دناتوراسیون در این شیوه‌ها به کار گرفته شده‌اند. چندین سال است که دستگاه پرتابل PCR برای شناسایی عوامل زیستی در ارتش آمریکا توسعه یافته و وزارت دفاع آمریکا و ارتش‌های دیگر از آن به‌عنوان استاندارد استفاده می‌کنند. این دستگاه با تلفیق دستگاه light cycler شرکت ایداهو با فناوری تبدیل آن به یک بسته قابل حمل مقاوم شده است. نرم‌افزار متمایز آن اجازه می‌دهد با سرعت بالا و در حداقل زمان و آموزش، شناسایی پاتوژن‌ها را به راحتی و با دقت به انجام برساند.



شکل ۳-۱۲: نمونه‌ای از دستگاه light cycler

آنالیزور زیستی RAZOR یک دستگاه قابل حمل دستی برای تشخیص پاتوژن‌ها در میدان نبرد و نزدیک به محل بحران می‌باشد. طراحی کوچک، مقاوم بودن این دستگاه در شرایط محیطی و امکان آماده‌سازی نمونه در آن، این دستگاه را به یک وسیله ایده‌آل برای تشخیص پاتوژن‌ها برای علوم نظامی و حفاظت شخصیت‌ها تبدیل کرده است. RAZOR تنها محصول مرکب از یک کتابخانه کامل از معرف‌ها برای شناسایی تهدیدات زیستی است که در مدت زمان کمتر از ۳۰ دقیقه، تجزیه و تحلیل نتایج را انجام می‌دهد.

کیسه‌های حاوی معرف‌های فریز و خشک برای تشخیص و شناسایی پاتوژن‌ها و عوامل تهدید زیستی را فراهم نموده است. هر تست کیت برای استفاده در دستگاه RAZOR بهینه شده است. هر کیسه کیت محتوی همه مواد لازم برای نمونه‌گیری، آماده‌سازی نمونه Real time PCR در یک نمونه ساده در فرمت مناسب است. RAZOR با این بسته کیت، قادر به تست نمودن ۱۰ پاتوژن در یک کیسه در مدت زمان ۳۰ دقیقه می‌باشد. در این شیوه، نیاز به پیپت کردن یا سانتریفیوژ نیست. معرف‌های فریز و خشک آسان برای ذخیره و نگهداری و استفاده هستند. همه اجزاء شامل پرایمرها، پروب‌ها، آنزیم‌ها و بافرها در یک کیسه هستند. نگهداری در دمای اتاق، کاهش زمان ست‌آپ کردن، کاهش خطا از استفاده نامناسب معرف‌ها و کیسه‌های پلاستیکی، از موانع آلودگی در این سیستم هستند.



شکل ۳-۱۳: نمونه‌ای از کیسه‌های مورد استفاده در دستگاه RAZOR

بررسی ۱۰ پاتوژن شامل سیاه‌زخم، گونه‌های بروسلا، سم بوتولیسم A، کوکسیلا، اشريشيا کلي O157، تولارمی، ریسین، سالمونلا، آبله و طاعون از یک نمونه با استفاده از تنها دو سرنگ امکان پذیر است.

مثال دیگر، HANAA (Hand-held Advanced Nucleic Acid Analyzer) است که یک دستگاه فوق‌العاده کوچک انفرادی با حجم‌های واکنش بسیار کم و با منبع تغذیه ۹ ولت ساخته شده است. این دستگاه که دارای محفظه واکنش از جنس سیلیکون می‌باشد، نسبت به نمونه‌های پلاستیکی، سرد و گرم شدن آن سریع‌تر انجام می‌شود و در مناطق نظامی و عملیاتی برای تشخیص سریع عوامل میکروبی استفاده می‌شود. نوع تجاری آن با نام Smart Cycler در مناطق نظامی و عملیاتی توسط افراد برای تشخیص سریع عوامل میکروبی استفاده شده و در کف دست قرار می‌گیرد و قادر است در عرض کمتر از ۱۰ دقیقه عوامل متعدد را شناسایی کند. از این دستگاه برای شناسایی سریع باکتری اشريشيا کلي توسط رنگ سایبرگرین و



پرایمرهای LacZ و Tir، باکتری باسیلوس آنتراسیس و پرایمرهای ژن های VrrA و CapA و باکتری اروینیا هریکولا توسط پروب TaqMan و ژن aeroQ استفاده شده است.



شکل ۳-۱۴: نمونه‌ای از دستگاه HANAA

فناوری قابل ذکر دیگر، دستگاه FilmArray است که یک سیستم حسگر زیستی جدید همراه با پردازش نمونه‌ها با قابلیت نظارت بر بیماری‌های همه‌گیر می‌باشد. از این سیستم برای شناسایی و تشخیص پاتوژن‌های بیوتروریسم و همچنین تشخیص بیماری‌های تنفسی استفاده می‌شود. اساس این دستگاه، آماده‌سازی نمونه‌ها و فناوری PCR در حجم کم و آسان آن می‌باشد. این دستگاه پردازش نمونه‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها را خودکار انجام و ظرف یک ساعت جواب را مهیا می‌کند. کیف بیوتروریسم مورد استفاده در FilmArray شامل ۲۵ کیسه برای تشخیص عوامل بیوتروریسم A و B است.



شکل ۳-۱۵: نمونه‌ای از دستگاه FilmArray

شیوه‌های مبتنی بر تراشه‌های ژنی (Gene chip)، روش‌های کاملاً نوینی در عرصه تشخیص بسیار سریع عوامل زیستی، سرطان‌ها و بیماری‌های ژنتیکی می‌باشند. این روش‌ها با استفاده از تراشه‌های الکترونیکی که براساس ردیف DNA عوامل زیستی طراحی شده است، امکان شناسایی انواع عوامل زیستی را فراهم آورده‌اند. با به‌کارگیری کاوشگرهای نشاندارشده‌ای که دستگاه بتواند با رنگ‌های مختلف آن را شناسایی کند، امکان شناسایی عوامل مختلف زیستی در یک نمونه وجود دارد.

در این عرصه، دستگاه RapiDX (Rapid automated point of care system) قابل حمل بوده و قادر است به‌سرعت نشانگرهای زیستی بیماری و سم در نمونه‌های زیستی انسان (خون، بزاق، ادرار) در مراحل اولیه عفونت را اندازه‌گیری نموده و به یک ابزار ایده‌آل برای تشخیص بیماری و سم مبدل شود. این دستگاه برای شناسایی غلظت‌هایی در حد پیکومولار توکسین‌های زیستی و عوامل بیماری‌های عفونی و همچنین برای اندازه‌گیری نشانگرهای زیستی برای نظارت بر سلامت فضانوردان استفاده

می‌شود. این دستگاه دارای پتانسیل مناسب برای تشخیص زودهنگام بیماری‌هایی از جمله پروستات و سرطان‌های دیگر، آسیب‌های تروماتیک مغز و آسیب‌های قلبی است. علاوه بر این، اگر یک جمعیت در معرض بیوتوکسین‌های خطرناک باشد، افراد در معرض به‌سرعت با این دستگاه شناسایی و برای درمان به‌موقع آنها اقدامات لازم به‌عمل می‌آید.



شکل ۳-۱۶: نمونه‌ای از دستگاه RapiDX

میکرواری (ریزآرایه) یکی از تکنیک‌های مدرن و پیچیده مولکولی است. شناسایی عوامل عفونی در این روش، برپایه‌ی هیبریداسیون توالی‌های DNAی عوامل عفونی با الیگونوکلوئوتیدهای پروب می‌باشد. این تکنیک، توانایی تشخیص و ایجاد تمایز بین نمونه‌های مختلف میکروبی روی یک اسلاید را داراست. برای ساخت و طراحی این‌گونه چیپ‌های تشخیصی، معمولاً از پروب‌های طویل استفاده می‌شود و مولکول هدفی که قرار است با این تکنیک شناسایی شود، DNAی ژنومی می‌باشد که بعد از استخراج

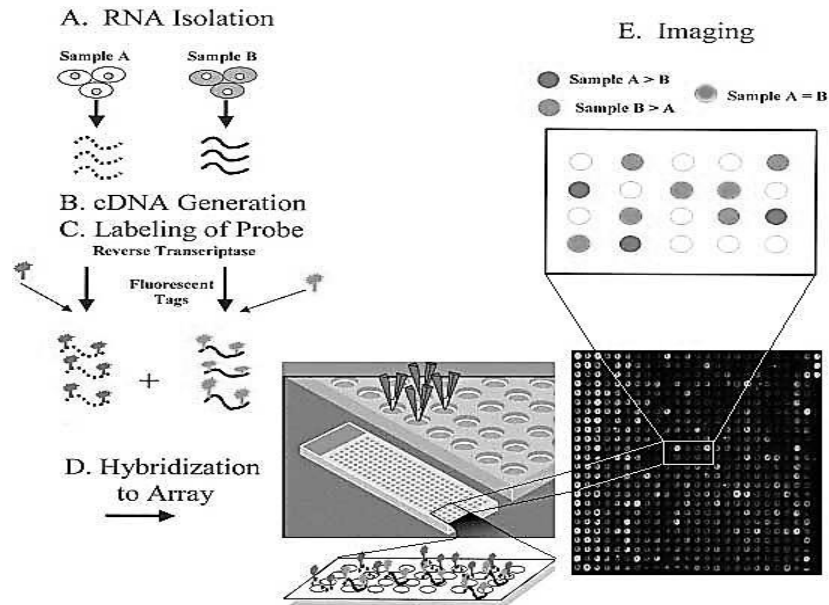
کامل توسط یک رنگ فلورسانس نشان‌دار می‌گردد. شناسایی سریع عفونت‌ها در نمونه‌های کلینیکی می‌تواند برای درمان بیمار و تجویز داروهای ضد میکروبی مناسب بسیار مفید باشد. شاید یکی از مهم‌ترین کاربردهای میکروآرای در مورد بیماری‌های عفونی، توانایی آن برای تشخیص سریع پاتوژن‌های عفونت‌زا باشد. به دلیل این‌که پاتوژن‌ها ترکیبات ژنتیکی مجزایی دارند و میکروآرای قادر به بررسی تمام توالی‌های ژنتیکی است، این تکنیک به ابزاری ایده‌آل برای این‌گونه تشخیص‌ها تبدیل شده است.

ویلسون و همکارانش در سال ۲۰۰۲ روش تشخیص همزمان چند پاتوژن را بر پایه میکروآرای ابداع نمودند که در آن، ۱۸ عامل پاتوژنیک پروکاریوتی، ویروسی و یوکاریوتی را شناسایی می‌کند. محققین نواحی خاصی از DNA را که ویژه برای هر ارگانیسم است، شناسایی کرده و سپس از میکروآرای برای تشخیص حضور یا عدم حضور پاتوژن‌های مربوطه در نمونه‌های مورد بررسی استفاده می‌نمایند. در حال حاضر با توجه به پیشرفت این فناوری، چیپ‌هایی با قابلیت شناسایی تعداد عوامل پاتوژن بسیار زیاد (بیش از ۱۰۰ عامل) طراحی و تهیه شده است.

نمونه‌های تجاری چیپ‌های میکروآرای شناسایی عوامل پاتوژن در بازار موجود می‌باشد. از آن جمله می‌توان به چیپ‌های تشخیص عوامل پاتوژن بیوتورویستی تهیه شده توسط وزارت دفاع آمریکا اشاره نمود. همچنین بعضی از شرکت‌ها اقدام به ساخت چیپ تشخیصی عوامل پاتوژن غذایی نموده‌اند. یکی دیگر از این نمونه چیپ‌ها می‌تواند به چیپ تشخیص ویروس آنفلوآنزا (Flu-chip) اشاره کرد که توسط یک چیپ می‌تواند تمامی ساب‌تایپ‌های آنفلوآنزا را تشخیص داد.

ریزتراشه‌های دیگری نیز برای بررسی سیگنالینگ سلول‌های ایمنی با پاتوژن‌ها توسعه یافته‌اند. ریزتراشه میکا (Immune and Cell Analysis Microscale MICA) یک پلات فرم جامع برای بررسی درک رفتار سلولی در سطح سلول و مولکولی

و سیگنالینگ با وضوح و حساسیت مناسب است و می‌تواند به بررسی پاسخ‌های سلول‌های ایمنی به عوامل پاتوژن کمک کند.



شکل ۳-۱۷: فرایند آزمایشگاهی میکروآرای

### ۳-۱۴-۶-۲- تشخیص عامل از طریق حسگرها

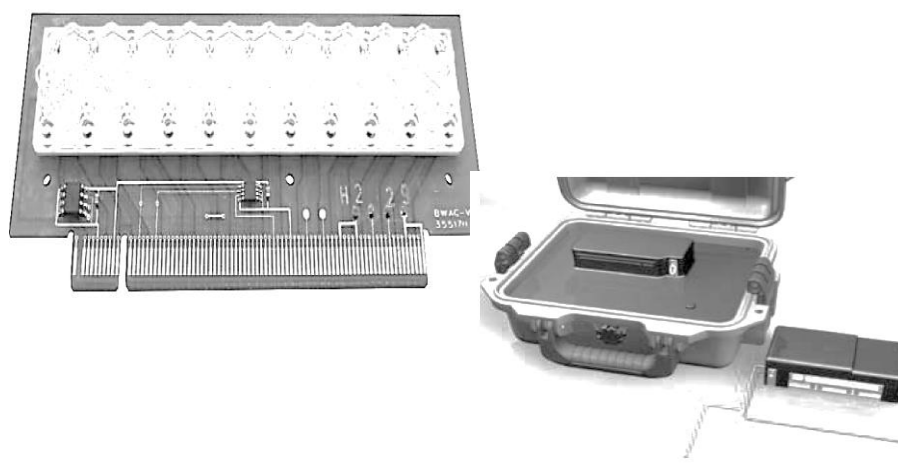
حسگرهای زیستی که تلفیقی از زیست‌شناسی و الکترونیک می‌باشند، با استفاده از گیرنده‌های بسیار اختصاصی عوامل زیستی و پیوند آن با نشانگرهای الکترونیک می‌توانند به‌عنوان یک دکتور فوق‌العاده حساس و اختصاصی عمل کنند. با حضور غلظت بسیار کمی از عامل و پیوند آن با گیرنده اختصاصی، با ارسال امواجی سبب فعال شدن بخش الکترونیک حسگر شده و در نتیجه، هشدار حضور عامل به دستگاه صادر می‌گردد.

در کشورهایی مانند ایالات متحده، سازمان‌های نظامی و سایر سازمان‌ها که با مواد خطرناک سروکار دارند، از شناساگرها و نمایشگرهای عوامل زیستی استفاده می‌نمایند.

به کارگیری این شیوه‌ها نیاز به آموزش داشته و ممکن است نتایج مثبت و منفی کاذب ایجاد نمایند. تمام حسگرهای شیمیایی که برای ارزیابی و شناسایی مواد خطرناک به کار می‌روند طوری کالیبره شده‌اند تا نتایج مثبت کاذب بیشتری نسبت به منفی کاذب ایجاد نمایند. به نظر حسگرهای زیستی نیز به همین صورت کالیبره می‌شوند. ایجاد موتاسیون‌ها در عوامل می‌تواند نتایج منفی کاذب را ایجاد نماید. از اینرو نمی‌توان به نتایج حاصل از این دستگاه‌ها خیلی اعتماد کرد. به علاوه شناساگرهای موجود فعلی برای مشخص نمودن عامل مورد نظر ممکن است به زمان زیادی نیاز داشته باشند. تلاش‌ها برای پرتابل کردن روش‌های مولکولی مانند PCR یا روش‌هایی چون Elisa جهت استفاده‌های میدانی که بتوانند هویت عامل یا عوامل به کار گرفته شده را در طی کمتر از ۱۵ دقیقه مشخص نمایند ادامه دارد. این شیوه‌های می‌توانند به‌طور ایده‌آلی برای موتاسیون‌ها طراحی گردند.

ردیاب زیستی قابل حمل مواد سمی (Portable biodetector successfully detects biohazards) یک دستگاه تخصصی در اندازه‌گیری واقعی مواد شیمیایی، بیوشیمیایی و زیستی می‌باشد. این دستگاه با بودجه و هدایت وزارت دفاع انگلستان براساس شناسایی مواد خطرناک ازپیش تعریف‌شده در داخل نمونه با استفاده از آشکارساز ریزتراشه نوری تهیه شده است. این سیستم برای شناسایی چندین عامل زیستی از جمله سیاه‌زخم و سم ریسین طراحی شده است. این ریزتراشه در ترکیب با شیمی و روش ایمنواسی برای شناسایی عوامل زیستی با درجه بالایی از ویژگی و حساسیت شناخته شده است. فناوری نوری ریزتراشه با تشخیص تغییرات ضریب شکست نوری بر سطح ماده است. زمانی که به‌عنوان یک آشکارساز زیستی استفاده می‌شود، این تراشه با آنتی‌بادی‌های خاص با ویژگی‌های بالا و میل به اهداف زیستی پوشیده شده است و هنگامی که باکتری، ویروس و سم در نمونه وجود داشته باشد به آن چسبیده و باعث تشخیص آن می‌شود.

سیستم دیگر، دستگاه NexSense B است. این یک سیستم تشخیص و شناسایی سریع، قوی و قابل اعتماد جهت تهدیدات زیستی است که قابل حمل توسط فرد بوده و قادر به آنالیز پاتوژن‌های ناشی از هوا با استفاده از تکنیک‌های Lab on a chip و rapid PCR می‌باشد. این سیستم، قابلیت شناسایی عوامل مورد نظر با سرعت بالا (کمتر از ۳۰ دقیقه) در محل را دارد.



شکل ۳-۱۸: دستگاه NexSense B

دستگاه BioFlash یک سیستم حسگرهای زیستی مهندسی شده با به‌کارگیری آنتی‌بادی‌های ویژه پاتوژن متصل به غشاء و یک مولکول بیولومینیسانس حساس به کلسیم می‌باشد. اتصال آنتی‌بادی به پاتوژن خاص پس از چند دقیقه منجر به افزایش کلسیم داخل سلولی و انتشار نور می‌شود. تقویت نور خروجی با استفاده از لومینومتر به آسانی تشخیص داده می‌شود. از ویژگی‌های آن می‌توان به سرعت و حساسیت فوق‌العاده

آن برای تشخیص پاتوژن‌ها در عرض کمتر از سه دقیقه اشاره کرد. استفاده آسان برای همه و پروتکل ساده و حداقل نیاز به آموزش آن، از دیگر ویژگی‌های آن هستند.



شکل ۳-۱۹: دستگاه BioFlash

سیستم تشخیص هوشمند نانو (NIDS) قادر به آنالیز نمونه‌های مشکوک به باسیلوس آنتراسیس، یرسینیا پستیس، سم بوتولینم، سم ریسین، واکسینیا، انتروتوکسین B استافیلوکوکی، ویبریو کلرا، فرانسیسلا تولارنسیس، اشیشیا کلی O157، بروسلا ملیتنسیس، ژیا ردیا، سالمونلا و غیره می‌باشد. از نوع پیشرفته آن برای تشخیص آفت‌کش‌ها (ترکیبات ارگانوفسفره و کربامیدها) و همچنین عوامل شیمیایی اعصاب، خون و عوامل موستارد استفاده می‌شود. نمونه‌ها برای تشخیص در این دستگاه به فرم مایع تهیه می‌شوند. حساسیت تشخیصی NIDS تا ۱۰۰ برابر نسبت به روش‌های LFA نشان داده شده است. این دستگاه به صورت دستی و بی‌سیم قادر به خواندن خودکار رکوردها و ارائه نتایج بر روی یک LCD است. از این دستگاه برای نیروهای



نظامی، پلیس، آتش نشان‌ها و محافظت شخصیت‌ها استفاده می‌شود. وزن نوع دستی این دستگاه ۰/۸۷ کیلوگرم بوده و نیاز به سه باطری دارد. زمان تنظیم تقریباً ۱ دقیقه، زمان سنجش ۱۵ دقیقه و زمان قرائت تقریباً ۳۵ ثانیه است.

### ۳-۱۴-۶-۳- سیستم‌های تشخیص میدانی تهدیدات زیستی

کشف سریع برپایه سه اصل کشف ذرات فیزیکی، کشف مواد بیوشیمیایی کلیدی و کشف فعالیت‌های زیستی می‌باشد.

### ۳-۱۴-۶-۴- روش‌های شناسایی ذرات زیستی بر پایه روش‌های فیزیکی و

#### شیمیایی

در روش‌های مبتنی بر شناسایی ذرات زیستی برپایه روش‌های فیزیکی، از دستگاه‌هایی استفاده می‌شود که ذرات ۵-۱ میکرونی را شناسایی می‌نمایند. شناسایی برپایه تغییرات حجم عبوری است که ذرات زیستی در معرض آنهاست. همچنین اندازه‌گیری ذرات براساس پراکنش در نور نیز صورت می‌گیرد. اساس این روش‌ها پراکنش نور (لیزر) از هوا و منحرف شدن آن به وسیله ذرات موجود در هوا براساس تعداد و اندازه ذرات و اندازه‌گیری آن به وسیله فتوسل‌های حساس می‌باشد. روش‌های مبتنی بر فلوسیتومتری براساس اصول پراکندگی، برانگیختگی و انتشار نور استوار می‌باشند؛ به این شکل که برانگیختگی نور و انتشار مولکول‌های فلوروکروم باعث ایجاد امواج دارای اطلاعات چندگانه از ذرات مورد سنجش می‌گردد. به‌عنوان مثال، این تکنیک در تشخیص توکسین B استافیلوکوک دارای حساسیتی در حدود یک پیکوگرم در میلی‌لیتر می‌باشد. از روش فلوسیتومتری جهت بررسی خصوصیات سلول‌ها استفاده می‌شود ولی اغلب این دستگاه‌ها بسیار بزرگ و غیرقابل حمل هستند. اخیراً فلوسیتومتر بسیار کوچک، دقیق و قابل حمل موسوم به فلوسیتومتر کوچک (مینی‌فلو) ساخته شده

که در خودروی تشخیص عوامل زیستی ارتش آمریکا موسوم به بیدز BIDS استفاده می‌شود. همچنین به تازگی فلوسیتومتری با روش جدید فسفورسانس طراحی شده است که می‌تواند ۶۰ نوع عامل زیستی را به‌طور همزمان تشخیص دهد.

در روش‌های مبتنی بر شناسایی اجزای بیوشیمیایی کلیدی عوامل زیستی، متابولیت‌های میکروارگانیسم‌ها قابل شناسایی هستند. از رنگ‌هایی مانند Ethyl violet یا تیوکاربوسیانین فلورسانس جهت شناسایی سموم زیستی استفاده شده است. روش‌های ایمنولوژی یک همچون الکتروایمیونودیفیوژن و ایزوالکتریک فوکوسینگ توانایی شناسایی در حد نانوگرم عوامل زیستی را دارند.

#### – تشخیصی مبتنی بر ایمنو فلورسنت

این سیستم‌ها نیز از حساسیت و اختصاصیت بالایی برخوردارند. از جمله تکنیک‌های ایمنو فلورسانس می‌توان به FAST (Fluorescence antibody technique staining) اشاره کرد که یک سیستم اتوماتیک است و توسط ایالات متحده جهت نمونه‌برداری شناسایی عوامل (یک باکتری و یک میکرولیتر هوا) به کار گرفته شده است.

در روش رادیو ایمنو اسی (RIA) آنتی‌ژن با یک ماده رادیواکتیو نشاندار شده و سپس با آنتی‌بادی اختصاصی خود واکنش می‌دهد. میزان اتصال آنتی‌ژن و آنتی‌بادی توسط تعیین میزان رادیو اکتیویته مشخص می‌شود. این روش، از روش‌های سنتی و به‌خصوص انتشار در ژل بسیار حساس‌تر است ولی دارای معایبی است که شامل نیاز به تجهیزات مخصوص و خطر کار با مواد رادیواکتیو می‌باشد. به‌عنوان مثال، این متد قادر است مقادیر ۱۰۰ پیکو مول از توکسین ریسین را در نمونه‌های بالینی تشخیص دهد.

### – کروماتوگرافی و اسپکتروسکوپی

گاز کروماتوگرافی روش حساسی برای مقادیر فوق‌العاده کم مولکول‌های حیاتی موجود در آئروسول هوا می‌باشد. مثلاً اثبات وجود اسید آمینه D-آلانین در یک آئروسول دلالت بر حضور باکتری دارد چرا که یکی از اجزاء ثابت دیواره سلولی باکتری‌هاست. روش‌های مبتنی بر کروماتوگرافی مانند کروماتوگرافی لایه نازک (TLC)، کروماتوگرافی گاز مایع GLC و یا کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) جهت تشخیص عوامل زیستی، از جمله توکسین‌های مختلف مثل بوتولینیوم، توکسین‌های استافیلوکوکوس ارئوس و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرند. این تکنیک‌ها حساسیتی در حدود ۰/۰۰۵ میکروگرم در کیلوگرم دارا می‌باشند و به همین دلیل کاربردهای متعددی به‌عنوان یک ابزار تشخیصی مناسب پیدا نموده‌اند.

بررسی دقیق جداسازی ترکیبات موجود در یک ماتریکس، زمانی حساس‌تر می‌گردد که نمونه یا شرایط پیرامونی آن مجهول بوده باشد. در این حالت اطلاعات کافی از شرایط ترکیبی (دارویی یا سمی) ماتریکس در دسترس نیست. در این شرایط با توجه به اینکه برخی از ترکیبات می‌توانند دارای زمان نگهداری (  $R_t$ : Retention time) یکسانی در یک روش خاص باشند، اطلاعات انحصاری اسپکتروسکوپی آنها، بهترین شاهد برای جداسازی کامل و یا شناسایی ترکیبات غیر منتظره می‌باشد. جهت استفاده از این اطلاعات بایستی بانک اطلاعات بسیار قدرتمندی از تمامی ترکیباتی که در بازه طول موجی ۱۹۰ الی ۴۰۰ نانومتر جذب مولی دارند، تهیه و گردآوری شود. ایجاد چنین بانکی نیاز به خالص‌ترین استانداردهای شیمیایی و استانداردترین شرایط آزمایشگاهی دارد تا بتواند در تمامی نقاط مورد استفاده، شرایط یکسانی داشته باشد. غالباً این ویژگی‌ها در یک آزمایشگاه روتین قابل دسترسی نیستند.

به همین منظور، کتابخانه دیجیتالی ترکیبات توکسین، بهترین دستیار جهت اثبات مناسبترین و دقیق‌ترین روش جداسازی و شناسایی با سیستم HPLC همراه با

آشکار ساز تخصصی PDA است. این کتابخانه حاوی اطلاعات اسپکترومتری بیش از ۳۳۰۰ ترکیب دارویی، سموم و ترکیبات زیستی می‌باشد. برای تفسیر داده‌های خروجی از آشکار سازهای طیف سنجی جرمی، کتابخانه‌های اسپکترال قدرتمندی نیاز است تا بتوان ضمن ارائه بهترین اطلاعات تخصصی هر مولکول، بیشترین همپوشانی شکست‌های مولکولی حاصل از آنالیز را با داده‌های استاندارد تطبیق داد و ترکیب مورد نظر را شناسایی کرد. کتابخانه‌های قدرتمند NIST و Weily از بزرگترین آنها می‌باشند که هر کدام نزدیک به ۱۳۰۰۰ الگوی شکست مولکولی را در خود دارد. دشواری کار زمانی قابل مشاهده است که برای نتیجه آنالیز نزدیک به ۱۰۰ ترکیب، به آنالیز پیشنهاد می‌شود. در مواردی که ماتریکس مجهول باشد و حداقل اطلاعات از ترکیبات وجود داشته باشد، بررسی این پیشنهادات کار بسیار فرساینده‌ای است. برای رفع این مشکل معمولاً نرم‌افزار کنترل‌کننده سیستم‌های طیف‌سنجی جرمی، شرایطی را ایجاد می‌کنند تا کاربر بتواند کتابخانه‌ای کوچک و اختصاصی برای خود با موضوعات مشخص آماده نماید.

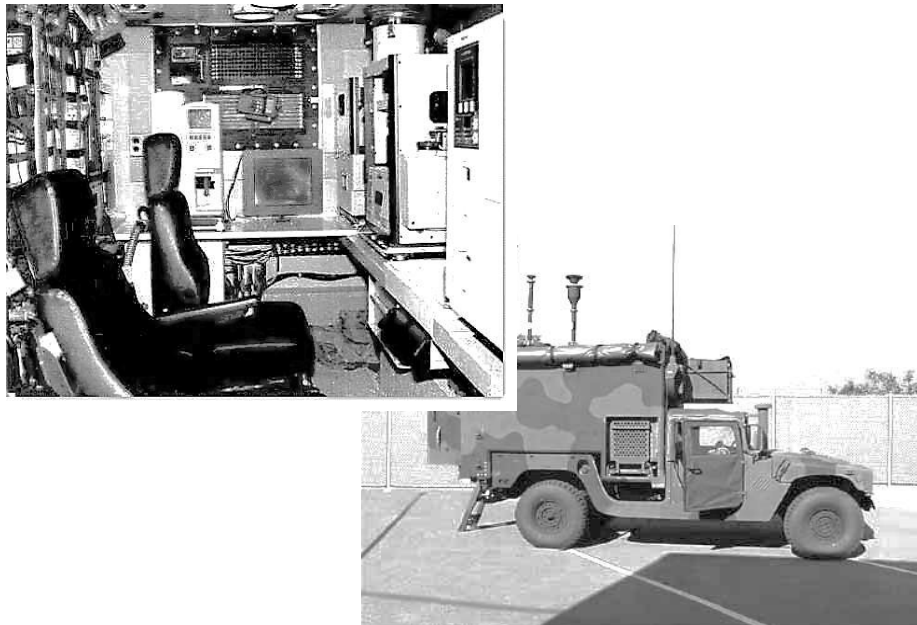


شکل ۳-۲۰: دیاگرام دستگاه اسپکتوفوتومتر

در روش‌های خودکار مبتنی بر کشف فعالیت زیستی، سیستم‌های تشخیصی فعالیت متابولیکی میکروارگانیسم را بررسی می‌کنند. از جمله این سیستم‌ها دستگاه گالیور (Gulliver) می‌باشد که حاوی کربن ۱۴ می‌باشد. در این روش، آئروسول جمع شده به وسیله سیستم نمونه برداری وارد محیط کشت سیستم شده و وقتی محیط به وسیله عامل متابولیزه می‌گردد، گاز رادیواکتیو تولید شده به وسیله دستگاه اندازه‌گیری می‌شود. حساسیت این روش ۱۰-۱۰۰ میکروبو و زمان کشف آن یک ساعت است. سیستم Wolf trap از یک محفظه رشد مینیاتوری تشکیل شده است. رشد میکروب در محفظه مینیاتوری موجب تغییر رشد و pH می‌گردد. این تغییرات دلالت بر رشد و فعالیت متابولیک دارد. در سیستم Marbac تغییرات پتانسیل اکسید و احیای محیط به‌طور پیوسته اندازه‌گیری می‌شود. در سیستم‌های Minivator و Multivator

محفظه‌های متعددی وجود دارد که هر کدام معرف‌ها و محیط‌های مخصوص به خود دارند و تغییرات ناشی از تجزیه محیط‌های مختلف، واکنش‌های رنگی یا فلورسانت‌ایجاد می‌کند. این روش‌ها، غیر اختصاصی عمل کرده و ممکن است مواد محیط‌ها و معرف‌های آنها خودبخود تجزیه شود.

خودرو ارتش آمریکا موسوم به BIDS (Biological Integrated Detection System) واجد تجهیزات نمونه‌بردار مایع و زیستی، پارتیکل سائزر آئروزیستی فرابنفش، مینی فلوسیتومتری، آشکارساز زیستی، اسپکترومتری جرمی زیستی و شیمیایی، پردازش‌کننده مرکزی اطلاعات، ۲ فریزر پرتابل، رادیو، پرینتر لیزری، واحدهای کنترل محیطی، نصب برنامه‌های پیشرفته روی کامپیوتر می‌باشد. فلوسیتومتر بسیار کوچک، دقیق و قابل حمل موسوم به فلوسیتومتر کوچک (مینی فلو) ساخته شده که در این خودرو استفاده می‌شود. آئروسول‌های حاوی عوامل زیستی در یک نمونه مایع به اجزاء کوچک‌تر خود شکسته می‌شوند و یک نوع رنگ با فرمول خاص به آن اضافه می‌شود. سپس نمونه به مرکز جریان سریعی از مایع تزریق می‌شود که از روزه‌ای یک باریکه نوری به آن تابیده می‌شود و نور حاصل از برگشت، اندازه‌گیری می‌شود. در صورت وجود سلول‌های باکتری در نمونه، نورهای منعکس شده از آن در زوایا و طول موج‌های مختلف با استفاده از فیلترهای مخصوص و لوله تقویت‌کننده‌ای جمع‌آوری شده و اطلاعات مربوطه در مورد شکل و اندازه و همچنین میزان نور آن مورد بررسی قرار می‌گیرد. بدین طریق باکتری‌ها از بین سایر عوامل زیستی محیطی مانند دانه‌های گرده و گرده قارچ‌ها و غیره تفکیک می‌شوند.



شکل ۳-۲۱: نمای بیرونی و داخلی خودرو ارتش آمریکا (BIDS)

دستگاه IDAR (Light Detection and Ranging) برای تشخیص حضور عوامل زیستی در ابر آئروسول پخش شده در فواصل دور می‌تواند به کار رود که با ارسال امواج لیزر با طول موج و نوسان مشخص و برخورد به ابر آئروسول و بازگشت آن به آنتن‌های مخصوص توسط برنامه‌های پیشرفته رایانه‌ای جذب مولکولی محاسبه و اطلاعات ساختاری ذرات موجود در آئروسول، مورد شناسایی قرار می‌گیرد. این دستگاه دارای انواع ثابت و متحرک است. نوع متحرک این سیستم بر روی چرخ‌بال نصب شده و قادر است حضور ابر آئروسول زیستی را در فاصله ۳۰ کیلومتری تشخیص دهد. این عمل با پردازش و محاسبه لحظه‌ای علایم دریافتی به کمک پردازشگرهای حاوی اطلاعات زیستی صورت می‌گیرد.



## **Long Range Biological Standoff Detection System (LR-BSDS)**

شکل ۳-۲۲: دستگاه LIDAR

دستگاه JBPDS (Joint Biological Point Detection System) جهت تشخیص دقیق عوامل زیستی در محل برای جایگزینی با سیستم‌های بیدز در نظر گرفته شده است که در خودروها، کشتی‌ها، مفرها و ایستگاه‌های شناسایی ثابت و سیار نصب می‌شود.

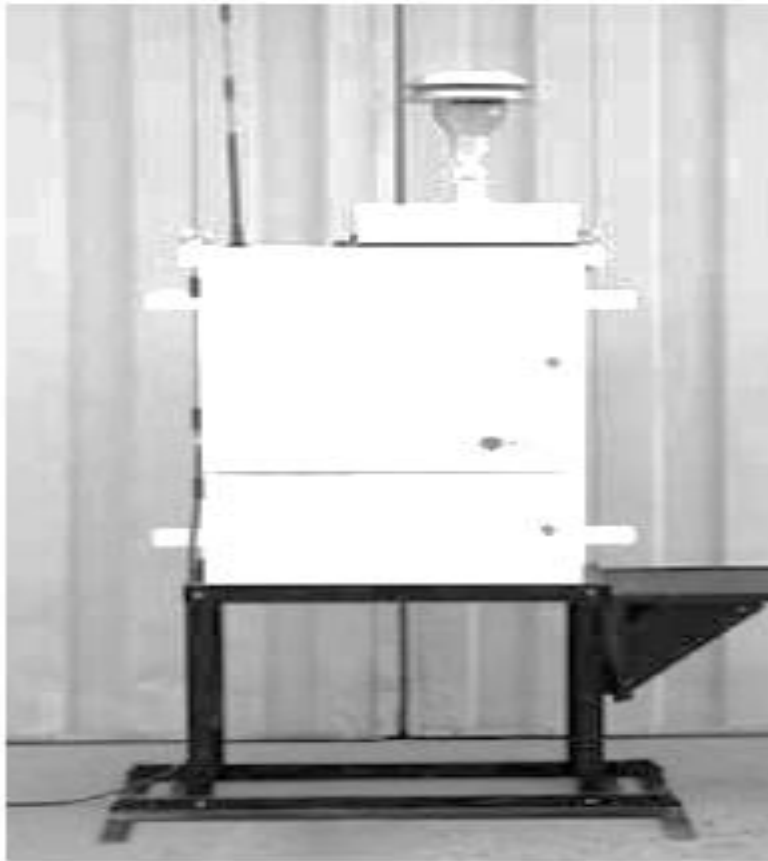




شکل ۳-۲۳: نمونه‌ای از دستگاه JBPDS و کاربری آن

دستگاه‌های شناسایی تهدیدات زیستی (Biodetection) دارای عملکرد موثر در خارج از محیط آزمایشگاه برای تشخیص تهدیدات زیستی هستند و به‌عنوان یک فناوری حیاتی برای امنیت بهداشتی افراد تلقی می‌گردند. از جمله این دستگاه‌ها برای مأموریت‌های امنیتی در ایالات متحده آمریکا، توسط آزمایشگاه ملی لارنس لیورمور (LLNL) ارائه شده است.

سیستم‌های شناسایی آئروسول‌های نقطه‌ای ( Aerosol point detection system) قادر به جمع‌آوری آئروسول زیستی و تجزیه و تحلیل آنها می‌باشند. دستگاه‌های نسل اول (وابسته) این سیستم‌ها مانند BioWatch دارای یک فیلتر هستند که ذرات معلق مایع، و گرد و گاز در هوا را جذب و هرگونه ذرات آئروسول زیستی را حفظ کرده و سپس در برنامه روزانه این فیلترها برای تجزیه و تحلیل نمونه‌ها به آزمایشگاه‌های متمرکز فرستاده می‌شود که می‌توان به‌درستی این ترکیبات را شناسایی نمود. BioWatch یک استاندارد طلایی برای نشان دادن آئروسول‌های زیستی در مأموریت‌های امنیت ملی است. اما سیستم‌های نسل دوم (مستقل) به‌منظور کوتاه شدن زمان بین حمله و تشخیص آن، از وجود یک آشکارساز مطلوب با قابلیت انجام تجزیه و تحلیل خودکار از نمونه‌های جمع‌آوری شده بهره می‌برد. به‌عنوان مثال، سیستم تشخیص پاتوزن مستقل (APDS) که با کمک مالی وزارت امنیت کشور در آزمایشگاه ملی لارنس لیورمور توسعه یافته است، قابل ذکر است. دیگر مثال‌ها شامل سیستم تشخیص ترکیبات خطرناک (BDS) استفاده شده سرویس امنیتی ایالات متحده برای تشخیص آلودگی به سیاه‌زخم در مراکز پست است. سیستم دیگر JBPDS نیز در حال حاضر در حال انجام آزمون و ارزیابی پیشرفته برای استفاده در میدان، مستقر شده است.



شکل ۳-۲۴: سیستم شناسایی آئروسول‌های نقطه‌ای

APDS یک سیستم مستقل است که برای استفاده در تاسیسات مدنی مانند ایستگاه‌های مترو، فرودگاه‌ها و غیره طراحی شده است. این سیستم محتوی یک جمع‌کننده آئروسول است که از طریق فیلتراسیون ذرات فاز گاز در سیلیکون مرطوب دیواره برای انتقال ذرات آئروسول در اندازه عوامل زیستی به یک حجم چند میلی‌لیتر آب به کار می‌رود. هنگامی که آئروسول به فاز مایع منتقل شد، پردازش و تحلیل نمونه‌های به دست آمده با استفاده از بیدهای مخصوص و مبتنی بر ایمنواسی انجام می‌شود. مجموعه‌ای از بیدهای پوشیده شده با آنتی‌بادی فلورسنت برای شناسایی این عوامل

به کار گرفته می‌شود. قرائت خودکار نوری تشخیص واکنش‌های آشکار بین نمونه و هر یک از مجموعه‌های بیده‌های پوشیده شده با آنتی‌بادی فلورسنت‌دار و سپس روش تاییدی با نام PCR انجام می‌شود. یکپارچه‌سازی این قابلیت‌ها در یک پلیت‌فرم مستقل حسگر باعث کاهش زمان تشخیص برای ۶۰-۳۰ دقیقه برای شناسایی عوامل خاص می‌شود.

دستگاه‌های آشکارساز و هشداردهنده، عمدتاً جهت تشخیص ذرات و آئروسول‌های زیستی در اتمسفر کاربرد دارند. دستگاه ضبط زیستی (Biocapture) قابل حمل مدل ۶۵۰ به‌عنوان اولین پاسخ‌دهنده به وجود غباری از عوامل زیستی خطرناک در محیط‌های نا آشنا طراحی شده است و در هنگام انجام عملیات بزرگ می‌توان با استفاده از این دستگاه از وضعیت هوای موجود در آن منطقه آگاه و باعث حفاظت افراد شد. این دستگاه به‌عنوان یک جهش قابل توجه در فناوری تهدیدات زیستی هوا مطرح می‌باشد. این دستگاه برگرفته از آخرین فناوری‌های پیشرفته در شناسایی مجموعه ذرات زیستی معلق در هوا، عوامل بیماری‌زای موجود در هوا و اسپورها بوده و به‌عنوان یک ابزار موثر و آسان برای استفاده و جمع‌آوری سریع، آسان و کارآمد عوامل زیستی در محیط مدنظر می‌باشد.

مدال زیستی (Biobadge) مدل ۱۰۰، یک سیستم قابل حمل است که به‌طور موثری ذرات زیستی موجود در هوا را در غلظت پایدار اما بسیار کم، جمع‌آوری و شناسایی می‌کند. اندازه آن با یک تلفن همراه کوچک قابل مقایسه بوده و از نظر وزن سبک می‌باشد. این دستگاه برای نظارت بر قرار گرفتن یک فرد در معرض ارگانسیم زیستی و یا پنهان در منطقه مشکوک به آلودگی زیستی استفاده می‌شود.



شکل ۳-۲۵: نمونه‌ای از دستگاه مدال زیستی

دستگاه BioXCTM 200GX یک روش مقرون به‌صرفه برای بررسی تهدیدات زیستی هوا است. طراحی مبتکرانه این دستگاه، نیاز به انتقال نمونه از طریق وجود یک مجموعه کارتریج GeneXpert را برطرف می‌کند و بنابراین به میزان قابل توجهی ریسک خطر در معرض قرار گرفتن پاتوژن‌های ناخواسته را در انسان کاهش می‌دهد.

دستگاه نگهبان هوایی (AirSentinel) مدل 1000B یک دستگاه مجهز به یک حسگر است که به‌طور مداوم می‌تواند به‌عنوان یک آشکارساز، آئروسول زیستی موجود در هوا را شناسایی کند.



شکل ۳-۲۶: دستگاه نگهدارنده هوایی

آشکارساز IBAC دارای سیستم مانیتورینگ می باشد که به طور مداوم عامل را در محیط داخل یا در فضای باز شناسایی می کند و هشدار دهنده آن به طور زودهنگام تهدیدات بیولوژیکی معلق مایع، و گرد و گاز را در محیط اعلام می کند. این دستگاه با تسهیل فرآیند شناسایی عوامل زیستی و مهار به موقع، زمینه درمان و پاکسازی محیط را فراهم می کند. اسپورهای باکتری باسیلوس آنتراسیس عامل سیاه زخم، باکتری‌هایی مانند یرسینیا پستیس عامل طاعون، ویروس‌ها مانند آبله و توکسین‌ها مانند ریسین با این دستگاه قابل شناسایی می باشند.

سیستم هشداردهنده اولیه (Prime Alert) امکان کشف حضور بالقوه تهدیدکننده‌های زیستی و توکسین‌های زیستی را فراهم آورده است. از قابلیت‌های دیگر

آن، اجرای بسیار دقیق، قدرت تجزیه و تحلیل طیف وسیع، آسانی استفاده، برخورداری از کیت همه کاره و ارائه نتیجه تشخیص در محل در عرض چند دقیقه می باشد.

### – تست های نواری Smart tickets

Smart tickets شامل نوارهای باریکی از کاغذ حساس می باشند که در آن، پادتن های اختصاصی عوامل زیستی قرار داشته و در حضور عامل مورد نظر در نمونه با واکنش آنزیمی تغییر رنگ می دهد. این نوارها به دلیل سرعت استفاده در مناطق جنگی به شدت مورد توجه قرار گرفته اند. خودکار زیستی (BioPen) برای کمک به سربازان در میدان جنگ به منظور تعیین اینکه آیا آنها در معرض عوامل زیستی خطرناک قرار گرفته اند یا نه طراحی شده است. در مدت زمان کمتر از ۲۰ دقیقه، نتیجه قابل حصول است. دستگاه تشخیص جدید (مجهز به صفحه نمایش ال سی دی کوچک) مبتنی بر این شیوه نیاز به هیچ گونه آزمایش مقدماتی ندارد. همچنین از این خودکار برای بررسی اینکه آیا آب آشامیدنی آلوده به سموم زیست محیطی و عفونت های رایج در آب از جمله هپاتیت B و C است یا خیر، استفاده می شود.



شکل ۳-۲۷: نمونه ای از خودکار زیستی

دستگاه Defender نوع متکاملی است که قادر به ارائه کامل ۸ آزمون بیولوژیکی با حساسیت مناسب بوده و قابلیت استفاده به صورت بی سیم، بلوتوث و اتصال به شبکه برای انتقال داده‌ها را دارا می‌باشد. از این دستگاه برای تشخیص سیاه‌زخم، انتروتوکسین B استاف، توکسین بوتولیسم، طاعون، باسیلوس تورنجنسیس، تولارمی، اورتوپاکس، بروسلا، ریسین و غیره استفاده می‌شود.

### ۳-۱۴-۷- انجام مطالعات اپیدمیولوژیک با روش‌های تیپ‌بندی

#### عوامل زیستی

تیپ‌بندی سویه‌های میکروبی یک جزء لاینفک از بررسی‌های اپیدمیولوژیک بیماری‌های عفونی می‌باشد. این فرایند از نظر اپیدمیولوژیکی جهت شناسایی همه‌گیری‌ها، تشخیص منبع عفونت‌ها، ردیابی و شناسایی سویه‌های بیماری‌زا، بررسی پاتوژن‌های کسب‌شده بیمارستانی و ارزیابی روش‌های کنترل عفونت از اهمیت بالایی برخوردار است.

به‌طور کلی روش‌های تیپ‌بندی به دو دسته عمده روش‌های فنوتیپی و ژنوتیپی تقسیم می‌گردند. روش‌های فنوتیپی یا به‌عبارت دیگر، روش‌های سنتی شامل آن دسته از روش‌هایی هستند که محصولات بیان یک ژن یا ژن‌های خاصی را جهت اهداف اپیدمیولوژیک دنبال می‌کنند و تغییرپذیری بالایی دارند. روش‌های ژنوتیپی مبتنی بر بررسی ساختار ژنتیکی میکروارگانیسم‌ها بوده و کمتر تحت تاثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرند. در سال‌های اخیر، چندین تکنیک مولکولی به‌عنوان روش‌های انتخابی برای تیپ‌بندی میکروب‌ها ظهور نموده‌اند. این روش‌ها چندین مزیت نسبت به روش‌های سنتی دارند، از جمله این مزایا می‌توان به قدرت افتراق‌دهی بالاتر، کاربرد گسترده‌تر برای انواع مختلف گونه‌های میکروبی و سرعت بالاتر اشاره نمود.



### - اهمیت تیپ‌بندی عوامل اتیولوژیک بیماری‌ها در همه‌گیری‌های عفونی

به‌دنبال بروز یک همه‌گیری چه به‌شکل غیر عمدی و یا عمدی (حملات زیستی و بیوتروریستی)، توجه به ابعاد اپیدمیولوژیک یک عفونت، در شناخت عامل ایجاد عفونت، منبع، مخزن و چگونگی نحوه انتقال و انتشار آن و به‌دنبال آن جهت‌دهی اقدامات محافظتی و درمانی بسیار حائز اهمیت است. بررسی‌های همه‌گیری شناختی به‌ویژه در طی یک حمله زیستی و بیوتروریستی که احتمال به‌کارگیری سویه‌های واجد خصوصیات فنوتیپی و ژنوتیپی تغییر یافته و غیر معمول وجود دارد، جهت تعیین عامل به‌کار گرفته‌شده و افتراق آن با سویه‌های اندمیک و معمول بسیار کمک‌کننده می‌باشند دستیابی به این مهم، امروزه با توسعه روش‌های پیشرفته مولکولی امکان‌پذیر گردیده است.

### ۳-۱۴-۷-۱- روش‌های تیپ‌بندی فنوتیپی:

روش‌های فنوتیپی یا به‌عبارت دیگر روش‌های سنتی شامل آن دسته از روش‌هایی هستند که محصولات بیان یک ژن یا ژن‌های خاصی را جهت اهداف اپیدمیولوژیک دنبال می‌کنند. ویژگی‌هایی همچون پروفایل بیوشیمیایی (مد نظر در بیوتایپینگ)، آنتی‌ژن‌های موجود روی سطح سلول‌های میکروبی (اساس سروتایپینگ)، الگوی حساسیت و مقاومت آنتی‌بیوتیکی (آنتی‌بیوگرام)، پروفایل باکتریوفلاژی (باکتریوفلاژتایپینگ) و غیره با این روش‌ها قابل بررسی می‌باشند.

به‌دلیل آنکه این ویژگی‌ها مبتنی بر بیان ژن بوده و تحت تاثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرند، روش‌های سنتی مبتنی بر این ویژگی‌ها از کارایی پایینی برخوردارند. این روش‌ها بعضاً در توصیف سیمای اپیدمیولوژیک بیماری‌های عفونی مفید بوده‌اند. مزیت این روش‌ها در سادگی انجام و همچنین در دسترس بودن بعضی مواد و معرف‌های لازم برای انجام آنها می‌باشد. از عمده محدودیت‌های این روش‌ها می‌توان به متغیر بودن

نتایج (عدم تکرارپذیری)، پر زحمت بودن آزمایشات، طولانی بودن زمان آزمایش و طیف محدود استفاده اشاره کرد.

### ۱۳-۱۴-۷-۲- روش های تیپ بندی مولکولی

روش های تیپ بندی مولکولی خود به دو دسته روش های غیرمبتنی بر اسیدهای نوکلئیک و مبتنی بر اسیدهای نوکلئیک تقسیم بندی می شوند.

الف) روش های غیر مبتنی بر اسیدهای نوکلئیک

#### Multilocus enzyme electrophoresis

این روش مبتنی بر حرکت الکتروفوریتیک مجموعه ای از آنزیم های متابولیک می باشد. در این شیوه، عصاره سلولی روی یک ژل نشاسته ای غیر دناتوره الکتروفورز شده و سپس با یک سوبسترای رنگ زا رنگ آمیزی می شود. واریاسیون ها در حرکت الکتروفوریتیک آنزیم ها (الکترومورف) نمایانگر جانیشینی و تغییرات اسید آمینه ای هستند که این جانیشینی ها واریاسیون های مترادف ژن کدکننده آنزیم مورد نظر را نشان می دهند. به کمک این تکنیک می توان گوناگونی ژنتیکی را ارزیابی و نزدیکی ژنتیکی دو ایزوله را بررسی کرد. این روش بسیار پر زحمت و پرهزینه بوده و تفسیر نتایج آن مشکل می باشد.

#### - الکتروفورز لیپوپلی ساکاریدها

این تکنیک بر اساس الکتروفورز لیپوپلی ساکارید باکتری ها شکل گرفته است. لیپوپلی ساکارید یک قسمت اصلی آنتی ژنیک از دیواره سلولی باکتری های گرم منفی می باشد. این ساختار متشکل از مولکول های آمفی پاتیک بوده که واجد زنجیره های جانبی O می باشند. زنجیره O معمولا از قندهای خنثی تشکیل شده است.

لیپوپلی ساکارید را می توان با فنل - کلروفرم از سلول باکتریایی استخراج نمود. در مرحله بعد، عمل الکتروفورز در ژل پلی اکریل آمید صورت گرفته و سپس با توجه به وجود قندها در شاخه های جانبی پلی ساکارید و همچنین قندهای موجود در هسته مولکول و رنگ پذیری این قندها با نقره، ژل با نقره رنگ آمیزی می گردد. اختلافات در حرکت الکتروفوریک مربوط به ساختار و تشکیلات مولکول به ویژه زنجیره جانبی است. افتراق دقیقتر الگوهای حاصله، از طریق تکنیک های سرولوژیکی به کمک آنتی بادی های پلی کلونال و مونوکلونال امکان پذیر است.

#### - ایمونوبلاتینگ

در این روش، اجزای سلول میکروبی بعد از الکتروفورز به یک غشاء منتقل گردیده و در حضور آنتی بادی انکوبه می شوند. اتصال آنتی بادی - آنتی ژن از طریق روش های ایمونو اسی بررسی می گردد. این تکنیک ابزار قدرتمندی در آنالیز آنتی ژنی و انگشت نگاری میکروارگانیزم ها است.

#### - آنالیز پروتئین های غشاء خارجی و یا پروتئین های کل سلولی

(Total cell/OM proteins)

این تکنیک مبتنی بر الکتروفورز پلی پپتیدهای موجود در باکتری لیز شده است. از آنجائی که پروتئین ها توسط ژن ها روی کروموزوم باکتریایی رمزدهی می شوند، لذا نتایج به دست آمده از الکتروفورز این پروتئین ها نشانگر ژنوتیپ سویه مورد بررسی است.

#### - روش های تیپ بندی مبتنی بر ساختارهای ژنتیکی میکروارگانیزم ها:

تنوع ژنتیکی در ساختار DNA عوامل میکروبی که معمولاً بالا بوده و زمینه افتراق آنها را فراهم می آورد، این فرصت را ایجاد نموده است که به کمک روش های مبتنی بر اسیدهای نوکلئیک بتوان مطالعات اپیدمیولوژیک را دقیق تر، با قدرت افتراق

بالتر، با درجه تکرارپذیری بیشتر، با وسعت کاربرد افزون تر و با سرعت بسیار بالاتر نسبت به روش‌های سنتی به انجام رساند.

ویژگی‌های ژنتیکی میکروب‌ها تشخیص را در سطوح مختلف از جمله تشخیص در حد گونه و تحت گونه (تاکسونومی)، تشخیص در حد سویه (ردیابی اپیدمیولوژیک)، تشخیص در حد پارامترهای بیومدیكال مانند ویرولانسیته و مقاومت به داروها را برای ما مهیا می‌کنند.

در سال‌های اخیر، به‌ویژه در طی ده سال گذشته، روش‌های مختلف مولکولی مبتنی بر آنالیز ساختار ژنتیکی جهت بررسی‌های اپیدمیولوژیک ابداع و توسعه یافته‌اند. ذیلاً به مهم‌ترین روش‌های مورد استفاده و بیان مزایا و محدودیت‌های آنها می‌پردازیم.

#### – آنالیز پروفایل پلاسمیدی (Plasmid Profile Analysis)

این روش از ابتدایی‌ترین روش‌های تیپ‌بندی ژنتیکی است. از طریق الکتروفورز نمودن پلاسمیدهای استخراج‌شده و تعیین اندازه و تعداد آنها، به پروفایل پلاسمیدی میکروارگانیسم پی می‌بریم. این روش به‌طور موفقیت‌آمیزی برای آنالیز همه‌گیری‌های عفونت‌های بیمارستانی و عفونت‌های کسب‌شده در جامعه به‌ویژه برای باکتری‌های رشته‌ای گرم منفی به‌کار گرفته شده است. از مهم‌ترین معایب و محدودیت‌های این روش می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- بعضی ایزوله‌ها فاقد پلاسمید بوده و از اینرو غیرقابل تیپ‌بندی می‌باشند
- از آنجائی که پلاسمیدها به‌راحتی از دست رفته و یا کسب می‌گردند، پروفایل‌های پلاسمیدی الگوهای پایداری نمی‌باشند.
- شکل‌های مولکولی مختلف از یک پلاسمید (مانند فرم‌های خطی باز و بسته)، الگوهای مهاجرت الکتروفورتیکی مختلفی ارائه می‌دهند که باعث کسب نتایج مختلف می‌شود.

- ترکیب و محتوی DNA پلاسمیدی به خاطر موتاسیون‌زایی ترانسپوزونی، ناپایدار بوده و احتمال کسب نتایج مثبت و منفی کاذب وجود دارد.

### - آنالیز DNA کروموزومی از طریق هضم آنزیمی با آنزیم‌های برش‌دهنده

در این روش، آنزیم‌های محدودالایر به‌طور آنزیماتیک DNA را در نقاطی ویژه که نقطه شناسایی این آنزیم‌ها است، برش می‌دهند. تعداد و اندازه قطعات تحت تاثیر ترادف تشخیصی آنزیم، ترکیب و محتوی DNA می‌باشد. آنزیم‌هایی که به‌طور معمول مورد استفاده بوده و دارای مکان‌های برش متعدد هستند (مانند EcoRI ، HindIII)، صدها قطعه در اندازه‌های ۵۰ - ۵ کیلو جفت باز ایجاد می‌کنند. قطعات حاصله در ژل آگاروز، الکتروفورز می‌شوند و بعد از رنگ‌آمیزی با اتیدیوم برماید تحت نور UV رؤیت می‌شوند. در این روش، سویه‌های مختلف، پروفایل‌های گوناگون ایجاد می‌کنند. محدودیت‌های روش: الف) مقایسه پروفایل‌های پیچیده مشکل است. ب) امکان مخدوش شدن نتایج به دلیل وجود پلاسمیدها وجود دارد.

### - RFLP

روش RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphisms) بر پایه تشخیص تعداد و اندازه‌های مختلف از قطعات بریده‌شده (با آنزیم با اثر محدود) که واجد یک ترادف کروموزومی خاصی می‌باشند، استوار است. در ابتدا DNA هضم آنزیمی می‌شود و سپس قطعات حاصله روی ژل آگاروز، الکتروفورز می‌گردند. در مرحله بعد، قطعات الکتروفورز شده به یک غشاء منتقل می‌گردند. قطعات خاص مورد نظر از طریق هیبریداسیون با یک کاوشگر نشاندار شده شناسایی می‌شوند. به کمک این روش، تمام سویه‌هایی که لوکوس متصل‌شونده به کاوشگر را در خود حمل می‌کنند، قابل

تیپ‌بندی هستند. انتخاب کاوشگر و آنزیم محدودالثر برای تفسیر نتایج از اهمیت بالایی برخوردار است. این روش، قدرت تکرارپذیری و افتراق‌دهی بالایی دارد.

### - ریبوتایپینگ (Ribotyping)

این تکنیک که ابتدا توسط گرمونت و گرمونت (Grimont and Grimont) ابداع گردید، یک آنالیز ساترن بلاتینگ RFLP برای اپرون‌های ریبوزومی (16S rRNA، 23S rRNA و یک یا چند اپرون مربوط به tRNA) می‌باشد. ترادف ژن‌های ریبوزومی فوق‌العاده محافظت شده‌اند و کاوشگرهای تهیه‌شده مثل کاوشگر مربوط به rRNA اشریشیا کلی با اپرون‌های ریبوزومی از بسیاری گونه‌های باکتریایی هیبرید می‌گردد. از آنجائی که همه باکتری‌ها واجد اپرون‌های ریبوزومی هستند، تماماً با این روش قابل تیپ‌بندی می‌باشند. برخی قطعات حاصل از آنزیم‌های محدودالثر که محافظت شده می‌باشند برای تعیین هویت گونه‌ای مناسب‌اند. نتایج حاصله پایدار و قابل تکرار هستند. ارگانسیم‌های واجد ۷-۵ اپرون ریبوزومی، ۱۵-۱۰ باند ایجاد می‌کنند. این شیوه، قدرت افتراق‌دهی در حد روش Multilocus enzyme electrophoresis ویا به‌طور جزئی کمتر از آن را دارد. ریبوتایپینگ به مهارت متوسطی نیاز دارد. روش‌های نیمه اتوماتیک مثل Riboprinter Microbial Characterization System TM برای ریبوتایپینگ توسعه یافته‌اند.

### - Pulsed Field Gel Electrophoresis (PFGE)

این تکنیک ابتدا در سال ۱۹۸۴ به‌عنوان ابزاری برای بررسی DNA کروموزومی ارگانسیم‌های یوکاریوتی توصیف شد اما بعداً مشخص گردید که روش فوق‌العاده‌ای برای تیپ‌بندی گونه‌های مختلف میکروبی می‌باشد.

در این شیوه، ابتدا ارگانسیم به طور آنزیمی در پلاگ‌های آگاروز لیز می‌گردد. در مرحله بعد، قطعات بزرگ DNA بعد از هضم کروموزومی با آنزیم‌های برش‌دهنده از هم جدا می‌گردند. در اینجا برخلاف روش آنالیز DNA کروموزومی از طریق هضم آنزیمی با آنزیم‌های برش‌دهنده که از آنزیم‌های با نواحی برش متعدد استفاده می‌شد، از آنزیم‌های برش‌دهنده‌ای که برش‌های کمتری در طول کروموزوم ایجاد می‌کنند استفاده می‌گردد. در طی الکتروفورز، تفکیک کامل قطعات بزرگ DNA کروموزومی از طریق تغییر جهت دوره‌ای در میدان الکتریکی که توسط سه سری الکتروود ایجاد می‌گردد حاصل می‌شود به طوری که ۵ تا ۲۰ قطعه با اندازه‌ای در حدود ۸۰۰-۱۰ کیلو جفت باز ایجاد می‌گردند.

رنگ‌آمیزی با اتیدیوم برماید و رؤیت قطعات رنگ‌آمیزی شده تحت نور UV صورت می‌گیرد. این روش یکی از متداول‌ترین تکنیک‌هایی است که با توان بالای افتراق‌دهی برای بسیاری از گونه‌های باکتریایی به کار گرفته شده است به طوری که اغلب به‌عنوان استاندارد طلایی روش‌های تیپ‌بندی مولکولی در نظر گرفته می‌شود. محدودیت‌های روش: - تهیه DNA نیاز به چندین بار انکوباسیون طولانی مدت دارد - نیاز به هزینه نسبتاً بالا و تجهیزات ویژه دارد.

#### - روش‌های تیپ‌بندی مبتنی بر واکنش زنجیره‌ای پلیمرز (PCR)

روش PCR که چندین سال است برای تشخیص مستقیم انواعی از عوامل میکروبی در نمونه‌های بالینی به کار گرفته می‌شود، به‌عنوان یک تکنیک سریع نیز در بین تکنیک‌های تیپ‌بندی مولکولی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار شده است. در این روش‌ها قسمتی از ترادف مورد نظر که روی الگوی اولیه DNA وجود دارد، در شرایط آزمایشگاهی و به‌طور تصاعدی تکثیر شده تا مقادیر انبوهی از DNA هدف ایجاد گردد. مراحل مختلف دنا تورا سیون، اتصال پرایمرها و توسعه در طی ۲۰-۳۰ چرخه

متوالی در یک دستگاه ترموسیکلر و به مدت ۳-۴ ساعت انجام می‌گیرند. در مراحل بعد، محصولات تکثیرشده در ژل آگاروز و یا پلی‌اکریل‌آمید الکتروفورز می‌شوند. رنگ‌آمیزی با اتیدیوم برماید و رؤیت قطعات رنگ‌آمیزی شده تحت نور UV صورت می‌گیرد.

### - تکنیک Random amplified polymorphic DNA (RAPD)

این تکنیک که ابتدائاً توسط ویلیام ابداع کردید، گاهی از آن به‌عنوان روش AP-PCR (Arbitrarily primed PCR) نام برده می‌شود. در واقع این تکنیک، روشی از PCR است که از یک پرایمر کوتاه (معمولاً ۱۰ جفت باز) برای هیبریداسیون به مکان‌های تصادفی کروموزومی استفاده می‌شود. نتیجتاً بعد از انجام چرخه‌های متوالی، قطعات با اندازه‌های مختلفی حاصل می‌آیند. از آنجائی که تعداد و محل مکان‌های تصادفی در بین سویه‌های مختلف، متفاوت می‌باشد لذا اندازه و تعداد قطعات حاصله روی ژل الکتروفورز نیز متفاوت و افتراق‌دهنده می‌باشد.

از نظر تئوری، این روش برای هر گونه‌ای از ارگانسیم‌ها قابل استفاده است. از محدودیت‌های روش، قدرت افتراق‌دهی و تکرارپذیری پایین آن می‌باشد.

### - تکنیک Rep-PCR

این روش بر پایه تکثیر ترادف تکراری از DNA روی ژنوم ارگانسیم مورد نظر استوار است که ابتدا توسط Versalovic و همکاران توصیف گردید. دو سری عمده از عناصر تکراری شامل:

عناصر پالیندرومیک خارج ژنی (Repetitive extragenic palindromic) REP که اندازه ۳۸ جفت بازی دارند و همچنین ترادف‌های ثابت تکراری داخل ژنیک (Enterobacterial repetitive intetgenic consensus) ERIC



که اندازه ۱۲۶ جفت بازی دارند، اهداف مورد نظر این روش می‌باشند. این روش از قدرت افتراق‌دهی مناسبی در بین سویه‌ها برخوردار است.

### - تکنیک AFLP

روش AFLP (Amplified fragment Length polymorphism) یک فن انگشت‌نگاری ژنومی برپایه تکثیر انتخابی از یک زیرمجموعه قطعات DNA است که توسط آنزیم‌های محدودالایر ایجاد شده‌اند. در بیشتر موارد، DNA باکتریایی تحت برش آنزیم‌هایی مثل *Mse I* و *EcoRI* قرار گرفته و سپس به یک رابط (Linker) متصل می‌شوند. در داخل رابط، مکان‌های محدودالایر برای آنزیم‌ها و هم‌ترادف‌هایی خاص اتصال پرایمرها وجود دارد. در این حالت، تکثیر انتخابی صورت می‌گیرد. برای رؤیت الگوهای حاصله، به یکی از پرایمرها یک نشانگر رادیواکتیو یا فلورسنت متصل می‌گردد. شناسایی محصولات از طریق رنگ‌آمیزی با اتیدیوم برماید نیز امکان‌پذیر است. قدرت تکرارپذیری مناسب داشته ولی قدرت افتراق‌دهی آن از Rep-PCR و PFGE کمتر است. این تکنیک از Rep-PCR پرزحمت‌تر است اما نسبت به PFGE از سرعت خیلی بالایی برخوردار است.

### - تکنیک ترادف‌یابی (Sequencing)

این روش مبتنی بر ترادف‌یابی قسمت‌هایی از ژنوم ارگانیزم مورد نظر است. اگرچه ابتدائاً این روش به‌عنوان ابزاری برای تیپ‌بندی ویروس‌ها مطرح شد، اما اخیراً جهت بررسی‌های اپیدمیولوژیکی مولکولی بیماری‌های حاصله از باکتری‌ها به‌کار گرفته شده است. در مواردی همچون تیپ‌بندی ویروس‌ها، این روش استاندارد طلایی محسوب می‌گردد. روش‌های جدید ترادف‌یابی از پرایمرهای نشاندار شده با مواد فلورسنت استفاده می‌کنند که پیشرفت واکنش به‌صورت لحظه‌ای (Real time) قابل بررسی است.

برخلاف روش‌هایی مثل PFGE، Rep-PCR و یا RAPD، آنالیز کل کروموزوم با این روش امکان‌پذیر نمی‌باشد، بلکه قسمت خیلی کوچکی از ژنوم که بین سویه‌های باکتریایی و قارچی مختلف است ترادف‌یابی می‌گردد. جهت تعیین هویت و تیپ‌بندی عوامل میکروبی که کشت آنها مشکل است این روش انتخابی می‌باشد. به‌طور کلی این روش پرهزینه بوده و به مهارت خیلی بالایی نیاز دارد.

### تکنیک MLST (Multi Locus Sequence Typing):

سیستم ترادف‌یابی چندجایگاهی (MLST) یکی از روش‌های شناسایی عوامل زیستی است که از نظر بررسی‌های اپیدمیولوژیکی بسیار حائز اهمیت می‌باشد. MLST یک روش تایپینگ مولکولی با قدرت تفکیک بالا، قابلیت انتقال اطلاعات، سادگی انجام تکنیک و تکرارپذیری بالا می‌باشد. در این روش، از تفاوت‌های اللی در توالی‌های ژن‌های خانه‌دار استفاده می‌شود. با این روش، امکان یافتن منابع آلودگی و انتشار ارگانسیم، تنوع ژنتیکی و ارتباط بین ایزوله‌های باکتری مشخص می‌گردد. این تکنیک برای تایپینگ و شناسایی بسیاری از ارگانسیم‌های عفونی استفاده می‌شود. پروفایل‌های حاصل از MLST با استفاده از نرم‌افزارهای مخصوص کامپیوتری با یکدیگر مقایسه می‌شوند و نتایج حاصل از آن بررسی می‌گردد.

# فصل چهارم

حفاظت فردی و جمعی  
در مقابل تهدیدات زیستی



#### ۴-۱- مقدمه:

برای مقابله و دفاع در برابر تهدیدات زیستی، آمادگی کامل در عرصه‌های مختلف لازم است. هنگام پخش یک عامل زیستی، بهترین راه برای کم کردن یا جلوگیری از اثر عوامل، تشخیص آئروسول زیستی قبل از گسترش آن بر روی هدف و اطلاع به موقع به پرسنل برای انجام اقدامات حفاظتی می‌باشد. عدم تشخیص به موقع یک حمله زیستی همیشه برابر با این خواهد بود که تعداد زیادی از دست‌اندرکاران بهداشتی پاسخگو حفاظت نشده به افراد بیمار تبدیل گردند. با در نظر گرفتن این موارد، در صورت عدم دسترسی به دستگاه‌های تشخیصی، حفاظت از نظر پزشکی (واکسیناسیون و سایر انواع پیشگیری)، هوشیاری و حفاظت فیزیکی مهم‌ترین و تنها ابزار در دسترس برای مقابله با حمله جنگ‌افزارهای زیستی و کاهش اثر آنها خواهد بود. سطح خطر ناشی از یک حادثه، تابعی از احتمال مواجهه با آن و نیز گسترش آسیب حاصل از آن است. کاربرد معیارهای کنترل خطر به عنوان بخشی از فرایند مدیریت خطر، به منظور تلاش برای کاهش یا حذف آسیب احتمالی یا ضایعه شدید می‌باشد. مکانیسم‌های مختلف کاهش خطر را می‌توان برای مقابله با عوامل شیمیایی و زیستی معرفی نمود که شامل موارد زیر می‌باشند:

۱- کنترل اجرایی

۲- کنترل مهندسی

۳- محافظت فیزیکی

روش کنترل خطر نباید به یک روش محدود گردد. ترجیحاً تا جایی که ممکن است یک روش کنترل بایستی موثر و متناسب با حادثه به کار برده شود. برای مثال، بهترین راه محافظت از مصدومین در برابر عوامل شیمیایی و زیستی که عمدتاً به صورت آئروسول رها شده‌اند، آن است که استفاده از این عوامل، غیر ممکن گردد یا حداقل امکان استفاده از آنها محدود شود. اگر این امر میسر نشود، هدف کنترل خطر بایستی

به حداقل رساندن رنج انسان‌ها و کاهش هدر رفتن سرمایه باشد. در این راستا هر روشی مزایا و معایب مخصوص به خود را دارد.

#### ۲-۴- کنترل‌های اجرایی

در خصوص کاربرد عوامل شیمیایی و زیستی، کنترل‌های اجرایی شامل اعلام خطر (از جمله سیستم هشداردهنده)، تخلیه و قرنطینه مناطق بالقوه آلوده می‌باشد. این امر به سادگی احتمال در معرض قرار گرفتن را کاهش داده و افراد را از آسیب‌های ناشی از حادثه محفوظ می‌دارد. کنترل‌های اجرایی معمولاً از نظر کاربرد آسان‌تر و نیز در مقایسه با سایر روش‌های کنترل خطر، ارزان‌تر می‌باشند. زمانی که از خطر اجتناب گردد، کاهش خطر در مقایسه با سایر معیارها از اهمیت کمتری برخوردار می‌گردد، اگرچه ممکن است مردم از دستورالعمل‌های اجرایی پیروی نکنند (مثلاً ممکن است خانه‌های خود را ترک کنند). به این ترتیب برپایی قرنطینه مستلزم آن است که از چیز دیگری استفاده نشود. در برخی موارد نمی‌توان از مناطق محدود یا ساختمان‌ها استفاده کرد. همچنین گاهی لازم است برخی از پرسنل از جمله افراد مشمول مقابله با حوادث، وارد منطقه شوند. این بدان معنی است که کنترل اجرایی معمولاً به‌عنوان مکمل استفاده می‌شود و سایر مکانیسم‌های کنترل خطر نباید نادیده گرفته شود.

#### ۳-۴- کنترل‌های مهندسی

کنترل‌های مهندسی شامل استفاده از فناوری‌هایی از جمله کنترل جریان هوا، فیلترها و وسایل مختلفی که به‌طور معمول برای محدود کردن گسترش حادثه به‌کار می‌روند، می‌باشد. برخلاف کنترل‌های اجرایی، نقش کنترل‌های مهندسی، مستقل از تصمیمات انسان می‌باشد. مسلماً آنها را می‌توان نادیده گرفت، زیرا به دلایل فنی فقط

محدود به مناطق خاص هستند. مهندسی کنترل بدون فشار بر پرسنل و بدون اینکه آنها را وادار به استفاده از وسایل حفاظت شخصی نماید، قادر است از تماس آنها با مواد زیان‌آور جلوگیری نماید. یک مثال از کنترل مهندسی، استفاده از کابینت‌های زیستی ایمن برای دستکاری مواد خطرناک و مشکوک پستی می‌باشد که در ادامه، این مثال به تفصیل شرح داده می‌شود. همچنین ساختمان‌های مجهز به سیستم‌های فیلتر هوا، شکلی از مهندسی کنترل را تشکیل می‌دهد.

#### ۴-۴- محافظت فیزیکی

وقتی از محافظت‌کننده‌های فیزیکی استفاده می‌شود که حادثه را نه می‌توان با کنترل‌های مهندسی و نه با دور کردن افراد از محل حادثه به‌عنوان اقدامات اجرایی مهار نمود. اگرچه محافظت، اساساً یک اقدام مکمل می‌باشد، ولی گاهی تنها روش کاربردی محسوب می‌گردد. وقتی لازم باشد بر محافظت فیزیکی تکیه گردد بایستی هدف اصلی آن باشد که تعدد افراد در معرض خطر به حداقل رسانده شود. سطح محافظت‌شده انتخاب‌شده بایستی با درجه و نوع حادثه متناسب باشد. همیشه محافظت کامل لازم نیست. مثلاً ممکن است ماسک تنفسی به‌تنهایی برای محافظت مواد قابل تبخیر که نه آسیب پوستی بر جای می‌گذارند و نه از طریق آن جذب می‌شوند، کافی باشد. در مقوله حفاظت در برابر عوامل شیمیایی و زیستی و به حداقل رساندن با این عوامل فاکتورهایی وجود دارند که برای پایین نگه‌داشتن مقدار تماس تا جایی که از نظر منطقی امکان‌پذیر باشد، به کار می‌روند که اصلی‌ترین فاکتورها عبارت‌اند از: زمان و پناه‌گیری.

فاکتور زمان در واقع بر مدت تماس دلالت دارد، با این فرض که هرچه زمان تماس کوتاه‌تر باشد، احتمال ابتلای فرد به بیماری‌ها و عوارض بعدی کمتر خواهد شد. عامل فاصله همان مسافت یا بعد فیزیکی است (مثلاً بر حسب متر یا کیلومتر) که بین یک فرد و محل وقوع حادثه تروریستی وجود دارد. فاکتور پناه‌گیری، به سدها و موانع

فیزیکی برمی‌گردد که بین فرد و مواد آلوده منتشر شده وجود دارد. این سه عامل با تفصیل بیشتر همراه با اصول کلی برای به حداقل رساندن میزان تماس، در ادامه توضیح داده شده‌اند.

#### ۴-۴-۱- زمان تماس

منظور از زمان در این مبحث، طول مدتی است که یک فرد در تماس با مواد خطرناک بوده است. هرچه یک فرد زمان طولانی‌تری در محل وقوع یک حمله نظامی یا تروریستی باقی بماند، احتمال بیشتری دارد که با مواد خطرناک تماس پیدا کند. همچنین هرچه قدر یک فرد مدت زمان بیشتری در تماس با مواد خطرناک باشد (مثلاً از طریق پوست)، مقدار بیشتری از آنها را دریافت خواهد کرد. فاکتور زمان، هم برای افرادی که در محل حادثه حضور دارند مطرح است و هم برای افرادی که فقط در نزدیکی محل حادثه قرار دارند؛ گرچه فاکتور زمان در این دو مورد به صورت متفاوتی به کار می‌رود. برای مثال، اگر فردی در مجاورت محل حمله قرار داشته باشد، قانون اول فاکتور زمان برای او صادق است.

#### ۴-۴-۱-۱- قانون اول زمان

به سریع‌ترین شکل ممکن وارد ساختمان شوید و همانجا بمانید تا زمانی که مسئولان اعلام کنند بیرون آمدن، بی خطر است. اگر بر اثر انفجار یا اتفاقی دیگر، مواد خطرناک در هوا آزاد شوند، استنشاق آلاینده‌های معلق در هوا محتمل‌ترین راه تماس با آنها خواهد بود. در صورت آلوده بودن هوای بیرون، درون ساختمان بهترین مکان برای ماندن است و ترجیحاً بهتر است سیستم تهویه مطبوع ساختمان طوری تنظیم شود که هوای موجود در داخل را به گردش درآورد. به این ترتیب ورود هوای آلوده از بیرون به درون ساختمان کاهش می‌یابد. راه دیگر، خاموش کردن سیستم تهویه مطبوع ساختمان



است. این راهکار ساده مشابه دستورالعملی است که برای افراد مبتلا به آلرژی استفاده می‌شود. هنگامی که مقدار دانه گرده در درون هوا زیاد باشد، بهترین کار، ماندن در محیط دربسته (خانه) است تا زمانی که مراجع ذیصلاح اعلام کنند تبادل هوای داخل و خارج در صورت نیاز بی‌خطر خواهد بود. مراجع ذیصلاح در این امر ممکن است نیروهای امدادی، نظامی، انتظامی و یا گویندگان رسانه‌های عمومی نظیر رادیو و تلویزیون باشند.

#### ۴-۱-۲-۴- قانون دوم زمان

ساختمان‌های آسیب‌دیده و محیط‌هایی را که تحت تاثیر آلاینده‌ها قرار گرفته باشند به صورت منظم و سریع ترک کنید و پناهگاهی را - که ترجیحا بهتر است یک ساختمان آسیب ندیده باشد - برای خود پیدا کنید.

#### ۴-۲-۴- پناه‌گیری

اصطلاح پناه‌گیری در این متن به معنای قرار دادن یک مانع فیزیکی بین فرد و ذرات خطرناکی است که از مواد آلوده منتشر می‌شود. در مبحث حفاظت در برابر تشعشع، پناه‌گیری به مانعی که مقدار دریافت تشعشع را کاهش دهد، باز می‌گردد. اما در این متن، اصطلاح پناه‌گیری در مفهوم وسیع‌تری به کار رفته است و به معنای هر نوع مانع فیزیکی است که تماس با تشعشع با سایر مواد خطرناک را کاهش دهد یا از آن جلوگیری کند. به سه قانون زیر درباره عامل جان‌پناه توجه کنید.

#### ۴-۲-۱-۴- قانون اول پناه‌گیری

برای پناه گرفتن در برابر تابش پرتوهای رادیواکتیو یا حملات زیستی، در صورت امکان به گوشه‌های تاریک زیرزمین ساختمان بروید و یا در اتاقی بدون پنجره در وسط

ساختمان بمانید. در مورد حملاتی که با استفاده از مواد شیمیایی انجام می‌شوند، در وسط یک اتاق بدون پنجره در طبقه همکف ساختمان پناه بگیرید. به زیر زمین نروید؛ زیرا مواد شیمیایی در آنجا ته‌نشین می‌شوند.

#### ۴-۲-۴-۲- قانون دوم پناه‌گیری

پس از بستن درها و پنجره‌ها، هوای داخل ساختمان را گرم کنید تا فشار مثبت ایجاد شده و از نفوذ آلاینده‌ها به داخل ساختمان جلوگیری شود. همواره از هوای در حال گردش و یا هوایی که به وسیله یک فیلتر جاذب ذرات، با کیفیت بالا (HEPA) تنفس کنید. در غیر این صورت سیستم تهویه را خاموش کنید.

#### ۴-۲-۴-۳- قانون سوم پناه‌گیری

از امکانات موجود برای حفاظت از ریه‌های خود در برابر آلاینده‌های معلق در هوا استفاده کنید (برای مثال، دهان خود را با دستمال بپوشانید) و بدن خود را از تشعشع حفظ کنید (مثلاً پشت یک دیوار بتنی قرار بگیرید). پناهگاه می‌تواند یک ساختمان، یک دیوار یا یک دستمال تا شده باشد که به‌عنوان حفاظی در برابر مواد یا پرتوهای رادیواکتیو، مواد شیمیایی و زیستی، گرد و خاک، آلودگی و حتی سقوط آنها عمل می‌کند. معنی کلی پناه‌گیری در این تعریف، قرار دادن سدی میان خود و خطر احتمالی است. اثرگذاری عوامل محافظ بستگی به نوع ماده خطرناک دارد.

اگر در یک حمله تروریستی از یک یا چند عامل شیمیایی استفاده شده باشد (مثل فسژن، لوئیسایت و گاز موستارد تقطیرشده) که بخار آنها جرم حجمی بیشتری نسبت به هوا دارد؛ بهتر است در بخش مرکزی یک ساختمان در طبقه همکف پناه بگیرید و از رفتن به زیرزمین‌ها و سایر قسمت‌های زیرزمین ساختمان‌ها اجتناب کنید؛ زیرا مواد شیمیایی واردشده به ساختمان، در این قسمت‌ها تجمع می‌یابند. زیرزمین یا بخش

مرکزی ساختمان در طبقه همکف، جان‌پناه مناسبی برای حفاظت در برابر حملات

عوامل رادیولوژیکی	عوامل هسته‌ای	عوامل شیمیایی	عوامل زیستی	عکس‌العمل‌های اولیه
----------------------	------------------	------------------	----------------	---------------------

نظامی و تروریستی با استفاده از عوامل بیولوژیکی (مثل سیاه‌زخم و طاعون) است.

#### ۴-۵- انواع محافظت

انواع محافظت در برابر عوامل زیستی شامل حفاظت فردی و حفاظت جمعی می‌باشد. حفاظت فردی دربردارنده همه انواع وسایل و تجهیزات پوشیدنی است که توسط افراد به منظور کاهش احتمال تنفس یا تماس پوست با انواع عوامل تروریستی شامل: عوامل زیستی، شیمیایی، هسته‌ای و رادیولوژیکی در معرض، استفاده می‌شود (مانند ماسک مخصوص، دستکش و لباس‌های محافظ). حفاظت جمعی، در حقیقت نوعی مهندسی کنترل است که خطر در معرض قرار گرفتن گروهی از افراد را بدون اینکه دچار حادثه شوند، کاهش می‌دهد. به‌عنوان مثال، می‌توان از فیلترهای تهویه ساختمان‌ها و مراکز فرماندهی، پناهگاه‌ها یا وسایل نقلیه نام برد. جایی که امکان داشته باشد و باعث ایجاد مشکلات طبیعی برای حفاظت افراد نشود، حفاظت جمعی بر حفاظت فردی ترجیح دارد. در جدول ۴-۱ مقایسه انواع عوامل تروریستی و نیازمندی‌های اولیه افراد در برابر این عوامل نشان داده شده است.

-	-	-	-	دانش کامل در برابر انواع حملات تروریستی
x	x	x	x	دانستن درباره ویژگی، خطرات و اثرات
x	x	x	x	دانستن پاسخ‌های استراتژیک انفرادی
x	x	x	-	آمادگی بدون اطلاع رسمی
x	x	x	x	تسهیل کردن عکس‌العمل با فراهم کردن نقشه‌ها و وسایل اطلاع‌رسانی
x	x	x	x	گردآوری نقشه جامع
-	x	x	x	طراحی پناهگاه‌های اختصاصی
-	-	-	x	دانستن انواع درمان‌های پزشکی مناسب با پرسش از متخصصین پزشکی
x	-	x	-	دانستن نقشه خروج جهت تخلیه ساختمان
x	x	x	-	یافتن پناهگاه‌های مناسب نزدیک خانه، مدرسه و محل کار
-	-	x	x	وجود کیت‌های تشخیصی اضطراری در برابر حملات تروریستی
x	x	x	x	استفاده از ماسک
-	-	-	x	حرکت در مسیر باد
x	x	x	x	استفاده از فیلترهای با کیفیت و مناسب

جدول ۴-۱: مقایسه انواع عوامل تروریستی و نیازمندی‌های اولیه در برابر این عوامل

#### ۴-۵-۱- حفاظت فردی

به‌طور معمول، بایستی در انتخاب تجهیزات حفاظت فردی، از اصول مدیریت استفاده کرد. با معرفی سدهای حفاظتی بین افراد و مواد خطرناک، به‌طور موقت از خطرات ناشی از در معرض قرار گرفتن کاسته می‌شود؛ هرچند بایستی یادآوری کرد که دیر یا زود، همه عوامل شیمیایی و زیستی از سدهای محافظت‌کننده عبور خواهند کرد. بسته به ماهیت مواد به‌کاررفته، زمان حفاظت از چند ثانیه تا چند روز متفاوت است و هیچ وسیله محافظتی وجود ندارد که به‌طور نامحدود در برابر هر چیزی حفاظت ایجاد نماید. به علاوه، حفاظت در برابر یک عامل به‌طور وسیعی به درزهای قابل نفوذ سیستم

وابسته است. یک ماسک اگر غیر متناسب با اندازه صورت به کار برده شود، عامل محافظتی ناکارآمدی خواهد بود. به طور طبیعی، حفاظت واقعی ایجادشده با هر نوع وسیله حفاظتی کمتر از سطح پیش‌بینی‌شده تئوری است. وسایل محافظت‌کننده بایستی متناسب با نوع و غلظت عامل مورد نظر، حادثه مورد نظر و نیز فعالیت‌ها انتخاب گردند. بسته به ماهیت عامل خطر ساز، محافظت از دستگاه تنفسی، دستگاه گوارشی، پوست، چشم و سایر اندام‌ها بسیار حائز اهمیت است. سیستم‌های تولید آئروسول برای عوامل زیستی معمولاً ابرهای غیر قابل 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 موثری که تحت پوشش این عوامل قرار می‌گیرد متغیر است و بستگی به عوامل متعددی مثل سرعت باد، جهت باد و چگونگی تابش آفتاب دارد. در مواردی که ایستگاه اعلام خطر مؤثر برای تشخیص حمله وجود ندارد اولین کلید تشخیصی، دیدن علائم کلینیکی مطابق با یکی از عوامل زیستی در یک جمعیت است که می‌تواند روزها و ساعت‌ها بعد از حمله باشد. توکسین‌ها می‌توانند به‌طور مستقیم باعث آسیب ریوی گردند یا این که بعد از جذب باعث ایجاد مسمومیت سیستمیک شوند. معمولاً توکسین‌ها در صورت ورود از راه تنفسی خیلی شدیدتر و قوی‌تر از دیگر راه‌های مواجهه تاثیر می‌گذارند. سایر غشاهای مخاطی مثل ملتحمه چشم هم نسبت به بسیاری از عوامل زیستی آسیب‌پذیر است. بنابراین، حفاظت فیزیکی باید به‌صورت ماسک‌هایی استفاده شود که تمام صورت را می‌پوشانند. سایر راه‌های ورود عوامل زیستی غیر از تنفس معمولاً اهمیت کمتری دارند ولی باید در نظر گرفته شوند. آلودگی منابع آبی و غذایی بعد از حمله زیستی می‌تواند باعث بروز عفونت یا مسمومیت در فرد

مورد مواجهه گردد. بنابراین برای مقابله باید مطمئن شد که منابع آبی و غذایی فاقد آلودگی هستند و حفاظت کافی در مقابل حمله زیستی را دارند.

#### ۴-۵-۱-۱- تجهیزات حفاظتی فیزیکی انفرادی

ماسک‌های تنفسی مخصوص جنگ‌های شیمیایی، میکروبی و هسته‌ای، ماسک‌های استاندارد NBC، لباس مخصوص، دستکش و چکمه مخصوص باعث حفاظت موثر بر علیه حمله میکروبی می‌شوند. ماسک‌های تنفسی که به فیلترهای مخصوص مجهز هستند می‌توانند سیستم تنفسی را از ذراتی بزرگتر از ۱ الی ۱/۵ میکرومتر حفظ کنند. امروزه انواع بهسازی شده این ماسک‌ها نمونه M40 می‌باشد. لباس‌های مخصوصی نیز وجود دارند که ویژه جنگ‌افزارهای شیمیایی - میکروبی بوده و باعث حفاظت در مقابل عوامل میکروبی می‌گردند. افراد آلوده و بیمارانی که قادر به پوشیدن لباس و چکمه مخصوص نیستند بایستی لای پتوهای مخصوص حمل مجروحین پیچیده شده و به همان طریق حمل شوند. در این صورت ماسک بیمار بایستی بازرسی شده و تهویه مناسب نیز برای او انجام گردد. انواع پناهگاه‌های مجهز به سیستم تهویه و فیلترهای مخصوص دارای فشار مثبت، قادرند افراد را از آلودگی زیستی در مناطقی که به این عوامل آلوده شده‌اند، حفظ نمایند. جریان هوا تنها از طریق فیلتر مخصوص مانع ورود عوامل آلودگی به داخل پناهگاه می‌شود. در صورت نبودن پناهگاه می‌توان ساختمان و اتاق‌های معمولی را از طریق مسدود کردن پنجره‌ها و روزنه‌های آنها و تعبیه سیستم تهویه مجهز به فیلتر مخصوص، ایمن و غیرقابل نفوذ کرد.



شکل ۴-۱: نمونه‌ای از وسایل حفاظت انفرادی در برابر تهدیدات زیستی

#### ۴-۱-۵-۲- کنترل بیو آئروسول‌ها در محیط‌های سرپوشیده

در اماکن و محیط‌های سرپوشیده که معمولاً دما و رطوبت در حد نیاز بیوآئروسول‌ها وجود داشته و ضمناً فاکتورهای مزاحم هم موجود نمی‌باشند، بیوآئروسول‌ها بسیار مقاومت کرده و بهتر می‌توانند منتقل شوند. بنابراین در شرایط عادی نیز خطر شیوع بیماری‌های واگیردار در فضای سرپوشیده بیشتر است. بنابراین در حملات زیستی باید توجه خاصی به محیط‌های سر بسته به خصوص اگر جمعیت متراکمی در آنها اقامت دارند، معطوف نمود. کنترل میکروارگانیسم‌ها در هوا، از اصول اولیه دفاع زیستی می‌باشد. راه‌هایی مانند تهویه، تصفیه، استفاده از اشعه ماورای بنفش و جداسازی فیزیکی برای کنترل بیوآئروسول‌ها می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد.







شکل ۴-۲: آلودگی زدایی مواد آلوده به عوامل زیستی

#### - آلودگی زدایی مکانیکی

آلودگی زدایی مکانیکی شامل کارهایی است که عامل را از محیط خارج می‌کنند ولی الزاماً آن را از بین نمی‌برند. مثال بارز آن، تصفیه آب برای مصارف نوشیدن با روش فیلتر کردن است که برای خارج کردن عوامل زیستی مشخصی (ویبریو کلرا یا کلستریدیوم بوتولینوم) که ممکن است مخصوصاً برای آلوده کردن یک مخزن آب استفاده شوند، به کار می‌رود.

### - آلودگی‌زدایی شیمیایی

خطر عوامل زیستی با به‌کار بردن گندزداها از بین می‌رود. این گندزداها بیشتر به‌صورت مایع، گاز یا آئروسول استفاده می‌شوند. چیزی که باید به یاد داشت این است که گاهی وقتها خود این عوامل گندزدا هم می‌توانند برای انسان‌ها، حیوانات یا محیط خطرناک باشند. مواجهه پوستی با عوامل زیستی باید سریعاً توسط شستشو با آب و صابون مقابله شود. شستشوی خوب با این روش، مقادیر زیادی از مواد آسیب‌زا را از روی پوست پاک می‌کند. موضوع مهم، به‌کار بردن برس همراه با شستشو است و سپس استفاده از مقادیر زیادی آب. پس از شستشو با آب و صابون باید نواحی آلوده‌شده پوست را با محلول ۰/۵٪ هیپو کلریت سدیم شستشو داد و حدود ۱۰ دقیقه آغشته به این محلول نگاه داشت. برای آلودگی‌زدایی لباس‌ها و وسایل نیز محلول ۰/۵٪ هیپوکلریت مورد استفاده قرار می‌گیرد. زمانی حدود ۳۰ دقیقه باید این وسایل را در محلول خیساند و سپس شستشوی معمولی با سایر مواد انجام بگیرد.

### - آلودگی‌زدایی فیزیکی

عوامل زیستی می‌توانند از طریق ابزارهای فیزیکی مانند گرما یا اشعه نیز از بین بروند. برای از بین بردن کامل خطر استریل کردن با گرمای خشک، دمای ۱۶۰ درجه سلسیوس به مدت دو ساعت، توصیه می‌شود. اگر گرمای با بخار (اتوکلاو) در دسترس بود، دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس با فشار یک اتمسفر در حدود ۲۰ دقیقه کافی است. اشعه ماورای بنفش نیز از عوامل آلودگی‌زا است که در نور خورشید هم وجود دارد و معمولاً همراه با خشک کردن (خشک کردن در نور آفتاب) به‌کار می‌رود. استفاده از نور خورشید راه حل ساده‌ای است ولی استاندارد زمانی و محل خاصی برای آن وجود ندارد و محدودیت آن، آلودگی‌زدایی فقط در مناطق در معرض مستقیم آفتاب قرار گرفته است و قسمت‌هایی از وسایل یا سطوح که در معرض نور مستقیم قرار نگرفته‌اند، آلوده

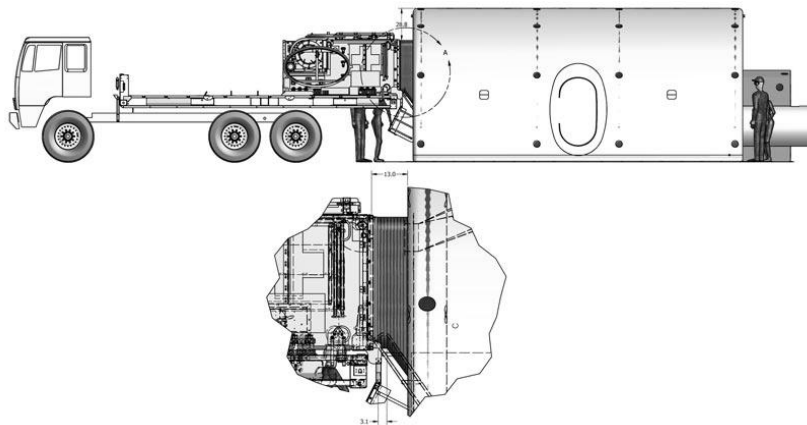
می‌مانند. اتاق‌ها و مناطق در بسته معمولاً با گاز یا آئروسول‌ها گندزدایی می‌شوند. اگر آلودگی‌زدایی برای جاده و خیابان لازم باشد می‌توان از کلرین - کلسیم استفاده کرد. در بلندمدت، طبیعت با خشکی و اشعه ماورای بنفش محیط را ضد عفونی خواهد کرد.

#### ۴-۵-۲- محافظت جمعی

حفاظت جمعی یک گروه از مردم و فراهم نمودن هوای غیر آلوده برای آنها و نیز جلوگیری از تماس پوست آنها با عوامل شیمیایی و زیستی، بدون غلبه بر مشکلات مربوط به تجهیزات محافظت شخصی را محافظت جمعی می‌گویند. در مقایسه با حفاظت فردی، در این روش وابستگی کمتری به آموزش وجود دارد. بنابراین، محافظت جمعی را می‌توان نوع به‌خصوصی از کنترل مهندسی در نظر گرفت. وقتی که شرایط اجازه دهد، محافظت جمعی به حفاظت فردی ترجیح دارد. حفاظت جمعی را می‌توان از طریق زیر به‌دست آورد.

۱- پناهگاه‌ها یا وسایل نقلیه‌ای که به‌طور اختصاصی برای حفاظت در برابر عوامل شیمیایی و زیستی طراحی شده باشند.

۲- واحدهایی که به‌طور خاص طراحی شده‌اند.



شکل ۴-۳: نحوه طراحی یک پناهگاه یا وسیله نقلیه مناسب در برابر عوامل شیمیایی و زیستی

معمولاً هر ساختمان یا وسیله نقلیه‌ای را می‌توان با عایق‌بندی به‌منظور محافظت در برابر سلاح‌های شیمیایی یا زیستی به‌کار برد. عایق‌بندی بایستی به‌گونه‌ای باشد که از ورود عوامل به داخل جلوگیری نماید. این کار با کاربرد ورقه‌های مقاوم پلاستیکی و چسب‌های نواری برای گرفتن درزهای اطراف پنجره‌ها، درها و هواکش‌ها امکان‌پذیر است. متأسفانه این اقدام نه‌تنها باعث نگهداری عوامل شیمیایی و زیستی در خارج می‌گردد، بلکه اکسیژن تنفس‌شده جایگزین نمی‌گردد. با این حال، این عمل قادر است حداقل سطح ابتدایی از حفاظت را ایجاد نماید. در مواجهه با سلاح‌های تهدیدکننده شیمیایی و فیزیکی مرسوم، سازگاری ساختمان‌ها و پناهگاه‌ها با دو عامل محدودکننده محافظت روبه‌رو هستند.

۱- استحکام و مقاوم بودن درزها

۲- حجم هوا برای هر نفر

همانطور که در گذشته بیان شد، عایق‌بندی کامل، بی‌نهایت مشکل است و در حقیقت، یک مشکل اساسی آن است که نتوان سیستم را به‌طور کامل عایق‌بندی کرد. در این حالت، عامل آلوده‌کننده دیر یا زود نفوذ خواهد کرد. شرایط متفاوت نیز ممکن است بعد از مدتی باعث افزایش مشکل گردد. غلظت ماده شیمیایی خارج از پناهگاه به‌طور طبیعی کاهش یافته و به سطح ایمن می‌رسد. در حالی که ممکن است در داخل پناهگاه افراد در معرض غلظت کمی از عامل شیمیایی و زیستی قرار داشته باشند. این امر ممکن است برای مدت طولانی ادامه یابد. در این حالت، در معرض یک عامل شیمیایی قرار گرفتن به مدت طولانی با غلظت کم در داخل پناهگاه، با در معرض قرار گرفتن با برخی دوزها با غلظت زیاد از عامل شیمیایی به مدت کوتاهی در خارج از پناهگاه قابل مقایسه است. آن چه مهم است این است که افراد داخل پناهگاه بدانند چه زمانی برای خروج از آن شکستن عایق‌بندی امن است. در حقیقت در پناهگاه‌های عایق‌بندی‌شده با درزهای غیر قابل نفوذ، پایش دوز ماده سمی در هر دو طرف (داخل و خارج) پناهگاه ضروری است. عایق‌بندی ناصحیح (استفاده از درزگیرهایی که نسبت به عوامل شیمیایی و زیستی مقاوم نباشند) یا ناکافی، ممکن است باعث شود که سطح در معرض قرار گیری داخل پناهگاه بیش از محیط خارج باشد.

مشکل دیگر پناهگاه‌هایی که به‌طور موقت عایق‌بندی شده‌اند، تجمع گاز دی‌اکسید کربن و مصرف اکسیژن موجود است. حداقل فضای لازم برای هر نفر در پناهگاه‌های عایق‌بندی شده، ۱۰ متر مکعب برای یک ساعت می‌باشد (فرض بر آن است که افراد در حال استراحت باشند یا افراد فقط به‌طور اتفاقی فعالیت سبکی داشته باشند). برخی مواقع، به‌منظور جذب گاز دی‌اکسید کربن، با قرار دادن یک سینی حاوی آهک خام در کف پناهگاه، امکان اقامت برای مدت طولانی فراهم می‌گردد. البته با این روش نمی‌توان اکسیژن اضافی تولید کرد. واحدها یا پناهگاه‌هایی که طراحی اقتصادی داشته باشند، به‌طور طبیعی درزگیری شده و دارای فشار مثبت هوای پاک

هستند. در این ساختمان‌ها، دستگاه‌های تصفیه هوا بایستی با حجم اتاق‌ها و ظرفیت برنامه‌ریزی شده متناسب باشد. به‌علاوه، بایستی در نظر داشت که ایجاد فشار مثبت داریم، مانع از ضرورت درزگیری می‌شود. به‌منظور سرپا نگه‌داشتن چنین سیستمی، به بازرسی منظم نیاز است. ساختمان‌های پیشرفته با سیستم تهویه مطبوع ساخته می‌شوند. بسته به ظرفیت این سیستم‌ها، ممکن است آنها را با فیلترهایی با کارایی بالا (فیلتر HEPA) یا فیلتر ذغال فعال تجهیز نمود. به این ترتیب پناهگاه‌هایی با فشار هوای مثبت ساخته می‌شوند. اگرچه تعدادی از عوامل کاربری محافظت جمعی نسبت به محافظت فردی ترجیح داده شوند، اما معایب زیر وجود خواهد داشت.

۱- ارزش (قیمت یا بها)

۲- در دسترس بودن در موارد ضروری

۳- محدودیت حرکت

تنها معدودی از کشورها می‌توانند از عهده تهیه پناهگاه برای همه یا اکثر جمعیت به‌منظور محافظت آنها در برابر عوامل شیمیایی یا زیستی برآیند. هزینه این اقدام نه‌تنها با احتساب قیمت ساختمان و نیز هزینه نگهداری آن تعیین می‌گردد، بلکه هزینه مصرف اتاق‌ها به منظورهای دیگر نیز محاسبه می‌گردد. مردم باید قادر باشند تا بعد از دریافت اعلام خطر، در کوتاه‌ترین زمان، خودشان را به پناهگاه برسانند. اگر آنها در فضای باز گرفتار شوند، روش وارد کردن آنها بدون آلودگی به داخل پناهگاه می‌تواند پیچیده باشد که به زمان و نیز منابع نیاز خواهد بود (مثلاً جلوگیری از ورود هوا، تجهیزات رفع آلودگی و تعویض لباس‌ها). همچنین واضح است که افراد نمی‌توانند آزادانه از پناهگاه خارج یا داخل شوند و به کارهایشان برسند؛ مگر اینکه وسایل ضروری در پناهگاه وجود داشته باشد. در نهایت، پناهگاه‌های محافظ تنها برای پرسنلی مناسب هستند که مسئول انجام وظایفی در خارج نباشند. شکل دیگر محافظت جمعی، فراهم نمودن وسایل نقلیه محافظت‌کننده در برابر سلاح‌های شیمیایی و زیستی می‌باشد. این

وسایل دارای سیستم اختصاصی تصفیه هوا می‌باشند. با وجود این، افرادی که از این وسایل استفاده می‌کنند، برای جلوگیری از انتشار آلودگی به خارج، نیازمند به آموزش مداوم روش‌های خروج و ورود به این وسایل هستند.

#### ۴-۶- محور پیشگیری از تأثیر سلاح‌های زیستی و بیوتروریسم

##### در محافظت جمعی

رکن مهم کنترل بیوتروریسم و پیشگیری از آن، جلب همکاری هوشمندانه مردم می‌باشد و این مهم بدون آموزش‌های موثر و مفید امکان‌پذیر نمی‌باشد. آموزش موثر و مفید به نوبه خود نیازمند برنامه‌ریزی صحیح است. آموزش‌های عمومی و توجیه مردم نسبت به سلامتی بدن و باور آنها نسبت به دستورالعمل‌های بهداشتی (فردی و عمومی) نقش مهم و تعیین‌کننده‌ای در پیشگیری دارند. هر کدام از وسائل ارتباط جمعی (مثل روزنامه‌ها، مجلات و صدا و سیما) در زمینه آموزش‌های عمومی دفاع بیوتروریسم نقش ویژه خود را خواهند داشت. آگاهی عمومی مردم نسبت به اصول اولیه بهداشتی، مؤثرترین و در عین حال کم‌خرج‌ترین وسیله محافظت عمومی بر علیه سلاح‌های زیستی است. باید بگونه‌ای برنامه‌ریزی شود که این آموزش‌ها در سطح جامعه حساسیت‌زا و نگران‌کننده نباشند. در همین راستا می‌توان طراحی و اجرای مانورهای شهری را برای ارتقاء دفاع غیر نظامی در مقابل بیوتروریسم مدنظر قرار داد. ضمناً توصیه می‌گردد برنامه دفاع زیستی، جزء لاینفک رزمایش‌های نظامی محسوب شوند.

#### ۴-۶-۱- پیش‌بینی وسایل حفاظت فیزیکی در مقابل عوامل زیستی

فراهم بودن وسایل پیشگیری فیزیکی مثل ماسک‌های تنفسی (ضد زیستی)، لباس‌های محافظت‌کننده و غیره به‌خصوص زمانی که پرسنل نظامی هدف سلاح‌های زیستی هستند، بسیار حیاتی است. اینگونه تجهیزات باید حداقل در حد نیاز نیروهای عمل‌کننده پیشاپیش فراهم شوند. اگر قرار است این‌گونه وسایل و تجهیزات از خارج خریداری شوند و یا در داخل تولید گردند، بایستی به چنان تجهیزات و نیروی انسانی متخصصی مجهز باشیم که بتوانیم به‌سرعت و با دقت این تجهیزات را آزمایش کرده و شرایط موثر بودن آن‌ها را مشخص کنیم. بسیار اتفاق افتاده که به‌هنگام استفاده پرسنل از یک وسیله (مثلاً ماسک) متوجه خرابی و بی‌تاثیر بودن آن می‌شویم. علاوه‌براین، وسایل فوق باید قبلاً چندین بار توسط پرسنل استفاده شده و افراد دقیقاً نحوه استفاده از آن‌ها را بدانند.



شکل ۴-۴: بررسی سالم بودن تجهیزات انفرادی توسط پرسنل آموزش‌دیده



#### ۴-۶-۲- توسعه برنامه‌های واکسیناسیون

بیشتر عوامل زیستی شناخته‌شده خوشبختانه به‌وسیله واکسن قابل پیشگیری هستند؛ اگرچه بیشتر این واکسن‌ها را در اختیار نداریم. در ممالک پیشرفته واکسن‌های مخصوص عوامل زیستی را به‌صورت محرمانه در ارتش‌های خود ساخته و در حد مصرف اورژانسی در دسترس مراکز نظامی قرار داده‌اند.

باید برنامه‌ها و پروژه‌های واکسن‌سازی را در سراسر مملکت مورد تشویق و حمایت قرار دهیم تا در صورتی که روزی به یک نوع واکسن (مثل آبله) نیازمند شدیم، تا به‌خود بجنبیم و از خارج خریداری کنیم، بسیار دیر شده است. بنابراین باید به منابع و استعداد‌های داخلی تکیه داشته باشیم. این امر تنها با برنامه‌ریزی طولانی‌مدت میسر است. بخش بیولوژی باید مراکز و مؤسسات و افرادی را که در زمینه واکسن‌سازی فعال هستند شناسایی کرده و به‌تدریج در صدد ایجاد ارتباط و ارائه پروژه‌های واکسن‌سازی باشند. این کار نیز نیازمند زمان و حمایت مؤثر از مراکز تحقیقاتی است.

#### ۴-۶-۳- کمپروویلاکسی (پیشگیری دارویی)

در دست داشتن برنامه‌های ویژه پروویلاکسی (قبل از تماس و بعد از تماس)، یکی از موارد مهمی می‌باشد که در پیشگیری از حملات زیستی، توجه به آن بسیار ضروری است، برای این کار باید عناصر دارویی موجود در رژیم‌های مختلف پروویلاکسی مربوط به هر کدام از عوامل زیستی مشهور، به‌صورت لیست تهیه شوند. ارقام دارویی مربوط به پروویلاکسی باید به‌نحوی تهیه و ذخیره شوند که اولاً تاریخ مصرف آن‌ها سپری نشود و ثانیاً حداقل جوابگوی نیاز یک جمعیت مثلاً یک میلیونی باشند. پرسنل عملیاتی نظامی و نیروهای انتظامی - به‌خصوص آنهایی که به ماموریت‌های ویژه گسیل می‌شوند و احتمال داده می‌شود که هدف جنگ‌افزارهای زیستی قرار گیرند- باید با توجه به نوع

تهدید محتمل، از برنامه‌های ویژه پروفیلاکسی دارویی استفاده کنند. از طرفی عوامل زیستی به‌طور روزانه نسبت به داروهای آنتی‌بیوتیک مقاوم می‌شوند و حساسیت دارویی آن‌ها باید دائماً کنترل شود. این کار نیازمند پروژه‌های تحقیقاتی است. تأثیر عملیاتی هر کدام از پروتکل‌های پروفیلاکسی که در کتب طبی قید شده‌اند باید با توجه به شرایط کشور مجدداً مورد تحقیق قرار گرفته و با آزمایش‌های خودمان نیز به صحت و سقم آن پی ببریم و این نیازمند تحقیقات جدید است.

#### ۴-۶-۴- مراقبت از منابع آب

منابع و مخازن آب شرب و غیر شرب، یکی از اهداف بسیار مهم سلاح‌های زیستی و بیوتروریسم می‌باشند. نباید اجازه دهیم تروریست‌ها و یا عناصر دشمن به منابع آب ما دسترسی پیدا کرده، آن را آلوده کنند و بعد از اینکه کار از کار گذشت در صدد درمان بیماران برآییم. باید از منابع آب در شهرها و روستاها بنحو هوشیارانه مراقبت کنیم. یک بعد بسیار مهم این مراقبت، کنترل روزانه نمونه‌های آب نسبت به آلودگی‌های عمدی با عوامل زیستی و فعالیت‌های بیوتروریستی است. آزمایش‌های روتین آب متأسفانه پوشش لازم را برای تشخیص عوامل زیستی ندارند و از این نظر ناقص هستند. باید آزمایشگاه‌های مجهز زنجیره‌ای به‌وجود آمده و پرسنل آن‌ها به نحوی آموزش ببینند که هرگونه تغییر در کیفیت میکروبی- شیمیایی آب به‌صورت روزانه ضبط و ثبت و به مرکز هوشمند مرکزی ارسال گردند. بدین ترتیب می‌توانیم از وقوع یک حمله زیستی و بیوتروریسم آگاهی یابیم. این کار در وهله اول نیازمند توجه تصمیم‌سازان و تصمیم‌گیران بالادست است و تنها راه آن، برقراری سمینارهای دوره‌ای است که ابعاد مختلف سلاح‌های زیستی و بیوتروریسم را برای گروه‌های متفاوت تشریح کنند.

#### ۴-۶-۵- نظارت بر تهیه‌کنندگان و توزیع‌کنندگان مواد غذایی و

##### مراقبت از ذخائر غذایی

مواد غذایی ممکن است به‌عنوان حامل‌های عوامل بیماری‌زا بر علیه افراد بیگانه به‌کار روند. همه‌روزه داستان شیر خشک‌ها و گوشت‌های آلوده را که به‌راحتی به کشورهای مصرف‌کننده ارسال می‌شوند، می‌شنویم. جنون گاوی و یا تب برفکی نیز بر سر زبان‌ها است. برای کلیه کارکنان اداره‌ها و سازمان‌های ناظر بر مراکز تولید و توزیع مواد غذایی که بنظر می‌رسد آموزش‌های مناسب با حرفه خود را (از بعد بیوتروریسم) ندارند، باید کلاس‌های آموزشی ویژه برگزار شود. برنامه‌های بازآموزی و نوآموزی کارکنان شاغل باید مورد توجه قرار گرفته و حمایت‌های لازم از آن‌ها به‌عمل آید. چنانچه کارمندان اداره مراقبت از مواد غذایی تحت آموزش‌های ویژه قرار گیرند و بدانند که کار با اهمیتی بر عهده آنان است و حتی توسط ارگان‌های دیگر نیز نظارت می‌شوند، احتمالاً وظایف خود را با دقت و حساسیت بیشتری انجام خواهند داد. ورود محموله‌های غذایی (به‌صورت تر و خشک) به داخل کشور باید با حساسیت تلقی گردد. آزمایشگاه‌های گمرکی مواد غذایی باید از حالت سمبلیک خارج شده و از حیث نیروی انسانی آموزش‌دیده و تجهیزات آزمایشگاهی حمایت شوند. واقعاً چه ارگانی و با چه کیفیتی بر ورود بی‌حساب این همه مواد غذایی (شیر، گوشت مرغ، گوشت ماهی و غیره) نظارت دارد؟ پیشنهاد می‌شود برای این گروه از کارکنان دوره‌های تداوم آموزش دفاع در مقابل سلاح‌های زیستی و بیوتروریسم برگزار گردد.

#### ۴-۶-۶- کشف و تشخیص حمله زیستی و بیوتروریسم

کشف سریع و به‌موقع حمله زیستی و بیوتروریسم و کیفیت آگاهی از وقوع آن‌ها اهمیت بحرانی داشته و در مقابله با این حوادث نقش حیاتی دارند؛ زیرا در غیاب تامین

تدارکات خاص در سطح محلی، منطقه‌ای و ملی، یک حمله بیوتروریستی با استفاده از ویروس آبله، اسپور سیاه‌زخم یا عوامل آلوده‌کننده آب و مواد غذایی، شالوده بهداشت و درمان محلی و شاید ملی را به هم ریخته و عده کثیری از بیماران و مردم عادی برای به دست آوردن امکانات درمانی به بیمارستان‌ها و مراکز درمانی دیگر هجوم می‌آورند. علاوه بر این ممکن است نیروهایی که باید در نقش واکنش سریع عمل نمایند، خودشان قبل از همه گرفتار و زمین‌گیر شده و کاری از دستشان بر نیاید. شباهت‌های زیادی بین وقوع یک همه‌گیری طبیعی و حمله بیوتروریستی وجود دارد و همین واقعیت، تمایز بین این دو را مشکل می‌سازد. البته آگاهی از یک همه‌گیری که به‌طور عمدی ایجاد شده بسیار مهم است. منتهی این امر نیازمند یک شبکه وسیع ثبت وقایع می‌باشد.

برای دفاع در برابر عوامل زیستی مدل‌ها و طرح‌های متعدد ارائه شده است.

مهم‌ترین اقدامات عبارت‌اند از:

- تشخیص سریع حمله زیستی

- شناسایی عامل به‌کار رفته

تشخیص اولیه وقوع حمله بیوتروریستی آسان نمی‌باشد؛ زیرا عوامل زیستی برخلاف عوامل شیمیایی فاقد رنگ، بو و مشخصات ظاهری قابل تشخیص می‌باشند، به طوری که افراد متوجه آلودگی نمی‌شوند و گسترش بیماری و قدرت انتشار آن به حدی سریع است که فرصت تشخیص برای کسی باقی نمی‌ماند. در صورتی که امکان تشخیص سریع و به‌موقع حملات زیستی یا بیوتروریستی وجود داشته باشد با طراحی روش مناسب درمانی می‌توان از شیوع بیماری‌های عفونی جلوگیری کرد.

نشانه‌های وقوع عملیات زیستی می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

- افزایش سریع شیوع بیماری در جمعیت سالم

- زیاد شدن تعداد سربازان بیمار

- ظهور بیماری‌های غیر عادی در تعدادی از افراد تحت مراقبت با علائم تب، اختلالات تنفسی و گوارشی

- مراجعه تعداد زیادی از بیماران به درمانگاه‌های محلی

- بروز مرگ‌ومیر زیاد در منطقه

- در برخی مواقع، اختارهای قبلی عملیات بیوتروریستی

- شیوع علائم غیر معمولی نوعی عفونت

اگر کلیه وقایع زیستی در شهرهای مختلف سراسر کشور به دقت و با حساسیت لازم ضبط شده و از طریق شبکه اطلاع‌رسانی به بانک مرکزی اطلاعات پزشکی منتقل گردند گام اساسی برداشته شده است. چنانچه اطلاعات موجود در مرکز مدیریت بیماری‌های وزارت بهداشت بهینه شده و با تجهیزات رایانه‌ای تقویت گردند، قدم‌های بعدی در خصوص آگاهی از انتشار عمده عوامل زیستی هموارتر خواهند شد. در شرایط فعلی ممکن است یک بیماری خاصی در گوشه و کنار کشور اپیدمی شود - قبل از آنکه سیستم بهداشتی - درمانی بتواند متوجه آن شود - و مدت‌ها طول بکشد. یادآور می‌شود امروزه خطر استفاده همزمان از چند عامل زیستی مختلف به صورت مختلط در یک یا چند منطقه وجود دارد. همچنین احتمال دارد از ارگانسیم‌هایی استفاده شود که در لیست عوامل زیستی قرار نداشته ولی از طریق مهندسی ژنتیک خواص بیماری‌زایی شدید و مقاومت آنتی‌بیوتیکی گسترده در آن‌ها به وجود آمده باشد. لذا با تشخیص هر عامل جدید همواره باید لیست جدیدی از آن‌ها تنظیم و منتشر گردد. بنابراین باید آزمایشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی که توان کار تشخیصی بر روی عوامل زیستی را دارند شناسایی شده و هرکدام در زمینه خاصی تقویت گردند تا بتوانند به‌عنوان آزمایشگاه‌های مرجع تخصصی ایفاء نقش نمایند.

همانطور که در مباحث تشخیصی اشاره گردید امروزه سیستم‌های هوشمندی وجود دارند که امکان تشخیص عوامل بیولوژیکی که اطلاعات آن قبلاً در اختیار آن سیستم

گذاشته شده است را داشته و می‌تواند سریعاً آن‌ها را شناسایی و اعلام خطر کند. این دستگاه‌ها می‌توانند با استفاده از اشعه لیزر مادون قرمز، ابرهای آئروسول را شناسایی کنند. مشکل عمده‌ای که بر سر راه آئروسول‌های حامل عوامل زیستی قرار دارد از این واقعیت نشأت می‌گیرد که این دستگاه‌ها قادر نیستند بین آئروسول‌های ناشی از حملات زیستی و ذرات آلوده‌ای که به‌طور طبیعی در فضا وجود دارند تمایز قائل شوند.

#### ۴-۶-۷- امداد و درمان مصدومین ناشی از سلاح‌های زیستی

بخش قابل توجهی از هراس و نگرانی عموم مردم در هنگام حوادث بیوتروریستی با ملاحظه آمادگی در سازمان‌های مسئول و به‌خصوص تشکل‌های وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی برطرف می‌شود. آمادگی شبکه‌های بهداشت و درمان برای مقابله با حملات زیستی و بیوتروریسم بدون برنامه‌ریزی قبلی امکان ندارد. این برنامه‌ریزی‌ها باید با توجه به موارد مهم بهداشتی - درمانی که بعضاً توضیح داده می‌شوند انجام‌گیرند.

#### ۴-۶-۸- پیش‌بینی آنتی‌بیوتیک‌های مورد نیاز

برای درمان مصدومین ناشی از سلاح‌های زیستی و بیوتروریسم، آنتی‌بیوتیک‌های مختلفی در صدر لیست نیازمندی‌های درمانی قرار دارند. به‌هرحال، بیشتر عوامل زیستی عمدتاً میکروارگانیسم‌های بیماری‌زایی هستند که در شرایط عادی نیز قادر به ایجاد بیماری هستند، منتهی با این تفاوت که در اینجا به‌صورت عمدی انتشار داده شده‌اند. تصور کنیم مثلاً در یک روز فقط ۱۰ هزار نفر در تهران به سیاه‌زخم مبتلا شوند و به کلینیک‌های عفونی مراجعه کنند آیا می‌توانیم آنتی‌بیوتیک و سایر داروهای مورد نیاز آن‌ها را تأمین کنیم. بنابراین مراکز تحقیقاتی باید به‌طور مستمر و با توجه به اینکه لیست عوامل بیولوژی ممکن است در طول زمان دستخوش تغییراتی شود، لیست آنتی‌بیوتیک‌های مورد نیاز و مؤثر بر علیه یکایک عوامل زیستی (مثل سیدوفوویر برای

آبله، ریباویرین برای تب کریمه کنگو و سیپروفلوکساسین برای سیاه‌زخم) را تهیه کرده و مراکز تأمین دارو را در جریان قرار داد. این داروها به‌نحوی باید تهیه گردند که همیشه به‌اندازه مثلاً برای صد هزار نفر ذخیره آماده داشته باشیم. برای این‌کار باید طرح‌های تحقیقاتی طراحی و تعریف شوند که هدف آن‌ها بررسی الگوهای حساسیت آنتی‌بیوتیکی سوش‌های میکروبی (پاتوژن‌ها) است. نتایج این طرح‌ها به همراه ارزشیابی‌های مربوطه باید توسط یک مرکز هوشمندی جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل گردند و این‌کار نیازمند داشتن برنامه مدون است.

#### ۴-۶-۹- پیش‌بینی شرایط لازم برای ایزولاسیون بیماران در هنگام

##### تک‌میکروبی

یکی از خصوصیات مهم عوامل زیستی، مسری بودن آنهاست. به‌عبارت دیگر، عوامل زیستی پس از آنکه در یک منطقه انتشار داده شوند بخودی خود و با انتقال مستقیم، افراد مختلف را آلوده می‌کنند. با این اوضاع، ایزولاسیون بیماران ناشی از عوامل زیستی، مهم و بسیار ضروری است. هرگونه همه‌گیری ناشی از عوامل زیستی در مدت کمی عملاً از کنترل خارج خواهد شد، بخش بیولوژی باید چگونگی و نحوه ایزولاسیون بیماران و مصدومین ناشی از تک‌بیولوژی را بررسی و تدوین کند. سؤالاتی چون چرا باید ایزولاسیون بیماران صورت گیرد، شرایط ایزولاسیون بیماران چیست و ظرفیت تخت‌های بیمارستانی ایزوله چقدر است، باید جواب کاربردی داشته باشند.



شکل ۴-۵: ایزولاسیون بیماران آلوده به عوامل زیستی

#### ۴-۶-۱۰- برآورد تخت بیمارستانی مورد نیاز مصدومین زیستی

مصدومین و بیماران ناشی از عوامل زیستی و بیوتروریسم، عمدتاً همچون بیماری‌های عفونی علایم غیر اختصاصی خواهند داشت. منتهی این علایم گاهی از الگوی بیماری‌های بومی تبعیت نکرده و خصوصیتی ویژه و منحصر به فرد دارند. بیمارستان‌هایی که پذیرای این مجروحین و مصدومین خواهند بود باید هر کدام حداقل به یک بخش ایزوله مجهز باشند؛ زیرا مصدومین ناشی از سلاح‌های زیستی و بیوتروریسم را ممکن است نتوان همراه سایر بیماران بستری نمود. ضمن آنکه در اینطور مواقع معمولاً تعداد بیماران زیستی به‌طور نگران‌کننده‌ای افزایش یافته و امکانات بیشتری را طلب می‌کند. یک کار ضروری که باید انجام گیرد این است که امکانات و



تخت‌های بیمارستانی (ایزوله) در شهرهای بزرگ، شناسایی و میزان آمادگی آن‌ها برای پذیرش مصدومین زیستی تعیین شود تا در کل ببینیم چه نسبتی بین امکانات موجود و نیازمندی‌ها برقرار است. بخش بیولوژی باید بتواند تیم‌هایی را آموزش و سازماندهی کند که بتوانند این کار را در وهله اول از مراکز درمانی وابسته به خود شروع و نتایج آن را برای ملاحظات دقیق‌تر در اختیار مراجع تصمیم‌گیری قرار دهند. تربیت و آموزش چنین افرادی نیازمند برنامه و حمایت همه‌جانبه است.



شکل ۴-۶: درمان مصدومین در مکانی ایزوله

#### ۴-۶-۱۱- برآورد تجهیزات و اقلام غیر داروئی مورد نیاز مصدومین

##### زیستی

علاوه بر آنتی‌بیوتیک‌های مختلف که برای نجات جان بیماران و افراد آلوده‌شده به عوامل زیستی لازم هستند، اقلام دارویی دیگر مثل الکترولیت‌ها، مسکن‌ها، تجهیزات مثل ضد عفونی‌کننده‌های مختلف، و کوره‌های زباله‌سوز باید برای مراکز درمانی که برای

مجروحین و مصدومین بیولوژی در نظر گرفته شده‌اند پیش‌بینی و تهیه کردند. البته این‌ها نیازمند دیدگاه‌های کارشناسانه به مقوله بیوتروریسم است و لذا باید از هم‌اکنون هسته‌های کارشناسی برای بررسی این موضوعات تشکیل و شروع به کار کنند.

#### ۴-۷- روش‌های انتشار و سرایت مواد زیستی

سه گروه عمده عوامل زیستی تحت عنوان تسلیحات ویروسی، باکتریایی و یا سمی مورد استفاده قرار می‌گیرند. رشد و نگهداری بیشتر عوامل بیولوژیکی بسیار دشوار می‌باشد. اکثر آنها به‌واسطه قرار گرفتن در معرض نور خورشید یا سایر عوامل زیست‌محیطی به سرعت تجزیه می‌شوند؛ حال آنکه برخی دیگر نظیر میکروب سیاه‌زخم (آنتراکس) عمر طولانی دارند. عوامل بیولوژیکی با پاشیدن و افشاندن در هوا، سرایت از حیوانات آلوده به انسان و نیز آب و غذای آلوده منتشر می‌شوند.

#### ۴-۷-۱- اقدامات قبل از انتشار عوامل زیستی

##### - آمادگی قبل از بروز مشکل

برای اطمینان بیشتر در تمامی موارد و ایمن‌سازی لازم است با پزشک خود صحبت و تمام موارد را بررسی کنید. بچه‌ها و افراد بزرگسال در برابر عوامل زیستی بسیار آسیب‌پذیرند. یک فیلتر هوای مخصوص در مجرای دستگاه گرمای خود نصب کنید. این فیلترها ذرات از اندازه  $0/3$  تا  $10$  میکرونی را دفع می‌کنند و بیشتر عوامل بیولوژیکی که ممکن است وارد خانه شوند را فیلتر می‌کنند. اگر سیستم مرکزی گرمایشی و سرمایشی ندارید یک فیلتر جاذب ذرات قابل حمل را می‌توان به کار برد.

### - پاکسازی ساختمان

مدیران و صاحب‌خانه‌ها باید نوع و سطح تصفیه و پاکسازی و همچنین میزان حفاظت در برابر عوامل بیولوژیکی را در ساختمان‌های خود مشخص کنند و استانداردها و دستورالعمل‌های ایمنی در این باب (NIOSH) در سازمان‌های مسئول را اخذ نمایند. مؤسسه ملی ایمنی و بهداشت حرفه‌ای دستورالعمل‌های فنی در مورد راهنمای سیستم‌های پاکسازی و تصفیه برای محافظت از محیط ساختمان در برابر حملات رادیولوژیکی، شیمیایی و بیولوژیکی را تهیه نموده است.

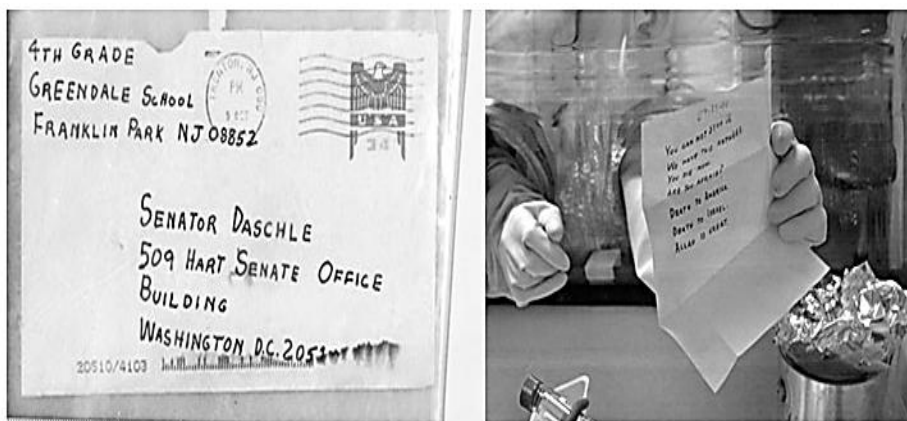
### ۴-۷-۲- اقدامات حین انتشار عوامل زیستی

مقامات مسئول در امر بهداشت و درمان ممکن است نتوانند خیلی سریع اطلاعات ضروری برای انجام کارهای لازم در یک حمله بیولوژیکی را فراهم آورند. تشخیص نوع بیماری و نحوه درمان آن و اینکه چه کسانی در خطر می‌باشند زمان‌بر است. برای کسب خبر و اطلاعات - اعم از نشانه یا علائم بیماری، حوزه و محدوده خطر و توزیع دارو و واکسن - گوش به زنگ اخبار رادیو و تلویزیون بوده و در صورت بیماری به دنبال مراقبت‌های پزشکی باشید. اگر در منزل دستگاه گرمایشی و سرمایشی مرکزی همراه با فیلتر جاذب ذرات دارید، در صورتی که روشن است آن را در حالت گردش داخلی قرار دهید. در غیراینصورت دستگاه را خاموش نمایید. اولین گواه و شاهد یک حمله ممکن است زمانی باشد که شما متوجه علائم بیماری در زمان در معرض قرارگرفتن آن عامل شوید. نسبت به هر علامت یا نشانه بیماری مشکوک باشید اما فکر نکنید که هر بیماری به‌واسطه یک عامل بیولوژیکی به‌وجود می‌آید. از دانش و آموخته‌های خود بهره بگیرید و پاسخ مناسب و درمان بهینه را به‌کار برید.

اگر مواد غیرمعمول و مشکوک در نزدیکی خود مشاهده کردید:

- سریعاً از محل دور شوید.

- خود را با آب و صابون، تمیز بشوید.
- با مقامات تماس بگیرید.
- برای کسب تکلیف و راهنمایی، گوش به زنگ رادیو و تلویزیون باشید.
- اگر علائم بیماری را مشاهده کردید درصدد درمان برآیید.
- مراقب بسته‌ها و نامه‌های مشکوک باشید چرا که ممکن است حاوی مواد منفجره، شیمیایی و یا بیولوژیکی باشند. به‌ویژه در مورد محلات کارتان محتاط باشید.



شکل ۴-۷: نمونه‌ای از بسته‌های پستی مشکوک به آلودگی با عوامل زیستی



شکل ۴-۸: نحوه صحیح مواجهه با یک بسته مشکوک آلوده به عوامل میکروبی

اگر در معرض مواد بیولوژیکی قرار گرفتید:

- لباس‌ها را از تن درآورده و همراه با لوازم شخصی داخل یک کیسه قرار دهید.
- در مورد استفاده و مصرف لوازم آلوده، از راهنمایی‌های مسئولین بهره‌گیرید.
- خودتان را با آب و صابون، تمیز بشوید و لباس‌های تمیز بپوشید.
- به دنبال درمان باشید؛ ممکن است از شما بخواهند از دیگران دور بمانید یا حتی برای مدتی قرنطینه شوید.
- از فیلترهای جاذب ذرات استفاده کنید. فیلترهای جاذب ذرات در حملات بیولوژیکی بسیار مناسب هستند. اگر درخانه دستگاه گرمایشی و سرمایشی مرکزی همراه با فیلتر جاذب ذرات دارید، در صورتی که روشن است آن را در حالت گردش داخلی قرار دهید، در غیر اینصورت دستگاه را خاموش نمایید. اگر یک فیلتر جاذب

ذرات قابل حمل دارید آن را همراه خودتان به داخل اتاقی که به‌عنوان سرپناه می‌باشد ببرید و آن را روشن کنید. اگر در آپارتمان و یا دفتر کار خود هستید که مجهز به یک سیستم گرمایش و سرمایش مرکزی است دستگاه تصفیه و فیلتر سیستم قادر است تا حدود زیادی در قبال آلودگی‌های بیولوژیکی از شما محافظت کند. هرچند فیلترهای جاذب ذرات، قادر به تصفیه عوامل شیمیایی نمی‌باشند.



شکل ۴-۹: نحوه مواجهه با عوامل زیستی و رفع آلودگی

#### ۴-۷-۳- اقدامات بعد از انتشار عوامل زیستی

در برخی موارد، همانند نامه‌های ارسالی آغشته به میکروب سیاه‌زخم که در سال ۲۰۰۱ فرستاده شد، در مورد ابتلا به بیماری یا آلودگی باید به افراد هشدار داد. نسبت به هر علامت یا نشانه بیماری مشکوک باشید، اما فکر نکنید که هر بیماری به‌واسطه یک عامل بیولوژیکی به‌وجود می‌آید. برای حوادث بیولوژیکی، ارائه خدمات پزشکی ممکن است به‌خاطر پاسخ‌گویی به تقاضاهای زیاد به‌سختی صورت گیرد. از دانش و آموخته‌های خود بهره بگیرید و درمان بهینه را به‌کار برید. لباس‌ها را از تن درآورده و همراه با لوازم شخصی داخل یک کیسه قرار دهید. در مورد استفاده و مصرف لوازم آلوده، از راهنمایی‌های مسئولین بهره بگیرید. دست‌های خودتان را با آب و صابون، تمیز بشویید. به دنبال درمان باشید، ممکن است از شما بخواهند از دیگران دور بمانید یا حتی برای مدتی قرنطینه شوید.

به دستورالعمل‌های مقامات و مسئولین از طریق رسانه‌ها با دقت کامل توجه کنید.





# فصل پنجم

راه‌های محافظت دستگاه

تنفسی، دستگاه گوارش،

پوست و چشم‌ها در مقابل

عوامل زیستی



## ۵-۱- مقدمه

عوامل میکروبی به کاربرده شده در حوادث بیوتوروریسمی و سلاح‌های میکروبی، همانند سایر میکروب‌های بیماری‌زا، از طریق مجاری تنفسی، دستگاه گوارشی، پوست آسیب‌دیده و چشم‌ها وارد بدن انسان یا حیوانات می‌شده و سبب بیماری‌زایی می‌گردند. برای هر میکروب یک راه ورود معمولاً موثرتر از راه‌های دیگر می‌باشد و آن، راهی است که میکروب پس از ورود آسان‌تر می‌تواند خود را در بافت‌های مورد تمایل مستقر سازد. مهم‌ترین راه‌های انتشار عوامل زیستی، به صورت آئروسول و انتقال از طریق تنفسی می‌باشد و لذا در حوادث بیوتوروریسمی، پخش عوامل زیستی جهت آلودگی تنفسی یک گروه از جمعیت به صورت پودر یا آئروسول در منطقه، بسیار حائز اهمیت است. آب و مواد غذایی به‌عنوان یک راه دیگر جهت انتشار عوامل زیستی مطرح بوده و امروزه این روش انتقال، پس از روش تنفسی در درجه دوم اهمیت قرار دارد. به‌طور کلی بیماری‌هایی که عامل مولد آنها از راه مدفوع دفع می‌شوند، وارد آب و مواد غذایی شده و حتی در آنها تکثیر می‌یابند. نظر به اینکه تنها راه ورود این نوع میکروب‌ها، دهان و دستگاه گوارش می‌باشد لذا پیدایش و شیوع بیماری‌های روده‌ای، در نتیجه عدم رعایت اصول بهداشت عمومی و فردی پدید می‌آید.

راه دیگر ورود عوامل زیستی به بدن، پوست می‌باشد. سوراخ کردن پوست می‌تواند توسط نیش بندپایان ناقل همانند کک، شپش، پشه، کنه و مایت‌ها انجام پذیرد. همچنین با استفاده از وسایل شخصی مثل شانه، کمر بند، آینه، چاقو، درب بازکن و چتر می‌توان به پوست آسیب رساند و عوامل زیستی را وارد بدن انسان کرد. بسیاری از حشرات و بندپایان ناقل که در دو گروه ناقلین زیستی و ناقلین مکانیکی تقسیم‌بندی می‌شوند، به‌سرعت تکثیر می‌شوند و کماکان می‌توانند به‌عنوان راه‌های عملی برای ایجاد بیماری‌هایی چون تولارمی، طاعون، تیفوس منقوط و مالاریا به کار برده شوند.

از طرفی عوامل میکروبی نیز وجود دارند که قابلیت انتقال از هر سه راه انتقال عوامل زیستی یعنی دستگاه تنفسی، دستگاه گوارش و پوست را دارند. برای مثال، باسیلوس آنتراسیس عامل بیماری سیاه‌زخم با توجه به نحوه ورود به بدن انسان، فرم‌های مختلفی از بیماری آنتراکس در انسان را سبب می‌شود. این عامل اگر از راه پوست وارد بدن انسان شود سبب سیاه‌زخم پوستی در فرد می‌شود که در انسان‌ها شایع‌ترین فرم بیماری سیاه‌زخم می‌باشد. اگر این عامل از طریق گوارشی وارد بدن انسان یا حیوانات شود سیاه‌زخم گوارشی ایجاد می‌کند که این فرم در حیوانات شایع بوده و در نهایت، اگر این عامل از طریق دستگاه تنفسی وارد بدن انسان و حیوانات شود فرم تنفسی سیاه‌زخم را به وجود می‌آورد که در انسان کشنده‌ترین فرم بیماری می‌باشد.

### ۵-۲- انتشار عوامل زیستی از طریق دستگاه تنفسی

بسیاری از بیماری‌های انسان از راه هوا منتقل می‌شوند. در این بیماری‌ها، عوامل میکروبی به صورت آئروسل، در اثر تنفس وارد بدن می‌شوند. در هنگامی که هوا به صورت عمده آلوده شود، آلودگی به راحتی در اعماق ریه جایگزین شده و از آنجا سایر اعضا را تهدید می‌کند. برخلاف انتقال غیرمستقیم بیماری‌ها، مثلاً از طریق آب و غذا، در این نوع انتقال، اتصال و پیوند بین منبع آلودگی و پذیرنده آن به آسانی قطع نمی‌شود و معمولاً کنترل کامل بیماری‌های عفونی که از راه هوا منتقل می‌شوند، عملاً میسر نمی‌گردد. عواملی که سبب بیماری‌های تنفسی هستند و از راه دستگاه تنفسی وارد بدن انسان می‌شوند ممکن است پس از آلودگی یک فرد از طریق دهان، بینی، بزاق و ترشحات، از بدن او خارج شده و افراد دیگر را آلوده نمایند. ذرات خارج‌شده از دهان افراد آلوده، گاهی نسبتاً درشت و بیش از ۰/۱ میلی‌متر قطر داشته و در فاصله کوتاهی هوا را آلوده می‌کنند (قبل از افتادن به زمین). نظر به اینکه انتقال عوامل زیستی و ایجاد بیماری در انسان از طریق هوا مهم است، ذره یا قطرات آلوده اهمیت پیدا می‌کنند. در

شرایط عادی رطوبت، اندازه قطرات کمتر از  $0.1$  میلی‌متر قطر در اثر تبخیر به سرعت کوچکتر شده و هسته‌ای مرکب از میکروارگانیسم باقی می‌ماند که ممکن است برای چند ساعت یا یک روز زنده و بیماری‌زا باقی بماند.

از نظر تاریخی، اهمیت استفاده از عوامل زیستی از طریق هوا به حدود دهه ۴۰ قرن بیستم بر می‌گردد. در این سال‌ها کشورهای مختلف از جمله ژاپن، آمریکا و روسیه روی عواملی که از طریق تنفسی برای انسان بیماری‌زایی ایجاد می‌کنند، کارهای تحقیقاتی را آغاز کردند. در شرایط تحت کنترل، ذرات آلوده را در هوا پراکنده (به کمک اتومایزر یا نوبیلایزر) و در چنین ابر مرکب از عوامل زیستی، قدرت آلوده‌کنندگی را بررسی نمودند. محققان با چنین روشی ثابت کردند که زنده ماندن عوامل زیستی در ابر (آئروسول) به عوامل مختلفی از جمله رطوبت نسبی، شرایط آب و هوایی و غیره بستگی دارد. قدرت آلوده‌کنندگی چنین ابرهای حامل میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا را می‌توان با قرار دادن حیوانات آزمایشگاهی در اتاقک‌های خاصی نشان داد و با این روش، آلودگی حیوان در اثر تنفس هوای آلوده به آسانی نشان داده شده است.

دستگاه تنفسی انسان همانند سایر دستگاه‌های مختلف بدن با مکانیسم‌هایی که خاص آن می‌باشد از ورود ذرات آلوده هوا به بدن جلوگیری می‌کند. به‌طور کلی ذرات درشت‌تر در ناحیه بینی و ذرات کوچکتر حتی در بازدم خارج می‌شوند. ۸۰ درصد ذرات به قطر  $1/8$  میکرون، ۵۰ درصد ذرات به قطر ۴ میکرون و ۲۰ درصد ذرات به قطر ۲۰ میکرون در بینی نفوذ می‌کنند و اگر تنفس بینی همراه با تنفس دهان باشد، ۲۳ درصد ذرات یک میکرونی، ۳۸ درصد ذرات دو میکرونی و ۵۲ درصد ذرات سه میکرونی و ۶۸ درصد ذرات پنج میکرونی در ریه‌ها نگه‌داشته می‌شوند. باکتری‌های تنفس‌شده در حلق و معده نیز دیده می‌شوند. با به‌کار بردن فسفر رادیواکتیو به‌عنوان ردیاب نشان داده شده، قریب ۳۰ درصد ذرات یک میکرونی در درخت تنفسی وارد می‌شود. انتشار عوامل زیستی از طریق هوا به‌صورت آئروسول صورت می‌گیرد و ذرات آئروسولی که کمتر از پنج

میکرومتر قطر دارند وارد دستگاه تنفسی شده و در سیستم تنفسی نفوذ و ته‌نشین می‌شود و سبب بیماری می‌گردد. نحوه رفتار ذرات و آئروسول‌ها زمانی که وارد دستگاه تنفسی شدند نیز متفاوت است. استنشاق یا تنفس آئروسول‌های محتوی عوامل میکروبی و یا توکسین‌های مربوط به آن‌ها منجر به رسوب این عوامل در کیسه‌های هوایی ریه شده و امکان ورود آن‌ها را به سیستم گردش خون فراهم می‌سازد. حرکات تنفسی (دم و بازدم) به‌طور طبیعی باعث می‌شوند که عوامل زیستی به‌صورت جریان مداوم وارد ریه شوند. هر چند ذراتی که اندازه آن‌ها حدود ۲۰ میکرومتر است می‌توانند دستگاه تنفس فوقانی را آلوده سازند اما این ذرات معمولاً در خلال فعالیت‌های فیزیولوژیک و نیز سیستم ایمنی غیر اختصاصی بدن، فیلتر شده و خارج می‌شوند و تنها ذرات خیلی کوچکی که اندازه آن‌ها ۰/۵ تا ۵ میکرومتر می‌باشد می‌توانند به کیسه‌های هوایی برسند. در جدول شماره ۱، عوامل زیستی که از طریق هوا منتقل شده، به همراه بیماری ایجادکننده، دوره کمون، میزان مرگومیر، اثرات اپیدمی و راه‌های درمانی آنها نشان داده شده است.

جدول ۵-۱: بیماری‌های عفونی که از طریق تنفسی منتقل و در جنگ‌های زیستی ممکن است

مورد استفاده قرار گیرند.

درمان	اثرات اپیدمیک	میزان مرگ‌ومیر	دوره بیماری (روز)	دوره کمون (روز)	عفونت
آنتی‌بیوتیک	وسیع	بالا	۱-۲	۲-۵	طاعون
آنتی‌بیوتیک + واکسن	کم	بالا	۳-۵	۳-۵	آنتراکس
آنتی‌بیوتیک	کم	بالا	۱۴-۲۱	۱-۱۰	تولارمی
واکسن (ضدتوکسین)	وسیع	بالا	۷-۷۰	۲-۷	دیفتری
فاقد درمان	وسیع	بالا	؟	۱۴-۲۱	تب کیو
فاقد درمان	وسیع	بالا	؟	۲-۱۴	تب لاسا
فاقد درمان	وسیع	بالا	؟	؟	تب ماربورگ
فاقد درمان	وسیع	کم	۲-۷	۵-۷	عفونت آدنوویروس
فاقد درمان	وسیع	کم	۲-۴	۱-۳	آنفلوآنزا
آنتی‌بیوتیک، ایزولاسیون	وسیع	بالا	تقریباً ۲۱	۱۲-۱۴	آبله
مشکل	بالا	متوسط	۱-۱۴	۳-۵	عفونت کوکساکسی
آنتی‌بیوتیک	متوسط	متغیر	۴-۲۰	روزها تا سال‌ها	میلونیدوزیس
آنتی‌بیوتیک	متوسط	متوسط	بیش از ۷	۴-۱۵	پسیتاکوزیس
آنتی‌بیوتیک	بالا	بالا	هفته تا سال‌ها	روزها تا ماه‌ها	بروسلوزیس

### ۵-۲-۱- راه‌های محافظت دستگاه تنفسی در مقابل عوامل زیستی

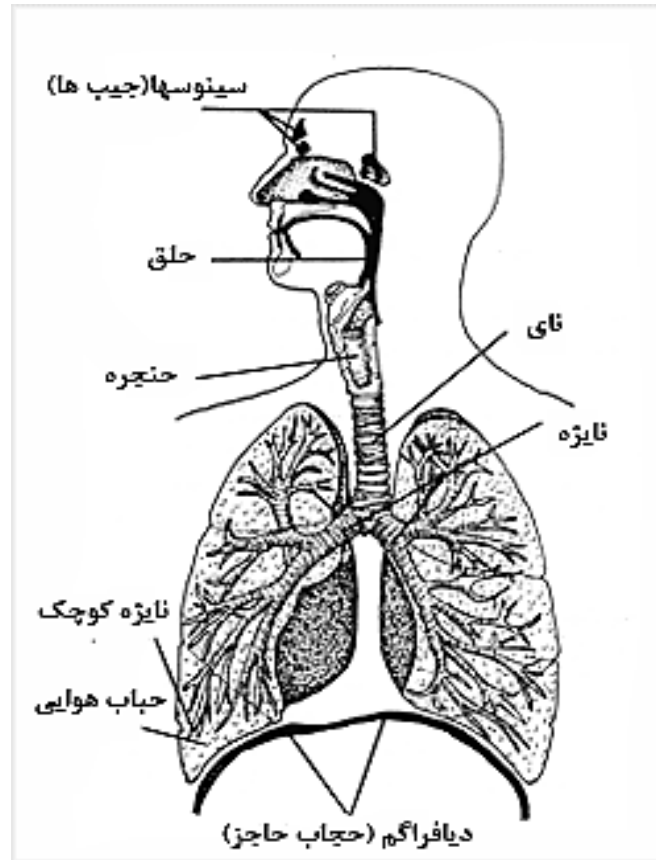
همانطور که قبلاً اشاره شد یکی از مهم‌ترین راه‌های انتشار عوامل زیستی، انتشار آنها به صورت آئروسول و انتقال از طریق تنفسی می‌باشد و لذا در حوادث بیوتروریسمی امکان دارد که عوامل زیستی جهت آلودگی تنفسی یک گروه از جمعیت به صورت پودر یا آئروسول در منطقه پخش شوند. سلاح زیستی اسلحه‌ای است که عامل زیستی را به

منطقه مورد نظر منتقل کرده و ابتدائاً آن را منتشر می‌کند. باید توجه داشت که در حملات زیستی، اصل بر غافلگیری و عملیات مخفیانه است و نیز در بیشتر حملات استراتژیک و تاکتیکی، عوامل زیستی به صورت آئروسول استفاده می‌شوند. بنابراین، تنفس و استنشاق مهم‌ترین راه ورود عوامل زیستی به سیستم بدن افراد خواهد بود. حفاظت فردی و جمعی در مقابل آلودگی تنفسی توسط عوامل زیستی، نقش مهمی در کنترل و پیشگیری از بیماری دارد چرا که با آلودگی افراد، قطع زنجیره انتقال تنفسی مشکل می‌باشد و فرد آلوده، خود به‌عنوان مخزن انتشار عامل می‌تواند افراد زیادی را آلوده نماید. در ادامه، راه‌های محافظت فردی و جمعی دستگاه تنفسی در مقابل عوامل زیستی را بحث خواهیم کرد.

#### ۵-۲-۲- حفاظت طبیعی دستگاه تنفسی

دستگاه تنفسی که از مجاری تنفسی فوقانی (سینوس‌ها، نازوفارنکس، اوروفارنکس و لارنکس) و تحتانی (نای، برونش‌ها و نایزک‌ها) تشکیل شده است، این توانایی را دارد که با عوامل بیماری‌زای با قطر بالاتر از پنج میکرون مقابله کند و آنها را دفع نماید. دستگاه تنفسی همچنین دارای مژه در سطح سلول‌های مخاطی خود می‌باشد که علاوه بر گیرانداختن می‌گروارگانیزم، با کمک حرکت خود، مواد واردشده را دفع می‌کنند. همچنین در سطح مخاطات دستگاه تنفسی، مایعات ترشحاتی از جمله موکوس وجود دارد که در آن سورفکتانت‌ها و مواد ضد میکروبی از جمله IgA پروتئاز، دفنسین‌ها و پروتئاز وجود دارد که مانع کلونیزاسیون میکروب‌ها در سطح مخاطات دستگاه تنفسی می‌شود. در شکل زیر، قسمت‌های مختلف دستگاه تنفسی انسان که شامل ناحیه فوقانی و تحتانی می‌باشد نشان داده شده است.





شکل ۵-۱: اجزای مختلف دستگاه تنفسی انسان

انسان‌های متخصص امروزه برای اینکه به اهداف شوم خود برسند عوامل زیستی را در ذرات با قطر کمتر از پنج میکرون و با قدرت کلونیزاسیون در دستگاه تنفسی تولید می‌کنند که قدرت نفوذ و اتصال به دستگاه تنفسی را داشته و در افراد سالم، بیماری ایجاد می‌کنند. لذا برای اینکه از ورود این عوامل در حوادث بیوتروریسمی جلوگیری شود بایستی حفاظت فردی و جمعی که در ادامه بحث می‌شود را توسعه داد.

### ۵-۲-۳- حفاظت فردی

ماسک‌ها، لباس‌ها، دستکش‌ها و پوتین‌های جنگ‌های شیمیایی، میکروبی و هسته‌ای (NBC) می‌توانند در مقابل عوامل زیستی که توسط آئروسول منتقل می‌شوند، حفاظت موثری به وجود آورند. ماسک‌های تنفسی جدید که به فیلترهای مخصوص مجهز هستند می‌توانند سیستم تنفسی را از ذراتی بزرگتر از یک تا یک‌ونیم میکرومتر حفاظت نمایند. امروزه برای آنکه نیروها بتوانند کارآیی خود را در محیط‌های آلوده حفظ نمایند مجهز به لباس‌های محافظ سبک و تجهیزات پیشرفته تنفسی می‌شوند. پیشرفت در سیستم‌های فوق، همه در جهت دستیابی به توان مقابله با تهدیدهای مختلف آینده و برآورده‌سازی الزامات و نیازهای دکترین دفاعی می‌باشد. بدین منظور برای سازگاری با دکترین‌های دفاعی، بهینه‌سازی‌های لازم در سیستم‌های تنفسی باید مقاومت آن‌ها را در مقابل تنفس تا ۵۰ درصد کاهش داده و میدان دید را ۵۰ درصد افزایش دهد. همچنین این بهینه‌سازی‌ها باید توانایی ارتباطی را تا ۲۵ درصد بهبود داده و محافظت لازم در مقابل مخاطرات احتمالی آینده را افزایش دهد و نهایتاً در زمینه یکپارچه‌سازی و سازگاری این تجهیزات یا سیستم‌های تسلیحاتی، اصلاحات لازم را معمول دارد. مبنای این بهبودها ماسک‌های سری M40 است که امروزه در نیروهای مسلح آمریکا و بسیاری از کشورهای دیگر جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. فناوری‌هایی که برای حفاظت فردی به کار می‌روند، باید بتوانند اهداف زیر را نیز به‌طور هم‌زمان برآورده سازند:

- ۱- حفاظت لازم در برابر خطرات فعلی را فراهم آورد.
- ۲- روش حفاظت در مقابل تهدیدهای آینده را مدنظر قرار دهند.
- ۳- با کاهش تاثیرات سوء سیستم‌های حفاظت فردی بر کارآیی نیروهای مسلح، کاهش کارآیی ماموریت‌های عملیاتی را به حداقل برسانند.
- ۴- فعالیت‌های لجستیکی را تا حد امکان کاهش دهند.

## ۵-۲-۴- ماسک‌ها

در موارد مواجهه با عوامل زیستی مشکوک، استفاده از ماسک در صورتی که سیستم‌های کنترلی مهندسی مانند هودهای ایمنی زیستی (BSC) در دسترس نباشند، یا مواقعی که باید به‌طور همزمان به‌همراه هود ایمنی زیستی استفاده شود، برای محافظت سیستم تنفسی از ورود آئروسول لازم است. ماسک باید در صورت امکان قبل از استفاده ضد عفونی و از نظر مناسب بودن اندازه صورت، کنترل گردد. همچنین نوع ماسک برای آزمایش مورد نظر مناسب بوده و طریقه استفاده صحیح از آن آموزش داده شده باشد. لازم به ذکر است که ماسک‌های نظامی علاوه بر حفاظت دستگاه تنفسی در مقابل عوامل میکروبی، شیمیایی و گردوغبار هسته‌ای، دستگاه گوارش، بینایی و پوست صورت را هم در مقابل عوامل فوق محافظت می‌نمایند. این ماسک‌ها به جهت اینکه برای فرد مفید باشند بایستی حداقل صورت (حد پیشانی تا چانه) را بپوشانند و مجاری ورودی و خروجی آن نیز جدا باشد. امروزه ماسک‌های نظامی در اندازه‌های مختلف ساخته و تولید می‌گردد که هر کدام با علائمی مشخص می‌باشد که معمولاً از اعداد یا حروف لاتین استفاده می‌شود که این علائم بیشتر در سمت قطعه صورتی درج می‌گردد. جهت بالا بردن کیفیت ماسک و حفاظت بیشتر از فرد، همراه هر ماسک، متعلقاتی مانند روپوش ماسک و قوطی لنز پاک‌کن وجود دارد. هر ماسک از قسمت‌های مختلف زیر تشکیل شده است (شکل ۵-۲).

۱- سیستم صوتی

۲- سیستم آبنوش

۳- دریچه ورودی هوا

۴- دریچه خروجی هوا

۵- لنزهای چشمی

۶- بندهای سر



شکل ۵-۲: شکل ظاهری یک ماسک مخصوص تهدیدات زیستی

در هر ماسک، هوای تنفسی از طریق فیلتر آئروسول، فیلتر کربن و دریچه تنفس وارد فضای ماسک شده و استنشاق می‌شود. هوای بازدم نیز از ریه‌ها وارد ماسک شده و از طریق دریچه یک‌طرفه خروجی از ماسک خارج می‌شود. جهت راحتی و حداکثر تاثیر، این ماسک‌ها نباید بیش از شش اونس وزن داشته باشند.

#### ۵-۲-۴-۱- فیلتر ماسک

فیلتر، یکی از قطعات اصلی در ماسک می‌باشد که در صورت عدم وجود آن، ماسک کارآئی نخواهد داشت. یکی از قسمت‌های اصلی ماسک نظامی، فیلتر کربن می‌باشد.

برای برآورده ساختن استاندارد حفاظتی لازم، حفاظت ۲۴ ساعته نیروها (در برابر عوامل گوناگون) مقادیر بسیار زیادی از کربن فعال شده باید مورد استفاده قرار گیرد. با این حال، علاوه بر مقدار مورد نیاز برای جذب کافی عوامل، ملاحظات دیگری را نیز باید در نظر گرفت. ارزش کربن فعال شده دقیقاً به ابعاد آن مربوط می‌شود. یک قاشق چایخوری از ماده کربن فعال شده به واسطه ساختار میکروسکوپی سطح داخلی آن، مساحتی برابر یک زمین فوتبال دارد. این ماده با ساختار بسیار متخلخل (خلل و فرجی در ابعاد مولکولی) شبیه به اسفنج است. این اسفنج، گازها و مایعات را در سطح خود جذب می‌کند و به صورت تغلیظ‌شده نگهداری می‌نماید؛ به عبارت دیگر، اجازه عبور به آنها نمی‌دهد. این امر از طریق نیروهای ضعیف بین‌مولکولی به نام نیروهای واندروالس انجام می‌شود. خلل و فرج کربن فعال شده، به هوای محیطی که باید تصفیه شود، اجازه می‌دهد تا هر چه عمیق‌تر از حوزه‌های آن عبور کند. در آنجا کربن فعال شده با آلاینده‌های هوا که باید فیلتر شوند و یا با مایعات پیوند تشکیل می‌دهد. زمانی که فرآیند به اتمام رسید، یعنی هنگامی که ظرفیت جذب کامل شد می‌توان کربن فعال شده را با استفاده از روش‌های دفع حرارتی مجدداً احیا کرد. نقطه قوت دیگر فناوری کربن فعال شده، تنوع فراوان آن می‌باشد. با پوشاندن و یا آغشته کردن سطوح داخلی، کربن فعال می‌تواند برای بسیاری از کاربردهای فیلتری متنوع مورد استفاده قرار گیرد. از طرفی می‌توان به‌وسیله روش‌های عامرانه تولید و فرآیندهای بعدی، موادی همچون ذغال، الیاف، پوسته نارگیل و سایر مواد خام را هم تولید کرد که در فیلترهای خاص با محدوده وسیعی از کاربردها به کار می‌روند.

برای مثال، جهت بررسی میزان نفوذ باکتری، آزمایش‌هایی با باکتری‌هایی نظیر اندوسپورهای باسیلوس سوبتیلیس و اروینیا هریکولا، با آزمایش‌های مربوط به آئروسول‌های فیزیکی نظیر قطرات روغن و ذرات میله‌ای شکل کافئین مقایسه می‌شود. لازم به یادآوری است که کارایی یک فیلتر، به شدت به شکل و اندازه ذرات بستگی دارد.

همچنین به نوع سیستم گردش هوا و میزان تاثیر آن در حرکت هوا در داخل ساختمان هم بستگی دارد.



شکل ۵-۳: ساختمان ظاهری فیلتر یک ماسک NBC

#### - انواع فیلترها

ماسک‌های مورد استفاده در برابر عوامل NBC، قدرت جذب آئروسول‌ها را داشته و فرد را در مقابل آئروسول‌های حاوی عوامل زیستی حفظ می‌کنند. به دلیل استفاده از عوامل زیستی و پیشرفت در این سلاح‌ها، به منظور پیشرفت آموزش و بالا بردن توان رزمی و حفاظت از مجاری تنفسی و گوارشی، فیلترهای مختلفی ساخته شده که بنا به وظیفه‌ای که انجام می‌دهند همانند فیلترهای مورد استفاده در مقابل عوامل شیمیایی، به سه دسته تقسیم می‌شوند.

۱- فیلترهای عملیاتی که با رنگ‌های مختلفی همچون طوسی و سبز زیتونی مشخص می‌شوند.

۲- فیلترهای آموزشی که به رنگ‌های مشکی، زرد و غیره موجود است و فقط در مقابل عوامل آموزشی مقاوم است.

۳- فیلتر تمرینی که به رنگ سفید موجود است و به منظور کاهش هوای تنفسی ورودی به ریه‌ها به کار برده می‌شود. این فیلتر در برابر عوامل زیستی و شیمیایی هیچگونه کاربردی نداشته و فقط جهت تمرین و در آموزش به کار برده می‌شود.

#### - شرایط تعویض فیلتر

عوامل و شرایط گوناگونی می‌توانند روی فیلترها تاثیر گذاشته و باعث عدم کارایی آن شوند. لذا دقت به این شرایط، لازم و ضروری است و هنگام برخورد با یکی از عوامل و شرایطی که باعث خرابی فیلترها می‌شود باید فیلترها را تعویض نمود. این شرایط عبارت‌انداز:

۱- ۲۴ ساعت استفاده از فیلترها در مقابل عوامل زیستی و شیمیایی

۲- تماس فیلتر با آب

۳- مشاهده شکستگی، بریدگی و یا فرورفتگی بیش از شش میلی‌متر

۴- شنیدن صدای ذرات آزاد در فیلتر

۵- در صورتی که نوع فیلتر مشخص نباشد ( عملیاتی یا آموزشی بودن فیلترها

مشخص نباشد)

۶- پنج سال در انبار مانده باشد

۷- شش ماه در هوای آزاد بدون درپوش بودن

۸- به دستور فرماندهان نظامی

هر فرد پس از تحویل ماسک بایستی قسمت‌های زیر را مورد بازدید قرار داده و از سالم بودن آن اطمینان حاصل نماید: فیلتر، لنز چشمی، سوپاپ ورودی و خروجی، سوپاپ کلاهک بینی، سالم بودن درب قمقمه و لوله آبنوش و صاف بودن لبه‌های قطعه صورتی.

هم‌چنین به دلیل اینکه کارائی ماسک بر روی صورت بستگی به شکل و اندازه و بلندی و کوتاهی صورت فرد دارد لذا بایستی فرد پس از گرفتن ماسک، ماسک تحویلی را یکبار پوشیده و اندازه نماید و در صورتی که اندازه صورتش نبود آن را تعویض و ماسک اندازه صورت خود را تحویل بگیرد.

در پایان این بخش، ذکر این نکته ضروری است که ماسک‌گذاری شامل چهار

مرحله به شرح ذیل می باشد::

- ۱- حبس نفس
- ۲- پوشیدن ماسک
- ۳- بستن درب کیف حامل و اعلام خطر
- ۴- ادامه ماموریت می باشد که بایستی در هنگام استفاده از ماسک به آن دقت کرد



### - ماسک‌های سری M40

یکی از بهترین ماسک‌های مورد استفاده در برابر عوامل NBC، ماسک‌های سری M40 می‌باشد که در نیروهای نظامی دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ماسک‌ها به‌خوبی از چشم‌ها، صورت و دستگاه تنفسی در مقابل عوامل شیمیایی، زیستی و امواج رادیواکتیو و همچنین آلودگی‌های دیگر میدان جنگ محافظت می‌کند. ویژگی‌های این ماسک که سبب شده آن به‌عنوان یک ماسک برتر در حفاظت فرد در مقابل عوامل NBC باشد به شرح ذیل می‌باشد:

۱- علاوه بر محافظت بالا، میدان دید گسترده‌تری را ایجاد کننده

۲- در دماهای بالا انعطاف‌پذیر هستند

۳- چرخه عمر آنها بیشتر است

۴- در مقابل اوزون و شرایط متفاوت آب و هوایی پایدارند

ماسک‌های سری M40 برای کاربردهای متفاوتی ساخته شده است. مثلاً ماسک‌های M42A2 برای خدمه زره‌پوش‌ها و تانک‌ها، M45 برای خدمه بالگردها و M40A1 برای تامین نیاز پایگاه‌های فرماندهی آماد نیروی زمینی تهیه می‌شوند. برای تعیین قابل استفاده بودن ماسکی که مدتی به کار رفته است از سیستم تست ارزیاب‌های محافظ M41 استفاده می‌شود. این سیستم می‌تواند برای تشخیص ماسک‌های غیرقابل استفاده به کار رود و همچنین در آموزش، روش صحیح پوشیدن ماسک‌ها را یاد می‌دهند.

### - ماسک چندمنظوره

نوع دیگری از ماسک که اخیراً بر روی آن مطالعات زیادی انجام شده است و در آینده نزدیک جایگزین ماسک‌های سری M40 خواهد شد و نیروهای دریایی، زمینی و هوایی قدرت استفاده از آن را دارند، ماسک چندمنظوره نیروهای مشترک می‌باشد.

مهم‌ترین ویژگی این ماسک، افزایش حوزه دید، کاهش مشکلات تنفسی و بهبود قابلیت سازگاری است. ماسک جدید، عدسی چشمی منفرد و سیستم فیلتر متفاوتی دارد و به‌گونه‌ای طراحی شده است که به راحتی با چهره کاربر تماس می‌شود و در نتیجه، امر حفاظت را بهتر انجام می‌دهد. در این ماسک تعداد قطعات به‌کاررفته در آن از ۳۶ قطعه به ۱۲ قطعه کاهش یافته و فیلتر ماسک، مجهز به نشانگر زمان عمر می‌باشد که می‌تواند زمان لازم برای تعویض فیلتر را نشان دهد.

همچنین برای اینکه تعمیر این ماسک‌ها آسان‌تر گردد، تمام قطعات از رنگ‌های متفاوت تشکیل شده و با مسلح کردن قطعات یا نشانگرهای رنگی به راحتی زمان تعویض قطعات را از روی رنگ‌ها می‌توان تشخیص داد.

#### ۵-۲-۵- لباس‌های محافظ

یکی دیگر از تجهیزاتی که مانع از ورود عوامل زیستی به دستگاه تنفسی می‌شود، لباس‌های محافظ می‌باشد که این لباس‌ها مخصوص جنگ‌افزارهای شیمیایی و میکروبی بوده و باعث حفاظت در مقابل عوامل میکروبی می‌گردند. حتی یونیفرم‌های مرسوم نظامی نیز در حد خود می‌توانند باعث حفاظت بر علیه آلودگی به خصوص پوستی از طریق محیط گردند. این لباس‌ها که یکپارچه و سبک‌وزن می‌باشند در تولید آنها از فناوری فوم زغال فعال شده یا حباب زغال فعال شده استفاده شده است. نمونه‌ای از این لباس‌های یکپارچه موسوم به IIAP می‌باشد که در آن، تجهیزات تنفسی به کمک نوعی کوله‌پشتی به آن نصب می‌شود (شکل ۵-۴).



شکل ۵-۴: نمونه‌ای از لباس‌های محافظ یکپارچه موسوم به HAP

### ۵-۲-۶- دستگاه خودکار تنفسی مصنوعی

تنفس مصنوعی، بخش مهمی از سیستم‌های اولیه پشتیبانی حیات را تشکیل می‌دهد. در این راستا، ارتش‌های دنیا دستگاه‌های خودکار تنفس مصنوعی مختلفی طراحی و تولید کرده‌اند که از آنها برای مجروحین شیمیایی و زیستی که تنفس عادی آنها دچار مشکل شده است، استفاده می‌کنند. در اهمیت این دستگاه‌ها همین بس که بدون استفاده از این دستگاه‌ها، خطر کاهش فعالیت تنفسی و در نتیجه، ایست قلبی و یا

هیپوکسی (کاهش اکسیژن در بافت‌های بدن) افزایش می‌یابد. این دستگاه‌ها به‌صورت ماژولار طراحی شده و جزء سیستم‌های حفاظت پزشکی می‌باشند و بایستی در کنار سیستم‌های حفاظت غیر پزشکی (فیزیکی) مانند ماسک و لباس‌های محافظ تولید و طراحی شوند تا به مجروحین جنگ‌های زیستی در مسیر پایگاه‌های امداد صحرایی تا بیمارستان‌ها کمک نمایند. امروزه دستگاه‌های قابل تنفس مصنوعی ساخته شده که وزن آن حداکثر ۳/۵ کیلو گرم و بسیار کوچک می‌باشد و می‌توان آن را در نیروهای نظامی، سازمان‌های امنیتی و نیروهای غیر نظامی به کار برد.

#### ۵-۲-۷- محافظت افراد مجروح

مجروحان و آسیب‌دیدگانی که قادر نیستند از لباس‌ها و وسایل حفاظت فردی استفاده نمایند، بایستی در پوشش‌های حفاظتی خاصی که به این منظور ساخته شده‌اند قرار بگیرند تا از عوامل زیستی و شیمیایی مصون بمانند. همچنین استفاده از پنکه‌های کوچک می‌تواند افزایش فشار متقابل نموده و از رسیدن مواد شیمیایی و زیستی به فرد مصدوم جلوگیری و همچنین فرد مصدوم را خنک نماید.

#### ۵-۲-۸- حفاظت جمعی

هر چند اقدامات حفاظتی فردی (پزشکی و غیر پزشکی) همچون لباس‌ها و ماسک‌ها می‌توانند تاثیر عوامل زیستی و شیمیایی را شدیداً کاهش دهند ولی کاربرد آنها در هنگامی که تعداد پرسنل خدماتی لازم زیاد بوده و یا عملکرد بالایی از نیروها مورد انتظار باشد و یا اینکه حمله بیوتروریسمی، افراد غیر نظامی یک منطقه را درگیر کرده باشد کاهش می‌یابد. در چنین شرایطی باید از تجهیزات حفاظت جمعی استفاده کرد. علاوه بر این، سیستم‌های حفاظت جمعی در برابر عوارضی همچون خستگی و ضعف

جسمانی نیروها می‌تواند راهبرد مناسبی محسوب شود. مزیت سیستم‌های حفاظت جمعی عبارت‌اند از:

- ۱- این سیستم‌ها می‌توانند کارآیی نیروها را در حد مطلوب حفظ کنند.
- ۲- می‌توانند از خودروهای رزمی در برابر عوامل شیمیایی و زیستی محافظت کنند.
- ۳- کارآیی کشتی‌ها را در محیط‌های آلوده حفظ می‌کنند.
- ۴- به کمک این سیستم‌ها، بیمارستان‌ها می‌توانند خدمات پزشکی را بی‌عیب و نقص ارائه دهند.

- ۵- فرودگاه‌های نظامی و هواپیماها همچنان می‌توانند موثر عمل کنند.
  - ۶- مراکز فرماندهی بدون هیچ‌گونه اختلالی می‌توانند به کار خود ادامه دهند.
- در بهترین شرایط، سیستم‌های حفاظت جمعی باید بتوانند حملات را سریع تشخیص داده و تهدیدهای احتمالی را پیش‌بینی نمایند.

### ۵-۲-۹- پناهگاه‌های مجهز به سیستم تهویه

برای حفاظت جمعی در مناطقی که به عوامل زیستی آلوده شده‌اند انواع پناهگاه‌های مناسب که به سیستم تهویه یا فیلترهای مخصوص مجهز شده و دارای فشار مثبت می‌باشند، قادرند افراد را از آلودگی تنفسی زیستی حفظ کنند. در این پناهگاه‌ها تنها فیلترهای مخصوصی مانع ورود عوامل آلوده به داخل پناهگاه می‌شوند. ذکر این نکته مهم است که افراد آلوده قبل از ورود به داخل پناهگاه حتماً بایستی روی آنها رفع آلودگی صورت گرفته باشد. در فصل پناهگاه‌ها، ویژگی‌های انواع پناهگاه‌های ضد تهدیدات زیستی شرح داده شده است.

در نبود ساختمان‌ها و پناهگاه‌های مناسب و مجهز، می‌توان شیارها و ورودی‌های هوایی ساختمان‌های معمولی را مسدود کرد و یک سیستم تهویه مناسب در آنها تعبیه نمود؛ چون در مناطق آلوده به عوامل زیستی، ادامه عملیات مستلزم پاکسازی است. لذا

لازم است مراحل درمانی منحصراً در پناهگاه و یا ساختمان‌های امن انجام گیرد. پناهگاه یا شیلتر مجهز، مناسب‌ترین و موثرترین محل برای حفاظت بیماران و درمان آنها در یک منطقه آلوده به عوامل زیستی منتقله از طریق تنفسی است. بیمارانی که دچار عفونت تنفسی شده‌اند و احتمال انتقال عوامل عفونی به دیگر افراد وجود دارد بایستی در همان داخل پناهگاه توسط روش‌های پرستاری تحت مراقبت و درمان قرار بگیرند. لازم به ذکر است که اگر پناهگاه‌های مجهز به فیلتر جلوگیری کننده از عوامل میکروبی وجود نداشته باشد در شرایط عادی بهتر است افراد روی تپه و جایگاه‌های بلند مستقر شوند.

امروزه در ساخت پناهگاه‌ها در جهت حفاظت جمعی از افراد در مقابل عوامل زیستی، پیشرفت‌های خوبی کسب شده است و انواع سیستم‌های قابل حمل حفاظت جمعی، سیستم حفاظت جمعی آماده، محفظه مقاوم در برابر عوامل زیستی و چادر محافظ، طراحی و تولید گردیده است. در تمام تجهیزات، سیستم فیلتراسیون در کمترین زمان، فضای داخل آنها را به یک منطقه عاری از آلودگی زیستی می‌کند، به طوری که نیازی به استفاده از تجهیزات خاص مثل ماسک محافظ نیست.

### ۵-۲-۱۰- تهویه

یکی از روش‌های معمول برای جلوگیری از تجمع ذرات در هوا، تهویه می‌باشد. برای ایجاد تهویه در یک ساختمان یا یک اتاق می‌توان با باز کردن یک پنجره و ورود هوا به داخل ساختمان یا اتاق و خروج آن از طرف دیگر اقدام کرد. هر چند تهویه از این طریق کم‌اثرترین روش برای کنترل بیوائروس‌ها در هوا محسوب می‌شود، ولی به دلیل اینکه هوای داخل ساختمان با هوای خارج مخلوط می‌شود و ذرات موجود در هوا کاهش می‌یابد موثر می‌باشد. لازم به ذکر است که اگر در اطراف منطقه مسکونی حمله بیوتروریسمی صورت گرفته، هرگز پنجره‌ها را باز نکرده چرا که باعث افزایش

آلودگی بیشتر داخل ساختمان می‌شود. در این صورت بایستی از سایر روش‌های کنترل آئروسول‌های زیستی مانند استفاده از اشعه ماورای بنفش، جداسازی فیزیکی و فیلتراسیون استفاده کرد.

### ۵-۲-۱۱- فیلتراسیون

همانطور که در قسمت‌های قبل اشاره شد، فیلتر کردن هوا یکی از موثرترین روش‌ها برای جلوگیری از انتقال تنفسی عوامل زیستی در حفاظت فردی و جمعی می‌باشد. در حفاظت فردی، ماسک‌ها به انواع فیلترها مجهز بوده و مانع از ورود عوامل زیستی به شکل آئروسول به دستگاه تنفس انسان می‌شود. در حفاظت جمعی، انواع پناهگاه‌ها، شیلترها، چادرهای مخصوص NBC و بیمارستان‌ها و اماکن عمومی را می‌توان به انواع فیلترها مسلح کرد تا هوای ورودی به داخل این اماکن را فیلتراسیون نماید.

یکی از فیلترها که در مقابل عوامل زیستی موثر و کارا می‌باشد، فیلتر HEPA (High Efficiency Particulate Absorbing) است که قدرت جداسازی تمامی ذرات پاتوژن را دارد. از این فیلتر در هودهای زیستی استفاده می‌شود، ولی به دلیل گران‌قیمت بودن آنها در سیستم‌های تهویه ساختمان‌ها مورد استفاده قرار نمی‌گیرد و در این گونه اماکن در سیستم تصفیه‌ای که به فیلتراسیون کیسه‌ای تهویه خانگی موسوم هستند استفاده می‌شود.



شکل ۵-۵: نمونه‌ای از فیلتر HEPA

ارتش‌های دنیا بر روی کارآمد کردن فیلترها و عمل فیلتراسیون اقدامات وسیعی را انجام داده‌اند و امروزه انواع فیلترهای ذرات، گاز و ترکیبی را طراحی و تولید کرده‌اند. در مقابل عوامل زیستی بهترین فیلتر، فیلتر ذرات می‌باشد که قدرت جذب آئروسول‌ها، میکروارگانیسم و حتی ذرات رادیواکتیو را دارد. در پایان این بخش باید اشاره کرد کارایی یک فیلتراسیون به عواملی از جمله موارد زیر بستگی دارد:

- ۱- اندازه و شکل ذرات فیلترشده
- ۲- نوع سیستم گردش در هوا و میزان تاثیر آن در حرکت هوا در داخل ساختمان
- ۳- ماده‌ای که به‌عنوان فیلتر انتخاب شده (نایلونی، پشم شیشه و غیره)
- ۴- اندازه تخلخل سطحی فیلترها (۱ میکرومتر، ۵ میکرومتر و غیره)

### ۵-۲-۱۲- ایزوله کردن افراد آلوده

برای جلوگیری از پخش شدن عوامل زیستی از طریق افراد آلوده، بایستی افراد آلوده به عفونت‌های تنفسی را در داخل اتاق‌های ایزوله تحت مراقبت قرار داد. محفظه‌های ایزوله‌شده که دارای فشار مثبت هستند یا بخش‌های توپرکلوزیس که دارای



فشار منفی می‌باشند در بیمارستان‌ها یا در پناهگاه‌ها بایستی ایجاد کرد. در مورد محفظه‌های با فشار مثبت بایستی از فیلترهای HEPA جهت تصفیه و خالص کردن هوای داخل محفظه استفاده کرد. با این کار، هوای خروجی هم تصفیه شده و هم عاری از میکروب، می‌گردد، لذا افراد در معرض آلودگی قرار نمی‌گیرند. در داخل مناطق بسته و بیمارستان‌ها می‌توان برای جلوگیری و انتشار میکروب از پرتوافشانی UV استفاده کرد و هوای داخل اماکن بسته را ضد عفونی کرد.

### ۵-۲-۱۳- انتشار عوامل زیستی از طریق دستگاه گوارش

آلودگی عمدی (خرابکاری) مواد مصرفی مثل آب آشامیدنی، مواد غذایی، و مواد دارویی می‌تواند به‌عنوان یکی از راه‌های انتشار عوامل عفونی مورد استفاده قرار گیرد. این نوع عملیات بیشتر علیه اهداف محدود و مشخصی مثل مخازن آب و مواد غذایی انجام می‌شوند. بنابراین، علاوه بر تأمین منابع آب آشامیدنی سالم، باید به نحو مقتضی از آن‌ها حفاظت به‌عمل آید تا این تهدیدها حتی الامکان به حداقل برسد. عوامل متعددی در ایجاد بیماری‌های آب و غذا توسط عوامل زیستی موثر می‌باشند که از آن جمله می‌توان به نوع عامل، مقدار عامل، میزان مقاومت آن در محیط، توانایی تولید توکسین، دوره کمون و قدرت مقابله با سیستم‌های دفاعی بدن میزبان اشاره کرد. آب و مواد غذایی آلوده‌شده در فعالیتهای بیوتورویسمی، توسط ویژگی‌های ارگانوپتیک قابل تشخیص نبوده و در اکثر مواقع خاموش، ناگهانی و بدون تغییرات ظاهری (رنگ، بو و طعم) بروز می‌نمایند. تصفیه‌خانه‌ها، چاه‌های مورد استفاده برای تأمین آب شرب، مخازن آب تصفیه‌شده، انبارهای نگهداری و مراحل مختلف تولید، نگهداری و توزیع مواد غذایی در کارخانجات مواد غذایی و مواد غذایی وارداتی، بهترین نقاط برای وارد نمودن این عوامل بوده و هرچه سیستم‌ها و مکانیسم‌های کنترلی ابتدائی‌تر، غیر صنعتی و غیربهداشتی‌تر باشند، امکان نفوذ و خرابکاری در آنها بیشتر است.

باید توجه داشت که از نظر تئوریک، افزودن مواد خنثی کننده مانند کلر به آب به نحوی که قادر به نابودی میکروارگانیسم‌ها نباشد، کاملاً فراهم است. بنابراین، همیشه نباید صرفاً به دلیل کلرزنی آب از کیفیت زیستی آن خاطر جمع بود. از طرف دیگر، بسیاری از عوامل زیستی قادر هستند تا مدت‌های طولانی در آب زنده بمانند. مثلاً عامل سالمونلا حدوداً تا سه ماه و عامل سیاه‌زخم سال‌ها می‌تواند در آب فعال باقی بماند. در جدول ۵-۲ مشخصات بیماری‌های عفونی که احتمال دارد در حملات زیستی بر علیه انسان‌ها مورد استفاده قرار گیرد نشان داده شده است.

جدول ۵-۲: مهم‌ترین بیماری‌های عفونی منتقله از طریق آب و غذای مورد استفاده در حملات زیستی

نام بیماری	دوره کمون (روز)	دوره بیماری (روز)	میزان مرگ و میر	اثرات اپیدمیکی	درمان
تب تیفوئید (حصبه)	۷-۲۱	۲۸-۴۲	پائین	وسیع	آنتی‌بیوتیک
عفونت سالمونلا	<۲-۲	۱-۴	متوسط	وسیع	نیازمند درمان
دیسانتري	۱-۷	۵-۱۴	پائین	وسیع	نیازمند درمان
وبا	<۱-۵	۷-۱۴	بالا	وسیع	نیازمند درمان
عفونت ناشی از ایشیشیا کلی انترتوکسیژنیک	۲-۶	۷-۱۴	متوسط	متوسط	نیازمند درمان
عفونت ناشی از کامپیلوباکتر	۲-۱۰	۷-۱۴	متوسط	متوسط	نیازمند درمان
تب مالت	۱۴-۶۰	۹۰-۳۶۰	پائین	هیچ	آنتی‌بیوتیک
تب زرد	۱۰-۴۰	۱۴-۷۰	متوسط	متوسط	-
کریپتوسپوریدیازیس	۷-۱۴	۳-۷	پائین	متوسط	درمان حمایتی
بوتولیسم	متغیر (ساعت‌ها تا روزها)	۱-۳	کم	متوسط	درمان حمایتی
مسمومیت ناشی از انترتوکسین B استافیلوکوکی	۱-۶ ساعت	روزها تا هفته‌ها	کم	متوسط	درمان حمایتی

### ۵-۲-۱۳-۱- حفاظت طبیعی

همانطور که در خصوص حفاظت طبیعی بدن در مقابل عواملی که از طریق دستگاه تنفسی وارد می‌شوند اشاره شد، در اینجا دستگاه گوارشی که از دهان شروع و تا مخرج، می‌باشد از مکانیسم‌های مختلفی جهت مبارزه با عوامل زیستی استفاده می‌کند. مثلاً معده که دارای PH اسیدی می‌باشد از ورود بسیاری از عوامل زیستی به روده کوچک و بزرگ که محل استقرار اولیه بسیاری از عوامل عفونی بیماری‌زا می‌باشد جلوگیری کرده و آنها را در این محل می‌کشد یا دوز عفونت‌زائی را کاهش می‌دهد. مثلاً در خصوص وبا که عامل آن ویبریو کلرا می‌باشد، باکتری حساس به شرایط اسیدی معده بوده و سریعاً از بین می‌رود. حال اگر با استفاده از ترکیبات مختلف، رقت اسید معده کاهش یابد باکتری عامل وبا در معده زنده مانده و نیاز به دوز بالائی از این عامل برای عفونت‌زائی نمی‌باشد. در مقابل، شیگلا که عامل اسهال خونی در انسان می‌باشد دوز عفونت‌زائی آن بسیار پائین بوده و به راحتی می‌تواند اسید معده را تحمل کند، لذا در مورد این باکتری‌ها عوامل دیگری از جمله فلور نرمال روده، سیستم ایمنی بدن مانند ایمنوگلوبولین‌های ترشحی و غیره در دفاع طبیعی از بدن نقش دارند. حال به هر دلایلی این سدهای دفاعی (آنزیم‌های موجود، سطوح پوششی دهان تا روده و غیره) شکسته شود بیماری‌های دستگاه گوارشی ایجاد می‌گردد. لازم به ذکر است که دفاع طبیعی بدن در مقابل عوامل زیستی تا یک حد می‌تواند مقاومت کند و لذا اگر عوامل زیستی به خصوص توکسین‌ها با آب و مواد غذایی وارد بدن انسان شوند سبب بیماری‌های گوارشی و غیره می‌گردند.

### ۵-۲-۱۳-۲- ماسک

ماسک‌های نظامی که جهت حفاظت از دستگاه تنفسی در مقابل عوامل شیمیایی، میکروبی و هسته‌ای استفاده می‌شوند این قدرت را دارند که از دستگاه گوارش در مقابل

ورود عوامل زیستی جلوگیری کنند. همانطور که اشاره شد یک ماسک دارای سیستم آبنوش می‌باشد که از این طریق فرد می‌تواند آب سالم و ضد عفونی شده را دریافت نماید. لازم به ذکر است که فیلترهای به کار رفته در این ماسک این قدرت را دارند که عوامل زیستی که موجب بیماری در دستگاه گوارش می‌شوند از جمله توکسین‌ها، باکتری‌ها و ویروس‌ها را بگیرد و مانع از ورود آنها به دستگاه گوارشی شود. لذا یکی از تجهیزاتی که می‌تواند در حملات بیوتروریسمی دستگاه گوارش را حفظ کند ماسک زدن افراد می‌باشد. ولی به دلیل اینکه در حملات بیوتروریسمی انتشار عوامل زیستی در آب و غذا در اکثر مواقع خاموش و ناگهانی و بدون تغییرات ظاهری می‌باشد، استفاده از ماسک فقط بعد از آگاهی از حملات بیوتروریسمی می‌تواند موثر باشد.

#### ۵-۲-۱۳-۳- فیلتراسیون

بعد از آگاهی از حملات بیوتروریسمی و یا در محل‌هایی که امکان حملات بیوتروریسمی داده می‌شود می‌توان آب را از فیلترهای مخصوص باکتریولوژیک عبور داد. این فیلترها قدرت جداسازی باکتری‌های مضر را دارند و بعد از فیلتراسیون آب را می‌توان مصرف کرد. امروزه ارتش‌های دنیا فیلترهای ترکیبی را طراحی و تولید کرده‌اند که قدرت جذب گازها، بخارها و ذرات را دارند و می‌توان از آنها برای سالم‌سازی آب از نظر عوامل زیستی استفاده کرد.

#### ۵-۲-۱۳-۴- پایش آب

به منظور فراهم نمودن زمان کافی جهت عکس‌العمل مناسب در مقابله با تهدیدات، پایش شبکه توزیع آب ضروری است. قابلیت کنترل کیفی شبکه آب برای شناسایی و کشف مواد آلوده کننده، بستگی به طیف آنالیزها و دفعات آن دارد. آزمون‌های زیستی

می‌توانند یک بخش با فناوری پایین در برنامه‌ریزی‌های پایش باشند که گاهی نیز نتایج سریعی را ارائه می‌دهند. شماری از آزمون‌های آزمایشگاهی و آزمایش‌هایی که روی موجود زنده انجام می‌شود، نیز برای شناسایی آلودگی‌ها می‌توانند مفید واقع شوند، خصوصاً اگر از نوع شیمیایی باشد. همچنین در پاسخ به یکسری از تهدیدات می‌توان از آزمون‌های غربالگری به روش ایمونولوژی که برای شناسایی باکتری‌ها و ویروس‌های ویژه‌ای به کار می‌رود، استفاده کرد. نتایج این آزمون‌ها می‌تواند به سرعت به دست آید. تعدادی از آزمایشات غیر اختصاصی که چه در آزمایشگاه و چه در بدن انجام می‌شوند، برای شناسایی آلودگی‌ها به ویژه برای شناسایی مواد شیمیایی مفید می‌باشند. برای مقابله با تهدیدهای اختصاصی، می‌توان از آزمون‌های غربالگری ایمونواسی برای برخی از باکتری‌ها و ویروس‌ها استفاده کرد. برنامه‌های واکنش سریع، باید شامل دستورالعمل‌هایی برای مقابله سریع با موارد غیر طبیعی و جلوگیری از ورود آب آشامیدنی آلوده شده به شبکه توزیع باشد. خصوصاً در جایی که زمان کافی برای بحث در مورد نحوه برخورد با یک مشکل وجود ندارد. این دستورالعمل‌ها بایستی در بردارنده گزارش سریع مشکلات به مامورین مربوط در بخش سلامت عمومی باشد. هنگامی که شواهدی از آلودگی شبکه آب آشامیدنی به وسیله مواد شیمیایی سمی و یا میکروب‌های بیماری‌زا وجود داشته باشد، ممکن است تنها راه عملی برای جلوگیری از مشکلات جدی بهداشتی، تعلیق موقت آبرسانی باشد. البته، این امر ممکن است گرفتاری‌های زیادی در جامعه به وجود آورد. فرایندهای تصمیم‌سازی در چنین رویدادهایی باید قبلاً به دقت طرح‌ریزی و مدل‌سازی شده باشد تا این که در مواقع خطر به سرعت بتوان به آن دسترسی پیدا کرد.

- روش‌های مختلف و نکاتی که جهت تهیه آب شرب در شرایط اضطراری به ما کمک می‌کند و توصیه شده‌اند عبارت‌اند از:
- ۱- استفاده از آب‌های بسته‌بندی شده استاندارد در حجم‌های مختلف.
  - ۲- استفاده از منابع آب‌های زیرزمینی برای شرب بعد از گندزدائی با کلر در صورت اطمینان از عدم آلودگی آن.
  - ۳- استفاده از دستگاه‌های متحرک تصفیه آب به روش اسمز معکوس جهت تصفیه آب منابع آب‌های سطحی و منابع آب شور.
  - ۴- استفاده از روش تقطیر گودالی و روش‌های تقطیری ساده برای تهیه مقادیر کم آب شرب.
  - ۵- فراهم کردن شرایط مناسب به گونه‌ای که مصرف آب به حداقل برسد؛ مثلاً با دادن آموزش به مردم، که غیر مستقیم در مصرف آب تأثیر زیادی دارد.
  - ۶- پیش‌بینی امکانات و تجهیزات یدک برای جایگزین کردن با تجهیزات نابود شده که در سرعت عمل و رفع اشکالات و خرابی‌های به‌وجود آمده بسیار مؤثر است.
  - ۷- مصرف زیاد کلر توسط آب هنگام گندزدائی، زنگ خطر و چراغ قرمز و ممنوعیت استفاده از آن آب را می‌رساند و وجود کلر باقی‌مانده کافی (حداقل نیم میلی‌گرم در لیتر) بعد از زمان تماس حداقل نیم ساعت چراغ سبز استفاده از آب جهت شرب می‌باشد. البته در شرایط اضطراری توصیه مؤکد شده است که حداقل کلر باقیمانده یک میلی‌گرم در لیتر باشد.
  - ۸- دقت کافی در انتخاب روش مناسب تهیه و تصفیه آب به نحوی که تحرک سریع و دسترسی سریع به آب سالم امکان‌پذیر باشد.
  - ۹- در شرایطی که احتمال حملات اتمی وجود دارد به همان نسبت منابع آب‌های سطحی هم آلوده می‌شود. در چنین شرایطی بهترین کار، استفاده از آب چاه‌ها و

چشمه‌های حفاظت‌شده و مطمئن می‌باشد. در غیر این صورت، باید آب از مناطق دوردست که آلوده نشده‌اند تهیه شود و یا باید از بطری‌های آب آماده استفاده کرد.

#### ۵-۲-۱۳-۵- آزمایشات تعیین کیفیت آب آشامیدنی

برای تعیین کیفیت آب، آزمایشات شیمیایی و میکروبی آب انجام می‌شود و آنچه که قبل از انجام آزمایش مهم است نمونه‌گیری صحیح از نظر تعداد و تکرار نمونه‌گیری است: نمونه‌ها بایستی متناسب با اهداف تهیه و تامین آب آشامیدنی سالم باشد.

#### ۶-۲-۱۳-۶- استانداردسازی

استاندارد نمودن هر محصولی یعنی تطابق آن با نیازها و خواست‌های منطقی مصرف‌کنندگان، رواج دادن پذیرش عمومی محصولی برای عامه به‌گونه‌ای که در قالب هزینه اثربخشی بدون عوارض و عواقب ناخوشایند مورد مصرف یا استفاده مردم قرار گیرد. مثلاً در مورد آب آشامیدنی، استاندارد مواد آلوده‌کننده، برای ارزیابی خطراتی است که ممکن است در نتیجه آب آلوده متوجه انسان گردد. اصولاً استانداردها از محلی به محل دیگر و از کشوری به کشور دیگر در حال تغییر است، لیکن کشورهای که تاکنون استاندارد مدونی برای خود تهیه نکرده‌اند، استاندارد سازمان جهانی بهداشت را ملاک قرار می‌دهند. معمولاً دو نوع استاندارد برای مقاصد بالا متصور است: استاندارد اولیه که مقامات مسئول باید برای حفظ بهداشت عمومی و جلوگیری از آثار مواد آلوده کننده اقدامات جدی به عمل آورند، درحالی‌که در استانداردهای ثانویه، باید تدابیر لازم برای ارتقاء بهداشت عمومی، به عمل آید.

#### ۷-۲-۱۳-۷- آزمایش آب

مشخص کردن اینکه آب آشامیدنی، دارای چه وضعی باشد کار ساده‌ای نیست، از آنجا که آبی که در اختیار ما قرار می‌گیرد محصولی ساختگی نمی‌باشد، نمی‌توان

اختصاصات ثابتی را برای آشامیدن در نظر گرفت. لذا احتمالاً بایستی اعمالی بر روی آب انجام گیرد تا قابل شرب گردد. این تغییرات که به نام مجموعه اعمال تصفیه، نامیده می‌شود، آب را از نظر فیزیکی و شیمیایی و میکروبی، مناسب مصرف می‌سازد. آزمایشات فیزیکی و شیمیایی آب طبق روش‌های استاندارد آزمایشات کیفی آب، برای تعیین کیفیت آب آشامیدنی صورت می‌گیرد.

بررسی احتمالی آلودگی میکروبی منابع آب آشامیدنی در این درس مورد بحث و گفتگو قرار گرفته و روش‌های نمونه‌برداری از منابع آب و آزمایشات باکتریولوژی مورد مطالعه می‌باشد. آزمایش‌های میکروبی آب، کیفیت آب را جهت آشامیدن و سایر استفاده‌ها مشخص می‌سازد. این آزمایشات، همچنین درجه آلودگی آب به فضولات انسانی و حیوانی را مشخص می‌کند. امروزه روش‌های پیشرفته‌ای وجود دارد که امکان تعیین باکتری‌های بیماریزا را در آب فراهم ساخته است ولی از آنجایی که جدا کردن آن‌ها از نمونه‌های آب مشروب به صورت کار روزمره، عملی دشوار است جستجو و شمارش میکروب‌های اندیکاتور به عوض میکروب‌های بیماریزا انجام می‌گیرد.

### - روش‌های آزمایش

سه روش عمده که برای تعیین باکتری‌های اندیکاتور در آب وجود دارد به قرار زیر می‌باشد:

الف) روش تخمیر چندلوله‌ای

ب) روش صافی غشایی

ج) روش شمارش بشقابی



### ویژگی‌های میکروب‌های نشانگر عبارت است از:

- الف) سهولت شناخت و شمارش نشانگر
- ب) وفور آن در طبیعت و حضور در روده حیوانات خونگرم
- ج) مقاومت در مقابل عوامل محیطی

### ۵-۲-۱۳-۸- خالص‌سازی آب

از مدتها قبل بشر برای سالم‌سازی آب از فیلتراسیون، مخلوط کردن سولفات آمونیم که میکروارگانسیم‌ها و ذرات را به خود جذب می‌کنند استفاده می‌کرد. همچنین به دلیل اینکه با روش‌های فوق ممکن است موجودات میکروسکوپی کمی از بین نرفته باشند، با اضافه کردن دزانتکتانت‌ها مانند کلر، ید، برم، ازن، نقره و غیره آن را ضدعفونی کامل می‌کنند. روش معمول برای ضدعفونی کردن آب کلر زدن می‌باشد. از ترکیبات مختلف مانند هیپوکلریت کلسیم، یون هیپوکلریت و قرص‌های دیگر در ضدعفونی کردن آب استفاده می‌شود. برای خالص‌سازی و ضدعفونی کردن آب، در حجم زیاد گاهی اوقات از روش‌های ترکیبی بالا استفاده می‌کنند و به صورت روتین، میزان کلر و حجم باکتری شاخص آلودگی آب (اشریشیا کلی) سنجیده می‌شود. در شرایط اضطراری می‌توان با جوشاندن آب به مدت ۱۵ دقیقه یا با اضافه کردن قرص کلر به آن از آب مورد نظر استفاده کرد. باید توجه داشت که آب‌های زیرزمینی به‌جز آب‌های چاه و چشمه‌ها دارای آلودگی کمتری می‌باشند لذا برای خالص‌سازی آنها که کمتر مورد نیاز است مانند آب‌های معمولی انجام می‌گیرد.

در جدول زیر، مدت بقای عوامل بیماری‌زا در آب به همراه دوز عفونت‌زا و بیماری ایجاد شده ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود بسیاری از عوامل زیستی می‌توانند به مدت زیادی در آب زنده بمانند مثلاً باسیلوس آنتراسیس به مدت چند سال

و اکووایروس حدود شش ماه در آب زنده باقی می‌مانند، لذا ضدعفونی کردن و فیلتراسیون دقیق آب‌ها قبل از مصرف ضروری به نظر می‌رسد.

### ۵-۲-۱۳-۹- بهداشت مواد غذایی

مشکلات مربوط به ایمنی غذا از نظر ماهیت، شدت و وسعت متفاوت بوده و مربوط به چگونگی شرایط موجود هستند. در شرایط غیر بهداشتی ایجادشده بعد از هر نوع آلودگی عمدی و یا غیر عمدی مواد غذایی، به‌طور فزاینده‌ای زاد و ولد حشرات افزایش یافته و خطر آلودگی غذاها نیز پیش می‌آید. در این حالت بسیاری از افراد در اثر کمبودهای غذایی دچار سوء تغذیه می‌شوند، مردم دچار سوء تغذیه، بیشتر مستعد خطرات بیماری‌های ناشی از غذا هستند، آنها ممکن است در مقایسه با افراد سالم حتی با مقادیر بسیار کم عوامل بیماری‌زا آسیب ببینند. در چنین حالتی مسئولین ایمنی غذا باید تمام مراحل تهیه غذا (تولید، آماده‌سازی، فرآیند، انتقال و غیره) را در موسسات کنترل یا در سطح خانگی بررسی و ارزیابی کنند. با ارزیابی آنها می‌توان برای جداسازی و سروسامان دادن به غذاهای باقیمانده تصمیم‌گیری کرد. میکروب‌ها و توکسین‌ها از طریق غذا منتقل می‌شوند و از مهم‌ترین عوامل ایجادکننده مسمومیت‌های غذایی و بیماری‌های گوارشی محسوب می‌گردند. لذا اگر بهداشت بعد از حملات زیستی رعایت نشود ممکن است سبب اپیدمی یا مسمومیت وسیع افراد شود. در زمان جنگ همانند زمان صلح و آرامش، نیازمند کنترل دقیق مواد غذایی در هنگام تولید، بسته بندی، توزیع و مصرف می‌باشد. برای تهیه غذای سالم، لازم است از آغاز تا پایان کار، دقت و نظارت بهداشتی کافی وجود داشته باشد و اکتفا کردن به محصول نهایی، یا بازرسی‌های گاه‌به‌گاه، ناکافی و غیر قابل اطمینان است. به همین لحاظ امروزه در بسیاری از کشورهای جهان، به سیستم HACCP به معنای تجزیه و تحلیل خطر و نقطه بحرانی است و در حقیقت به استاندارد سیستم مدیریت کیفیت در صنایع غذایی و تولید غذا

توجه خاص می‌شود که در طول زنجیره تولید غذا از تولید کننده اولیه تا مصرف کننده نهایی کاربرد دارد. کلیه افرادی که با مواد غذایی سروکار دارند و ناظرینی که بر تهیه غذاها نظارت می‌کنند باید در ارتباط با ایمنی غذا آموزش‌های لازم را ببینند. سیستم HACCP می‌تواند برای هرگونه فعالیت اختصاصی تهیه غذا و خطرات مربوط به غذاها به کار برده شود. در این سیستم بعد از معین شدن خطرات، معیارها و موازین کنترل تعیین می‌شوند. نحوه عمل این سیستم، ارزیابی و بررسی احتمال خطا در فرایندهای تولید غذا، تعیین نقاط بحرانی و ایجاد سیستم کنترل برای این نقاط است اما آنچه که در اینجا به‌طور کلی به‌عنوان اصول کلی پیشگیری از آلودگی‌ها بیان می‌شود نکاتی است که همیشه و همه جا باید از آغاز تهیه تا مصرف مواد غذایی، مورد توجه قرار گیرد. این نکات عبارت‌اند از:

#### - بهداشت فردی و کنترل سلامت افراد موثر در فرایند تولید غذا

شیوه‌های مناسبی که بتواند علاوه بر آموزش و ارتقاء آگاهی‌های این‌گونه افراد، به طرق دیگر از جمله: معاینات ادواری، بررسی بهداشت فردی (سلامت، نداشتن بیماری واگیردار، نظافت شخصی، لباس و غیره) آزمایش مدفوع از نظر وجود تخم، لارو و کیست انگل‌ها، و کشت مدفوع به‌منظور تجسس ناقلین به‌ظاهر سالم، به تعهد عملی افراد نسبت به رعایت موازین بهداشتی و کاهش خطرات، اطمینان حاصل شود حائز اهمیت بسیار است.

#### - بهداشت محیط

رعایت بهداشت محیط در محل تهیه، تولید، توزیع و نگهداری مواد غذایی مسئله بسیار مهمی در تامین سلامت غذا است و اصول آن عبارت است از:

- تهیه آب سالم کافی
- دفع صحیح زباله و مواد دفعی

- مبارزه با حشرات، سوسک، مگس و موش

- پیشگیری از ورود گردوغبار و مواد خارجی

لازم به یادآوری است که بهترین شیوه مبارزه با مگس، نظافت مداوم محیط، نصب درب و پنجره‌های توری و سرپوشیده نگه‌داشتن و دفع به‌موقع زباله است. همین تدابیر برای مبارزه با سوسک و حشرات دیگر نیز ضروری است. ضمناً با توجه به محل زیست سوسک‌ها، سرپوشیده نگاه‌داشتن مجاری فاضلاب و اجتناب از قرار دادن اشیاء ثابتی که ممکن است پناهگاه سوسک شود، لازم است.

در مواقع انجام سمپاشی (که گاهی بناچار انجام آن ضرورت پیدا می‌کند) باید با کمال دقت این کار صورت گیرد تا ظروف و مواد غذایی از سموم استفاده‌شده آلوده نشوند و افراد نیز در معرض آن قرار نگیرند. در مبارزه با موش، تله‌گذاری، (پس از هر بار به دام افتادن موش لازم است تله مدتی در آفتاب قرار داده شود این کار سبب می‌شود؛ بوی خاصی که از موش در تله باقی مانده و مانع به دام افتادن موش‌های دیگر می‌شود برطرف گردد)، غیر قابل نفوذ کردن دیوارها، مسدود کردن راه ورود موش مثلاً از فاصله میان پایین درها و سطح زمین، قرار دادن مواد اولیه روی سکوهایی که با دیوارها فاصله دارند و قرار ندادن اشیاء اضافی در انبار که ممکن است به‌عنوان پناهگاه، مورد استفاده موش قرار گیرد، بسیار موثر و مفید است.

نکته قابل ذکر دیگر، ضرورت مشارکت همگانی در مبارزه با این حیوانات موزی است لذا معمولاً مبارزه موضعی به‌تنهایی اطمینان‌بخش نیست و با اندک بی‌توجهی، این حیوانات زیان‌بخش از نقاط مجاور به محل‌های پاکیزه راه می‌یابند.

### – رعایت بهداشت از ابتدای تهیه تا لحظه مصرف مواد غذایی

منظور از این عنوان، پایش مواد غذایی از هنگام تهیه، حمل‌ونقل، وسایل حمل‌ونقل، نگهداری، دستگاه‌های سرمازا در تمام موارد ضرورت، بهداشت ظروف، هنگام نگهداری و هنگام طبخ مواد غذایی، عرضه و فروش، آماده کردن برای مصرف و حتی هنگام مصرف است و همانگونه که در ابتدای این مبحث اشاره کردیم اکتفا کردن به محصول نهایی بدون دقت توأم با حساسیت و جدیت در طول زنجیره تهیه و تولید مواد غذایی قابل اطمینان نیست.

### ۵-۲-۱۴- انتشار عوامل زیستی از طریق پوست و چشم‌ها

یک راه ورود عوامل زیستی به بدن، پوست می‌باشد. سوراخ کردن پوست می‌تواند توسط نیش بندپایان ناقل (کک، شپش، پشه، کنه و مایتها) انجام پذیرد. همچنین با استفاده از وسایل شخصی مثل شانه، کمر بند، آینه، چاقو، درب بازکن و چتر می‌توان به پوست آسیب رساند و عوامل زیستی را وارد بدن انسان کرد. باید توجه داشت که می‌توان با کمک مایعات تزریقی، داروها و یا واکسن‌ها عوامل زیستی را وارد بدن از طریق پوست کرد. بندپایان ناقل به دو گروه ناقلین زیستی و ناقلین مکانیکی تقسیم می‌شوند. ناقلین زیستی بندپایانی هستند که قبل از اینکه بتوانند ایجاد عفونت کنند در بدن آنها عوامل عفونت‌زا تکامل یا تکثیر پیدا می‌کنند. ناقلین مکانیکی آنها می‌باشند که فقط عوامل عفونت‌زا را انتقال می‌دهند و در شکل حیاتی آنها دخالتی ندارند. پشه‌هایی که بیماری‌های مالاریا و تب زرد را منتقل می‌کنند، ناقلین زیستی هستند. بسیاری از حشرات که بیماری‌های گیاهان را منتقل می‌نمایند، ناقلین مکانیکی هستند. استفاده از حشرات و بندپایان ناقل که با قیمت ارزانی تولید شده و به سرعت تکثیر می‌کنند هنوز هم می‌تواند به‌عنوان راه‌های عملی برای ایجاد بیماری‌هایی چون تولارمی، طاعون، تیفوس منقوط و مالاریا به کار برده شوند. در جدول ۵-۳ مشخصات بیماری‌های

عفونی که از طریق بندپایان و از طریق پوست وارد بدن انسان می‌شوند، ارائه شده است. مشکلی که در حملات بیوتروریسمی در پیشگیری و درمان بیماری‌های منتقله از طریق بندپایان وجود دارد این می‌باشد که این بندپایان ممکن است بومی آن منطقه بوده یا به دلیل اینکه بعد از حمله به مدت زیادی در منطقه باقی می‌مانند ممکن است مشکلات زیادی را برای مردم آن منطقه به وجود آورند.

جدول ۳-۵: بیماری‌های عفونی منتقله از طریق بندپایان که در جنگ‌های زیستی بر علیه انسان استفاده می‌شود.

بیماری عفونی	ناقلین اصلی	دوره کمون (روز)	دوره بیماری (روز)	میزان مرگ‌ومیر	اثرات اپیدمیکی	درمان
تولارمی	کنه	۱-۱۰	۱۴-۲۱	بالا	متوسط	آنتی‌بیوتیک
طاعون	کک	۲-۵	۱-۲	بالا	وسیع	آنتی‌بیوتیک
تیفوس نقطه‌ای	کک‌ها	۶-۱۵	۱۴-۲۸	بالا	هیچ	آنتی‌بیوتیک
تب زرد	پشه آدس	۳-۶	۷-۱۰	بالا	هیچ	مشکل
تب دانگ	پشه آدس	۳-۱۵	۵-۸	متوسط	هیچ	مشکل
انسفالیت‌ها	کولکس و آدس	۷-۱۴	۱۷-۳۲	پائین	هیچ	-
تب دره ریفت	پشه آدس	۴-۶	۷-۱۰	متوسط	هیچ	-

### ۵-۲-۱۴-۱ - حفاظت طبیعی

پوست سالم همانند سایر دستگاه‌های بدن مانع بزرگی بر سر راه ورود میکروب‌ها به بدن می‌باشد. پوست با تولید آنزیم‌های مختلف، عرق و ترشحات مانع از ورود بسیاری از عوامل بیماری‌زا به بدن می‌شود. حال اگر به هر دلیلی این پوست آسیب ببیند میکروب‌ها وارد آن شده و بیماری‌زایی در فرد ایجاد می‌کنند. بیشتر عوامل زیستی قادر به نفوذ مستقیم از طریق پوست بدن نمی‌باشند. تنها سمی که می‌تواند مستقیماً از

پوست سالم وارد بدن شده و بیماری‌زایی ایجاد کند، سم ریسین می‌باشد که از گیاه کرچک به دست می‌آید. بندپایان ناقل از طریق نیش می‌توانند عوامل زیستی را وارد بدن کرده و از آنجا به گردش خون وارد نموده و در افراد بیماری ایجاد نمایند. دفاع طبیعی بدن در مقابل این عوامل ناقل کاری انجام نمی‌دهد و بایستی برای جلوگیری از این ناقلین از روش‌های مکانیکی مانند پشه‌بند و مالیدن پماد دافع حشرات استفاده کرد. چشم انسان هم به دلیل داشتن بافت نرم، محل ورود بعضی از عوامل زیستی می‌باشد ولی در لیست عوامل زیستی که از طریق چشم وارد بدن انسان شود موردی وجود ندارد. چشم با کمک ترشح اشک و آنزیم‌های موجود در اشک (لیزوزیم) با بسیاری از میکروب‌ها مبارزه می‌کند و مانع ورود آنها می‌شود. حال اگر به هر دلیلی بافت چشم، خراش یا آسیب ببیند، میکروارگانیسم وارد بدن شده و بیماری در چشم ایجاد می‌کند، مانند بیماری تراخم که در اثر رعایت نکردن بهداشت فردی سبب گرفتاری چشم و آسیب رسیدن به چشم می‌شود.

#### ۵-۲-۱۴-۲- ماسک و لباس‌های محافظ

پوست بدن اگر در معرض آسیب بیرونی قرار نگیرد مانع مناسبی از ورود عوامل زیستی به بدن می‌باشد. برای حفاظت شخصی در مقابل نیش حشرات و میکروب‌هایی که از طریق پوست و نقاط باز بدن وارد بدن می‌شوند می‌توان از ماسک و لباس‌های محافظ استفاده نمود. همچنین می‌توان برای استراحت در شب از لباس‌هایی که آغشته به پماد دافع حشرات می‌باشد، استفاده نمود و یا اینکه نقاط باز بدن مانند سر، انتهای دست و پا را پوشاند تا از گزند نیش حشرات در امان باشند. امروزه تحقیقات وسیعی بر روی پمادهای دافع حشرات و لباس‌های آغشته به آن در سراسر دنیا در حال انجام می‌باشد. ماسک‌های NBC علاوه بر حفظ چشم و پوست صورت، از حمله عوامل زیستی - شیمیایی و ورود از طریق چشم و پوست جلوگیری می‌کنند.

### پشه‌بند

یکی از تجهیزات دفاع پوست بدن و فرد از نیش بندپایان، استفاده از پشه‌بندهای فردی و جمعی در منطقه نظامی و یا غیرنظامی می‌باشد. پشه‌بندها اصولاً یک مانع مناسب در مقابل حشرات موذی می‌باشند. امروزه در کشورهای پیشرفته پشه‌بندها را مانند لباس‌ها آغشته به پماد دافع حشرات می‌کنند تا از این طریق میزان حفاظت‌دهی آنها را بالا ببرند.

### ۵-۲-۱۴-۳- پمادهای دافع حشرات

طبق توصیه سازمان بهداشت جهانی (در سال ۱۹۹۵) یکی از مهم‌ترین راه‌های پیشگیری از بیماری مالاریا و سایر بیماری‌های منتقله به وسیله پشه‌ها، پیشگیری از گزش پشه‌ها می‌باشد. به کلیه موادی که باعث دور شدن حشرات از انسان، دام و محیط زیست او می‌شود، مواد دافع حشرات اطلاق می‌گردد. این مواد ترکیبات مصنوعی و یا طبیعی هستند که به منظور جلوگیری از حمله و گزش یا نیش حشرات و سایر بندپایان، روی پوست و یا لباس استعمال می‌شود.

در گذشته از روشن کردن آتش و ایجاد دود برای فراری دادن حشرات از اماکن انسانی استفاده می‌گردید. هم‌چنین مردمان هر منطقه، گیاهان بومی را که خواص دورکنندگی آنها شناخته شده بود، برای این منظور استفاده می‌نمودند و احتمالاً راهیابی گل شمعدانی که دارای ماده دافع حشرات جرانپول (Geraniol) است، به خانه‌های ایرانی که عموماً در سال‌های گذشته به‌ویژه در خانه‌های روستایی مرسوم بوده است، بی‌ارتباط با خاصیت حشره‌گریزی آن نباشد. نیروهای نظامی به لحاظ نوع فعالیت به‌ویژه در مناطق جنگی، مانورها و مناطق مرزی همواره مورد هجوم حشرات به‌ویژه پشه‌ها قرار می‌گیرند که در هنگام شب شدت آن نیز بیشتر می‌شود. حشرات علاوه بر آزار و اذیت باعث انتقال و ایجاد بیماری‌های مختلف نیز می‌شوند و طبق گزارشات موجود در طول



سال‌های دفاع مقدس، حشرات به‌ویژه پشه‌ها، مگس‌ها و عقرب باعث صدمات و تلفات در نیروهای رزمنده گردیده است. در آن زمان پماد سنگر و چند لوسیون و پماد دافع دیگر مورد استفاده قرار گرفت و بدین‌وسیله رزمندگان از گزش حشرات و سایر بندپایان تا حدود زیادی در امان مانده و موارد بیماری به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت. بر طبق همین گزارش، روزهایی که پماد سنگر در دسترس نیروهای رزمنده در جبهه جنگ قرار نمی‌گرفت، پشه‌ها خواب و آسایش را از رزمندگان سلب می‌کردند. اصولاً نیروهای نظامی به‌عنوان مهم‌ترین کاربران مواد دورکننده شناخته می‌شوند و از جنگ جهانی دوم تاکنون نیروهای نظامی به‌عنوان بزرگترین مصرف‌کنندگان و مشتری‌های مواد دورکننده محسوب می‌شوند.

#### – انواع مواد دافع حشرات

امروزه با پیشرفت علم و فناوری مواد دافع جدید با منشاء گیاهی، شیمیایی و نیز امواج الکترونیکی ساخته شده است و لذا در یک تقسیم‌بندی، مواد دورکننده‌ها را می‌توان به‌صورت زیر دسته‌بندی نمود.

۱- مواد دورکننده‌های الکترونیکی

۲- مواد دورکننده‌های طبیعی

۳- مواد دورکننده‌های شیمیایی

#### – دورکننده‌های الکترونیکی (Electronical repellents)

این نوع دورکننده‌ها وسایلی هستند که از خود امواج اولتراسونیک ایجاد می‌کنند. امواج اولتراسونیک به دسته‌ای از امواج صوتی گفته می‌شود که فرکانس آن‌ها از محدوده شنوایی انسان بالاتر است. به‌طور معمول امواج با فرکانس ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز توسط انسان قابل شنیدن است. لذا در مقیاس هرتز به امواج بالاتر از ۲۰ کیلوهرتز امواج اولتراسونیک اطلاق می‌شود. دستگاه‌هایی که براساس این خاصیت ساخته می‌شوند و در

اماکن انسانی نصب می‌شوند با تولید امواج با فرکانس‌های بالاتر از ۲۰ کیلوهرتز باعث دور شدن برخی از حشرات از قبیل سوسری‌ها، جیرجیرک‌ها و نیز جوندگان از منازل، بیمارستان‌ها، انبارها و سایر اماکن انسانی می‌شوند. مطالعات نشان داده است که این امواج برای حشرات و جوندگان کشنده نیست بلکه فقط خاصیت دورکنندگی دارد. البته در برخی موارد بر روی میزان تخم‌گذاری و زاد و ولد حشرات و جوندگان تأثیر گذشته و باعث کاهش قدرت تولید و تکثیر آن‌ها می‌گردد. از معایب دورکننده‌های الکترونیکی این است که حشرات و جوندگان به‌مرور به این امواج عادت می‌کنند و دیگر باعث فرار آنها نمی‌شود. دستگاه‌های اولتراسونیک جدید طوری طراحی شده است که در زمان‌های مختلف فرکانس آن‌ها به‌طور مرتب تغییر می‌کند تا از ایجاد تحمل و مقاومت و عادت حشرات و جوندگان نسبت به این امواج جلوگیری شود. به‌تازگی نیز برخی از تلفن‌های همراه به وسیله شرکت‌های کره‌ای ساخته شده است که با ایجاد فرکانس‌های خاصی از امواج صوتی که برای انسان قابل شنیدن نیست باعث دور شدن پشه‌ها در شعاع ۱ متری از فرد دارنده گوشی تلفن همراه می‌گردد.

#### – مواد دورکننده طبیعی

به کلیه موادی که به‌صورت طبیعی در محیط وجود دارند و دارای خاصیت دورکنندگی حشرات هستند، دورکننده‌های طبیعی اطلاق می‌شود، مواد دورکننده طبیعی را به‌صورت زیر می‌توان تقسیم‌بندی نمود:

– برخی از مواد معدنی نظیر گوگرد

– دود حاصل از سوختن مواد مختلف

– گیاهان و عصاره‌های حاصل از آنها

دود حاصل از آتش و هم‌چنین بوی مواد معطر و صمغ‌ها و آلكالوئیدهای موجود در چوب و قسمت‌های دیگر گیاهان است که در هنگام سوختن، باعث دور شدن حشرات

می‌شود. هم‌چنین دود حاصل از سوختن برخی ترکیبات معدنی نظیر گوگرد و زاج زرد نیز باعث فرار پشه‌ها می‌شود.

### – مواد دورکننده گیاهی (Botanical repellents)

دورکننده‌های گیاهی به موادی اطلاق می‌شود که منشاء گیاهی داشته و به‌طور طبیعی و ذاتی اثرات تدافعی و دورکنندگی بر روی حشرات داشته باشند. این مواد شامل عصاره‌ها و روغن‌های گیاهی بوده و به روش‌های مختلف از بخش‌های متنوع گیاهان شامل گل، غده، برگ و ریشه گیاهان استخراج می‌شود. دورکننده‌های گیاهی با روش‌های مخصوص و با استفاده از حلال‌های آلی، به‌ویژه الکل اتانول و در مراحل متوالی از گیاهان استخراج، تخلیص و جداسازی و در نهایت تغلیظ شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند.

لازم به ذکر است که حفاظت‌دهی هر مواد دورکننده در مقابل گونه‌های مختلف حشرات به‌ویژه پشه‌ها ممکن است متفاوت باشد و لذا طول مدت زمان حفاظت‌دهی مواد دورکننده‌ها علاوه بر نوع مواد دورکننده به گونه‌های مختلف پشه‌ها نیز ممکن است ارتباط داشته باشد. مدت زمان حفاظت‌دهی دورکننده‌های گیاهی از چند دقیقه تا چند ساعت متغیر بوده و عمدتاً ۱-۲ ساعت و حداکثر ۳ ساعت می‌باشد. البته ممکن است موارد استثناء نیز وجود داشته باشد ولی ثابت شده است عصاره‌های ترکیبی دو یا چند گیاه با خاصیت دورکنندگی، مدت زمان حفاظت‌دهی نسبتاً طولانی‌تری را ایجاد می‌نماید.

در میان مواد دورکننده طبیعی، عصاره‌ها و روغن‌های گیاهی از اهمیت بیشتری برخوردار هستند. این مواد که از گونه‌های مختلف گیاهان استخراج می‌گردد دارای خاصیت دورکنندگی حشرات می‌باشند و خاصیت دورکنندگی آنها در شرایط آزمایشگاهی و طبیعی ثابت شده است. عصاره گیاهانی نظیر آویشن و گل میخک در

مقابل آئدس اژپتی (*Aedes egptyi*) حدود ۱/۵-۳/۵ ساعت حفاظت‌دهی ایجاد می‌کند. هم‌چنین عصاره ترکیبی گل میخک با آویشن (به‌صورت ۱:۱) و یا گل میخک با روغن جرانوم (به نسبت ۱:۱) در مقابل آنوفل آلبیمانوس، ۱/۵-۲/۵ ساعت حفاظت‌دهی ایجاد می‌کند.

### - دورکننده‌های شیمیایی (Chemical Repellents)

به‌طور کلی هر نوع ماده شیمیایی که موجب شود، انسان و حیوان برای حشرات ناخوشایند و دفع‌کننده به نظر آید، دافع حشرات نامیده می‌شود. این مواد به‌طور مصنوعی ساخته می‌شوند. در بین مواد دافع حشرات، موادی که به آرامی تبخیر شده و موجب حفاظت‌دهی برای مدت زمان طولانی‌تر می‌شوند، بسیار ارزشمندتر می‌باشند. در طول قرن بیستم مواد دورکننده شیمیایی زیادی ساخته شده و مورد استفاده قرار گرفته است. برای مثال دی‌متیل فتالات و دی‌بوتیل فتالات، ایندولان و هگزاندیول در طول جنگ جهانی دوم و پس از آن در سطح وسیعی در آمریکا و برخی از کشورها مورد استفاده قرار گرفته است.

با پیدایش ماده دافع دیت در نیمه دوم قرن بیستم این ماده جایگزین بیشتر ترکیبات فوق‌گردید. به‌طوری که امروزه به‌عنوان مرسوم‌ترین ماده دافع حشرات شناخته می‌شود. علاوه بر دیت، سایر ترکیبات شیمیایی دورکننده شامل IR3535، KBR3023، AI3- 37220، دی‌پروپیل ایزوسینکو مرونات و اکتیل بی‌سیکلو هپتان دی‌کربوکسی امید می‌باشند و امروزه به فرم‌های تجاری در بازار موجود هستند و حتی برخی از آنها به‌صورت ترکیب با دیت و یا دی‌متیل فتالات ساخته می‌شوند. پیکاردین (Picaridin) نیز جزء مواد شیمیایی دورکننده جدید محسوب می‌شود که امروزه به‌عنوان کاندید جهت جایگزینی به جای دیت معرفی می‌شود.

- به‌طور کلی ویژگی‌های یک مواد دورکننده شیمیایی خوب به قرار زیر است:
- ۱- بر روی طیف وسیعی از حشرات اثرات دورکنندگی داشته باشد.
  - ۲- مدت زمان دوام آن بر روی پوست انسان یا حیوان طولانی باشد؛ به عبارت دیگر، زمان حفاظت‌دهی بیشتری داشته باشد.
  - ۳- برای انسان و حیوانات بی‌خطر باشد.
  - ۴- از پوست کمتر جذب شود.
  - ۵- بر روی لباس و لوازم انسان اثر زیان‌آور نداشته باشد.
  - ۶- به راحتی قابل استفاده و قابل حمل باشد (به‌ویژه برای نیروهای نظامی)

رایت (Wright) در سال ۱۹۷۵ یادآور می‌شود که تا کنون بیش از ۲۵۰۰۰ نوع ماده آلی برای بررسی خصوصیات دورکنندگی آن‌ها بر علیه پشه‌ها مورد مطالعه قرار گرفته است و در این بین مواد شیمیایی زیادی برای استفاده به‌عنوان دافع حشرات ساخته شده است ولی در مجموع در حدود ۲۰ نمونه از آن‌ها مورد توجه قرار گرفته و در حال حاضر استفاده می‌شود که از مهم‌ترین آن‌ها به مواد زیر می‌توان اشاره کرد:

- دی‌اتیل تولوآمید (DEET)
- اتیل‌هگزان دیول (Ethylhexandol)
- دی‌متیل فتالات (DIMP یا DMP)
- ایندولان (Indolan)
- بنزیل بنزوات (Benzyl benzoate)
- دی‌متیل کاربامات (Dimethyl carbamate)
- کلرو دی‌اتیل بنزامید (Chlorodiethyl benzamide)
- بوتوکسی پیرانوکسیل (Buthoxy pyranoxyl)
- تری‌متیل پتانندیول (Trimethyl pentanediol)

- دی بوتیل فتالات (Dibuthyl phthalate)
- بوتیریل تتراهیدورکینولئین (Butyryl tetrahydroquinoline)
- بوتیل اتیل پروپان دیول (Butyl ethyl propandiol)
- دی اتیل فنیل استامید (DEPA)

علاوه بر دورکننده‌های شیمیایی، برخی از سموم حشره‌کش نیز وجود دارد که دارای خاصیت دورکنندگی برای حشرات هستند. از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان از سموم پیرتروئید (Pyrethroid) نام برد که دارای خاصیت حشره‌گریزی (Exito repellency) می‌باشند. از جمله مهم‌ترین حشره‌کش‌ها که دارای خاصیت دورکنندگی نیز هست می‌توان به پرمترین (Permethrin) اشاره نمود. از میان مواد دورکننده متنوعی که امروزه مورد استفاده قرار می‌گیرد، شرح مختصری در مورد برخی از مهم‌ترین آنها ارائه می‌شود:

مواد دافع حشرات اگرچه قدرت حشره‌کشی ندارند ولی به طرق مختلف باعث دورشدن حشره از انسان و عدم توانایی آن در یافتن میزبان می‌شود. این مواد برای نیروهای نظامی به‌ویژه در شرایط جنگی از اهمیت بالایی برخوردار هستند. در طول سال‌های جنگ تحمیلی عراق علیه جمهوری اسلامی ایران نیز رزمندگان اسلام با بسیاری از بیماری‌های منتقله به‌وسیلهٔ بندپایان از جمله سالک، گال، تب سه روزه و پدیکولوزیس روبرو بوده‌اند. برطبق اسناد موجود، اگرچه از گزش پشه‌های کولکس (Culex) عارضهٔ خاصی در بین رزمندگان حاضر در جبهه‌های جنگ گزارش نشد، ولی این پشه‌ها آسایش و خواب را از رزمندگان سلب می‌نمودند. در آن سال‌ها مواد دافع حشرات به‌ویژه پماد سنگر در سطح وسیع فرموله و مورد استفاده رزمندگان قرار گرفت. بر طبق نظرسنجی انجام‌گرفته، اکثریت غالب رزمندگان از خاصیت حفاظت‌دهی پماد سنگر رضایت نسبی داشته‌اند و آن را جزء مایحتاج رزمندگان به‌ویژه در فصول گرم

سال می‌دانستند، البته علی‌رغم این موضوع بیش از نیمی از پرسش‌شونده‌ها از بوی بد و نیز خاصیت چرب‌کنندگی آن ابراز نارضایتی نموده‌اند. چرا که ویژگی اخیر این پماد، شستشوی دست و صورت و وضو گرفتن را برای رزمندگان دشوار می‌نموده است. مطالعات آزمایشگاهی انجام‌گرفته، مدت زمان حفاظت‌دهی پماد سنگر را ۴-۵ ساعت تعیین نموده است. برخی از حشره‌کش‌ها نیز دارای خاصیت دورکنندگی حشرات هستند که از جمله مهم‌ترین آنها می‌توان به پرمترین اشاره نمود. البته پرمترین همانند سایر مواد دافع رایج، بر روی پوست استعمال نمی‌شود بلکه البسه مورد استفاده نیروهای نظامی به‌ویژه یونیفرم‌های آنها به این ماده آغشته می‌شود. یونیفرم‌های نظامی آغشته به فرمولاسیون‌های خاص پرمترین علاوه بر خاصیت دورکنندگی حشرات، دارای خاصیت حشره‌کشی نیز هستند و بدین صورت نیروی نظامی از گزند حشرات و سایر بندپایان مصون می‌ماند. بنابراین، آغشته‌سازی لباس‌های نظامی به حشره‌کش پرمترین در دوز  $0.125 \text{ mg/cm}^2$  می‌تواند از گزش بسیاری از حشرات فوق‌الذکر جلوگیری نماید و یا آن را کاهش دهد. امروزه این تکنیک به‌صورت روتین در دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد. ارتش‌های مختلف دنیا از جمله آمریکا، انگلیس، فرانسه، استرالیا، پاکستان، مصر و ایتالیا از این تکنیک برای حفاظت نیروهای نظامی خود استفاده می‌نمایند. البته کارایی این لباس در مقابل پشه‌ها کامل نیست و لذا برای به‌دست آورد حداکثر حفاظت‌دهی، توصیه شده است که سربازان از لباس‌های آغشته به پرمترین و نیز به‌طور موضعی از مواد دافع حشرات بر روی پوست دست و صورت، توأمان استفاده نمایند.

همان‌طور که ذکر شد آغشته‌سازی البسه نظامی به حشره‌کش‌های پرمترین، امروزه یکی از اصلی‌ترین رکن‌های حفاظت فردی سربازان از حشرات گزنده می‌باشد، ولی متأسفانه تا کنون در کشور ما این تکنیک برای نیروهای نظامی مورد استفاده قرار نگرفته است. ولی مطالعات آزمایشگاهی و صحرایی محدودی در این زمینه انجام‌شده است و نشان داده شده است که حفاظت‌دهی یونیفرم‌های نظامی آغشته به پرمترین در

مقابل آنوفل استفنسی (*Anopheles stephensi*) در حدود ۷۹ درصد و در مقابل کولکس پی‌پینس (*Culex pipiens*) ۸۷ درصد می‌باشد.

#### ۵-۲-۱۴-۴- کنترل حشرات

چه در شرایط صلح و چه در شرایط جنگ، کنترل حشرات و حیوانات موذی از اصول اصلی بهداشت و قطع انتقال بیماری از طریق آنها می‌باشد. در زمانی که حمله بیوتروریسمی اتفاق افتاده، با توجه به اینکه مردم اصول بهداشتی را به دلیل مشکلات موجود نمی‌توانند رعایت نمایند، حشرات موذی زیاد شده و بیماری‌های مختلف را می‌توانند در بین مردم انتقال دهند. لذا کنترل آنها در این شرایط یکی از مهم‌ترین اصول حفاظت فرد از آلودگی به میکروب‌ها می‌باشد. یکی از راه‌های کنترل حشرات در اماکن عمومی، ضدعفونی کردن و استفاده از حشره‌کش‌ها می‌باشد. همچنین می‌توان برای از بین بردن لاروها، از حشره‌کش‌های محلول در نفت استفاده کرد. برای کنترل حشرات، آموزش بهداشت بدون تردید موثرترین و در عین حال ارزان‌ترین وسیله می‌باشد. با آموزش بهداشت به افراد و رعایت آن توسط آنها می‌توان از انتشار حشرات جلوگیری کرد. همان‌طور که ذکر شد، یکی از راه‌های کنترل حشرات، ضدعفونی کردن اماکن عمومی می‌باشد، لذا بایستی در هنگام حملات بیوتروریسمی این آمادگی وجود داشته باشد که اماکن عمومی سریعاً ضدعفونی شده تا هم از انتشار حشرات موذی و به دنبال آن از انتشار بیماری‌های مسری جلوگیری شود.



# فصل ششم

پایش آب و مواد غذایی

قبل و حین بروز

حملات زیستی



## ۶-۱- مقدمه

در فرایند ابتلای انسان به بیماری‌هایی که محیط در آنها نقش دارد می‌توان سه رکن اساسی منبع، نحوه انتقال و حساسیت فرد را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. دیدگاه راهبردی بهداشت محیط در کنترل بیماری‌ها، ایجاد و گسترش موانع متعدد (بهداشت مواد غذایی، بهداشت فردی، بهداشت تجهیزات و بهداشت محیط) در مسیر یک بیماری است. در برقراری این موانع چندگانه همواره ملاحظات اقتصادی و هزینه، مهم‌ترین عامل خواهد بود. در راهنمای عملیاتی اقدامات بهداشت محیطی، به‌منظور پیشگیری و کنترل بیماری‌های منتقله از غذا باید توجه گردد که در جوامع مختلف و بر اساس فاکتورهایی از قبیل ماهیت و گستردگی طغیان و اهمیت آن بر سلامت عمومی و پیامدهای اقتصادی، حیطة و دامنه مسئولیت‌ها در قبال بررسی، شناخت و مدیریت طغیان یا حملات بیوتروریسمی متفاوت خواهد بود و مدیران پیشرو تلاش می‌کنند تا با استفاده از یافته‌های مدیریت بحران و تلفیق آن با دستاوردهای مدیریت استراتژیک و مدیریت سیستم‌های کنترل، از عواقب خطرناک پیش‌بینی نشده آن اجتناب کنند. در واقع موفقیت در بررسی و کنترل یک طغیان یا حملات بیوتروریستی ناشی از غذا کاملاً بستگی به اقدام مسئولانه و عکس‌العمل به‌موقع دارد. هنگامی که یک طغیان رخ می‌دهد افرادی که در بررسی و کنترل طغیان نقش دارند باید کاملاً با وظایف خود آشنا بوده به‌طوری که اقدامات لازم بدون اتلاف وقت انجام گردد.

## ۶-۲- پایش آب و مواد غذایی پیش از بروز حملات زیستی

نگرش سنتی به مدیریت طغیان و همه‌گیری‌ها، براین باور بود که کنترل و مدیریت همه‌گیری یعنی فرونشاندن آتش؛ به این معنی که مدیران پس از بروز همه‌گیری، سعی می‌کنند تا با کنترل اپیدمی، ضرر ناشی از آن را محدود سازند. ولی امروزه نگرش به این

واژه عوض شده است و بر اساس معنای اخیر، همواره باید مجموعه‌ای از طرح‌ها و برنامه‌های عملیاتی برای مواجهه با خطرات احتمالی آینده در داخل سیستم‌های اجرایی تنظیم شود و مدیران باید قبل از بروز، آمادگی مدیریت و رویارویی با همه‌گیری‌ها را کسب کنند؛ لذا ضرورت دارد موارد زیر قبل از بروز همه‌گیری مورد توجه قرار گیرند:

- هماهنگی‌های درون‌بخشی و برون‌بخشی

- تشکیل تیم ارزیابی، مدیریت و کنترل طغیان بیماری‌های مرتبط با غذا

- اطلاع‌رسانی و آموزش

- پیش‌بینی و تأمین تجهیزات، منابع و ابزار مورد نیاز

- نظارت و بازرسی‌های بهداشت محیطی

- مستندسازی و گزارش‌دهی

### ۶-۲-۱- هماهنگی‌های درون‌بخشی و برون‌بخشی

اقدامات مهم و هماهنگی‌های درون‌بخشی و برون‌بخشی شامل موارد زیر می‌باشند:

- انجام هماهنگی بین واحدهای مراکز بهداشت استان و مراکز بهداشت شهرستان

- انجام هماهنگی بین معاونت‌های مختلف حوزه تابعه دانشگاه، از جمله معاونت درمان (به‌ویژه آزمایشگاه‌های تشخیص طبی)، معاونت غذا و دارو (به‌ویژه آزمایشگاه‌های کنترل غذا و دارو)، معاونت آموزشی، پژوهشی، فرهنگی و دانشجویی و نیز معاونت پشتیبانی. معیار تشکیل تیم کنترل طغیان بیماری‌های مرتبط با غذا متفاوت است و به عوامل شدت بیماری، گستره جغرافیایی، منابع در دسترس و شرایط محلی بستگی دارد. نقش تیم کنترل طغیان در واقع ایجاد همکاری و هماهنگی لازم جهت کلیه فعالیت‌هایی است که در راستای بررسی و کنترل طغیان انجام می‌گیرد که باید منطبق بر یک متدولوژی و فرآیند مشخص باشد و توافقات لازم درباره نحوه اجرای اقدامات کنترلی و تفکیک وظایف بایستی صورت‌پذیرد.

یک تیم کنترل طغیان (Outbreak Control Team) برای مواقع ذیل تشکیل

می‌گردد:

- طغیان بیماری منجر به بروز تهدید اورژانسی برای سلامت مردم منطقه گردد
  - تعداد موارد بیماری زیاد باشد
  - بیماری از نظر شدت علائم یا سرعت بروز همه‌گیری، دارای اهمیت باشد
  - موارد بیماری در یک منطقه وسیع بدون اینکه منبع آن آشکار باشد رخ نماید
  - مواردی که در زمان مشابه در سال‌های گذشته مشاهده نشده باشد
  - موارد در اماکن حساس و پرخطر اتفاق بیفتد.
- اعضای تیم کنترل طغیان بر اساس شرایط متفاوت هستند اما معمولاً شامل افراد

ذیل می‌باشند:

- متخصص اپیدمیولوژی
- متخصص علوم آزمایشگاهی (آزمایشگاه کنترل غذا و دارو و آزمایشگاه تشخیص

طبی)

- متخصص بهداشت محیط
- متخصص بهداشت عمومی یا مبارزه با بیماری‌ها
- مسئول تدارکات

## ۶-۲-۲- اطلاع‌رسانی و آموزش

اطلاع‌رسانی موثر به‌عنوان یک ابزار مناسب جهت کاهش اثرات زیانبار ناشی از طغیان بیماری‌های منتقله از غذا جنبه حیاتی در مدیریت موفق یک طغیان دارد. اغلب این اطلاعات و آموزش‌ها در اختیار گروه‌های هدف به شرح ذیل قرار می‌گیرند:

### - مسئولین و سایر گروه‌های تخصصی و کارشناسان بهداشتی مرتبط

آگاهی مسئولین و سایر گروه‌های تخصصی می‌تواند ما را در راستای اطمینان از صحت و دقت بررسی طغیان بیماری‌های منتقله از غذا و اقدامات کنترلی لازم کمک نماید. آموزش پرسنل بهداشتی مرتبط و انجام مانورهای عملیاتی با برگزاری دوره‌های آموزشی کوتاه مدت در ارتباط با کنترل کیفی مواد غذایی در رده‌های مختلف در سال، ضمن ارتقاء سطح آگاهی کارشناسان و کاردان‌های مربوطه، امکان نظارت علمی بر اجرای عملیات کنترل کیفی مواد غذایی و آزمایشگاهی را فراهم سازند.

### - عموم مردم

هدف از آگاه‌سازی عموم مردم در بروز یک طغیان بیماری منتقله از مواد غذایی، دستیابی به اطلاعات صحیح در مورد طغیان، آموزش در خصوص مواد غذایی آلوده‌شده و نحوه برخورد و استفاده از آنها و ارائه توصیه‌های لازم در خصوص راه‌های رعایت بهداشت فردی و کاهش خطر انتقال فرد به فرد بیماری است. در برخی طغیان‌ها، اطلاع‌رسانی عمومی کمک قابل توجهی به یافتن موارد بیماری می‌کند. روش‌های اطلاع‌رسانی بستگی به امکانات محلی و منطقه‌ای داشته و به‌طور کلی شامل مواردی مانند جراید، رادیو، صدا و سیما یا جلسات عمومی، آموزش‌های چهره به چهره در مراکز بهداشتی - درمانی و ارسال پیام از طریق تابلوهای عمومی در معابر و اماکن عمومی است.

### - متصدیان و شاغلین مراکز و اماکن حساس

آموزش متصدیان و شاغلین مراکز و اماکن حساس با تاکید بر امنیت مواد غذایی حساس از طریق آموزشگاه‌های بهداشت عمومی و اصناف و چاپ و تکثیر پوستر و پمفلت و در صورت امکان، آموزش دسته‌جمعی در مراکز بهداشت شهرستان‌ها انجام می‌شود.

### - رسانه‌ها

رسانه به‌عنوان یک پل ارتباطی بین عموم جامعه و مسئولین بهداشتی نقش مهمی را در شناسایی و کنترل طغیان ایفا می‌کند. بدیهی است واقف بودن رسانه‌ها به اهمیت موضوع آموزش و اطلاع‌رسانی، کمک شایانی به هدایت و مدیریت طغیان می‌نماید.

### ۶-۲-۳- پیش‌بینی و تأمین تجهیزات، منابع و ابزار مورد نیاز

ابتدا باید فهرستی از تجهیزات و ابزار مورد نیاز تهیه گردیده و سپس پیش‌بینی‌های لازم برای تأمین و ذخیره کافی و دسترسی سریع و آسان به تجهیزات و منابع و ابزار شامل ظروف استریل جهت نمونه‌برداری مواد غذایی، انبر، چراغ الکی، شیشه نمونه‌برداری آب، کیت کلرسنج، کلمن یا کلدباکس، کیسه یخ، پمپ سم‌پاش و لوازم یدکی مورد نیاز، سموم مورد نیاز، مواد گندزدا (پرکلرین، هالامید، کوئولین)، وسایل و ابزار گندزدایی (سطل، آبگردان)، وسایل حل نمودن، صافی، ماسک و ابزار پلمپ و وسیله نقلیه مناسب و غیره صورت پذیرفته تا خللی در انجام امور به‌وجود نیاید. ضمناً جهت ارائه پاسخ سریع، سطوح پایین‌تر شامل مراکز بهداشتی - درمانی شهری و روستایی و خانه‌های بهداشت را نیز باید به مواد مورد نیاز تجهیز نمود.

## ۶-۲-۴- نظارت و بازرسی های بهداشت محیطی

با توجه به اینکه طبق آمار مرکز کنترل بیماری‌ها (CDC)، ۷۷ درصد از مسمومیت‌های غذایی به منبع مواد غذایی عرضه‌شده در سرویس‌های عمومی و رستوران‌ها مرتبط شده و تنها ۲۰ درصد از این مسمومیت‌ها از منبع غذای تهیه‌شده در منازل ایجاد می‌گردد، لذا نظارت و بازرسی‌های بهداشت محیطی از مراکز تهیه، توزیع، عرضه و فروش مواد غذایی و اماکن عمومی (کنترل بهداشت فردی، بهداشت تجهیزات و ابزار، بهداشت ساختمان و بهداشت مواد غذایی عرضه‌شده) به‌عنوان یک ابزار اصلی و مهم در پیشگیری از بروز طغیان بیماری‌های منتقله از غذا محسوب می‌گردند. لذا عملیاتی نمودن موارد ذیل در راستای انجام صحیح بازرسی‌ها توصیه می‌گردد:

- تشخیص نقاط بحران و برنامه‌ریزی به‌منظور پیشگیری از وقوع اپیدمی‌ها
- نظارت و کنترل‌های بهداشتی بر مراکز تهیه، توزیع، عرضه، حمل‌ونقل، نگهداری و فروش مواد غذایی

اماکن عمومی حساس به‌خصوص رستوران‌ها، اغذیه و ساندویچ‌فروشی‌ها و امثال آن از نظر بهسازی محیط و نمونه‌برداری و چک نمودن کیفی مواد غذایی و بهداشت فردی کارگران و ابزار کار و ملزم نمودن متصدیان مراکز مذکور به ضدعفونی کردن ظروف و سالم‌سازی سبزیجاتی که به‌صورت خام مصرف می‌شوند، باید کنترل گردد. در غیر این صورت از مصرف آن جلوگیری به‌عمل آورند. ضمناً کلیه کارکنان چنین اماکنی باید کارت معاینه پزشکی داشته باشند. این کنترل باید به‌ویژه در ایام خاص (نوروز، تابستان، مراسم و اعیاد مذهبی، ماه محرم، ماه رمضان، مراسم ارتحال، مراسم نیمه شعبان، مراسم ماه رجب و غیره) در تمام زمینه‌های بهسازی محیط، کیفیت مواد غذایی، ابزار و لوازم کار و به‌ویژه بهداشت فردی پیشه‌وران توسط مراکز بهداشتی - درمانی روستایی و پیگیری بهورزان با حمایت و پشتیبانی مرکز بهداشت شهرستان صورت پذیرد. بدیهی است ضرورت دارد از توزیع و فروش مواد غذایی غیر قابل مصرف و



نیز تاریخ گذشته که از سطح شهرها جمع‌آوری و رانده شده‌اند در سطح روستا شدیداً جلوگیری به عمل آورند. شایان ذکر است در حالت معمولی، حد انتظار حداقل، فصلی یکبار بازدید از کلیه مراکز و اماکن مذکور و در ایام خاص، حد انتظار حداقل، ماهی یکبار است. ضمن اینکه حدود انتظار جهت برخی موارد مثل اماکن بین‌راهی به دلیل حساسیت ویژه حداقل هر ۱۵ روز یکبار است.

- کنترل و نظارت بر سالم‌سازی سبزیجاتی که به صورت خام مصرف می‌شوند.
- جلوگیری از ادامه کار فروشندگان دوره‌گرد مواد غذایی با همکاری ارگان‌های ذیربط بر اساس ماده ۳۶ آئین‌نامه مقررات بهداشتی قانون اصلاح ماده ۱۳.
- تأکید به شهرداری‌ها در زمینه جمع‌آوری، حمل به موقع و دفع بهداشتی زباله در سطح شهر و تنظیف انهار و آبروها.
- کنترل مسائل بهداشت محیطی ترمینال‌ها، به خصوص از نظر آب آشامیدنی، بهداشت توالت‌ها، وضعیت آب آشامیدنی اتوبوس‌های مسافربری بین شهری و عدم استفاده از لیوان مشترک و بالاخره وضعیت بهداشتی مراکز تهیه و فروش مواد غذایی در تمام زمینه‌های بهسازی محیط، بهداشت فردی، ابزار کار و کیفیت مواد غذایی در ترمینال‌ها و تأکید بر اینکه آب آشامیدنی از منابع مطمئن و مورد تأیید مقامات بهداشتی تامین گردد به طوری که میزان کلر باقیمانده یک میلی‌گرم در لیتر باشد
- در صورتی که شهرهایی دارای شبکه راه‌آهن سراسری می‌باشند رستوران، بوفه و آب آشامیدنی قطارها را کنترل بهداشتی نمایند.
- از بوفه‌ها و آب آشامیدنی مورد مصرف دانش‌آموزان در مدارس، کنترل بهداشتی لازم به عمل آید.
- با توجه به نقش مگس در انتقال عوامل بیماری‌زای روده‌ای در موارد بروز اپیدمی‌ها نسبت به سمپاشی و طعمه‌گذاری برای مبارزه با مگس با استفاده از امکانات موجود اقدام گردد.

- از مصرف فاضلاب خام جهت کشاورزی و آبیاری سبزیجاتی که به صورت خام مصرف می‌شوند به منظور پیشگیری از بروز اپیدمی‌های بیماری‌های روده‌ای بر اساس ماده ۶۸۸ قانون مجازات اسلامی جداً جلوگیری به عمل آورند.

- نظارت و کنترل ماشین‌های حمل‌ونقل مواد غذایی به جهت رعایت شرایط نگهداری مواد غذایی حساس.

### ۶-۲-۵- مستندسازی و گزارش‌دهی

طغیان بیماری‌های منتقله از غذا اغلب باعث به خطر افتادن سلامت و بعضاً جان افراد می‌شوند. این طغیان‌ها می‌توانند به کرات به صورت منطقه‌ای، محلی، کشوری و یا حتی به صورت جهانی نمود پیدا کنند (همه‌گیری تب کریمه کنگو و یا همه‌گیری‌های بیماری التور در سال‌های گذشته نمونه‌ای از اینگونه طغیان‌ها است)، لذا همواره تهیه گزارشات، مستندات و اطلاعات در مدیریت طغیان بسیار حائز اهمیت و حیاتی بوده و استفاده از آن به اتخاذ تصمیمات مدیریتی و افزایش دقت این تصمیمات کمک می‌نماید. بدیهی است ارزیابی گزارش فعالیت‌های انجام‌شده در مراحل قبل و حین بروز طغیان، ما را در یافتن نقص‌ها و کاستی‌ها در راستای بهبود فرایندهای پیشگیرانه و کنترلی در طغیان‌های آتی یاری خواهد نمود. لازم به ذکر است در این مرحله باید کلیه هماهنگی‌های انجام‌شده و تصمیمات اتخاذی و صورتجلسات تیم کنترل طغیان ثبت و نگهداری گردند تا در ارزیابی فعالیت‌ها و برنامه‌ریزی‌های آتی مورد استفاده قرار گیرند.

### ۳-۶- اقدامات بهداشتی در هنگام بروز همه‌گیری

به‌طور کلی اهداف بررسی طغیان بیماری‌های منتقله از مواد غذایی شامل موارد زیر

می‌گردد:

- کنترل طغیان ایجادشده
- شناسایی و حذف مواد غذایی عامل بروز طغیان
- شناسایی ریسک فاکتورهای مرتبط با میزبان، عامل بیماری و محیط
- تعیین عوامل مؤثر در آلودگی، رشد، بقا و انتشار عوامل بیماری‌زای مشکوک
- پیشگیری از بروز طغیان‌های آینده و تقویت سیاست‌های برنامه ایمنی غذا
- جمع‌آوری داده‌های اپیدمیولوژیکی برای ارزیابی میزان بروز خطر و نقش عوامل بیماری‌زای مؤثر در بیماری‌های منتقله از مواد غذایی
- ایجاد بسترهای تحقیقاتی لازم به‌منظور کمک به پیشگیری از طغیان‌های مشابه به‌منظور دستیابی به اهداف فوق.

اقدامات در این مرحله در چهار گام انجام می‌گیرد:

#### - گام اول: تأیید گزارش وقوع همه‌گیری

در ابتدا پس از گزارش تلفنی بروز همه‌گیری، تیم کنترل طغیان در محل حاضر شده و با انجام بررسی‌های لازم وقوع همه‌گیری را تایید یا رد می‌کند.

#### - گام دوم: ارزیابی اولیه

در این راستا پس از تأیید گزارش وقوع همه‌گیری با اعزام کارشناس بهداشت محیط همراه تیم کنترل طغیان به محل وقوع، نسبت به انجام ارزیابی اولیه و بررسی‌های محیطی و نمونه‌برداری مواد غذایی مشکوک و ارسال سریع آن به

آزمایشگاه‌های کنترل کیفی تحت شرایط خاص (حفظ زنجیره سرما در انتقال) اقدام می‌گردد. شایان ذکر است به‌منظور پیشگیری از گسترش طغیان، این ارزیابی باید خیلی سریع انجام گیرد. در ادامه، کارشناس بهداشت محیط موظف است فرم گزارش فوری وقوع همه‌گیری را در اسرع وقت تکمیل و برای مدیران مافوق ارسال نماید. لازم به ذکر است کلیه اقدامات انجام‌گرفته از ابتدای عملیات تا کنترل کامل اپیدمی باید مرحله به مرحله ثبت و مستند گشته و به مقامات مافوق گزارش شود.

#### - گام سوم: اقدامات بهداشت محیطی

##### ۱- بازدید محیطی از محل وقوع و شناسایی نقاط پر خطر و بررسی آنها

از اقدامات اولیه بهداشت محیطی در شرایط بروز طغیان، انجام بازدیدهای محیطی از محل و شناسایی نقاط پرخطر جهت کنترل و اعمال ممنوعیت به‌کارگیری افراد مبتلا و ناقلین سالم در امر تهیه، توزیع و عرضه مواد غذایی می‌باشد.

##### ۲- بررسی عوامل مربوط به فاکتورهای محیطی و مواد غذایی

بررسی‌های محیطی (اغلب اشاره به بررسی‌های مربوط به شرایط بهداشتی مکان تهیه و توزیع مواد غذایی یا وضعیت بهداشتی مواد غذایی دارد) به موازات بررسی‌های اپیدمیولوژیکی و آزمایشگاهی برای یافتن چگونگی و نحوه بروز طغیان لازم‌الاجراست. اهداف اختصاصی مربوط به یک بررسی محیطی در یک طغیان منتقله از غذا شامل موارد زیرند:

- شناسایی منبع، نحوه انتقال و وسعت آلودگی مواد غذایی

- ارزیابی احتمالاتی که طی آن، عوامل پاتوژن و بیماری‌زا می‌توانند بقا داشته و

انتقال یابند (به‌منظور از بین بردن یا کاهش تعداد آنها).

- ارزیابی احتمال رشد عوامل بیماریزا در طی آماده‌سازی، حمل‌ونقل و نگهداری

غذا

- تعیین و اجرای مداخلات اصلاحی

لازم به ذکر است که بر اساس نوع و گستردگی طغیان، نوع سازمان‌های درگیر در طغیان، منابع در دسترس، اولویت‌های محلی، جنبه‌های سیاسی و قانونی و سایر فاکتورهای دیگر، بررسی‌های محیطی می‌تواند متفاوت باشد. بررسی محیطی طغیان بیماری‌های منتقله از مواد غذایی طیف وسیعی دارند و از بازرسی‌های بهداشتی روتین شروع شده و تا شناسایی متخلفین و برخورد قانونی با آنها ادامه می‌یابد. داده‌های یک بررسی محیطی طغیان بیماری‌های منتقله از مواد غذایی، معمولاً حاصل بررسی‌های انجام‌شده توسط تیم‌های مختلف است. در واقع این بررسی‌ها وضعیت واقعی منطقه را به خوبی روشن کرده و تیم بررسی با اشراف به وضعیت بهداشتی مواد غذایی می‌تواند در بروز طغیان قضاوت لازم را بنماید. به‌عنوان مثال، گزارش‌هایی که در یک بررسی محیطی می‌تواند مفید باشد شامل موارد زیر است:

- لیست، نسخه یا فرمولاسیون محصول غذایی

- نتایج مستندات مربوط به فراوری آن

- مستندات خرید محصول غذایی

- دفتر ثبت اقلام خرید فروشگاه‌ها و سایر مستندات مرتبط با منبع یک محصول

مشکوک برای پیگیری‌های بعدی

- توجه به کنترل آنالیز خطر و کنترل نقاط بحرانی (HACCP)

- ثبت اقدامات اصلاحی

- ترسیم نمودار جریان

- تهیه نقشه و پلان تأسیسات مرکز

- گزارش شکایات قبلی

- ثبت و مستندات فرایند نظافت
  - گزارش نتایج آزمایشگاهی مواد غذایی
  - گزارش بازدیدهای بهداشتی قبلی
  - گزارش وضعیت کارکنان (افرادی که در حال کار بوده و نیز افراد غایب)
- لازم به ذکر است که با بروز طغیان، هرچه سریع‌تر باید بررسی مواد غذایی در سطح منطقه انجام شود. در طغیان‌های کوچک و محدوده مشخص (طغیان‌های با منبع مشترک لحظه‌ای مانند یک رستوران) مکان به راحتی قابل شناسایی بوده و بررسی محیطی خیلی سریع انجام می‌شود. لیکن در طغیان‌های گسترده و پیچیده، این بررسی‌ها زمان‌بر و در مواردی نیز غیر ممکن است.

### ۶-۳-۱- نحوه بررسی یک ماده غذایی مشکوک

در زمانی که یک ماده غذایی مشکوک به عوامل میکروبی و زیستی مورد بررسی قرار می‌گیرد، نحوه فرآوری و آماده‌سازی آن از نظر منابع و اجزاء ماده غذایی، اشخاصی که در تهیه و توزیع ماده غذایی مشارکت داشته‌اند، روش‌ها و تجهیزات مصرفی، منابع احتمالی آلودگی و شرایط دمایی و طول مدت قرارگیری در آن دما، عواملی می‌باشند که باید مورد بررسی قرار گیرند.

### ۶-۳-۲- توصیف محصول غذایی

مشخصات مواد غذایی مشکوک باید از نظر موارد ذیل تعیین گردد:

- تمام مواد خام اولیه و اجزاء تشکیل دهنده به کاررفته
- منابع تأمین مواد اولیه
- مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی شامل PH و میزان آب فعال

- نحوه و شکل مصرف (مصرف خانگی، بسته‌بندی و آماده مصرف، به‌عنوان غذای آماده طبخ، برای گروه‌های آسیب‌پذیر و حساس)

### ۶-۳-۳- بازدید از مراحل مختلف تهیه و توزیع مواد غذایی

این بازدید باید تمامی مراحل کار را از نظر روش‌های نظافت، برنامه‌ریزی‌ها، وضعیت بهداشتی کارکنان و سایر اطلاعات مرتبط دربرگیرد. زمان و نحوه طبخ و نگهداری، آماده‌سازی، حمل‌ونقل و گرم کردن مجدد ماده غذایی باید بررسی گردد.

### ۶-۳-۴- مصاحبه با کارکنان دست‌اندرکار تهیه و توزیع مواد غذایی

با کلیه افراد و کارکنان دخیل در تهیه و توزیع مواد غذایی باید مصاحبه انجام شود. جمع‌آوری اطلاعات لازم از افراد در خصوص تمامی مراحل تهیه و توزیع مواد غذایی و اقدامات انجام‌شده، بیماری‌هایی که اخیراً این افراد داشته‌اند (قبل، در طول یا بعد از زمان طغیان)، گزارشات موارد غیبت از کار کارکنان و اخذ نمونه‌های میکروبی از کارکنان، مواردی هستند که باید توجه شود، ضمن این‌که به سؤالات ذیل باید پاسخ داده شود:

- دقیقاً هر یک از کارکنان در روزهای بروز طغیان، چه وظیفه‌ای بر عهده داشته‌اند؟

- آیا شرایط غیر معمول در روزهای طغیان وجود داشته است؟

- آیا تحویل دهندگان غذا به‌موقع رسیده‌اند؟

- آیا همه تجهیزات و ابزار و لوازم به‌طور صحیح و مناسب مورد استفاده واقع شده‌اند؟

### ۶-۳-۵- ثبت برخی مشخصات ماده غذایی

دمای محصول در طی فرآوری و نگهداری می‌بایست بررسی و به‌طور مناسب با جزئیات ذیل ثبت گردد:

- شرایط دمایی و طول مدت زمانی که مواد غذایی مشکوک با آن مواجه گردیده است

- میزان آب فعال (aw)، درصد آب و pH ماده غذایی

- ابعاد ظروف مورد استفاده در تولید ماده غذایی و عمق ماده غذایی موجود در آن

### ۶-۳-۶- طراحی فلوچارت گردش کار اقدامات انجام‌شده

لازم است تمامی اطلاعات و نتایج اندازه‌گیری‌های انجام‌شده در یک فلوچارت قرار گرفته تا امکان ارزیابی آنها در طغیان وجود داشته باشد. فلوچارت باید بر اساس اقداماتی که در زمان طغیان رخ داده تنظیم شده و نکات زیر را نمایش دهد:

- روند دقیق اقدامات صورت گرفته

- تمامی افرادی که در این اقدامات دخیل بوده‌اند

- تجهیزات و ابزارهای به‌کاررفته

- نتایج اندازه‌گیری‌ها و آزمایشات انجام‌شده

- سایر اطلاعات به‌دست آمده

### ۶-۳-۷- انجام آنالیز خطر طغیان

آنالیز خطر در یک طغیان باید پاسخگوی سؤالات زیر در خصوص ماده غذایی مشکوک به‌عنوان عامل طغیان باشد:

- آیا امکان اینکه عوامل بیماریزا در هر مرحله‌ای وارد گردیده باشند وجود داشته

است؟



- آیا عامل بیماری‌زایی که از قبل وجود داشته است در مراحل آماده‌سازی و توزیع، امکان رشد پیدا نموده است؟

- آیا نوع فرآوری و فرآیند اعمال‌شده قادر به از بین بردن پاتوژن‌ها بوده است؟  
ضمناً آنالیز خطر می‌بایست موارد دیگری نیز شامل محل تولید و انتقال مواد غذایی، ارزیابی فاکتورهای مرتبط با تجهیزات شستشوی ظروف، شستشوی دست‌ها، جداسازی مواد غذایی خام و پخته و غیره را نیز دربرگیرد.

### ۶-۳-۸- نمونه‌برداری محیطی و مواد غذایی

چنانچه امکانات آزمایشگاهی در دسترس باشد نمونه‌های مناسب محیطی و مواد غذایی باید در سریع‌ترین زمان اخذ و به آزمایشگاه ارسال گردد. لازم است کارشناس مربوطه در آزمایشگاه در خصوص نوع و ویژگی‌های کمی نمونه‌ها، نحوه ذخیره‌سازی، بسته‌بندی و انتقال نمونه‌ها، کاملاً آگاه و اطلاعات مربوطه را به تیم طغیان ارائه بدهد.

### ۶-۳-۸-۱- نمونه‌های مواد غذایی

تحلیل آزمایشگاهی مواد غذایی برای آلودگی میکروبی یا شیمیایی، مستلزم صرف منابع و زمان و مشمول برخی خطاها در طی نمونه‌برداری، انتقال و آماده‌سازی است. لذا برای نتیجه‌گیری بهتر باید تحلیل آزمایشگاهی مواد غذایی همسو با بررسی محیطی و شواهد اپیدمیولوژیکی انجام پذیرد. در صورتی که در زمان نمونه‌برداری هیچ ماده غذایی مشکوکی شناسایی نگردد، نمونه‌های بیشتری به‌منظور دستیابی به اطلاعات کامل‌تر نیاز می‌باشد.

نمونه‌های مواد غذایی که برای جمع‌آوری و آزمایش مناسب می‌باشند شامل موارد

زیرند:

- اجزاء مصرفی برای آماده‌سازی مواد غذایی مشکوک

- مواد غذایی باقیمانده از یک خوراک مشکوک  
- سایر مواد غذایی موجود در لیستی که می‌توانند از نظر اپیدمیولوژیکی مشکوک شناخته شوند

- سایر مواد غذایی که مرتبط با نوع عامل بیماریزای مظنون می‌باشند  
- مواد غذایی که ممکن است محیطی مناسب برای بقا و رشد میکروارگانیسم‌ها را فراهم کنند

اگر ماده غذایی بسته‌بندی شده در یک حمله تروریستی به‌عنوان عامل مشکوک شناخته شود، لازم است نمونه‌هایی از مواد غذایی بسته‌بندی شده باز نشده (ترجیحاً با همان تاریخ و مشخصات) جمع‌آوری گردد. در واقع این مسئله کمک می‌کند به این‌که برآورد نمود به چه میزان مواد غذایی قبل از اینکه به مکان آماده‌سازی برسند، آلوده شده‌اند. چنانچه هیچ نوع باقیمانده‌ای از خوراک مشکوک نباشد، هر نوع اجزاء و محصولات خام که هنوز موجود می‌باشد می‌تواند نمونه‌برداری شود (انبساط ذخیره مواد غذایی می‌بایست بررسی گردد)، حتی مواد غذایی که امکان بازیابی و جمع‌آوری آنها از مخزن پسماندها نیز وجود دارد، چنانچه جمع‌آوری و نمونه‌برداری گردند، ممکن است اطلاعات مفیدی را در شناسایی و کشف عامل طغیان ارائه دهند. شرایط جمع‌آوری نمونه، نام مالک و تهیه کننده و توزیع کننده غذا، اطلاعات برچسب و شناسه مواد غذایی بسته‌بندی شده، باید ثبت گردد، به‌طوری‌که مسیرهای توزیع محصول در صورت لزوم مشخص باشد.

#### ۶-۳-۸-۲- نمونه‌های محیطی

هدف از جمع‌آوری نمونه‌های محیطی، شناسایی و ارزیابی میزان وسعت مقادیر حتی جزئی از آلودگی است که منجر به وقوع طغیان گردیده است. نمونه‌های محیطی ممکن است از سطوح کاری، سطوح تماس تجهیزات با مواد غذایی، ظروف و سایر

سطوح از قبیل سردخانه و فریزر باشد. نمونه‌های محیطی ممکن است شامل نمونه‌هایی از کارکنان دست‌اندرکار تهیه و توزیع مواد غذایی شامل (نمونه‌های مدفوعی، خون یا سوآپ ترشحات بینی) یا آب مصرفی برای آماده‌سازی غذا باشد. گوشت خام مرغ و خروس، خوک، گاو و یا سایر محصولات گوشتی اغلب آلوده به سالمونلا، کمپیوباکتر ژژونی، یرسینیا انتروکولیتیکا، کلستریدیوم پرفرنژنس، استافیلوکوک اورئوس، اشریشیا کلی O<sub>157</sub> و سایر پاتوژن‌هایی است که به ترتیب زمانی در یک محیط آشپزخانه ممکن است ظاهر شوند. حال چنانچه هر یک از این عوامل در بروز یک طغیان مظنون باشند، تکه‌های باقیمانده از گوشت در سطوح یخچال و سردخانه و باقیمانده ذرات آن روی رنده یا تیغه‌های برش یا سایر ابزار و لوازم شامل دستمال نظافت میز، تخته‌های برش خردکن و غیره می‌تواند در شناسایی مقادیر حتی جزئی از منابع آلودگی مفید باشد.

### ۶-۳-۹- کارکنان مراکز تهیه و توزیع مواد غذایی

کارکنان دخیل در امر تهیه و توزیع مواد غذایی خود می‌توانند به‌عنوان منبع آلودگی مواد غذایی باشند. نمونه‌های مدفوع یا رکتال سوآپ این افراد جهت بررسی‌های آزمایشگاهی برای تعیین افراد ناقل یا منبع آلودگی مفید می‌باشند. سویه‌ای از باکتری استافیلوکوک اورئوس تولیدکننده سم از طریق بینی و پوست افراد ناقل قابلیت انتقال دارد. اگر به مسمومیت با سم استافیلوکوک اورئوس مظنون هستیم از نازوفارنکس کارکنان می‌توانیم سوآپ تهیه کنیم. سوآپ همچنین باید از ضایعات پوستی بدن (کورک، جوش‌ها، زخم‌های عفونی و سوختگی‌ها) از نقاط غیرپوشیده بدن گرفته شود. لازم است برنامه‌ای تدوین شود که کلیه افراد توسط یک پزشک ویزیت گردند. چنانچه احتمال آلودگی به ویروس هپاتیت A وجود دارد، انجام تست خون افراد برای یافتن آنتی‌بادی Igm این ویروس ضروری است و چنانچه نتیجه آزمون مثبت باشد، فرد یا

افراد می‌بایست تا زمان از بین رفتن علائم و سایر بررسی‌های بعدی از فعالیت در مکان تهیه و توزیع مواد غذایی منع شوند.

### ۶-۳-۱۰- بررسی ردپای مواد غذایی

اگر چنانچه در بررسی یک طغیان بیماری‌های منتقله از مواد غذایی، منبع آلودگی در محل تهیه و آماده‌سازی غذا نباشد، باید احتمال وقوع آلودگی مواد غذایی قبل از ورود به محل آماده‌سازی و طبخ مطرح شود. بروز طغیان‌های متعدد و همزمان از یک بیماری منتقله از مواد غذایی در نقاط مختلف، اغلب حاکی از آلودگی اولیه در مواد خام است. آلودگی‌هایی که کم‌وبیش در مواد خام اولیه می‌تواند وجود داشته باشد، شامل باسیلوس سرئوس در غلات یا شکل متداول تر آن، باکتری سالمونلا در ماکیان است که به لحاظ حفظ ایمنی مواد غذایی، لازم است این مواد به‌صورت کامل پخته شوند. در این‌گونه موارد بررسی‌های مکانی بروز آلودگی اولیه بستگی به منابع موجود، اولویت‌ها و موقعیت‌های اپیدمیولوژیکی منطقه بروز طغیان دارد.

### ۶-۴- پایش آب و مواد غذایی حین بروز حملات زیستی

پایش آب و مواد غذایی حین بروز حملات زیستی موارد زیر را شامل می‌شود:

- بررسی اپیدمیولوژیک
- بررسی‌های محیطی و مواد غذایی
- بررسی‌های آزمایشگاهی

#### ۶-۴-۱- بررسی اپیدمیولوژیک

بررسی اپیدمیولوژیک شامل مراحل زیر می‌باشد که توسط مرکز مدیریت بیماری‌ها انجام می‌شود.

#### ۶-۴-۲- تأیید همه‌گیری

تأیید توسط مراجع پاسخگو مانند مرکز مدیریت بیماری‌ها و واحدهای اجرایی آن با توجه به فراوانی بیماری و مقایسه اطلاعات گذشته و حال و روند بیماری و بررسی‌های آماری صورت می‌پذیرد.

#### ۶-۴-۳- تأیید تشخیص

این مرحله با استفاده از بررسی‌های کلینیکی و آزمایشگاهی بر روی موارد مشاهده‌شده انجام می‌شود.

#### - تعریف مورد بیماری

این مرحله، یکی از ابزار بررسی اپیدمیولوژی برای شمارش تعداد موارد بیماری می‌باشد. تعریف مورد بیماری باید ساده و کاربردی بوده و می‌تواند بر اساس بررسی‌های کلینیکی، آزمایشگاهی، دوره زمانی بیماری، مکان و ویژگی‌های فردی باشد.

#### ۶-۴-۴- شناسایی موارد بیماری و به‌دست آوردن اطلاعات

در این مرحله با بیماران مصاحبه شده و اطلاعات مربوطه توسط پرسشنامه اخذ می‌شود.

#### ۶-۴-۵- توصیف اپیدمیولوژی بر حسب شخص، مکان و زمان

نقشه بیماری با توجه به سن، جنس، وضعیت پزشکی، سابقه مصرف مواد غذایی، رفتارهای پرخطر و غیره و با استفاده از اطلاعات کسب‌شده توسط واحد مدیریت بیماری‌ها تهیه می‌گردد.

#### - فرضیه‌سازی بر مبنای اپیدمیولوژی توصیفی و بررسی‌های محیطی

در این مرحله با همکاری اپیدمیولوژیست‌ها و متخصصین بهداشت محیط و با در نظر گرفتن نتایج بررسی‌ها، فرضیه‌های ممکن طراحی می‌گردد.

#### ۶-۴-۶- آزمون فرضیه‌ها

در این مرحله از طریق انجام مطالعات تحلیلی، با استفاده از آزمون‌های آماری فرضیه‌های طراحی‌شده مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرند.

#### ۶-۴-۷- گزارش طغیان (بررسی اپیدمیولوژیک)

در نهایت با در نظر گرفتن کلیه مراحل پیش‌گفته، نتایج بررسی‌ها گزارش می‌شود.

#### ۶-۴-۸- بررسی محیطی

این بررسی توسط کارشناسان بهداشت محیط برای پاسخ به اینکه چرا و چگونه طغیان اتفاق افتاده است به عمل می‌آید. بررسی‌های محیطی همگام با بررسی‌های اپیدمیولوژیکی و آزمایشگاهی باید صورت پذیرد، و نکته حائز اهمیت این است که اقدامات لازم برای جلوگیری از بروز مجدد طغیان در آینده به عمل آید. اقدامات مهم و ویژه برای یک بررسی محیطی برای تعیین احتمال آلودگی آب در هنگام بروز بیماری‌های منتقله از آب عبارت‌است از:

- تعیین نوع آلودگی یا میکروارگانیزم
- تعیین منبع آلودگی
- تعیین نحوه انتقال آلودگی و ارزیابی احتمال آلودگی مجدد آب
- شناسایی و اجرای مداخلات اصلاحی
- ارائه گزارش نهایی

#### ۶-۴-۹- تعیین نوع آلودگی آب

منظور از نوع آلودگی، تعیین نوع میکروارگانیزم و یا حتی عامل شیمیایی که باعث آلودگی آب شده است، می‌باشد. برای تعیین نوع آلودگی می‌توان از نتایج بررسی‌های کلینیکی یا آزمایشگاه تشخیص طبی و یا بررسی‌های آزمایش‌های آب استفاده کرد. در خصوص بررسی آزمایشگاهی آب، بررسی سوابق قبلی، نتایج آلودگی آب نیز حائز اهمیت است. همچنین با توجه به اینکه ممکن است بعد از یک طغیان شرایط محیطی تغییر کند، لذا باید بررسی‌های آزمایشگاهی هرچه سریع‌تر انجام شود. حتی‌الامکان قبل از انجام مداخلات اصلاحی در خصوص آلودگی میکروبی، بررسی شاخص آلودگی آب (اشریشیا کلی یا کلیفرم) همچنین میزان کلر آزاد باقیمانده و کدورت همچنین آزمایشات تخصصی آب با استفاده از نتایج بررسی‌های کلینیکی و تشخیص طبی برای مشخص نمودن دقیق نوع آلودگی می‌تواند صورت گیرد.

#### ۶-۴-۱۰- تعیین منبع آلودگی آب

منظور از تعیین منبع آلودگی، تعیین منبعی که باعث آلودگی آب شده است می‌باشد که می‌تواند فاضلاب یک چاه جاذب، مدفوع حیوانات و غیره باشد. برای تعیین منبع آلودگی، نیاز به بازرسی از سیستم تأمین آب از منبع تا مصرف می‌باشد که با

توجه به نوع سیستم تامین آب، موارد در نظر گرفته شده در بازرسی متفاوت است. نقشه پراکندگی بیماری، مصاحبه با مسئولین و راهبران تامین آب مردم می تواند در شناسایی منبع آلودگی کمک نمایند.

#### ۶-۴-۱۱- دلایل انتقال آلودگی و ارزیابی احتمال آلودگی مجدد آب

##### در طی انتقال، ذخیره سازی و مصرف

منظور از دلیل انتقال آلودگی، یافتن علت ورود آلودگی و یا راه انتقال آن از منبع آلودگی به سیستم تامین آب است که می تواند ناشی از بروز آلودگی در محل مصرف نیز باشد. برای تعیین دلایل انتقال آلودگی آب، نیاز به اطلاعات بازرسی های بهداشتی از سیستم تامین آب، بررسی شرایط محیطی (وضعیت بارندگی، تغییرات دما، رطوبت، قطعی آب، شکستگی لوله و غیره) با توجه به دوره نهفتگی بیماری و نتایج میکروبی از قسمت های مختلف سیستم تامین آب (استاندارد ۴۲۰۸) می باشد. به عنوان مثال، دلایل انتقال آلودگی می تواند عدم رعایت حریم بهداشتی منبع آب و بارندگی باشد که باعث ورود آلودگی از یک چاه جاذب فاضلاب به منبع آب شود. از سایر دلایل انتقال آلودگی می توان به قطعی آب و ایجاد فشار منفی، شکستگی لوله، عدم بهسازی مخازن، عدم رعایت حریم امنیتی تاسیسات آب و غیره اشاره نمود. در نهایت برای درک بهتر موضوع لازم است نقشه سیستم تامین آب از منبع تا مصرف با لحاظ نمودن راهنمای کاربرد سیستم منابع آلودگی و تعیین نقاط بحرانی تهیه شود.

#### ۶-۴-۱۲- ارزیابی فرایندهای تصفیه در از بین بردن آلودگی

با توجه به شناسایی نوع آلودگی که در قسمت قبل به آن اشاره شد می توان فرایندهای مورد استفاده در تصفیه برای از بین بردن آلودگی را مورد ارزیابی قرار داد.



#### ۶-۴-۱۳- شناسایی و اجرای مداخلات اصلاحی

پس از انجام سه مرحله قبلی و تعیین نوع، منبع و نحوه آلودگی آب و همچنین ارزیابی فرایندهای تصفیه و احتمال آلودگی مجدد، لازم است مداخلات اصلاحی برای کنترل همه‌گیری به‌عمل آید. پس از انجام این مداخلات لازم است تعیین اثربخشی مداخلات نیز انجام شود. لازم به ذکر است که به‌دلیل اهمیت کنترل سریع همه‌گیری در بعضی مواقع لازم است قبل از تکمیل بررسی‌ها برخی اقدامات لازم و موقت برای کنترل همه‌گیری به‌عمل آید.

#### ۶-۴-۱۴- ارائه گزارش بررسی محیطی

بعد از انجام پنج مرحله مذکور و تکمیل بررسی محیطی در خصوص بهداشت آب و فاضلاب، گزارش نهایی آن برای تصمیم‌گیری در خصوص علت طغیان و تکمیل فرم نهایی با همکاری واحد مبارزه با بیماری‌ها استفاده می‌شود.

#### ۶-۴-۱۴-۱- بررسی آزمایشگاهی

بررسی آزمایشگاهی به‌عنوان ابزاری برای تکمیل بررسی‌های اپیدمیولوژیک و محیطی می‌باشد. نقش بررسی‌های آزمایشگاهی در طغیان بیماری‌های منتقله از آب و غذا عبارت‌انداز:

- تعیین و تأیید آزمایشگاهی میکروارگانیسم عامل بیماری در انسان
- تشخیص آزمایشگاهی آلودگی آب یا مواد غذایی (شاخص‌های آلودگی)
- تشخیص و تأیید آزمایشگاهی میکروارگانیسم عامل بیماری‌زا در آب یا مواد

غذایی

- همکاری با سایر اعضای تیم بررسی برای تعیین و توصیف پاتوژن عامل طغیان

#### ۶-۴-۱۴-۲- اجرای اقدامات کنترلی و پیشگیرانه

پس از تکمیل بررسی‌های اپیدمیولوژیک، محیطی و آزمایشگاهی و تعیین دقیق عامل بروز و انتقال بیماری، براساس نتایج حاصله، اقدامات کنترلی برای مقابله با طغیان جاری و پیشگیری از بروز موارد مشابه در آینده طراحی و اجرا می‌گردد.

#### ۶-۴-۱۴-۳- گزارش نهایی طغیان

پس از طی مراحل فوق لازم است کلیه نتایج به‌دست‌آمده به مراتب بالاتر اعلام و در پرونده مرکز بهداشت شهرستان و استان ثبت گردد.

# فصل هفتم

مدیریت تهدید در مراکز  
حساس مرتبط با منابع آب  
و مواد غذایی



## ۷-۱- مقدمه

روش‌های مختلفی برای آلوده‌سازی و پخش عوامل زیستی وجود دارد که عبارت‌اند از: پخش به‌صورت آئروسول، انتقال از طریق آب و مواد غذایی، انتقال از طریق بندپایان ناقل و طرق دیگر، همچون استفاده از سیستم تهویه و غیره که در بین آنها روش تنفسی (آئروسول) به‌عنوان مهم‌ترین روش مطرح بوده و پس از آن، انتقال از طریق آب و مواد غذایی در درجه دوم اهمیت قرار دارد. آب و مواد غذایی آلوده شده در فعالیت‌های بیوتورریستی، توسط ویژگی‌های ارگانولیتیکی قابل تشخیص نبوده و در اکثر مواقع بیماری‌های حاصله به‌شکل خاموش، ناگهانی و بدون تغییرات ظاهری (رنگ، بو، طعم و غیره) بروز می‌نمایند.

با توجه به اینکه آب آشامیدنی، غذا و داروها توسط عموم مردم مصرف می‌شوند، شاید با آلوده کردن آنها به مواد شیمیایی یا زیستی ناتوان‌کننده یا مرگ‌آور بتوان به سادگی تلفات سنگینی تحمیل نمود. تصفیه‌خانه‌ها، چاه‌های مورد استفاده برای تامین آب شرب، مخازن آب تصفیه‌شده، انبارهای نگهداری، و مراحل مختلف تولید، نگهداری و توزیع مواد غذایی در کارخانجات مواد غذایی و مواد غذایی وارداتی، بهترین نقاط برای وارد نمودن این عوامل بوده و هرچه سیستم‌ها و مکانیسم‌های کنترلی ابتدایی‌تر، غیر صنعتی‌تر و غیر بهداشتی‌تر باشند، امکان نفوذ و خرابکاری در آنها بیشتر است. به همین ترتیب، جهانی‌سازی و ایجاد سیستم‌های پیچیده تولید، پخش بسیاری از مواد غذایی و محصولات دارویی میزان آسیب‌پذیری را افزایش داده است. در خصوص آب آشامیدنی، فقدان منابع متعدد در بسیاری از مناطق، مشکلات جدی ایجاد نموده و باعث افزایش هراس و دلهره ناشی از وقوع فاجعه می‌گردد. با توجه به تعداد فراوان عوامل تهدیدکننده، امکان ردیابی همه آنها در هر زمانی میسر نیست. از این‌رو اتخاذ رویکردی موثر همراه با تهیه دستورالعمل‌ها و روش‌های مناسب باعث حفظ سلامت جامعه می‌گردد. در این فصل به برخی تهدیدات ناشی از خرابه‌کاری عمدی در شبکه‌های آب

آشامیدنی، غذا و سایر محصولات مصرفی به منظور اقدامات اجرایی پیشگیری، تشخیص و مقابله با این عوامل اشاره گردیده است.

## ۷-۲- تاریخچه استفاده از عوامل بیماریزای منتقله از طریق آب

### و مواد غذایی

عوامل بیماریزای میکروبی و توکسین‌های زیادی از طریق آب و مواد غذایی قابل استفاده می‌باشند که از آن جمله می‌توان به عامل بیماری‌های وبا، حصبه، دیسانتری باسیلی، توکسین بوتولینیوم و انتروتوکسین استافیلوکوکوس اشاره نمود. ژاپن در سال‌های ۱۹۳۲ الی ۱۹۴۵ در شهر منچوری چین، اهداف مرتبط با جنگ‌های زیستی خود را در بین زندانیان این شهر به آزمون می‌گذارد و زندانیان را پس از آلوده کردن به باسیل آنتراکس، مننگوکوک، شیگلا، بورخولدریا مائی، سالمونلا، ویبریو کلرا، یرسینیا پستیس، ویروس آبله و سایر عوامل عفونت‌زا مورد مطالعه قرار داده و تعدادی از شهرهای کشور چین را مورد حملات زیستی قرار می‌دهد و منابع آب و غذای آنان را با عوامل سیاه‌زخم، شیگلا، سالمونلا، ویبریو کلرا و یرسینیا پستیس، آلوده و محیط‌های کشت عوامل میکروبی را به سوی خانه‌های مسکونی پرتاب نموده و یا به‌وسیله هواپیماهای نظامی و به‌صورت افشانه به سوی آنها شلیک می‌نماید و حتی در حملات هوایی خود، هر بار حدود پانزده میلیون کک آلوده به باسیل طاعون را به سوی مردم آن کشور رها می‌نماید و گاهی شراره‌های این آتش‌افروزی، دامنگیر خود او نیز می‌شود؛ به‌طوری که در سال ۱۹۴۲ در اردوگاه چکیانگ، حدود ده‌هزار نفر از افراد ارتش ژاپن دچار وبا، اسهال خونی و طاعون شده و حدود ۱۷۰۰ نفر آنان قربانی این بیماری‌ها گردیدند. بعداً مشخص می‌شود که منبع این همه‌گیری‌ها را جنگ‌افزارهای زیستی تشکیل می‌دهد که به‌منظور اهداف بیوتروریستی به‌وسیله خود ژاپنی‌ها تهیه‌شده بوده

است. ارتش آلمان در سال ۱۹۴۵ در شمال غربی بوهیما، منابع عظیم آب آشامیدنی مردم را آلوده به فاضلاب می‌نماید و برخی کشورهای دیگر نیز بارها به تولید و مصرف این سلاح‌ها پرداخته و با بهره‌گیری از فناوری جدید، به مدرنیزه کردن این سلاح‌ها پرداخته‌اند.

اگر چه امروزه احتمال اجرای تهدیدات بیوتروریستی در وسعت زیاد از طریق آب و مواد غذایی بسیار کم است اما در صورت وقوع، فجایع بسیار عظیمی روی خواهد داد. استفاده از راه گوارشی پس از راه تنفسی به‌عنوان مهم‌ترین راه ایجاد آلودگی در جنگ‌های زیستی مطرح است. با توجه به اینکه به‌کارگیری سلاح‌های زیستی در جنگ‌ها و تهدیدات آینده دور از ذهن نبوده و بسیاری از کشورها به‌دنبال تولید سلاح‌های بیولوژیک می‌باشند و از سوی دیگر، بعضی از آنها امکانات نظامی، فنی، اقتصادی و سیاسی لازم را در اختیار دارند، آشنایی با این عوامل و روش‌های انتقال آنها به‌ویژه از طریق آب و مواد غذایی برای نیروهای نظامی حائز اهمیت فراوان می‌باشد.

### ۷-۳- جنبه‌های مختلف تهدیدات زیستی ناشی از مواد غذایی

#### در شرایط عادی و نظامی

شناخت عوامل تهدیدکننده، آشنایی با خصوصیات و ویژگی‌های عوامل، راه‌های پخش و به‌کارگیری و اقدامات لازم برای پیشگیری و کنترل این تهدیدات از مهم‌ترین موضوعاتی هستند که بایستی به آنها توجه نمود. یک عامل زیستی برای آنکه بتواند اهداف مورد نظر تاکتیکی و استراتژیکی را تأمین نماید، بایستی دارای یکسری خصوصیات و ویژگی‌ها باشد که عبارت‌اند از: قدرت کشندگی و بیماری‌زایی بالا، دوز عفونی کم، قابلیت سرایت زیاد، دوره کمون کوتاه، عدم امکان ایمنی‌زایی برعلیه آن در نیروهای دشمن، عدم امکان تشخیص سریع آن، ایمن بودن نیروهای خودی، اقتصادی

بودن تولید آن، امکان تولید و ذخیره‌سازی آن، قابلیت وارد نمودن آن در مهمات جنگی، عدم آسیب‌پذیری در حمل‌ونقل، امکان پخش آن به روش‌های مختلف و پایداری بالا در محیط.

با مروری به عوامل زیستی ذکرشده در بالا در می‌یابیم که بسیاری از خصوصیات و ویژگی‌های یک عامل زیستی ایده‌آل در بعضی از این عوامل دیده می‌شود که به‌عنوان نمونه می‌توان به توکسین بوتولینیوم اشاره نمود. این توکسین خطرناک‌ترین و کشنده‌ترین توکسین باکتریایی شناخته‌شده در طبیعت است؛ به طوری که چند کیلوگرم از توکسین خالص آن برای نابودی کل انسان‌ها کافی است. از سوی دیگر، امکان استفاده آن هم به‌صورت آئروسل و هم از طریق آب و مواد غذایی به‌راحتی وجود دارد. مقداری کمتر از حدود ۱۰۰ میکرو گرم، قادر خواهد بود در صورتی که به طریق لگاریتمی در آب دریا حل شود، باعث نابودی جمعیت کره زمین گردد. بنابراین شناخت این توکسین - چه از نظر مسمومیت غذایی و چه از نظر سایر جنبه‌ها به‌خصوص مسئله جنگ‌های بیولوژیکی - می‌تواند بسیار مفید باشد و به‌کاربردن روش‌های صحیح از صدمات و خسارت جانی فراوان جلوگیری نماید. این توکسین، ماده پروتئینی با وزن مولکولی ۱۵۰ هزار واحد دالتون می‌باشد و قدرت تخمیر و ایجاد گاز نمی‌تواند در بعضی از موارد داشته باشد و در بعضی موارد بدون تخمیر مواد غذایی با ایجاد توکسین سبب مسمومیت می‌گردد. بعضی مواد مانند: کلسیم و منیزیم و آمیلاز معده، قدرت توکسین را افزایش می‌دهد. قابلیت وارد نمودن آن در مهمات جنگی، امکان تولید و ذخیره‌سازی، عدم امکان تشخیص سریع در مناطق عملیاتی، مقاومت و پایداری زیاد در محیط، از سایر ویژگی‌های توکسین بوتولینیوم محسوب می‌گردند. عوامل زیستی بر حسب نوع عامل (باکتری، ویروس، قارچ، توکسین و غیره)، نوع اثر (کشنده و ناتوان‌کننده)، مسری بودن (قابل سرایت و غیر قابل سرایت)، نوع هدف (ضد انسانی، ضد حیوان، ضد انسان و حیوان، ضد گیاه) و نهایتاً راه ورود به بدن (استنشاقی، گوارشی و



پوستی) تقسیم‌بندی می‌گردند که در فصل‌های پیشین به صورت کامل به این عوامل اشاره گردید.

#### ۷-۴- راه‌های انتشار عوامل زیستی منتقله از آب و مواد غذایی

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

بسیاری از عوامل زیستی می‌توانند به مدت زیادی در آب زنده بمانند. به‌عنوان مثال، عوامل سالمونلوز تا ۳ ماه و باسیلوس آنتراسیس تا چندین سال در آب، فعال باقی می‌مانند. آلوده نمودن آب با عوامل و توکسین‌های مختلف، پس از مرحله نهایی تصفیه آب و قبل از توزیع آن در سطح شهر در مخازن آب تصفیه‌شده براحتی امکان‌پذیر است. همچنین از طریق شیرهای آتش‌نشانی به‌راحتی می‌توان عامل را به‌وسیله پمپاژ و با فشار قوی وارد سیستم آب شهری نمود. انبارهای نگهداری مواد غذایی، یکی دیگر از مراکز خاص برای این نوع عملیات‌ها محسوب می‌گردند. همچنین می‌توان از عوامل بیماری‌زا در مراحل مختلف تهیه، نگهداری و توزیع مواد غذایی استفاده کرد و چنانچه عامل در مرحله اولیه تولید (مواد غذایی) وارد گردد، انتشار آن با اطمینان بیشتری صورت می‌گیرد. یکی از مواد غذایی پرمصرف، شیر و فرآورده‌های آن می‌باشد و چنانچه پس از مراحل پاستوریزاسیون و پاراستریلیزاسیون و قبل از مرحله بسته‌بندی، آلودگی عمدی صورت پذیرد به‌راحتی می‌توان هزاران نفر را به بیماری مبتلا نمود. این موضوع در مورد کارخانجات بسته‌بندی آب نیز صادق است. کشتارگاه‌های دام و طیور نیز که گوشت قرمز و سفید مردم را تأمین می‌نمایند، از مراکز خاص و مهم برای عملیات خرابکارانه محسوب می‌گردند.

اسپری نمودن عامل میکروبی به سطوح گوشت، یکی از راه‌های انتشار آلودگی است. مواد غذایی وارداتی، یکی دیگر از گلوگاه‌های مورد نظر می‌باشد که بایستی به آن توجه ویژه گردد. به‌طور کلی می‌توان گفت که هرچه روش‌های کنترلی ابتدایی‌تر، غیر صنعتی‌تر و غیر بهداشتی‌تر باشند، امکان نفوذ و خرابکاری بیشتر است که متأسفانه در کشور ما این مشکل تا حد زیادی وجود دارد.

## ۷-۵- کنترل و پیشگیری از آلودگی عمدی آب و مواد غذایی

با توجه به ویژگی‌های عوامل زیستی به‌ویژه کشندگی بالا، امکان عدم تشخیص سریع و به‌موقع و عدم وجود واکسن و سیستم ایمن‌سازی بر علیه بسیاری از آنها، اهمیت توجه به پیشگیری و کنترل آلودگی آب و مواد غذایی به عوامل زیستی، بیش از پیش روشن می‌گردد. بسیاری از عملیات‌های دفاعی موفق، قبل از وقوع تهدید طراحی می‌گردند، زیرا در هنگام بروز تهدیدات زیستی و با توجه به دلایل ذکرشده در بالا و ترس و وحشت ایجادشده در بین مردم، امکان برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری بسیار دشوار می‌باشد. در ایالات متحده، اداره غذا و دارو (FDA) با تأسیس آژانس‌هایی در سطوح مختلف ناحیه‌ای، دولتی و مرکزی، کلیه مراقبت‌های لازم - از مرحله تهیه و تولید مواد اولیه تا مرحله مصرف مواد غذایی - را کاملاً تحت نظر قرار داده است. این مراقبت‌ها پس از واقعه ۱۱ سپتامبر بسیار گسترده‌تر شده است و تمامی بخش‌های مربوطه در ایالت‌های مختلف با این اداره همکاری مستقیم دارند. مراقبت از مواد غذایی وارداتی و تولیدات داخلی، بسته‌بندی محصولات، ماشین‌آلات، کارکنان شاغل در امر تغذیه و مواد غذایی و آموزش مداوم مردم و دستیابی به تکنیک‌ها و روش‌های تشخیص سریع عوامل زیستی، از مهم‌ترین اقداماتی هستند که ایالات متحده برای پیشگیری و کنترل تهدیدات زیستی ناشی از مواد غذایی به آن توجه نموده است.

## ۷-۵-۱- پیش‌بینی و تأمین آب سالم

اهمیت آب با توجه به استعداد آن در انتشار بیماری‌ها، بسیار زیاد است و تأمین آب سالم می‌تواند نتایج بهداشتی با وسعت و اهمیت بسیار بالایی داشته باشد، به نحوی که وفور یا کمبود آب سالم می‌تواند به معنای سعادت یا فقر و زندگی یا مرگ و حتی

عامل بروز جنگ باشد. منابع و مخازن آب شرب و غیرشرب، یکی از اهداف بسیار مهم سلاح‌های زیستی و بیوتروریسم می‌باشند.

برای به حداقل رساندن خطر دسترسی غیر مجاز به منابع و ورودیهای آب، نقاط بازرسی و جایگاه‌های پمپاژ در شبکه آب، باید از حصار و قفل استفاده نمود. این ابزارها می‌توانند با استقرار نگهبان در محل و نصب دتکتورها تقویت گردند. همچنین نصب اخطاردهنده‌های بی صدایی که به مراکز پلیس متصل باشند، اهمیت زیادی دارد. در صورت وجود منابع کافی، می‌توان از سیستم‌های نظارت و کنترل از راه دور نیز استفاده کرد. شهروندان باید ترغیب شوند و هرگونه فعالیت مشکوک را به مقامات مربوطه گزارش نمایند. بدون شک، منابع آب سطحی از جمله رودخانه‌ها می‌توانند در مقابل آلودگی‌های وسیع آسیب‌پذیر باشند. مثلاً، آلودگی این آب‌ها با مقادیر فراوان فاضلاب‌های صنعتی و یا عملیات خرابه‌کارانه در نقاط خروجی تاسیسات تصفیه‌خانه را می‌توان نام برد.

نباید اجازه دهیم تروریست‌ها و یا عناصر دشمن به منابع آب ما دسترسی پیدا کرده و آن را آلوده کنند و بعد از اینکه کار از کار گذشت در صدد درمان بیماران برآییم. اگر آب مصرفی بعد از یک حمله زیستی، آلوده باشد می‌تواند منجر به شیوع اپیدمیهای خطرناکی در مناطق شود و حادثه‌ای دردناکتر را در پی داشته باشد. با پیش‌بینی یک حادثه، لازم است تا حداکثر امکان، آب سالم تهیه و ذخیره شود تا در زمان بروز حادثه به‌دقت و حساب شده بین نیازمندان توزیع شود. یکی از ویژگی‌های بسیار مهم مراقبت از منابع آب در شهرها و روستاها، کنترل روزانه نمونه‌های آب نسبت به آلودگی‌های عمده با عوامل زیستی و فعالیت‌های بیوتروریستی است. در چنین شرایطی استفاده از ظروف آب بسته‌بندی‌شده یک تا چند لیتری پلاستیکی سبب می‌شود در شرایط بحران بتوان بهتر و آسان‌تر، آب سالم‌تری را بین نیازمندان توزیع کرد و حتی سهمیه هر خانواده را به ایشان تحویل داد. بهتر است در این شرایط هر آبی

ابتدا ده دقیقه جوشانده شده و بعد از کلرزنی مصرف شود. لازم است علاوه بر آب، مقدار ی قرص کلر و یا ترکیبات مناسب آن برای شرایط اضطراری جهت کلرزنی آب شرب ذخیره شود. تامین آب، با کیفیت مناسب برای هر مصرفی تحت هر شرایطی ضروری است. هر خانواده‌ای وابسته به سن، شرایط فیزیکی و فعالیت‌ها و شرایط آب و هوایی منطقه خود، مقادیر مختلفی آب نیاز دارد که باید برای شرایط خاص ذخیره نماید. ولی به‌طور متوسط ذخیره ۴ لیتر آب در روز به ازای هر نفر مناسب است. در چنین شرایطی باید کمتر و به‌اندازه نیاز برای نوشیدن استفاده نمود و بیشتر برای روزهای بعد ذخیره کرد و برای رسیدن به این منظور باید به مردم آموزش داد تا بتوانند درست و به‌اندازه مصرف کردن راه، برای مدتی تحمل و رعایت نمایند. یکی از اولویت‌های مهم و اصلی تدارکات و امداد رسانی به حادثه دیدگان، تهیه و تامین آب شرب مصرفی آنهاست و به همین علت، سلامت آب و حفاظت از منابع آب برای جلوگیری از هر حادثه احتمالی، حتی عملیات خرابکاری دیگران لازم و ضروری است. تامین آب شرب برای افراد شرکت کننده در یک عملیات نظامی از مهم‌ترین و اولین وظیفه لجستیک هر یگان است. در این شرایط، نیازمند برنامه‌ریزی هستیم که فوراً عملی و قابل اجرا باشد. آزمایش‌های روتین آب متأسفانه پوشش لازم را برای تشخیص عوامل زیستی ندارند و از این نظر ناقص هستند. باید آزمایشگاه‌های مجهز زنجیره‌ای به‌وجود آمده و پرسنل آن‌ها به نحوی آموزش ببینند که هرگونه تغییر در کیفیت میکروبی- شیمیایی آب به‌صورت روزانه ضبط و ثبت و به مرکز هوشمند مرکزی ارسال گردند. بدین ترتیب می‌توانیم از وقوع یک حمله زیستی و بیوتروریسم آگاهی یابیم. این کار در وهله اول نیازمند توجه تصمیم‌سازان و تصمیم‌گیران بالادست است و تنها راه آن، برقراری سمینارهای دوره‌ای است که ابعاد مختلف سلاح‌های زیستی و بیوتروریسم را برای گروه‌های متفاوت تشریح کنند. در بسیاری از شرایط اضطراری که به‌وقوع می‌پیوندد، ممکن است برای استفاده از منابع آب در دسترسی که بعضاً آب‌های سطحی هستند و یا منابع آب شور، نیازمند

تصفیه‌خانه‌های بسیاری باشیم که بتوانند در اسرع وقت آب را تصفیه و در اختیار مصرف‌کنندگان قرار دهند. در این بین امروزه کاربرد دستگاه‌های تصفیه آب به روش اسمز معکوس و دیگر روش‌های فیلتر غشائی جایگاه خاصی پیدا کرده‌اند و با قابلیت‌های بالائی که دارند هنوز نتوانسته‌اند نیاز نیروهای نظامی را در شرایط مختلف تأمین کنند. با این وجود، تابحال جایگزین مناسب‌تر برای آنها یافت نشده است و همین روش را می‌توان در شرایط اضطراری راه‌اندازی و به‌کارگیری نمود و به کمک آن، آب شرب مصرفی مردم را تهیه نمود. این روش به علت دارا بودن غشا نیمه تراوا می‌تواند انواع آلاینده‌های آب، مثل مواد آلی، باکتری‌ها و ویروس‌ها و سموم و عناصر جزئی، هیدروکربن‌ها و نمک‌های محلول را حذف نماید و روش مطمئنی در حوادث بیولوژیکی احتمالی در آینده مد نظر قرار گیرد. در شرایطی که حادثه‌ای نباشد آب بعد از صاف‌سازی در تصفیه‌خانه‌ها و بعد از گندزدائی قابل شرب است ولی زمانی که حادثه‌ای ناشی از انتشار عوامل زیستی اتفاق افتد، لازم است آب بعد از فیلتر شدن با گذراندن فرآیند تصفیه اسمز معکوس و سپس بسترهای کربن فعال و گندزدائی مصرف شود تا از این طریق از عدم وجود آلودگی در آب اطمینان حاصل شود. روش اسمز معکوس در شرایط آب و هوائی مختلف و برای تصفیه انواع آب‌های با کیفیت متفاوت کاربرد دارد. این شیوه در طول شبانه‌روز قابل استفاده بوده، قابلیت جابجائی و تحرک بالائی داشته، از وزن و اندازه مناسبی برخوردار بوده و فناوری آن به‌روز و بهره‌برداری و نگهداری از آن آسان است.

#### ۷-۵-۱-۱- کنترل و نظارت بر منابع آب و مواد غذایی

فعالیت‌هایی که در پاسخ به اپیدمی بیماری‌های عفونی و یا عوامل بیماری‌زای قابل انتقال توسط آب و مواد غذایی انجام می‌شود، برای شناسایی اپیدمی‌های ناشی از آلودگی عمدی زیستی و شیمیایی مناسب می‌باشند. در حقیقت، سازمان‌ها نباید به‌طور

مجزا و اختصاصی برای مقابله با تروریسم یا حوادث ناشی از آن اقدام نمایند. مثلاً نباید هر سازمانی برای امنیت مواد غذایی مورد نیاز خود یک روش اتخاذ نماید. به منظور مقابله با بیماری‌های اپیدمیک با هر علتی یا عواقب ناشی از آنها بایستی نظارت بر بهداشت عمومی تقویت گردد. پرسشنامه‌هایی که برای نظارت بر اپیدمی‌بیماری‌ها تهیه می‌گردد بایستی به گونه‌ای طراحی شوند که شامل شناسایی راه ورود (مثلاً نشان دهد عامل بیماری از طریق آب، غذا یا هوا منتقل شده است)، میزان و منشاء آلودگی باشد. مأمورین بهداشت عمومی، باید فعالیت‌هایشان را با کارکنان شبکه آبرسانی، ذخیره‌کننده‌های مواد غذایی و نیز مصرف‌کنندگان هماهنگ نمایند. به طوری که بتوانند با اطمینان و سرعت، درخواست‌های خرید و برگشت دادن مواد غذایی یا سایر فرآورده‌ها را ارزیابی نمایند و اگر به موردی از آلودگی برخورد کردند، مجریان قانون را در جریان امر قرار دهند.

#### ۷-۱-۲- ردیابی و برگشت دادن محصولات فروشگاه

به منظور انجام تحقیقات در خصوص حوادث مرتبط با محصولات غذایی یا سایر مواد مصرفی موجود در فروشگاه‌ها، ردیابی تعدادی از آنها لازم است. این موضوع بایستی در برنامه‌های مقابله با حوادث مدنظر قرار گیرد. شناسایی سریع منابع آلودگی و نیز محلی که مواد آلوده شده‌اند، به شدت تعداد تلفات را کاهش می‌دهد. همچنین باعث تسهیل در خارج کردن محصولات آلوده از فروشگاه می‌گردد. در خصوص آلودگی آب آشامیدنی، برگشت دادن نمونه‌ای از آن لازم نیست. در موردی که آلودگی آب آشامیدنی رخ دهد، اقدامات سریع و ضروری بایستی برای تمام قسمت‌های شبکه آبرسانی که ممکن است آلوده شده باشد، انجام گیرد و مصرف‌کنندگان نیز بایستی آگاه شوند. در هر حال، برنامه‌های پیشرفته و درک صحیح از شبکه آبرسانی و نیز چشمه‌های اصلی تأمین آب بسیار حایز اهمیت است. در بسیاری از شبکه‌های تولید محصولات

کشاورزی امکان برگشت دادن بسیاری از محصولات وجود ندارد. زیرا، در مزارع کوچک مواد اولیه خام را ترکیب و محصول کمی تولید می‌گردد. محصولات اندک چند مزرعه نیز با هم ادغام و یک محموله بزرگ تولید می‌گردد. از این‌رو، مشخص کردن منشأ آلودگی امری بسیار مشکل می‌باشد. به عبارت دیگر، یافتن ارتباط بین یک محموله آلوده با یک تولیدکننده خرد؛ بسیار مهم است. در خصوص مواد خام، برگشت دادن نمونه‌ای از محصول و نظارت بر معیارهای کنترلی زنجیره تولید، تعیین‌کننده امنیت مواد غذایی است. بسیاری از خوراکی‌ها در کارخانه‌های مرکزی تولید شده و در مناطق وسیعی پخش می‌گردند. گاهی ممکن است محصولی توزیع جهانی داشته باشد. آلودگی این‌گونه مواد، باعث گرفتاری تعداد زیادی از مردم جهان می‌گردد. به این ترتیب، تعیین سریع منشأ آلودگی و مناطق آلوده ضمن اینکه خارج کردن محصولات آلوده از فروشگاه‌ها را تسهیل می‌نماید، می‌تواند به‌طور موثر تعداد تلفات را کاهش دهد. در هر حال برگرداندن محصول از فروشگاه به محل تولید، یک اقدام ضروری است.

### ۷-۵-۱-۳- بررسی مسیر یا لوله‌های اصلی آب

لوله‌های اصلی که آب را به تصفیه‌خانه انتقال می‌دهند، ممکن است نسبت به آلودگی آسیب‌پذیر باشند. در هر حال، موقعیت این لوله‌ها که در تمام شبکه‌های آبرسانی، قبل از تصفیه قرار دارند، ایجاب می‌کند که خنثی‌سازی عوامل شیمیایی یا بیماریزا، و نیز شناسایی آنها انجام گیرد. با این حال، شناسایی یک نوع خاص از مواد شیمیایی یا رادیواکتیو بسیار مشکل است. به‌علاوه، برخی از عوامل میکروبی را نمی‌توان به‌سرعت شناسایی کرد. همچنین، بیشتر مواد شیمیایی و رادیواکتیو و برخی از عوامل میکروبی را ضرورتاً نمی‌توان با روش‌های مرسوم، غیر فعال یا حذف نمود. برای تأمین امنیت این بخش از شبکه آبرسانی می‌توان از همان تجهیزات حفاظتی تصفیه‌خانه‌ها استفاده نمود.



#### ۷-۵-۱-۴- بررسی تصفیه‌خانه‌ها

تصفیه‌خانه‌ها در شبکه تأمین آب از اهمیت حیاتی برخوردارند. کاهش یا حذف ضدعفونی‌کننده‌ها و وارد کردن عمده‌ی ارگانوسم‌های بیماری‌زا به شبکه آبرسانی باعث انتشار ارگانوسم به سراسر شبکه می‌گردد. اخیراً بیماری‌های اپیدمیک ناشی از آب که در اثر ایجاد اختلال در عملیات ضدعفونی آن بوده، رخ داده است. به‌طور سنتی، دلایلی برای محافظت از سلامت عمومی در مقابل بیماری‌های مسری و مواد شیمیایی صنعتی وجود دارد. از این‌رو، تصفیه‌خانه‌های آب به‌ویژه شبکه‌های آبرسانی معمولاً از نزدیک تحت کنترل هستند. پرسنل آزمایشگاه مستقر در تصفیه‌خانه باید به‌طور مرتب نمونه‌هایی برای تشخیص انواع مختلف آلودگی را مورد بررسی قرار دهند. احتمالاً شبکه‌های کوچک تا متوسط آسیب‌پذیرترند. دسترسی پنهان به یک تصفیه‌خانه برای وارد کردن آلوده‌کننده‌ها باید با تعبیه موانع امنیتی متعدد به شدت محدود گردد. این موانع را می‌توان با ابزارهای دیگر تقویت نمود؛ از جمله، استفاده از گشت‌زنی در فواصل نامنظم، تلویزیون مداربسته، قفل‌های مقاوم و کار گذاشتن آژیر اعلان خطر در تجهیزات مهم و نیز تجهیزات بازرسی را می‌توان نام برد.

کلر زنی در بسیاری از عوامل بیماری‌زا و نه همه آنها موثر است. کلر به آسانی در آب حل می‌شود. وجود مقدار زیاد گاز کلر در مخازن آب به‌ویژه در مناطق پر جمعیت، خطر عملیات تروریستی را متوقف می‌نماید. اوزون زنی با این که یک روش پرهزینه ضدعفونی‌کننده است، ولی معمولاً بر مواد آلوده‌کننده، عوامل بیماری‌زا و سموم بسیار موثر است. با این حال، پایداری اثر ضدعفونی‌کننده اوزون کمتر از کلر می‌باشد.

#### ۷-۵-۱-۵- بررسی شبکه‌های لوله‌کشی توزیع آب

معمولاً آب تصفیه‌شده از طریق شبکه لوله‌کشی زیرزمینی و به‌صورت تحت فشار در اختیار مصرف‌کننده قرار می‌گیرد. از آنجا که کاربرد اصلی شبکه لوله‌کشی توزیع آب

تحت فشار، رساندن آب به مردم است، ماهیت فشاری شبکه می‌تواند از تماس آب‌های سطحی زیرزمینی و نیز فاضلاب‌ها با آب آشامیدنی تصفیه‌شده جلوگیری نماید. لذا وارد کردن عمدی آلوده‌کننده‌ها را به این‌گونه آب‌ها بسیار مشکل می‌نماید ولی باز هم غیر ممکن نیست. یک تکنیسین مجرب به آسانی می‌تواند به این سیستم‌ها دسترسی پیدا کند. از زمانی که آب تحت فرایند تصفیه قرار می‌گیرد تا وقتی که به دست مصرف‌کننده می‌رسد، هرگونه آلودگی ممکن است در آن باقی بماند.

#### ۷-۵-۱-۶- بررسی مخازن و برج‌های آب

در بسیاری از شبکه‌های آبرسانی، اغلب مصرف‌کنندگان آب آشامیدنی مورد نیازشان را به‌طور مستقیم از منبع اصلی دریافت نمی‌کنند، بلکه از طریق مخازن و برج‌های هوایی نصب شده در محل، آب مصرفی آنها تأمین می‌گردد. به این ترتیب توزیع نهایی آب برای مصرف‌کنندگان از طریق شبکه لوله‌کشی محلی و اغلب با فشار یکنواخت صورت می‌گیرد. آب تصفیه‌شده در این مخازن و برج‌های تحت فشار جاذبه ناشی از ارتفاع بوده و بنابراین، فشار زیادی در آنها وجود ندارد. البته باید در نظر داشت، تا زمانی که آب در مخازن و برج‌ها قرار دارد، محافظت از آنها آسان‌تر است. برای بالا بردن امنیت مخازن و برج‌های آب، بایستی شرایطی را ایجاد نمود که نتوان به سهولت به آنها دسترسی پیدا کرد. این امر می‌تواند با نرده‌کشی، تعبیه موانع متعدد در ورودی‌ها و نیز بستن درب‌های ورودی انجام شود. همچنین می‌توان امنیت این تاسیسات را با آشکار سازها، نصب آژیرهای بی‌صدایی که به اداره پلیس متصل است و نیز اتاق کنترل تقویت کرد. در صورت وجود منابع کافی می‌توان از وسایلی برای پایش و کنترل کیفی آب، تلویزیون مدار بسته و نیز استقرار نگهبان در محل بهره جست.

### ۷-۵-۱-۷- بررسی شبکه لوله‌کشی محلی توزیع آب

با آنکه شبکه‌های لوله‌کشی، آب تحت فشار را به شیرهای داخل مناطق مسکونی می‌رسانند، نقاط نفوذپذیر بسیاری نسبت به آلودگی عمده در آنها وجود دارد. با این حال، این گونه آلودگی‌ها بر جمعیت‌های زیادی تاثیرگذار نمی‌باشند. ولی اگر آب آشامیدنی موجود در شبکه‌های توزیع، بعد از تصفیه شدن آلوده گردد، به خاطر اینکه امکان رقیق‌سازی وجود ندارد، خطر ایجاد صدمه و مرگ در افراد مصرف‌کننده آب این شبکه‌ها بیشتر است. برخی از ساختمان‌های معین و منازل، شبکه لوله‌کشی مشترک دارند و اغلب آب مورد نیاز آنها از مخازن تأمین می‌گردد. این امر باعث شده است که تروریست‌ها، در مقایسه با شبکه سراسری آب، راحت‌تر به عملیات خرابه‌کارانه دست زنند. وارد کردن عمده‌کننده‌ها در این شبکه‌های توزیع آب می‌تواند ساختمان‌ها یا مناطق مختلفی را هدف قرار دهند. در هر حال، آلوده کردن بخش کوچکی از شبکه توزیع آب می‌تواند منجر به گسترش هراس عمومی گردد.

آلوده کردن حتی یک بخش کوچک از سیستم توزیع می‌تواند منجر به گسترش هراس عمومی شود. بنابراین، هم ذخیره‌کننده‌ها و هم مصرف‌کننده‌های آب باید توجه ویژه‌ای به شبکه‌های توزیع محلی داشته باشند. این موضوع باید در طرح‌های آمادگی نیز لحاظ شود. در شبکه‌های توزیع محلی مثلاً در ساختمان‌های اداری و مسکونی، به منظور حفظ و نگهداری خطوط لوله‌کشی آب، کنتورها باید به وسیله درپوش‌های قفل‌دار و یا در اتاق‌های مخصوص قرار داده شوند. کلیه رفتارهای مشکوک، به خصوص اگر با اقدامات نگهداری و تعمیراتی غیر معمول همراه باشند، باید فوراً به مسئولین مربوطه گزارش شوند. تفکیک قسمت‌های شبکه توزیع آب باعث ایجاد شرایط مطلوب برای کنترل آن می‌گردد. به این ترتیب، جداسازی بخش آلوده‌شده شبکه امکان‌پذیر می‌گردد. رعایت این ویژگی در طراحی اغلب شبکه‌های پیشرفته توزیع آب متداول است و در مواجهه با مشکلات متداول نظیر تعویض و تعمیر لوله‌ها و پاکسازی آلودگی‌های

میکروبی غیر عمدی کاربرد دارد. در تاسیسات حساس به خصوص نظیر بیمارستان‌ها، سرویس‌های عمومی، سرویس‌های امنیتی و کارخانجات تولید غذاهای کنسرو شده و نیز بطری‌های آب، فرایندهای تصفیه مضاعفی باید مد نظر قرار گیرد.

### ۷-۵-۲- پیش‌بینی و تأمین غذای سالم

حفاظت کامل منابع آب و مواد غذایی و بسته‌بندی و سپس حمل‌ونقل و ذخیره کردن آنها، بهترین راه پیشگیری از آلودگی آب و غذاست و لازم است با اعمال کنترل‌های لازم این امر محقق شود تا از این طریق خطر شیوع بیماری‌ها به حداقل ممکن برسد. عدم استفاده از آب و مواد غذایی مناطق آلوده، استفاده از مواد غذایی بسته‌بندی‌شده و مطمئن طبق دستور مقامات بهداشتی، تهیه تجهیزات انفرادی، رعایت بهداشت در تهیه، نگهداری، توزیع و مصرف مواد غذایی، عدم استفاده از مواد غذایی گوشتی و غیر گوشتی - که به صورت غیر مجاز تهیه گردیده‌اند - عدم تماس با دام‌های آلوده و فرآورده‌های آنها، دور از دسترس حشرات و جوندگان نگهداری کردن، جدا کردن مواد غذایی خام و پخته، پختن کامل غذا قبل از مصرف و گزارش سریع به مراکز مسئول در صورت مشاهده هرگونه موارد مشکوک و غیره، از جمله اقدامات اساسی در این خصوص می‌باشند.

### ۷-۵-۲-۱- امنیت قبل از تولید، تولید و برداشت محصولات کشاورزی

- امنیت غذای دام‌ها: بسیاری از بیماری‌های منتقله از طریق آب و مواد غذایی می‌توانند بین فرآورده‌های غذایی حیوانی و انسانی در زنجیره غذایی منتقل شده و با مصرف دام آلوده موجب گسترش و انتقال بیماری از حیوانات به انسان‌ها گردند. از طرفی تأثیری که آلودگی عمدی این فرآورده‌ها می‌تواند بر سلامت انسان داشته باشد؛ نشان‌دهنده اعتماد مصرف‌کننده‌ها بر امنیت غذایی و اقتصاد یک کشور است. بسیاری از

ترکیبات خوراک دامها در بازارهای جهانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. سیستم‌های تأمین سلامت، بایستی در کنترل کیفی این محصولات نیز لحاظ شوند. معیارهای امنیتی از جمله کنترل دسترسی به این محصولات و نیز کنترل سیستم‌های ضد خرابه‌کاری و پلمپ در جریان تولید، حمل‌ونقل و ذخیره‌سازی این فرآورده‌ها باید به‌کار گرفته شوند. مکانیسم‌های جمع‌آوری و برگشت دادن ترکیبات غذایی و خوراک دام‌ها بایستی تسهیل گردد.

#### - امنیت مناطق تولیدکننده محصولات کشاورزی: مناطق تولید کشاورزی، از

مزارع کوچک تا مزارع بزرگ کشت و صنعت و نیز دامداری‌ها را شامل می‌گردد. در این مناطق، اولویت با تولید است و نه تأمین امنیت به تنهایی. اخیراً برنامه‌هایی به‌منظور بهینه‌سازی فعالیت‌های کشاورزی تدوین شده است که دربردارنده امنیت مواد غذایی نیز می‌شوند. مناطق تولیدات کشاورزی می‌توانند نسبت به آلودگی‌های عمدی آسیب‌پذیر باشند. مثلاً، در برابر حشره‌کش‌های سمی و نیز سایر مواد شیمیایی آسیب‌پذیر هستند. آب مورد استفاده برای آبیاری به راحتی توسط مواد زیستی و شیمیایی آلوده می‌شوند. از این‌رو، روند کار باید به‌گونه‌ای باشد که در نقاط آسیب‌پذیر، معیارهای کنترل به‌کار برده شود به طوری که بتواند ایجاد آلودگی‌های عمدی و غیر عمدی را شناسایی و کنترل نماید. نظر به اینکه میوه‌ها و سبزیجات مستقیماً و بدون فراوری مصرف می‌شوند، فرصت محدودی برای به‌کارگیری معیارهای کنترلی به‌منظور شناسایی و از بین بردن آلودگی دارند. در حالی که تعداد زیادی موارد وقوع آلودگی عمدی در خلال فراوری تولید گوشت، ماهی، مرغ و محصولات لبنی وجود داشته است. این امر نشان‌دهنده آسیب‌پذیری این محصولات است. از این‌رو، می‌توان احتمال آلودگی غیر عمدی یا عمدی را کاهش داد. اقدام اخیر را باید به حساب استقرار نقاط بازرسی و پایش معیارهای کنترلی منطقه در نظر گرفت. در برخی از فعالیت‌های برداشت محصول، از

جمله خشک کردن محصول در فضای باز، فرصت مناسبی را برای ایجاد آلودگی عمدی به وجود می‌آورد. کنترل دسترسی به بخش‌های تولید فراورده کشاورزی و نیز نظارت بر آنها، به خصوص در واکنش به تهدیدات احتمالی یا قطعی باید به کار برده شود.

#### ۷-۵-۲-۲- ذخیره سازی و حمل و نقل مواد خام

تأسیسات ذخیره‌سازی محصولات کشاورزی، از فضای باز گرفته تا سیلوهای عظیم و نیز وسایل حمل و نقل؛ از وسایل نقلیه شخصی گرفته تا کشتی‌های اقیانوس پیما، در هر مورد دستورالعمل‌های قابل اجرا وجود دارد. برای تأمین امنیت و جلوگیری از دسترسی غیر مجاز به تأسیسات ذخیره‌سازی و کانتینرهای مخصوص حمل و نقل فراورده‌ها، می‌توان از ابزارهای فیزیکی مثل حصار و قفل استفاده کرد. همچنین می‌توان با به کارگیری پرسنل امنیتی و استقرار آنها در محل، ردیاب‌ها و آژیرهای بی‌صدایی که به قسمت‌های امنیتی مربوطه متصل می‌شوند، ایمنی را افزایش داد. اگر منابع مالی اجازه دهند می‌توان از دوربین‌ها و تلویزیون‌های مخصوص کنترل از راه دور نیز استفاده کرد. در کانتینرهای بزرگ در صورت امکان باید از قفل‌های و لاک و مهرهای آشکار ساز و مقاوم به دستکاری استفاده کرد. برای ساختن این ابزارها می‌توان از مواردی مثل نوارها و موم‌های درزگیر که به‌طور گسترده موجود هستند استفاده کرد.

#### ۷-۵-۲-۳- فراوری مواد خام

در طرح‌های سلامت مواد غذایی در مرحله فراوری مواد خام، موارد احتیاطی مورد نیاز جهت پیشگیری از آلودگی عمدی همانند سیستم‌های HACCP باید اجرا شود. آبی که در فراوری مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد نیز مهم است، به‌ویژه در مورد غذاهایی مثل میوه‌ها و سبزیجات که کمترین فرایند روی آنها انجام می‌شود. اغلب مهم‌ترین کار قبل از مصرف این فراورده‌ها، شستشوی آنها است. موارد احتیاطی که باید

رعایت شود، مشابه همان‌هایی است که در مورد شبکه‌های تأمین آب آشامیدنی نیز وجود دارد؛ مثل تجزیه و تحلیل آب مصرفی. در بسیاری از سیستم‌های فراوری مواد غذایی، اغلب مهم‌ترین نقطه کنترل آلودگی‌های میکروبی، محل تصفیه حرارتی می‌باشد؛ زیرا رویکردهایی که با حرارت‌های معمولی و در زمان کم صورت می‌گیرد ممکن است برای تاثیر روی تمامی انواع آلودگی‌های میکروبی کافی نباشد و حتی ممکن است تاثیری در کاهش آلودگی با مواد شیمیایی سمی نداشته باشد یا تاثیر آن کم باشد.

#### - امنیت بخش‌های فراوری محصولات: دسترسی به تمامی بخش‌ها و تجهیزات

حساس، از جمله بخش‌های ذخیره‌سازی و شبکه‌های هوایی و آبی، باید کنترل و پایش شوند. سیستم‌های بسته که اغلب تصور می‌شود نفوذپذیری کمتری دارد و به تبع آن، نیاز به نظارت و بازرسی در آنها کم است نیز باید مدنظر قرار بگیرد. وسایل شخصی مثل ظروف نهار نباید به بخش‌های حساس آورده شوند.

#### - تجزیه و تحلیل مواد خام و فراوری محصولات: محل ورود مواد خام به

زنجیره فراوری، یک نقطه حیاتی در اکثر عملیات‌های فراوری می‌باشد. در صورت امکان باید از منابع مطمئن مواد خام استفاده شود. از آنجایی که تجزیه و تحلیل تمامی مواد مورد استفاده در اعمال تروریستی غیر ممکن است، تاکید بیشتر باید بر انحراف از شرایط نرمال باشد. در نمونه‌گیری و تجزیه و تحلیل محصولات که تحت فراوری نهایی قرار گرفته‌اند، همیشه باید امکان ایجاد آلودگی عمدی مورد توجه قرار گیرد. هر گونه انحراف از مسیر نرمال که ممکن است نشان‌دهنده وجود آلودگی باشد، باید به دقت بررسی شود.

### ۷-۵-۲-۴- ذخیره‌سازی و نقل‌وانتقال محصولات فراوری شده

برای تأمین امنیت و جلوگیری از دسترسی غیر مجاز به تاسیسات ذخیره‌سازی و کانتینرهای مخصوص حمل‌ونقل باید از ابزارهای فیزیکی مثل نرده و قفل استفاده کرد. برای تقویت آنها می‌توان از پرسنل امنیتی مستقر در محل، ردیاب‌ها و آژیرهای بی‌صدایی که به بخش‌های امنیتی مربوط متصل می‌شوند، استفاده کرد. وسیله دیگری که می‌توان به کار برد، دوربین و تلویزیون کنترل از راه دور می‌باشد. بسته‌بندی‌های پلمپ‌شده و مقاوم در برابر دستکاری در همه حال باید به کار برده شود. تمامی محصولات برگشت داده‌شده باید قبل از ارسال مجدد، مورد بررسی قرار بگیرند.

### ۷-۵-۲-۵- توزیع عمده و خرده‌فروشی محصولات

بنگاه‌های عمده‌فروشی و فروشگاه‌ها، شامل بخش‌های نفوذپذیر شبکه تأمین فراورده‌های غذایی هستند. با وجود اینکه محفظه‌های پلمپ‌شده و مقاوم در برابر دستکاری در برابر کاهش آلودگی‌های غیر عمدی بسیار مفید هستند، افرادی که با چنین ابزارهای امنیتی آشنایی دارند، می‌توانند در آن نفوذ کنند. دسترسی محدود و کنترل‌شده و سیستم حراستی ویژه شامل دوربین‌های امنیتی و سایر نظارت‌ها ممکن است مورد نیاز باشد.

برای کاهش احتمال جایگزین کردن محصولات آلوده در قفسه‌ها، می‌توان مشتریان را از آوردن بسته‌ها به فروشگاه‌ها منع کرد. غذاهای بسته‌بندی‌نشده نسبت به آلودگی عمدی، نفوذپذیری بالایی دارند. برای جلوگیری از آلودگی عمدی در غذاهای بسته‌بندی‌نشده و در مراحل قبل از بسته‌بندی کنسروها باید از محفظه‌های خیلی مطمئن استفاده کرد. مغازه‌های عمده‌فروشی و خرده‌فروشی، محصولات مورد نیازشان را باید از منابع قابل اعتماد تهیه کنند. جابجایی محصولات غذایی غیر استاندارد با سایر محصولات با ارزش (جعل کردن) در نقاط مختلف جهان اتفاق می‌افتد. استفاده از



محصولات با برجسب‌های تقلبی و اجزاء و ترکیبات جایگزین شده که اغلب آلوده نیز هستند، از انواع جعل کردن می‌باشد.

#### ۷-۵-۲-۶- بررسی سرویس‌های غذا خوری و تهیه غذای خانگی

- **موارد ایمنی در سرویس‌دهی غذا:** سرویس‌های غذاخوری همواره هدفی برای حملات تبه‌کارانه بوده است. چاشنی‌های غذایی که در رستوران‌ها و موسسات در ظروف دربار عرضه می‌شوند، نسبت به آلودگی‌های عمدی نفوذپذیر هستند. کنترل دقیق مکان تهیه سالاد و سایر سرویس‌های غذاخوری عمومی برای جلوگیری از آلودگی عمدی ممکن است لازم باشد. از آنجایی که دستگاه‌های فروش اتوماتیک اغلب تحت نظارت نیستند، ممکن است هدف‌ایجاد آلودگی قرار بگیرند. ممکن است نیاز به نظارت دقیق وجود داشته باشد و همچنین استفاده از ابزارهای پلمپ و آشکارسازها لازم شود.

#### - سلامتی فراوده‌های غذایی در تهیه غذاها در منازل شخصی: برنامه‌های

آموزشی مصرف‌کننده‌ها باید شامل اطلاعاتی در مورد آلودگی غیر عمدی نیز باشد. به خاطر آلودگی غیر عمدی، باید بر شستشو و پخت کافی غذا قبل از مصرف، تاکید بیشتری شود. همچنین به پلمپ بودن بسته‌بندی‌ها باید دقیقاً توجه کرد. محصولاتی که استحکام بسته‌بندی یا جعبه آنها مورد تردید است یا محصولاتی که دارای کیفیت مورد انتظار نیستند مثلاً ظاهر، بو یا مزه غیر طبیعی دارند، نباید تهیه و مصرف شوند. اگر مشکوک به دستکاری هستیم، باید تهیه کننده، فروشنده و مأمورین بهداشت عمومی و مجریان قانون همگی مطلع شوند.

به‌طور کلی در تأمین غذای سالم برای شرایط خاص باید به نکات ذیل توجه شود:

- ۱- سیکل انجماد مواد غذائی قطع نشود.
- ۲- مسیرهای حمل‌ونقل تا محل مصرف حتی‌الامکان کوتاه و مراحل حمل‌ونقل و جابجایی کم باشد.
- ۳- ترجیحاً مواد غذائی با جنس مناسب بسته‌بندی شوند.
- ۴- تسهیلات لازم برای ذخیره مناسب و کافی و سالم فراهم شود.
- ۵- شرایط پخت غذا، بهداشتی و سالم باشد.
- ۶- آب مصرفی برای پخت غذا سالم باشد.
- ۷- غذای آماده‌شده مدت زیادی قبل از مصرف نگهداری نشود و در صورت ضرورت، یا در دمای کمتر از ۴ درجه و یا بالای ۴۶ درجه سانتی‌گراد نگهداری شود.
- ۸- به تاریخ مصرف مواد غذائی بسته‌بندی‌شده توجه شود و مواد غذائی کنسرو شده باید با فرآیند حرارت دادن قبل از مصرف، از وجود هرگونه آلودگی پاک شوند و کنسروهائی که دارای وضعیت طبیعی نیستند (مثلاً باد کرده، سیاه شده، دارای بوی نامطبوع، وجود حباب در مواد غذائی داخل آن) نباید مصرف شوند.
- ۹- کیفیت غذاهای آماده قبل از توزیع، مورد تأیید مسئولین بهداشتی قرار گیرد تا از شیوع بیماری‌های ناشی از مصرف غذای آلوده پیشگیری شود.
- ۱۰- خشک و تغلیظ کردن مواد غذائی جهت کاهش فعالیت آبی آنها به پائین‌تر از ۸۵٪ از تولید سم جلوگیری می‌کند.
- ۱۱- مواد غذائی به‌ویژه گوشت سفید و قرمز باید به‌خوبی پخته‌شده و بعد مصرف شوند و باید از مصرف غذاهای نیم‌پز خودداری شود.
- ۱۲- از تماس مواد غذائی خام و پخته ممانعت شود.
- ۱۳- حیوانات خانگی از محل نگهداری مواد غذائی دور نگه‌داشته شوند.

۱۴- رعایت بهداشت فردی در تهیه و طبخ غذا بشود و فاضلاب تولیدشده به روش بهداشتی دفع شود.

۱۵- مواد غذائی از آلوده شدن با گردوغبار حفظ شوند.

۱۶- حتی الامکان از مصرف لبنیات (به ویژه شیر غیر پاستوریزه) اجتناب شود.

## ۶-۷- حفاظت از منابع مرتبط با آب و مواد غذایی

### ۶-۷-۱- نظارت بر تهیه کنندگان و توزیع کنندگان مواد غذایی

مواد غذایی ممکن است به عنوان حامل های عوامل بیماریزا بر علیه افراد بیگناه به کار روند. همه روزه داستان شیرخشکها و گوشت های آلوده را که به راحتی به کشورهای مصرف کننده ارسال می شوند، می شنویم. جنون گاوی و یا تب برفکی نیز بر سر زبانها است. برای کلیه کارکنان ادارهها و سازمان های ناظر بر مراکز تولید و توزیع مواد غذایی که به نظر می رسد آموزش های مناسب با حرفه خود را ندارند باید کلاس های آموزشی ویژه برگزار شود. برنامه های بازآموزی و نوآموزی کارکنان شاغل باید مورد توجه قرار گرفته و حمایت های لازم از آنها بعمل آید. چنانچه کارمندان اداره مراقبت از مواد غذایی تحت آموزش های ویژه قرار گیرند و بدانند که کار با اهمیتی بر عهده آنان است و حتی توسط ارگان های دیگر نیز نظارت می شوند، احتمالاً وظایف خود را با دقت و حساسیت بیشتری انجام خواهند داد. ورود محموله های غذایی (به صورت تر و خشک) به داخل کشور باید با حساسیت تلقی گردد. آزمایشگاه های گمرکی مواد غذایی باید از حالت سمبلیک خارج شده و از حیث نیروی انسانی آموزش دیده و تجهیزات آزمایشگاهی حمایت شوند. واقعاً چه ارگانی بر ورود بی حساب این همه مواد غذایی (شیر، گوشت مرغ، گوشت ماهی و غیره) نظارت دارد و با چه کیفیتی؟ پیشنهاد می شود برای این گروه از کارکنان دوره های تداوم آموزش دفاع در مقابل سلاح های زیستی و بیوتروریسم برگزار گردد.

## ۷-۶-۲- کنترل و حفاظت دقیق از مراکز حساس

حفاظت فیزیکی از تاسیسات و مراکز حساس تامین کننده آب (تصفیه‌خانه‌ها، چاه‌های مورد استفاده برای تامین آب شرب و مخازن آب تصفیه‌شده) و مواد غذایی (انبارهای نگهداری و مراحل تولید، نگهداری و توزیع مواد غذایی در کارخانجات مواد غذایی) مهم‌ترین رکن مقابله با بیوتروریسم که آب و مواد غذایی را هدف قرار داده است، می‌باشد. بنابراین بایستی منابع آب و مواد غذایی، انبارهای نگهداری و کارخانجات تولید مواد غذایی و آب بسته بندی و کشتارگاه‌های دام و طیور به‌صورت دقیق و مرتب مورد مراقبت شدید قرار گیرند. بدیهی است به‌کارگیری پرسنل امین، مطمئن و آموزش‌دیده در این مراکز برای نیل به این اهداف موثر است.

یکی از جاهایی که ممکن است هدف بیوتروریست در حملات زیستی باشد آشپزخانه‌ها و تولید مواد غذایی برای پرسنل نیروهای نظامی می‌باشد. برای جلوگیری از حملات زیستی و آلودگی در این محل‌ها، بایستی مراقبت‌های دقیق و کامل صورت گیرد و از سپردن تولید و بسته‌بندی غذاها به افراد غیرنظامی باید اجتناب کرد. امروزه در کشورهای توسعه‌یافته، غذاهای نیروهای نظامی توسط خود افراد نظامی تولید و عرضه می‌شود و هیچ‌گونه تولید و عرضه غذا توسط شرکت‌های خصوصی که احتمال دارد توسط بیوتروریست‌ها فریب بخورند انجام نمی‌شود. لذا بایستی این نکته را در نظر داشت که نیروهای نظامی کشورمان در جهت خودکفائی تولید مواد غذایی گام بردارند، تا ضمن تأمین مواد غذایی سالم در زمان بحران برای افراد نظامی و غیرنظامی از حملات بیوتروریسمی هم جلوگیری نمایند.

### ۷-۶-۳- کنترل واردات

یکی از راه‌هایی که تروریست‌ها می‌توانند حمله بیوتروریستی انجام دهند، ارسال مواد غذایی آلوده به کشورهای مورد نظر می‌باشد. کشورها سالیانه مقادیر زیادی از محصولات غذایی مختلف مانند گوشت، مرغ، شیر خشک و مواد اولیه بسیاری از محصولات را از کشورهای مختلف وارد می‌کنند. عوامل بیماری‌زا را می‌توان به راحتی از بیمار یا محیط جدا نمود و یا به سادگی از بانک‌های میکروبی یا کلکسیون‌های کشت خریداری کرد. در حال حاضر، تولید در مقیاس بالای این ارگانیسم‌ها مشکلات تکنیکی خاصی ندارد، اما نیاز به دقت بالا و مراقبت فراوان دارد. طراحی و ساخت ابزارآلات مفید و مؤثر برای انبارداری سالم، حمل و رهايش عوامل میکروبی در خراب‌کاری‌ها، به‌طور نسبی مشکل است. علی‌الخصوص اگر هدف، کار کردن در مقیاس بالا باشد. در مقیاس کوچک، به‌دلیل استفاده از دستگاه‌های فریز خشک برای لیوفیلیزه کردن که در صنعت بسیار متداول است، مشکلات کاهش می‌یابد. به‌وسیله این دستگاه می‌توان عاملی مثل باسیلوس آنتراسیس را در یک و یال شیشه‌ای کوچک سربسته به‌راحتی حمل و نقل کرد. اگر نظارت دقیق بر روی این محصولات نباشد ممکن است این مواد غذایی آلوده به عوامل زیستی باشند و به‌دلیل اینکه این مواد در سراسر کشور ممکن است توزیع شوند امکان گسترش آلودگی وجود دارد. لذا در مبادی ورودی کشور بایستی کارشناسان مجرب و آموزش‌دیده وجود داشته باشند که با نمونه‌گیری دقیق از مواد و بسته‌های پستی و وارداتی مشکوک، از تهدیدات بیولوژیکی جلوگیری نمایند. در کشورهای توسعه‌یافته مانند آمریکا، بیش از ۸۰٪ آب مصرفی از آب‌های زیر زمینی به دست می‌آید و کمتر از ۲۰٪ آب مصرفی، آب سطحی است. لذا آلوده کردن آب‌های زیرزمینی با عوامل زیستی و یا سموم، کاری ساده و عملی نیست. به علاوه، تمام آب مصرفی، تصفیه شده و در تمام مراحل از جهت حضور آلودگی‌های شیمیایی و زیستی به‌طور کامل آزمایش می‌شود. همین‌طور مواد غذایی مصرفی از بسیاری جهت مانند آلودگی

شیمیایی و میکروبی، بسته بندی، تمیزی و غیره به طور روزانه و پیوسته آزمایش می شود. سطح بالای بهداشت در کشورهای توسعه یافته، همراه با سرویس های بهداشت عمومی مؤثر، به میزان بالایی تهدیدهای زیستی انتقال عوامل را در بین مردم این کشورها می کاهد و به بیان دیگر، این فاکتورها آسیب های گسترده ناشی از عملیات تروریستی در بین مردم را به مقدار زیادی کم می کند. بسیاری از کشورهای توسعه یافته به خصوص ایالات متحده آمریکا، به منظور کنترل واردات مواد غذایی، تعداد بازرسی کنترل مواد غذایی را دو برابر و گاهی چند برابر می کنند.

#### ۷-۶-۴- به کارگیری روش های تشخیصی سریع در آزمایشگاه ها

وقایع روی داده در دهه های گذشته در ارتباط با بیماری های ناشی از غذا نشان می دهد، شیوع طبیعی و استفاده های بی مورد از میکروارگانیسم های بیماریزا، به عنوان یک ابزار تروریستی، اثرات فاحشی در جوامع بشری داشته است. بیماری های عفونی، گروه بسیار مهم و شایعی از بیماری ها می باشند که انسان از دیرباز با آنها آشنا بوده و طی سالیان دراز، نسل های بشر به طور وسیعی تسلیم این بیماری های مرگبار شده، در حالی که حربه ای موثر نیز برای مقابله و مبارزه با این بلا نداشتند. امروز دیگر مسجل شده است که آزمایشگاه ها و مراکز تحقیقاتی، بیشترین نقش را در تشخیص و تأیید زودهنگام بیماری های عفونی و همه گیری ها دارد و کوچکترین تأخیر در این رابطه می تواند منجر به فاجعه بزرگی گردد که ابعاد آن از جغرافیای کشور نیز خارج شده و اهمیت بین المللی پیدا کند. برای جلوگیری از تهدیدات زیستی و کنترل دقیق در مراحل مختلف تولید، توزیع آب و مواد غذایی، بایستی آزمایشگاه ها و کارشناسان به تجهیزات تشخیصی سریع از جمله روش های نوین تشخیصی و کیت های سریع تشخیصی مجهز گردند تا از آلودگی آب و مواد غذایی ناشی از تهدیدات زیستی

جلوگیری نمایند. تشخیص و جداسازی عوامل بیماریزای مواد غذایی که از سالیان دور مورد استفاده قرار گرفته‌اند به روش‌های تشخیصی سنتی معروف می‌باشند. در دو دهه اخیر، روش‌های تشخیصی مولکولی، در کنار روش‌های سنتی جهت تشخیص روتین میکروارگانیسم‌های بیماریزا به کار می‌روند. با توجه به محدودیت‌های بسیاری از روش‌های سنتی از جمله زمان بر بودن بسیاری از آنها، نیاز به یکسری روش‌های سریع‌تر و در عین حال قابل اطمینان‌تر ضرورت بسیاری دارد. روش‌های تشخیصی مولکولی سریع شامل تکنیک‌هایی می‌باشند که بر اساس شناسایی DNA میکروارگانیسم صورت می‌گیرد. با توجه به اینکه روش‌های تشخیصی مشابهی می‌توانند برای شناسایی DNA در تمامی میکروارگانیسم‌ها به کار برده شوند، لذا استراتژی‌های یکسانی می‌توانند در تشخیص میکروارگانیسم‌های بیماریزا در مواد غذایی به کار برده شود. از جمله این روش‌ها می‌توان به PCR اشاره نمود. روش‌های جدید جداسازی و تشخیص عوامل بیماریزا برخلاف روش‌های سنتی، سرعت بسیار بیشتری دارند که علی‌رغم این برتری نیازمند آزمایشگاه‌های مجهز و افراد بسیار مجرب هستند و هزینه‌های بسیار زیادی را به همراه دارند. همچنین کارشناسان مطمئن بایستی آموزش‌های لازم با این تجهیزات را دیده باشند. همچنین افراد شاغل - چه در آزمایشگاه‌های داخل کشور و چه در مبادی ورودی کشور - بایستی آشنایی کامل به عوامل زیستی و تهدیدات زیستی از طریق آب و مواد غذایی داشته باشند تا در صورت مشاهده هر یک از عوامل زیستی سریعاً به مراکز تصمیم‌گیرنده اطلاع دهند.

### ۷-۶-۵- آموزش کارشناسان بخش کنترل آب و مواد غذایی

به دلیل نادر بودن حوادث بیوتروریسمی به خصوص از راه مواد غذایی و آب، کارشناسان و آزمایشگاه‌های کنترل‌کننده آب و مواد غذایی به ندرت با این عوامل مواجه شده‌اند. لذا پرسنل آزمایشگاه‌ها با ویژگی‌ها و مشخصات این عوامل و نحوه بررسی و

فرآوری نمونه‌های عوامل زیستی آشنا نیستند. همزمان با انتشار عوامل زیستی، دسترسی به مواد غذایی سالم و مطمئن به دلیل انتشار سریع عوامل زیستی از طریق آب و مواد غذایی، احتمال آلودگی افراد و مراکز تهیه و فروش مواد غذایی، انبارهای نگهداری و مراکز طبخ با مشکل روبرو می‌گردد. بنابراین برای نظارت و کنترل دقیق این افراد و مکان‌ها روی زنجیره تولید و انتقال و توزیع آب و مواد غذایی می‌بایست آشنایی کافی وجود داشته باشد. مرکز کنترل و پیشگیری بیماری‌ها در ایالات متحده (CDC) شبکه آزمایشگاهی ایجاد کرده است که مسئول شناسایی و تشخیص عوامل زیستی است. در این آزمایشگاه‌ها افرادی که کار می‌کنند آشنایی کامل با عوامل زیستی و نحوه کار با آنها را دارند و کاملاً اصول ایمنی زیستی را رعایت می‌نمایند. لذا برای اینکه از مصرف آب و مواد غذایی مطمئن مصرف کنیم بایستی کارشناسان مجرب در آزمایشگاه‌های مجهز داشته باشیم.

#### ۷-۶-۶- اطلاع‌رسانی به مردم

در هنگام بروز تهدیدات زیستی، تقویت نظام بهداشتی - درمانی و دادن اطلاعات لازم و کافی به مردم برای جلوگیری از خسارات جانی و کاهش ترس و وحشت آنها الزامی است. بدیهی است کاهش میزان مرگ‌ومیر، جلوگیری از بروز فاجعه، کاهش عکس‌العمل‌های ناشیانه مردم در برابر این حوادث از اهداف این برنامه‌ها می‌باشد. با توجه به اینکه بسیاری از کشورها از جمله ایالات متحده، انگلستان، آلمان، اسرائیل و غیره از نظر نظامی، فنی اقتصادی و سیاسی، خود را در زمینه‌های مختلف تجهیز نموده‌اند، برنامه‌ریزی و استفاده از روش‌های مختلف برای دفاع در برابر تهدیدات زیستی به‌ویژه برای نیروهای نظامی کاملاً لازم و اجتناب‌ناپذیر است.



## ۷-۶-۷- ارتباطات

به منظور مدیریت بحران و اجتناب از شایعه پراکنی، کسب آمادگی بایستی دربردارنده روش‌هایی برای برقراری ارتباط با رسانه‌ها و مردم باشد. ممکن است نتیجه ترس و اضطراب ناشی از تهدیدات، بیش از خود تهدید باعث اثرات تخریبی بر بهداشت عمومی، اقتصاد و صنعت باشد. صرف نظر از این که یک رویداد منجر به شیوع بیماری بشود یا نه، ممکن است اختلالات سیاسی و اجتماعی ناشی از آن و نیز احساس آسیب‌پذیری، مدت‌ها پس از وقوع حادثه باقی بماند. برخی از تروریست‌ها ممکن است، اختلالات اجتماعی و تبلیغات ناشی از اقداماتشان را بسیار موثرتر از شمار افراد آلوده شده یا کشته شده در گسترش پیامشان بدانند. مثل اینکه بمبی را در اماکن شلوغ کار بگذارند و از سوی دیگر اخطار دهند تا از کشته شدن افراد جلوگیری شود.

بر این اساس، غیر عاقلانه است که تهدیدات تروریستی، از جمله انتشار عوامل زیستی، رادیواکتیو و نیز شیمیایی را صرفاً به عنوان عاملی برای آسیب و یا بیماری تلقی نماییم. با این حال، شبکه‌های تأمین آب و فرآورده‌های غذایی، یکی از اهداف مورد علاقه تروریست‌ها جهت آلودگی می‌باشد. دسترسی به ایجاد آلودگی که منجر به ایجاد بیماری عمومی گردد، اهمیت کمتری از کشف شواهدی مبنی بر وجود عوامل فیزیکی آلوده کننده دارد. مأمورین سلامت و بهداشت عمومی، مجریان قانون، سازمان‌های تجاری و سایر سازمان‌های بخش خصوصی و نیز رسانه‌ها بایستی ارتباط بین خود را بسط و گسترش دهند. اخبار ضروری مرتبط با سلامت عمومی، بایستی طوری تهیه شود که منجر به هراس بین مردم نگردد. از طرفی، وقتی بین این سازمان‌ها رابطه منطقی برقرار باشد، از ارائه گزارشاتی که باعث شیوع بیماری می‌گردد، پیشگیری می‌شود. چنین وقایعی شایع‌تر هستند و می‌توانند منجر به نگرانی مردم شوند. در هر حال، عدم اطلاع‌رسانی به مردم، منجر به سلب اعتماد آنها از مسئولین می‌شود. بنابراین، باید آگاهی مناسب به آنها داده شود. مثلاً توصیه می‌گردد که مردم از مواجهه با آلوده‌کننده‌ها

خودداری کنند. همچنین توصیه‌های پزشکی در ارتباط با ماهیت حادثه به مردم ارائه گردد. جنبه‌های فرهنگی بایستی در برخورد با تهدیدات و واکنش در قبال آنها مورد توجه قرار گیرد. به همین دلیل، برخی از روش‌های برقراری ارتباط ممکن است در سطح جهانی عملی نباشد. در بخش‌های مربوط به آب آشامیدنی، فراورده‌های غذایی و سایر فراورده‌های مصرفی، یک رویکرد سیستماتیک اتخاذ شده است؛ زیرا با ایجاد امکان ارزیابی آسیب‌پذیری شبکه آب، نکات ایمنی رعایت شده و منجر به بهبود سلامتی می‌گردد.

# فصل هشتم

پناهگاه‌های ضد تهدیدات

زیستی



## ۸-۱- مقدمه

یکی از اصول اساسی دفاع غیرعامل، ایجاد استحکامات و سازه‌های امن می‌باشد که نقش بسیار اساسی در حفظ تاسیسات، تجهیزات، نیروی انسانی، مراکز حیاتی حساس و مهم در زمان تهدید ایفا نموده و می‌تواند تاثیرات بسیار چشمگیری در ارتقاء توازن رزمی، استمرار عملیات و بالا بردن آستانه مقاومت داشته باشد. یکی از خصوصیات مهم انسان‌ها در شرایط تهدیدات هوایی دشمن، جابجایی از مکان‌های عادی زندگی و فعالیت و پناه بردن به نقطه‌ای است که احساس آرامش و امنیت بیشتری در آن محیط وجود داشته باشد. لذا مناسب‌ترین مکان برای ایجاد آرامش روحی و امنیت جانی که در مناطق درگیری رودررو با دشمن به‌عنوان جان‌پناه یا سنگر مطرح شده و در مناطق عقبه درگیری و کارخانجات با ابعادی وسیع‌تر مورد نیاز می‌باشد، همانا پناهگاه‌های کوچک و بزرگ انفرادی و اجتماعی است. اتخاذ تدابیر لازم در جهت ساخت و احداث پناهگاه در زمان صلح، و به‌کارگیری آن در زمان تهدید و حملات دشمن بسیار حائز اهمیت می‌باشد، زیرا امنیت روانی در جامعه بحرانی، میسر و ایجاد نخواهد شد مگر آنکه مردم جایگاهی امن را در نزدیکی محل کار و یا زندگی خود در هنگام حملات هوایی و موشکی پیدا کنند.

حوزه حفاظت و ایمنی در برابر عوامل تهدیدات زیستی به دو قسمت کلی حفاظت و ایمنی فردی و حفاظت جمعی تقسیم می‌شود. در قسمت حفاظت و ایمنی فردی مباحثی نظیر شناسایی جمعیت در معرض خطر، ارتقای سطح آگاهی بهداشتی مردم به‌خصوص افراد در معرض خطر، پروفیلاکسی (شامل واکسیناسیون، ایمونوگلوبولین، پیشگیری دارویی)، ایزولاسیون و قرنطینه، تأمین آب و غذای سالم و دفع بهداشتی فضلاب‌ها، استفاده از حشره‌کش‌ها و سم‌پاشی، کنترل رعب و وحشت از طریق رسانه‌های گروهی، کنترل تردد به منطقه آلوده، پوشیدن ماسک و لباس حفاظتی و غیره مطرح می‌گردد. قسمت حفاظت و ایمنی جمعی، تمام افرادی را که داخل وسایل نقلیه

کشتی‌ها، هواپیماها و پناهگاه‌ها هستند دربرمی‌گیرد. به‌طور کلی مجموعه روش‌های حفاظت جمعی در پی آن است که توانمندی‌های تجهیزات فعلی را به نحوی افزایش دهد که امکان فعالیت در محیط‌های آلوده برای نیروها فراهم شود. امروزه با پیشرفت‌های حاصل‌شده در تجهیزات و تکنیک‌های آفندی، روش‌های حفاظت و ایمنی جمعی نیز کاملاً متحول شده است.

## ۸-۲- تعریف پناهگاه

به هر محیط فیزیکی که از افراد، تجهیزات و تاسیسات در برابر اثرات زیانبار یک تهدید خاص حفاظت نماید، پناهگاه اطلاق می‌گردد. پناهگاه‌ها بسته به نوع تهدیدات و موضوعات مورد حفاظت، طراحی و طبقه‌بندی می‌شوند. بنابراین، انواع بسیار زیادی از پناهگاه‌ها را می‌توان طبقه‌بندی نمود. از یک گودال حفر شده در زمین که جهت حفاظت در برابر ترکش‌های ناشی از انفجار مورد استفاده قرار می‌گیرد تا یک ساختمان زیرزمینی مجهز به سیستم‌های پیشرفته دفاعی که جهت حفاظت در برابر مخاطرات ناشی از یک انفجار اتمی مورد استفاده قرار می‌گیرد در گروه پناهگاه‌ها طبقه‌بندی می‌شوند. به‌منظور توضیح مفهوم پناهگاه برای کاربردهای نظامی ابتدا باید خطراتی که ممکن است در جنگ‌های نوین وجود داشته باشد را مدنظر داشت که عبارت‌اند از: موج انفجار ترکش‌ها، حرارت گازهای شیمیایی، عوامل زیستی، ذرات رادیواکتیو، امواج رادیواکتیو و نوترون و تهدیداتی چون نورهای شدید، نور لیزر، امواج EMP و غیره.



شکل ۸-۱: نمونه‌هایی از پناهگاه‌های زیستی - شیمیایی - هسته‌ای

## ۸-۳- طبقه‌بندی کلی پناهگاه‌های زیستی - شیمیایی -

### هسته‌ای (NBC)

پناهگاه‌ها را می‌توان بر اساس نوع کاربری، نوع سازه، حجم، محل مورد نصب، موضوع مورد حفاظت و غیره طبقه‌بندی نمود. به‌عنوان مثال، طبقه‌بندی پناهگاه‌ها بر اساس نصب، شامل پناهگاه‌های سطحی و پناهگاه‌های زیرسطحی می‌باشد. در طبقه‌بندی دیگر پناهگاه‌ها را به پناهگاه با و بدون تهویه تقسیم می‌کنند. پناهگاه‌های بدون تهویه معمولاً با مسدود نمودن کلیه منافذ، سوراخ‌ها و راه‌های ورود هوا ساخته می‌شوند. ارزش حفاظتی این پناهگاه کم بوده و نمی‌توان از آنها به مدت طولانی استفاده نمود. مدت سکونت در این پناهگاه‌ها محدود بوده و به تعداد نفرات موجود در آن بستگی دارد. ورود و خروج نفرات آلوده ممکن است سبب وارد شدن آلودگی به شکل آئروسول‌های موجود در هوا و یا به‌وسیله آلودگی خود افراد به داخل پناهگاه شود. به علت اینکه در این نوع پناهگاه تبادل هوا با بیرون صورت نمی‌گیرد، لذا باید از انجام کارهایی که باعث کاهش اکسیژن هوا می‌شود (مثل روشن نمودن آتش) خودداری نمود. بر خلاف آن، پناهگاه‌های دارای تهویه، به فیلترهای تصفیه هوا (جهت جدا نمودن عوامل شیمیایی، میکروبی و هسته‌ای) مجهز می‌باشند و در نتیجه عمل این فیلترها، فشار مثبتی در داخل پناهگاه ایجاد می‌شود که مانع ورود عوامل از طریق سوراخ‌ها و منافذ می‌شود. ضمناً هوای وارد شده به داخل این پناهگاه به‌دلیل عبور فیلتر فاقد هرگونه آلودگی است. در این‌گونه پناهگاه‌ها، افراد آلوده شده با عوامل زیستی قبل از ورود به پناهگاه، در بخش‌های رفع آلودگی با روش‌های مناسب پاکسازی و عاری از آلودگی می‌شوند و بدین ترتیب داخل پناهگاه آلوده نخواهد شد. ضمن آنکه سیستم‌های فیلتراسیون داخل این نوع پناهگاه‌ها نیز به نوعی طراحی می‌شوند که هوای داخل را نیز به‌طور مرتب مکش نموده و تصفیه می‌نمایند.



در طبقه‌بندی دیگر، پناهگاه‌ها را به صورت کلی، بر اساس درجه اهمیت در برابر تهدیدات نظامی، به پناهگاه‌های درجه ۱، پناهگاه‌های درجه ۲، پناهگاه‌های درجه ۳، پناهگاه‌های چندمنظوره و پناهگاه‌های جامع تقسیم بندی می‌نمایند.

### ۸-۳-۱- پناهگاه‌های درجه ۱ (شیمیایی، میکروبی و هسته‌ای)

این پناهگاه‌ها در مقابل اثرات مختلف سلاح‌ها، اثرات حرارت و تشعشع سلاح‌های اتمی و نفوذ گازهای شیمیایی سمی و عوامل زیستی به‌اندازه کافی و لازم دارای مقاومت می‌باشند. احداث چنین فضاهایی نیاز به سازه‌های بسیار قوی در اعماق زمین داشته که با توجه به حساسیت موضوع عملکردی و اهداف مورد نظر آن، قابل توجیه می‌باشد. کاربردهای این پناهگاه در مراکز حیاتی و مراکز ثقل فرماندهی و تصمیم‌گیری قابل اجرا است.

### ۸-۳-۲- پناهگاه‌های درجه ۲ (پناهگاه‌های عمومی)

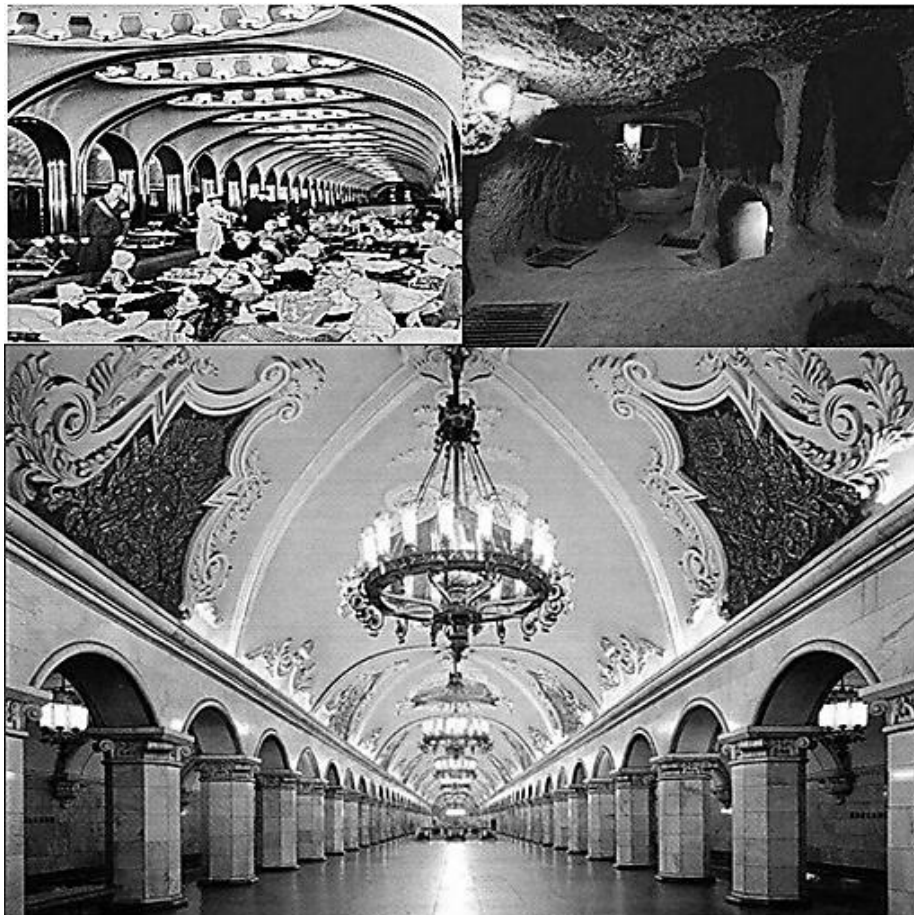
این پناهگاه‌ها در مقابل اثرات مختلف سلاح‌های متعارف مقاوم بوده ولی در مقابل اثرات سلاح‌های اتمی و شیمیایی مقاوم نمی‌باشند. ارزانترین و سهل‌الوصول‌ترین راه دستیابی به چنین فضاهایی، استفاده از طبقات زیرین ساختمان‌های بلند و با جداره‌های حفاظت‌شده می‌باشد.

### ۸-۳-۳- پناهگاه‌های درجه ۳ (پناهگاه موقت)

این پناهگاه‌ها فقط در مقابل موج و ترکش سلاح‌های متعارف قابلیت مقاومت نسبی خواهند داشت. برای دستیابی به چنین شرایطی می‌توان از فضاهای طبقات همکف ساختمان‌ها و با اعمال تمهیدات لازم برای مسلح کردن جداره‌ها از دیوارهای موج‌گیر و مقاوم در مقابل ترکش استفاده نمود.

### ۸-۳-۴- پناهگاه‌های چندمنظوره

طراحی پناهگاه‌های امن معمولاً در زمان جنگ و اضطرار انجام می‌پذیرد. عدم پیش‌بینی عملکرد ثانویه باعث خواهد شد که این پناهگاه‌ها در زمان صلح، بلا استفاده بمانند. با طراحی سازه‌های امن چندمنظوره مانند مترو، فروشگاه‌های زیرزمینی، موزه، کتابخانه، مرکز اسناد زیرزمینی و غیره، در ساخت پناهگاه‌ها صرفه‌جویی شده و از متروکه ماندن پناهگاه‌ها جلوگیری خواهد شد.



شکل ۸-۲: پناهگاه‌های چندمنظوره (مترو و پناهگاه)

### ۸-۳-۵- پناهگاه‌های جامع

در یک تقسیم‌بندی، پناهگاه‌ها را می‌توان به انواع پناهگاه‌های عمومی، شیمیایی، زیستی، هسته‌ای و جامع طبقه‌بندی نمود. پناهگاه‌های جامع، پناهگاه‌هایی هستند که قابلیت ایجاد حفاظت در برابر تمام مخاطرات جنگی را دارا هستند. چنین پناهگاه‌هایی لزوماً باید یک پناهگاه زیرسطحی باشند. پناهگاه‌های جامع نیز از لحاظ کاربری طبقه‌بندی خاص خود را دارند.

در بحث تهدیدات زیستی و میکروبی، از بهترین مثال از پناهگاه‌ها می‌توان به پناهگاه‌های غشایی و کانتینری اشاره نمود که بهترین حفاظت را در برابر این عوامل دارند. در زیر، مثال‌هایی از انواع و ویژگی‌های هر یک از این نوع پناهگاه‌ها آورده شده است.

### ۸-۳-۶- پناهگاه‌های غشایی

این نوع پناهگاه‌ها جهت مقابله با عوارض ثانویه بمب‌های شیمیایی و میکروبی طراحی شده‌اند و با استفاده از فیلترهای مخصوص، محیط بسته‌ای را به هنگام حملات شیمیایی و میکروبی ایجاد می‌کنند. در زیر به چند نمونه از این پناهگاه‌ها اشاره شده است:

### ۸-۳-۶-۱- پناهگاه‌های غشایی نوع صحرایی

این نوع پناهگاه، برای تأمین محیط‌های امن پناهگاهی به هنگام وقوع تهدیدات شیمیایی و میکروبی و همچنین استفاده در مناطق آلوده نظامی مناسب می‌باشد و هنگامی که نیاز به برپاسازی سریع یک محیط بسته پناهگاهی در این مکان‌ها وجود دارد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. ویژگی این سیستم‌ها عبارت‌اند از:

- بعضی از انواع آنها مدولار بوده و امکان بست آنها در منطقه مورد نظر وجود دارد
- امکان ایجاد یک فضای جدید یا الحاق آن به یک فضای موجود وجود دارد
- جهت برپاسازی بیمارستان‌های صحرایی در محیط‌های آلوده شیمیایی و میکروبی، برای کمک رساندن به آسیب‌دیدگان سلاح‌های کشتار جمعی بسیار مناسب‌اند.



شکل ۸-۳: نمای درونی یک پناهگاه غشایی نوع صحرایی



شکل ۸-۴: نحوه برپاسازی یک پناهگاه غشایی نوع صحرائی



شکل ۸-۵: نمونه‌هایی از پناهگاه غشایی صحرائی و اتصال به یکدیگر و تشکیل مجموعه پناهگاهی

## -پناهگاه غشایی نوع CBRN (Chemical Biological Radiological)

:(Nuclear)

یک پناهگاه چندمنظوره در برابر انواع عوامل زیستی، شیمیایی، رادیولوژیک و هسته‌ای می‌باشد که طراحی اصلی آن توسط فناوری پیشرفته‌ای با استفاده از غشاهای نانوفیبری ساخته شده توسط Coretech™ می‌باشد، که بیشترین مقاومت (حدود ۷۲ ساعت) در برابر عوامل زیستی و شیمیایی را دارد. از مهم‌ترین ویژگی این نوع پناهگاه، مقاومت در برابر سرمای شدید تا حدود منفی ۳۲ درجه سانتیگراد، احتراق کم، مقاوم در برابر آتش، مقاومت بالا در برابر عوامل قارچی و کپک‌زدگی می‌باشد.



شکل ۸-۶: پناهگاه چندمنظوره غشایی CBRN

### سایر ویژگی‌های پناهگاه CBRN عبارت‌انداز:

- قابل حمل و نگهداری آسان
- نصب آسان در کمتر از ۵ دقیقه
- محفظه خروجی استاندارد
- باتری محافظ پشتیبان در صورت قطع برق
- کتابچه راهنمای پناهگاه
- دارای سیستم تصفیه، فیلتر HEPA و فیلتر کربن فعال منحصر به فرد به صورت همزمان.
- مقاومت بالا در برابر حملات انفجاری

### ۸-۳-۶-۲- پناهگاه‌های غشایی NBC نوع داخلی

- این سیستم‌ها برای دفاتر تجاری، اداری، مراکز اقامتی نظیر هتل‌ها و حتی منازل مسکونی و سفارت‌خانه‌ها مناسب‌اند. این سیستم‌ها می‌توانند به گونه‌ای طراحی شوند که جزئی از دکور اصلی اتاق بوده و تنها به هنگام تهدید باز شده و محیط بسته پناهگاهی به وجود آورند. ویژگی این سیستم‌ها به شرح زیر است:
- امکان برپاسازی در مدت تنها چند ثانیه.
  - به دلیل سبکی و حجم زیاد برای مراکز پر جمعیت نظیر فرودگاه‌ها و ایستگاه‌های مترو، به هنگام بروز حملات شیمیایی و میکروبی مناسب هستند.





شکل ۸-۷: نمونه‌هایی از پناهگاه NBC غشایی نوع داخلی



شکل ۸-۸: پناهگاه غشایی NBC نوع داخلی و اتصال فیلتر به آن

#### ۸-۳-۶-۳- پناهگاه‌های غشایی نوع کانتینری

این پناهگاه‌ها به گونه‌ای طراحی گردیده‌اند که محافظت در برابر تهدیدات شیمیایی و زیستی را برای افراد عادی و نیز کاربردهای نظامی فراهم نمایند. امکان تقویت آنها به منظور ایجاد مقاومت نسبی در برابر انفجار نیز وجود دارد. به شکل مستقل یا بخشی از ساختمان نیز می‌توانند طراحی گردند. جهت مقابله با عوامل شیمیایی و میکروبی، مجهز به سیستم فیلتر بوده و علاوه بر آن، دارای سیستم تهویه مطبوع، تولید برق اضطراری، مبلمان مخصوص و تجهیزات جانبی می‌باشند.

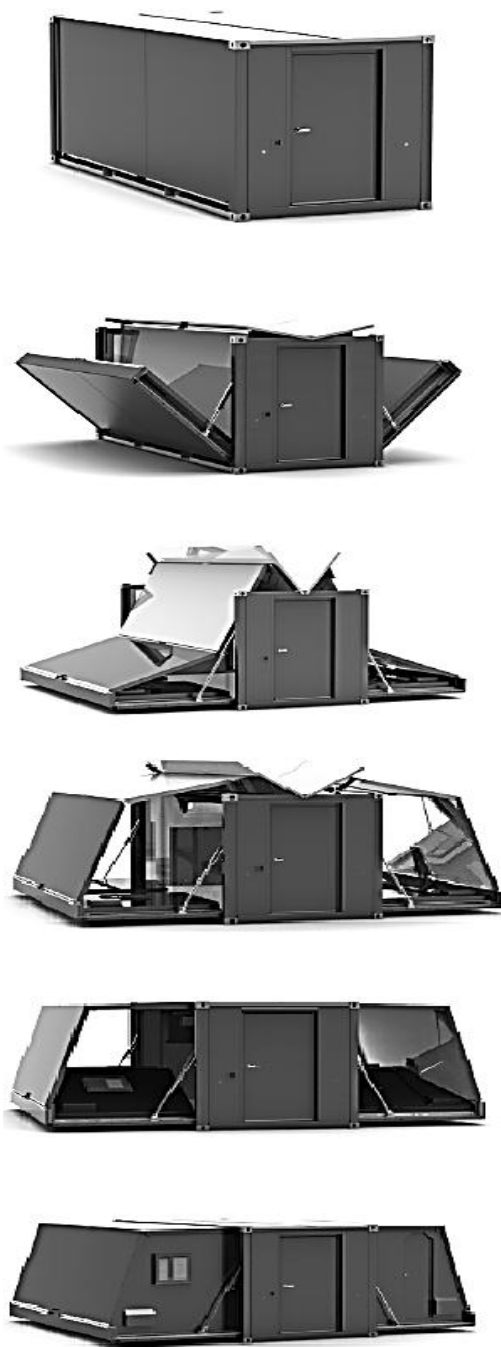


شکل ۸-۹: نمونه‌ای از پناهگاه کانتینری

سایر ویژگی‌های این پناهگاه عبارت‌اند از:

- ضد گلوله و ضد انفجار هستند.
- با ظرفیت بین ۱۲ الی ۲۰ نفر، محیط کاملاً بسته‌ای را ایجاد می‌کنند.
- برای هر موقعیتی مناسب هستند و نیاز به آماده‌سازی سایت ندارند.
- برای بیمارستان‌های صحرایی، مراکز فرماندهی سیار و مناطق آلوده نظامی مناسب می‌باشند.
- سیستم فیلتراسیون و تهویه آنها قادر به عملکرد ۲۴ ساعته می‌باشد.
- مجهز به مخزن ذخیره آب تا ۴۰۰ لیتر بوده که توسط پمپ الکتریکی، آب آشامیدنی سالم را برای استفاده‌کنندگان فراهم می‌سازد.

- مجهز به سینک و سیستم بهداشتی بوده و امکان اقامت طولانی مدت را برای استفاده کنندگان فراهم می کند.
- دارای انبار جهت ذخیره سازی مواد غذایی می باشد.
- مجهز به اتاق رفع آلودگی بوده و در مواقع بروز آلودگی های شیمیایی و میکروبی قابل استفاده هستند. فشار مثبت هوای داخل کانتینر توسط دستگاه فیلتر و تهویه، از فشار هوای بیرون اندکی بالاتر نگه داشته می شود.
- دارای محل اتصال برق از خارج و دستگاه رادیو جهت ارتباط با خارج هستند.
- امکان خاکریزی در اطراف آنها و بالا بردن مقاومت در برابر موج انفجار وجود دارد.
- پناهگاه حفاظتی شیمیایی - زیستی



شکل ۸-۱۰: یک پناهگاه کانتینری

### M8E1

یک پناهگاه کانتینری سیار، دارای سیستم حفاظتی بسیار قوی در برابر انواع آلودگی‌های شیمیایی و بیولوژیکی، سازگار با محیط زیست در منطقه جهت ارائه خدمات جنگی پزشکی و محیطی مناسب و قرنطینه جهت فعالیت پرسنل بدون پوشش لباس‌های محافظ شیمیایی و بیولوژیکی است. از ویژگی‌های این نوع پناهگاه اندازه بزرگ آن (حدود ۴۰۰ فوت) می‌باشد که ظرفیت بیشتر نگهداری بیمار و جابجایی راحت پرسنل در آن صورت می‌گیرد و با امکانات پیشرفته به کار رفته در آن، امکان فعالیت سریع‌تر میسر می‌گردد.

### سایر ویژگی‌های پناهگاه M8E1

- سیار است.
- دارای فضای مناسب جهت عکس‌العمل‌های سریع می‌باشد.
- سیستم حفاظتی خودکار دارد.
- ایستاتیک و مقاومت بالا در برابر عوامل شیمیایی و زیستی دارد.
- دارای سیستم تشخیص عوامل زیستی به صورت دستی و خودکار است.
- پناهگاه مناسب برای پرسنل (۴۰۰ فوت مربع) است.
- ژنراتور دوگانه با قابلیت استفاده از دو نوع سوخت دارد.
- دارای امکانات کافی جهت بستری بیمار است.
- کانکس متحرک قابل نصب بر روی انواع خودرو دارد.
- محدوده دمایی ۶۰ درجه تا ۹۰ درجه فارنهایت در داخل پناهگاه را دارا می‌باشد.
- دارای سیستم گرمایش و سرمایش در محدوده دمایی ۴۰- تا ۱۲۵+ درجه فارنهایت است.
- قابلیت ذخیره‌سازی درجه حرارت را از ۴۰- درجه تا ۱۶۰+ درجه فارنهایت دارد.
- قابل حمل از طریق مسیرهای هوایی، دریایی و زمینی می‌باشد.



شکل ۸-۱۱: نمونه‌ای از یک پناهگاه پیشرفته سیار



شکل ۸-۱۲: پناهگاه M8E1 سیار

#### ۸-۳-۶-۴ - پناهگاه‌های پیش ساخته دفنی

این پناهگاه‌ها به صورت کانتینرهای ویژه که جهت تحمل بار ناشی از وزن خاک با تدابیر سازه‌ای تقویت شده‌اند، ساخته می‌شوند و به صورت آماده در محل خاکبرداری شده، دفن می‌گردند.



شکل ۸-۱۳: نمونه‌هایی از پناهگاه‌های پیش ساخته دفنی

#### ۸-۴ - سیستم‌های اصلی پناهگاه

##### - سیستم حفاظت فیزیکی

سیستم حفاظت فیزیکی به مجموعه‌ای از سدهای فیزیکی، درب‌ها و دیوارها که وظیفه ایجاد ایمنی در برابر تهدیدات فیزیکی و شیمیایی و تنش‌های مکانیکی را بر عهده دارند، اطلاق می‌شود.



### – سیستم هوارسان

این سیستم شامل کانال‌های عبور هوا، فن‌ها، لوله‌های توزیع هوا، سوپاپ‌های یک‌طرفه و شیرهای هوا می‌باشد که وظیفه تأمین هوای مورد نیاز برای مصارف داخل پناهگاه و خارج کردن هوای مصرفی را بر عهده دارد.



شکل ۸-۱۴: سیستم گرمایشی و هوارسان مورد استفاده در یک پناهگاه

### – سیستم فیلتراسیون:

سیستم فیلتراسیون، مجموعه‌ای از فیلترهای ویژه است که گازهای شیمیایی، عوامل زیستی، ذرات رادیواکتیو و گردوغبار موجود در هوای ورودی به پناهگاه را جذب می‌نماید. این سیستم در صورت لزوم در مسیر سیستم هواساز قرار می‌گیرد و هوای تأمین‌شده توسط آن را از عوامل NBC عاری می‌نماید.

از نکات اساسی در پدافند تهدیدات زیستی، تأمین هوای پاک و عاری از هرگونه آلاینده محیطی جهت حفظ سلامت نیروهای درون پناهگاه در هنگام تک زیستی است. به همین منظور، دستگاه هواساز با ظرفیت‌های متنوع ساخته شده است. این دستگاه علاوه بر تأمین هوای پاک، قابلیت تأمین سرمایش و گرمایش هوای داخل پناهگاه را نیز دارد.

این دستگاه قابلیت نصب در دو وضعیت نصب در داخل پناهگاه و نصب در خارج پناهگاه را دارد. عملکرد سیستم فیلتراسیون به شرح زیر می‌باشد:

- ۱- تأمین هوای تنفسی نیروهای حاضر در پناهگاه
- ۲- ایجاد فشار مثبت مورد نیاز مجموعه پناهگاهی
- ۳- کنترل میزان رطوبت موجود در محیط جان‌پناه
- ۴- کنترل میزان CO<sub>2</sub> موجود در محیط جان‌پناه
- ۵- اعمال ایجاد تهویه مطبوع

برای مثال، فیلتر پناهگاهی BSF400 و VA40، نوعی از سیستم‌های فیلتراسیون با کارایی بالا برای جذب ذرات آئروسول می‌باشند که در آنها از کربن فعال برای جذب گاز به صورت ترکیبی استفاده شده است. این فیلتر قابل نصب بر روی تاسیسات محافظ NBC نظیر پناهگاه، چادر، سنگر و غیره بوده و ضمناً محفظه فیلتر کاملاً درزبندی بوده و در برابر شوک و موج ناشی از انفجار مقاوم می‌باشد. میزان هوادهی این فیلتر ۱۲۰۰ متر مکعب بر ساعت می‌باشد.



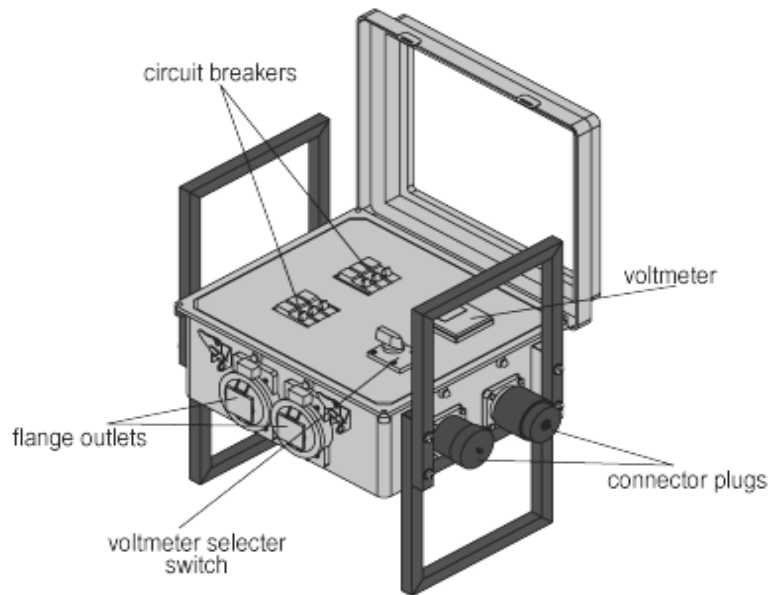
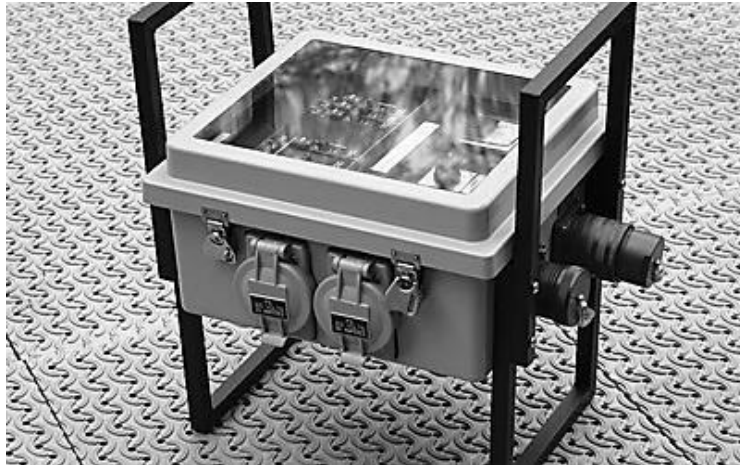
شکل ۸-۱۵: نمونه‌هایی از سیستم‌های فیلتراسیون مورد استفاده در پناهگاه‌های NBC

### - سیستم رفع آلودگی

سیستم رفع آلودگی مجموعه‌ای است که در مسیر ورودی به جان‌پناه تعبیه می‌گردد و در صورتی که افراد وارد شده به پناهگاه، آلودگی‌های NBC را به همراه داشته باشند، این آلودگی‌ها را از روی لباس یا بدن آنها رفع می‌کند.

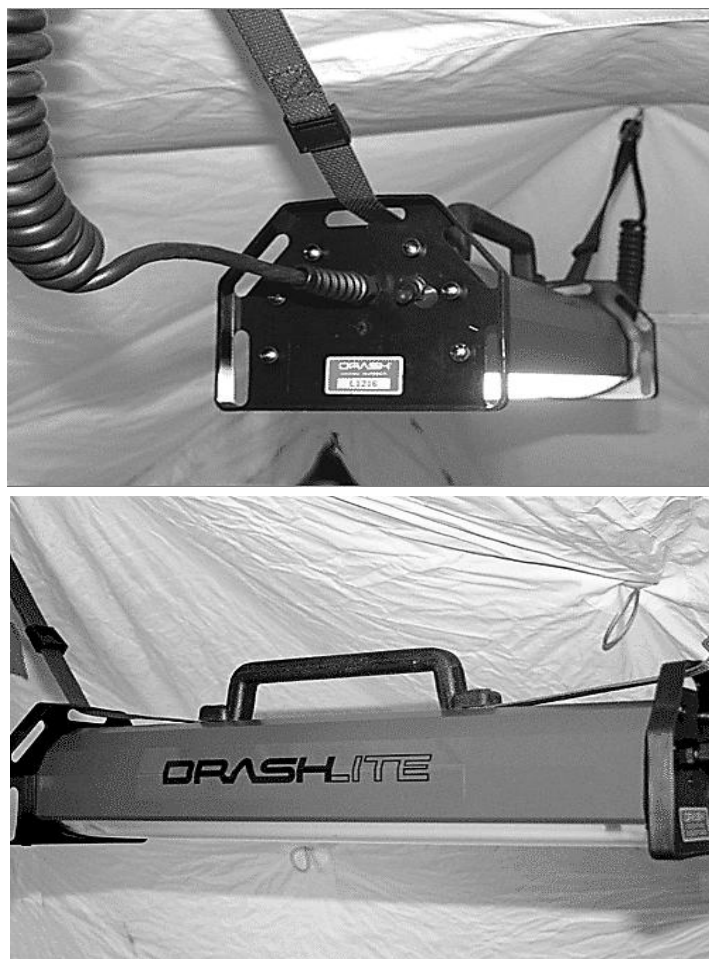
### - سیستم الکتریکی

سیستم الکتریکی شامل تجهیزاتی است که وظیفه تأمین انرژی الکتریکی و رفع نیازهای مربوط به آن مانند روشنایی را برعهده دارد.



شکل ۸-۱۶: سیستم‌های الکتریکی مورد استفاده در پناهگاه‌های NBC

روشنایی پناهگاه: در طراحی روشنایی پناهگاه‌های چندمنظوره، هم سیستم روشنایی معمولی و هم سیستم روشنایی اضطراری باید بر مبنای کاربری عادی طراحی شود که در این صورت، در بیشتر موارد پاسخ‌گوی کاربری پناهگاه نیز خواهد بود. یک سیستم روشنایی مطمئن، به حفظ آرامش و کاهش استرس پناه‌جویان کمک زیادی خواهد کرد.



شکل ۸-۱۷: سیستم روشنایی داخلی یک پناهگاه

سیستم برق اضطراری: یک پناهگاه بر مبنای مدت زمان استفاده‌ای که برای آن منظور طراحی می‌شود، نیازهای متفاوتی به برق اضطراری خواهد داشت. در پناهگاه‌های متعارف که برای مدت زمان استفاده حداکثر تا ۲۴ ساعت طراحی می‌شوند مهم‌ترین وظیفه سیستم برق‌رسانی، تأمین روشنایی پناهگاه است. برای فعال شدن سیستم تهویه این پناهگاه‌ها نیز تأمین برق اضطراری ضروری است.

#### - سیستم آشکارسازی

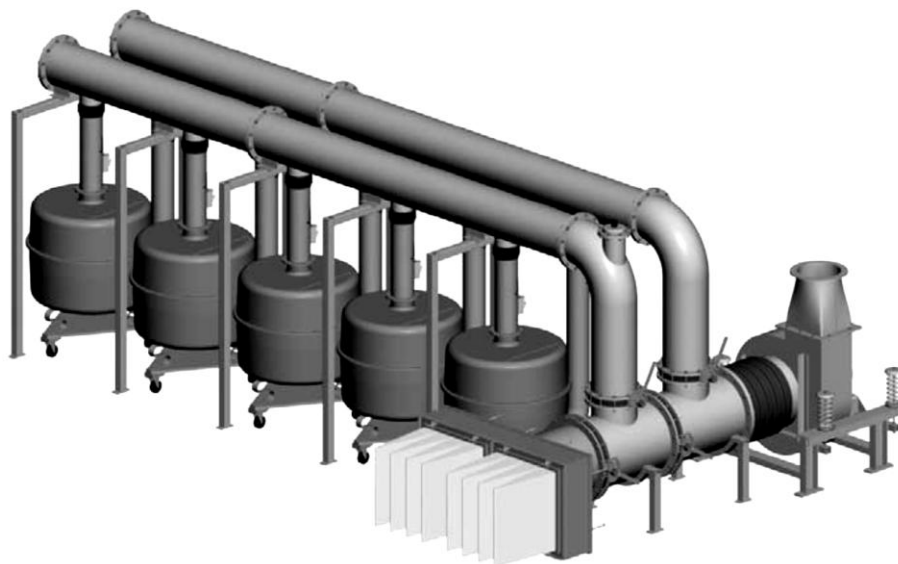
این سیستم شامل دستگاه‌های آشکارساز عوامل NBC است که در صورت لزوم از آنها جهت بررسی محیط اطراف پناهگاه استفاده شده و یا افراد در حال ورود را از لحاظ آلودگی به عوامل فوق کنترل می‌نماید.

#### - سیستم ذخیره‌سازی

سیستم ذخیره‌سازی شامل امکانات و تجهیزاتی است که برای ذخیره‌سازی مواد غذایی، تجهیزات، وسایل انفرادی، لوازم یدکی و سایر نیازهای حیاتی مورد نیاز پناهگاه و نیروهای مستقر در آن در نظر گرفته شده‌اند. برای مثال، میزان ذخیره آب آشامیدنی مورد نیاز در یک پناهگاه، به مدت استفاده مورد نظر از پناهگاه و به عبارت دیگر، به نوع تهدیدی که پناهگاه برای مقابله با آن طراحی و ساخته می‌شود، بستگی دارد. بر مبنای استاندارد صلیب سرخ جهانی ARC 3041، حداقل ذخیره آب مورد نیاز برای هر نفر در یک روز معادل ۱۹ لیتر در نظر گرفته می‌شود که ۲/۵ لیتر آن برای استفاده جهت آشامیدن و تهیه غذا و بقیه جهت نظافت قابل استفاده می‌باشد. در صورتی که از منابع‌های ثابت یا بسته‌های آب آشامیدنی به‌عنوان ذخیره استفاده می‌شود، جهت حفظ کیفیت آب و رعایت مسائل بهداشتی، برنامه‌ای جهت بازبینی و تعویض آب آشامیدنی مورد نیاز است که با در نظر گرفتن تاریخ انقضای آب آشامیدنی بسته‌بندی‌شده، می‌بایست نسبت به جایگزینی آنها اقدام شود.

### - سیستم آب و فاضلاب

این سیستم شامل مجموعه‌ای از لوله‌های ارتباطی، مخازن، شیرها و پمپ‌ها است که وظیفه تأمین آب مورد نیاز برای مصارف داخل پناهگاه و جمع‌آوری فاضلاب داخلی را برعهده دارد. این سیستم باید قابلیت نگهداری، تصفیه یا دفع فاضلاب متناسب با ظرفیت طراحی پناهگاه را داشته باشد. برای محاسبه ظرفیت مورد نیاز برای سیستم دفع فاضلاب، میزان ذخیره آب در نظر گرفته‌شده برای پناهگاه در عدد  $1/5$  ضرب می‌شود. به عبارت دیگر، سیستم دفع فاضلاب پناهگاه باید قابلیت دفع یا نگهداری یا تصفیه  $28/5$  لیتر فاضلاب در هر روز به ازای هر نفر را دارا باشد.



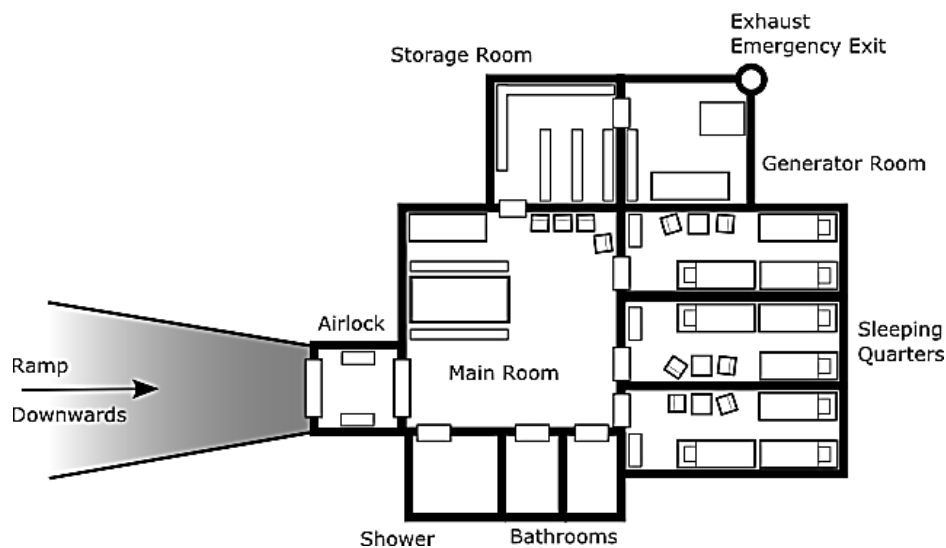
شکل ۸-۱۸: مثالی از سیستم‌های ذخیره‌سازی و تصفیه آب و فاضلاب

### - سیستم اطفاء حریق

سیستم اطفاء حریق، یکی از ملزومات اصلی پناهگاه است که بسته به نوع و کاربری پناهگاه شامل تجهیزات مختلف می‌گردد.

## - سیستم مدیریت

سیستم مدیریت، حیاتی‌ترین و اصلی‌ترین سیستم در یک پناهگاه است. این سیستم شامل مجموعه‌ای از نیروهای آموزش‌دیده، تجهیزات هدایت و راهنمای نیروها و دستورالعمل‌های کاری است که عملکرد سیستم‌های دیگر را کنترل می‌نماید.



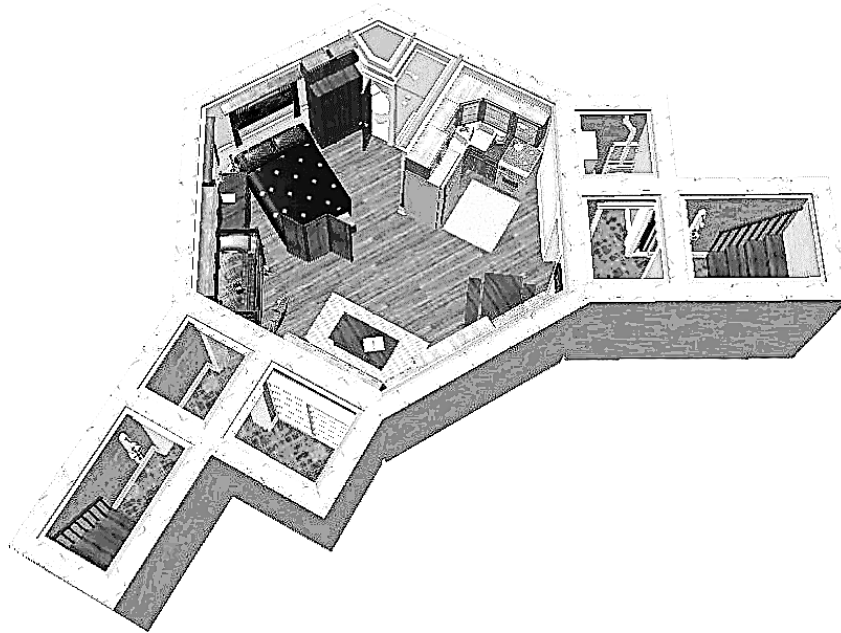
شکل ۸-۱۹: نمونه‌ای از طراحی یک پناهگاه و ارتباط مکان‌های مختلف آن با هم

## الزامات طراحی در پناهگاه‌ها:

پناهگاه‌های احدثی باید ملاحظات استحکام سازه‌ای (عملکرد و رفتار مناسب در مقابل اعمال بارگذاری بحرانی)، همچنین طراحی معماری بر مبنای آیین‌نامه و دستورالعمل‌های خاص را رعایت نمایند. اگر در طراحی پناهگاه‌ها پارامتر چندمنظوره بودن کاربر رعایت گردد، می‌توان در شرایط عادی، از آن بهره‌برداری به غیر از پناهگاه را نیز کرد. در مورد موقعیت مکانی پناهگاه‌ها باید به گونه‌ای مکان‌یابی شود که امکان انتقال افراد به داخل آنها به راحتی و بدون هیچ مانعی میسر باشد. در معیارهای طراحی



پناهگاه علاوه بر ملاحظات برنامه‌ریزی شرایط و ملزومات طراحی، در رابطه با جنبه‌های الکتریکی، مکانیکی، سازه‌ای و معماری نیز باید ملاحظات در نظر گیرند.



شکل ۸-۲۰: نمونه‌ای از طراحی سه بعدی نقشه یک پناهگاه NBC چندمنظوره

### الزامات معماری:

ملزومات معماری طراحی پناهگاه در واقع مبین طراحی نقشه‌ها می‌باشد. در این

طراحی، چهار محدوده اصلی معماری باید مدنظر قرار گیرد:

الف: مناطق و محدوده‌های حفاظتی

ب: پیکربندی و موقعیت راه‌های ورودی

ج: شرایط و ملزومات فضای جانبی

د: پرداخت معمارانه

مناطق و محدوده‌های حفاظتی شامل اجزایی مانند: نواحی حفاظت‌نشده (مانند بدنه خارجی سازه)، نواحی نیمه‌حفاظت‌شده (مانند راه‌های دسترسی به تاسیسات آتش‌نشانی)، نواحی حفاظت‌شده (مانند مکان اسکان افراد) می‌باشد. در جهت تحقق اهداف ساخت سازه‌های مهندسی، که همانا کمک به تحقق مقاصد تاکتیکی با حداقل تلفات و کاهش آسیب‌پذیری می‌باشد، سازه‌های ساخته‌شده باید دارای شرایط زیر باشد:

#### - پلان مقاوم

ساخت سازه‌های امن، با ضریب‌ایمینی بالا، در جهت کمک به افزایش روحیه افراد می‌تواند معنا یابد. سازه‌ای می‌تواند به‌عنوان محلی امن و آرامش خاطر برای استفاده‌کنندگان باشد که به لحاظ ظاهری، قدرت و استحکام را عیناً در وجود پناهندگان به سازه، متجلی سازد و این قدرت و استحکام به‌طور عینی درک شود. تجلی استحکام و مقاومت را در تمامی‌وجوه سازه (پلان، ابعاد، ورودی‌ها، خروجی‌ها، هواکش‌ها، درب‌ها و غیره) می‌توان دید و در طراحی اجزاء سازه باید به آن توجه جدی شود.

#### - ارگونومی

استفاده از علم ارگونومی در تمامی‌طراحی‌های مهندسی، تاثیر بسیار مثبتی در بهینه‌سازی (ابعاد سازه، مصرف مصالح، سادگی کاربری فضاهای داخلی و ارتباطات) آن خواهد داشت. عدم توجه به ابعاد انسانی و شرایط زندگی انسانی باعث‌ایجاد اشکال در هنگام بهره‌برداری از سازه و کاهش راندمان بهره‌برداری می‌گردد. لذا در تعریف ارتباطات داخلی سازه، مسائل انسانی باید دقیقاً مورد توجه قرار گیرد.

### - ملاحظات روانی

در برخی از پناهگاه‌ها، باید توجه داشته باشیم که ممکن است برای مدت طولانی، افراد و پناه جویان مجبور شوند در داخل آن زندگی کنند. در این شرایط، تأمین نیازهای روانی افراد، از مسائل عمده‌ای است که نباید از آن غفلت کرد. حتی برخی از نیازهای روانی را می‌توان به صورت مصنوعی در پناهگاه ایجاد کرد. برای مثال، استفاده از حرکت نور و پنجره‌های مصنوعی نقاشی شده به شکل طبیعت که بتواند نقش طبیعی خارج خانه و طلوع و غروب خورشید را تداعی کند، تاثیر بسیار مثبتی در روحیه انسان دارد. نقاشی‌های دیوار و استفاده از مصالح و رنگ‌های خاص، برای پوشش‌های داخل از موارد بسیار مهم در این دوره است.

### - خودگردانی

در برخی از سازه‌ها که حفظ و نگهداری نیروی انسانی برای مدت زمان طولانی برآورده می‌شود، توجه به مسائل خودگردانی سازه بسیار مهم است. در یک سازه امن با طراحی خوب، باید با کمک گرفتن از مجموعه خارج از فضای ایزوله شده، نیازهای خود را مرتفع سازد. این نیازها عبارت‌اند از:

الف: تهویه و هوا رسانی

ب: فیلتراسیون شیمیایی

ج: تأمین انرژی داخلی

د: تأمین آذوقه و آب

ه: تأمین ارتباط بی‌سیم و باسیم با داخل و خارج سازه

و: دفع فاضلاب

### - ورودی‌ها و خروجی‌ها و محفظه‌ها

از آنجایی که ورودی‌ها و خروجی‌ها، محل اتصال سطح زمین به سازه امن و پناهگاه می‌باشد و به ناچار مجبوریم این اتصال را داشته باشیم، باید در این قسمت از سازه به‌ایمنی بیش از سایر نقاط توجه کنیم. محل ورودی‌ها و خروجی‌های اصلی را باید با دقت و وسواس خاصی انتخاب و طراحی کرد، زیرا تهدید این بخش‌ها می‌تواند به تهدید کل سازه منجر گردد. فرد داخل هر پناهگاه باید بتواند پس از حمله و رفع خطر، خود را برهاند.

#### توصیه‌های مهم:

- طراحی بیش از دو ورودی و خروجی اضطراری در جهات مختلف جغرافیایی
- ایجاد ورودی‌ها و خروجی‌های انحرافی
- مکان‌یابی ورودی‌ها در محل مناسب
- عدم اتصال ورودی‌ها به‌صورت مستقیم به سازه اصلی پناهگاه
- نصب هشداردهنده‌ها در مدخل‌های ورودی پناهگاه‌ها
- ایجاد برآمدگی و فضای محفظه هواپند در محل ورودی‌ها
- حداقل ابعاد برای بازشوها

### - طراحی شیمیایی

با توجه به کاربرد جنگ‌افزارهای شیمیایی و میکروبی در سالیان اخیر، عدم توجه به امنیت سازه در مقابل حملات میکروبی و شیمیایی، تقریباً سازه را از درجه‌ایمنی ساقط می‌کند. یک سازه‌ایمن باید بتواند در شرایط حمله میکروبی و شیمیایی بلافاصله ارتباطش را با خارج قطع نماید و به یک مجموعه کوچک خودگردان تبدیل گردد. آنچه مسلم است آن است که امکان استفاده از هوای محبوس در سازه برای مدت طولانی

امکان‌پذیر نیست و به ناچار باید از هوای خارج کمک گرفت. هوای آلوده بیرون باید از منطقه‌ای دور از چشم دشمن جذب شده و پس از فیلتراسیون مناسب به داخل سازه‌ایمن تزریق گردد. در عین حال، کلیه ورودی‌ها و خروجی‌های اصلی و اضطراری باید مجهز به درهای ضد شیمیایی با شیر و فلکه‌های خودکار مقاوم در برابر نیروی انفجار متعدد باشد.

#### - قابلیت مرمت‌پذیری

افزایش یا ایجاد قابلیت مرمت‌پذیری از نظر معماری، با راهکارهای ذیل قابل حصول می‌باشد:

- استفاده از مصالح سبک و مقاوم و قابل دسترسی سریع (حدالمقدور در شرایط بحرانی).
- استفاده و بهره‌گیری از فناوری جدید در ساخت‌وساز با معیار قرار دادن حداقل زمان احداث همراه با ملاحظات اقتصادی.
- پرهیز از معماری خاص در سازه‌ها و ابنیه‌ها جهت عدم صرف زمان زیاد جهت بازسازی.

### ۸-۵- الزامات پدافند غیرعامل در پناهگاه‌ها (مکان‌یابی،

#### موقعیت و نحوه دسترسی)

- موقعیت پناهگاه باید در نزدیکترین فاصله ممکن به بخش‌های مختلف ساختمان قرار داشته باشد (حداقل فاصله افراد پناه‌جو با پناهگاه ۱۵۰ متر باشد).
- موقعیت پناهگاه باید به گونه‌ای باشد که استفاده‌کنندگان از ساختمان، پناهگاه را جزئی از فضاهای آن احساس نمایند.

- مسیر دسترسی به پناهگاه، ضمن دارا بودن کوتاه‌ترین فاصله ممکن باید مسیری امن بوده و همچنین نباید بین ساختمان و مسیر ورودی پناهگاه انفکاکی وجود داشته باشد.
- در صورت امکان، محل پناهگاه باید در زیرزمین و به شکل مدفون در نظر گرفته شود و دیواره‌های اطراف آن بیشترین تماس را با خاک داشته باشد. از دیوارها و ورودی‌های خارج از خاک در حد امکان می‌باید احتراز نمود.
- دور بودن از بخش‌های ساختمانی که از درجه اشتعال بالا برخوردار است.
- از نظر فنی و اقتصادی پناهگاه را می‌توان در ساختمان‌ها ادغام نمود و به‌عنوان انبار، زیرزمین، کارگاه و غیره از آن استفاده نمود.
- از نظرایمینی و راه‌های فرار، پناهگاه باید به خارج از محدوده آوار منتهی شده و خروجی‌های اضطراری و راه‌های فرار تا حد امکان در جهات مختلف ساختمان ساخته شود.
- ورودی پناهگاه باید از طریق یک راهرو عمیق زیرزمینی یا یک اتاقی که دارای حداقل منفذ به خارج است قابل دسترسی باشد. دو پناهگاه مجاور از طریق دریچه زرهی تعبیه شده در دیوار مشترک می‌توانند به یکدیگر متصل شوند.
- ایجاد استتار مناسب خصوصاً درب ورودی و ایجاد اختشاش در دید هوایی.
- ایجاد پوشش‌های گیاهی در روی سطح زمین فوقانی پناهگاه جهت ایجاد یکنواختی در پراکندگی بازتابش امواج راداری.
- استفاده از مواد جاذب راداری و رنگ‌های ضد بازتابش بر روی مدخل‌ها و دریچه‌های ورودی هوای ورودی و خروجی اصلی و اضطراری پناهگاه.
- اجرای پناهگاه‌ها در ابعاد و اندازه کوچکتر و به‌صورت پراکنده در سایت‌ها.

# فصل نهم

رفع آلودگی در تهدیدات  
زیستی





## ۹-۱- مقدمه:

آلودگی عبارت از دسترسی و تماس عوامل عفونی به بدن انسان، غذا، آب و یا سایر مواد و وسایل مهم می‌باشد و رفع آلودگی به هر نوع فعالیتی اطلاق می‌شود که تعداد میکروارگانیسم‌ها را در محل مورد نظر تا سطح قابل قبول و بی‌خطر کاهش داده و آن را قابل استفاده نماید. به عبارت دیگر، رفع آلودگی به مراحل مختلفی که مواد خطرناک را از محیط زندگی و یا لوازم حذف و یا خنثی نماید گفته می‌شود. هدف اصلی از این فرآیند آن است که مانع از آسیب بیشتر به مصدوم شده و احتمال بهبودی کامل بالینی را ایجاد و یا افرادی که در معرض مواد خطرناک قرار گرفته‌اند را به حالت اول برگرداند.

دشمن پس از استفاده از سلاح‌های متعارف و در صورت عدم کسب موفقیت، ممکن است به استفاده از سلاح‌های نامتعارف مانند سلاح‌های زیستی روی آورد. در صورتی که راه‌های مقابله با این سلاح‌ها به درستی شناخته نشود می‌تواند خسارات فراوانی را ایجاد نماید. اولین مرحله عکس‌العمل هنگام استفاده از یک سلاح غیر متعارف، روند انتقال آسیب دیدگان می‌باشد. از آنجا که در اینگونه حوادث معمولاً نیاز به اولویت‌بندی و تعیین تقدم جهت استفاده از منابع موجود (مانند پرسنل، لوازم، دارو، آمبولانس و تخت‌های بیمارستانی) می‌باشد، لذا لازم است با توجه به همه امکانات نسبت به رفع آلودگی و انتقال مجروحین اقدام نمود. جهت انجام این کار باید ابتدا نسبت به رفع آلودگی از افراد اقدام نمود و سپس در ادامه، تجهیزاتی که در معرض عامل قرار گرفته‌اند را رفع آلودگی نمود تا از انتشار عوامل زیستی جلوگیری به عمل آید.

مهم‌ترین و موثرترین روش رفع آلودگی پس از استفاده از عوامل زیستی و یا حتی عوامل شیمیایی، اقدام به رفع آلودگی در همان لحظات اولیه پس از انتشار این عوامل می‌باشد. لازم است در مناطقی که مردم حضور دارند از ساختمان‌ها و تجهیزات موجود

در آنجا نیز رفع آلودگی صورت پذیرد تا عوامل باقی مانده در محیط به حداقل رسیده و از انتقال آن به دیگران جلوگیری به عمل آید.

به کارگیری روش‌های رفع آلودگی، همواره نقش مهمی را در کنترل بیماری‌های عفونی داشته است؛ لذا یکی از بخش‌های مهم از برنامه‌های کنترلی هر جامعه‌ای، تلاش جهت مقابله با بیماری‌های عفونی و به کارگیری روش‌های پیشگیری از پراکندگی و انتشار عوامل بیماری‌زا است. از این‌رو همواره بایستی مؤثرترین روش‌ها به کار گرفته شوند تا مواد، وسایل و تجهیزات از هرگونه آلودگی پاک گردند.

عوامل زیستی به‌طور مستقیم از طریق منبع یا مخزن عفونت و یا به‌طور غیر مستقیم از طریق ناقل، به افراد سالم منتقل شده و متعاقب آن، سایر افراد نیز ممکن است به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم آلوده شوند. پس برای از بین بردن عفونت کافی است منبع عفونت و یا واسطه‌های ناقل را از بین برد. برای از بین بردن منابع عفونت باید اماکن و موجودات زنده اعم از حیوانات یا انسان‌ها رفع آلودگی شوند. ناقلین (که عمدتاً بندپایان می‌باشند) را نیز می‌توان با روش‌های مختلفی مثل سم‌پاشی و استفاده از مواد دفع‌کننده حشرات از بین برد. انسان‌ها و حیوانات را می‌توان از طریق بهداشت و درمان رفع آلودگی نمود و اماکن نیز به کمک روش‌های رفع آلودگی، قابل ضدعفونی هستند.

رفع آلودگی دارای مراحل مختلفی است که بسته به حضور مصدوم در منطقه آلوده و فاصله آن با مرکز پخش عامل، متفاوت می‌باشد. به‌طور کلی روند رفع آلودگی دارای سه مرحله است که شامل رفع آلودگی غیر اختصاصی، رفع آلودگی ثانویه و رفع آلودگی قطعی می‌باشد. مراحل اولیه رفع آلودگی از افراد توسط تیم رفع آلودگی انجام می‌شود و اغلب، زمان آن کمتر از رفع آلودگی از وسایل و تجهیزات می‌باشد.

به‌طور کلی سه روش جهت رفع آلودگی وجود دارد که شامل رفع آلودگی مکانیکی، شیمیایی و فیزیکی می‌باشد. در روش رفع آلودگی مکانیکی، زدودن عوامل زیستی یک

اصل می‌باشد. مثال این روش را می‌توان استفاده از ماسک‌هایی که مجهز به فیلتر مخصوص جهت محافظت افراد در برابر اسپور باکتری باسیلوس آنتراسیس و یا شستشوی دست جهت پاک کردن آن از عوامل زیستی نام برد. در روش رفع آلودگی شیمیایی، از مواد ضد عفونی‌کننده شیمیایی به شکل مایع و گاز جهت از بین بردن و یا کاهش ضرر این عوامل استفاده می‌شود. در این روش عوامل متعددی از جمله شرایط محیطی می‌توانند در مقدار و نوع آن تأثیرگذار باشند. حرارت، بخار آب و اشعه نیز جزء روش‌های رفع آلودگی فیزیکی می‌باشند.

در خصوص رفع آلودگی ذکر این نکته ضروری است که از بین بردن کلیه میکروارگانیسم‌های یک جسم یا بافت زنده امکان‌پذیر نیست. به‌عنوان مثال نمی‌توان پوست سالم را در معرض عوامل استریل‌کننده مخرب قرار داد. بنابراین معمولاً هدف از رفع آلودگی، از بین بردن عوامل بیماری‌زا تا حد امکان می‌باشد.

## ۹-۲- تعاریف

قبل از وارد شدن به بحث رفع آلودگی لازم است تا با برخی از واژه‌های مورد استفاده در این زمینه آشنا شویم:

### - آلودگی میکروبی (Microbial contamination)

وجود عامل بیماری‌زای عفونی یا عوامل زیستی در سطح بدن، لباس، وسایل خواب یا لوازم دیگر و نیز بر روی مواد از جمله آب و مواد غذایی را آلودگی میکروبی گویند.

### - عفونت (Infection)

ورود، گسترش یا تکثیر یک عامل عفونی بیماری‌زا در بدن انسان یا حیوان را عفونت گویند.

### -سترون کردن (استریلیزاسیون Sterilization)

به معنای نابود کردن همه اشکال حیات اعم از حیوانی، گیاهی و میکروبی (مفید و مضر) می‌باشد. این نابودسازی می‌تواند به روش‌های مختلف مثل پالایش (Filtration)، سوزاندن، حرارت، پرتوها، مواد شیمیایی و غیره صورت گیرد. در فرآیند استریلیزاسیون تمام اشکال حیات حتی اسپورها نیز از بین می‌روند.

### - باکتریوساید (Bactericide)

موادی هستند که باعث نابودی و کشته شدن باکتری‌ها می‌شوند.

### - باکتریوستاتیک (Bacteriostatic)

موادی هستند که از رشد و نمو باکتری‌ها جلوگیری می‌کنند ولی آنها را از بین نمی‌برند.

### - ضدعفونی یا گندزدایی (Disinfection)

تخریب، غیرفعال کردن و یا حذف اجرام و اجزای عفونت‌زا یا میکروب‌های مضر و پاتوژن را ضدعفونی گویند. این کار توسط مواد شیمیایی تحت عنوان دزفکتانت (Disinfectant) یا گندزدا صورت می‌گیرد. این مواد شیمیایی اغلب برای کشتن میکروب‌های موجود در سطح اجسام به کار برده می‌شوند. در ضمن به علت سمیت

شدید، مستقیماً برای ضدعفونی کردن نسوج و زخم‌ها استفاده نمی‌شوند. پس به عبارت بهتر، کشتن عوامل بیماری‌زا در خارج از بدن را گندزدایی گویند.

#### – گندزدا (Germicide)

مواد شیمیایی هستند که میکروب‌ها را از بین می‌برند.

#### – دترجنت (Detergent)

پاک‌کننده‌هایی هستند که با کاهش کشش سطحی، میکروب‌ها را از سطح آلوده پاک می‌کنند. صابون یکی از انواع دترجنت‌ها است.

#### – سپتیک (Septic)

حالتی است که در آن، باکتری پاتوژن در نسج زنده دیده می‌شود.

#### – پلشت‌برها (آنتی‌سپتیک‌ها Antiseptic)

موادی هستند که رشد میکروارگانیسم‌ها را متوقف کرده یا آنها را از بین می‌برند. از آنجا که این مواد به پوست، مخاط و بافت زنده آسیب نمی‌رسانند، لذا برای ضدعفونی بافت‌های زنده مناسب‌اند.

#### – آئروسول میکروبی

ذراتی از عامل میکروبی است که متناسب با چگالی و سرعت باد در هوا معلق می‌مانند. هرچه چگالی ذرات بیشتر باشد و یا سرعت باد کاهش یابد ذرات سریع‌تر به سمت زمین حرکت می‌نمایند.

### - زمان پایداری

زمان پایداری، مدت زمانی است که عامل به‌طور موثر در محیط باقی می‌ماند و قابلیت تاثیرگذاری را دارا می‌باشد. عواملی مثل شرایط جوی، رطوبت، درجه حرارت، سرعت تبخیر ماده، پوشش گیاهی منطقه، نوع عامل و رفع آلودگی، بر زمان پایداری موثرند.

### ۹-۳- دلایل رفع آلودگی

#### ۹-۳-۱- جلوگیری یا کاهش تلفات

عوامل زیستی می‌توانند اثرات زیان‌باری بر شخص آلوده ایجاد کنند. این اثرات می‌تواند بر حسب نوع عامل، در حد ناتوانی تا مرگ پیش برود. شدت اثر این عوامل نیز به عواملی مثل راه ورود به بدن، مقدار یا دوز عامل و نوع عامل بستگی دارد.

#### ۹-۳-۲- به حداقل رساندن افت کارایی

انجام تمهیدات حفاظتی که باعث کاهش اثرات زیان‌بار عوامل بر روی افراد می‌شود، خود باعث کاهش کارایی افراد نیز خواهد شد. به‌عنوان مثال، تجهیزات حفاظت انفرادی به‌دلیل سنگینی، توان رزمی شخص را کاهش می‌دهد. ضمن آنکه انجام فعالیت‌های شدید فیزیکی در آب و هوای گرم و یا فعالیت‌هایی مثل خوردن، آشامیدن و استراحت برای افراد دارای این تجهیزات بسیار مشکل است. لذا برای آنکه افراد بتوانند مأموریت‌های محوله را به نحو احسن انجام دهند، لازم است تا محیط‌های آلوده رفع آلودگی شوند.

### ۹-۳-۳- جبران محدودیت‌های ناشی از لوازم و تجهیزات حفاظتی

برخی از تجهیزاتی که برای محافظت از افراد مورد استفاده قرار می‌گیرند، دارای محدودیت‌های خاصی هستند. به‌عنوان مثال، فیلتر ماسک ممکن است توسط یک عامل اشباع شود و یا اینکه توسط موادی مثل آب، روغن و غیره آلوده شده باشد که در این صورت برای به حداقل رساندن اثرات عوامل، باید آنها را رفع آلودگی نمود.

### ۹-۳-۴- اجتناب از پخش و انتشار آلودگی

اشخاص یا تجهیزات آلوده‌شده، قادرند آلودگی را به مناطق غیرآلوده منتقل کنند. به‌عنوان مثال، تجهیزات آلوده‌شده‌ای که به‌منظور بازسازی و رفع آلودگی به پشت جبهه منتقل می‌شوند، می‌تواند عوامل را در مسیر عبورشان پخش کنند. لذا نیروها و یا اقلام آلوده‌شده می‌بایستی قبل از آنکه به مناطق غیرآلوده انتقال داده شوند، رفع آلودگی شوند.

### ۹-۴- اصول رفع آلودگی

سازمان‌های دولتی یا خصوصی برای پیشبرد اهداف سازمانی خود اصولی را تدوین نموده و به اجرا می‌گذارند و عناصر سازمانی خود را ملزم به رعایت آن می‌کنند تا با این اقدام، کلیه فعالیت‌ها و اهداف خود را با اهداف کلان سازمان همسو و هم‌جهت نمایند. در سازمان‌های نظامی به‌خصوص در جنگ، اصولی را تحت عنوان اصول جنگ تدوین و مصوب نموده‌اند که این اصول در مراکز آموزشی تدریس می‌گردند تا افراد از محتوا و هدف اصل‌ها مطلع گردند و نسبت به آن توجیه شوند؛ ضمن اینکه مطالعات سازمان‌ها جهت کاهش و یا افزایش این اصول با توجه به زمان پیشرفت فناوری و سایر موارد تأثیرگذار در جریان می‌باشد. در رسته تهدیدات نوین جهت افزایش کیفیت اقدامات

تخصصی، اصولی در نظر گرفته و تدوین شده‌اند که در مبحث رفع آلودگی اصل‌ها تحت عنوان اصول پنج‌گانه رفع آلودگی مطرح شده‌اند. در زیر شرح مختصر هر یک از این اصل‌ها آورده شده است.

### ۹-۴-۱- اصل یکم؛ خونسردی

با توجه به اهمیت و حساسیت پدافند تهدیدات نوین و اضطراب، رعب و وحشت کاذبی که در این خصوص مطرح می‌شود، حفظ خونسردی جهت انجام ماموریت‌ها از ضروری‌ترین فعالیت‌های اولیه در پدافند محسوب می‌شود و در صورتی که این اصل با سایر اصل‌ها هماهنگ و همسو گردد با اطمینان کامل می‌توان اظهار نمود که اضطراب، رعب و وحشت مطرح شده از بین خواهد رفت و فرد به راحتی می‌تواند به انجام ماموریت خود بپردازد.

ماموریت‌های متصور در رفع آلودگی عبارت‌اند از:

- ۱- رفع آلودگی از محیط ( زمین، هوا و غیره )
- ۲- رفع آلودگی از نفرات
- ۳- رفع آلودگی از تجهیزات و تاسیسات
- ۴- رفع آلودگی از مواد غذایی و غیره

در انجام ماموریت‌های فوق‌الذکر اولین و مهم‌ترین مسئله، انجام حفاظت انفرادی است. حفظ خونسردی در انجام حفاظت انفرادی بسیار با اهمیت بوده و فرد می‌تواند ضمن توجه به اصل سرعت و دقت، خود را در مقابل عوامل تهدیدات نوین حفظ و به ماموریت‌های محوله ادامه دهد. شتاب و عجله در اقدامات حفاظتی می‌تواند مشکل‌آفرین باشد؛ به‌عنوان مثال، در زمان ماسک‌گذاری چنانچه عجله و شتاب صورت گیرد، احتمال دارد بند ماسک یا سایر قسمت‌های آن آسیب ببیند که این امر جان فرد را به



مخاطره‌انداخته و در انجام ماموریت او خلل وارد می‌آورد. حفظ خونسردی در اقدامات (ماموریت‌های گروهی) تخصصی بسیار مهم و با اهمیت می‌باشد.

همان‌گونه که ذکر شد این اصل در کنار اصل دقت و سرعت، کارایی لازم را به دست خواهد آورد. هرچه این اصل بیشتر مورد توجه قرار گیرد کارها اصولی‌تر و با کیفیت بهتر صورت می‌گیرد. به‌عنوان مثال، در رفع آلودگی از پرسنل چنانچه نیروها با عجله وارد ایستگاه شوند و عملیات رفع آلودگی از خود را با شتاب و عجله انجام دهند، احتمال دارد این شتاب و عجله مانع از انجام رفع آلودگی اصولی و کامل شود و همین امر می‌تواند خطرات بعدی را به دنبال داشته باشد. لذا در انجام کلیه ماموریت‌های تخصصی رفع آلودگی، همیشه اصل خونسردی بایستی مد نظر بوده و در هر موضوع، متناسب با آن خونسردی لازم به‌عمل آید.

#### ۹-۴-۲- اصل دوم: آمادگی نیرو و تجهیزات

در انجام هر ماموریت سازمانی دو عامل مهم مد نظر می‌باشد که در صورت عدم آمادگی این عوامل، اجرای موفقیت‌آمیز ماموریت ممکن نبوده و یا با مشکلات عدیده‌ای همراه خواهد بود. این عوامل عبارت‌اند از: نیرو و تجهیزات (دستگاه‌ها و وسایل). در زیر به‌صورت مستقل اهمیت آمادگی هریک از این عوامل مورد بررسی قرار می‌گیرد:

#### ۹-۴-۲-۱- آمادگی نیروی انسانی

نیروی انسانی یکی از ارکان اصلی، اساسی و محوری‌ترین عامل در پیشبرد اهداف سازمانی (اعم از نظامی و غیر نظامی) محسوب می‌گردد و هرچه یک سازمان از افراد کارآمد بیشتری برخوردار باشد، نیل به هدف سازمانی بیشتر خواهد بود. هر چند نمی‌توان (به‌دلیل پیچیدگی انسان‌ها) به‌طور دقیق تمامی عناصر تاثیرگذار و آمادگی یک

فرد را به طور دقیق سنجید، لیکن به طور نسبی با بررسی موارد زیر می توان به میزان آمادگی فرد در اجرای ماموریت‌ها پی برد:

- میزان آمادگی روحی، روانی و جسمی

- میزان قابلیت‌ها و توانایی‌های فردی هر نفر با توجه به آموزش‌ها و کارهای

اجرایی که انجام داده است.

تجارب کاری و مهارت‌های نیروی انسانی در تهدیدات نوین به دلیل تخصصی بودن آن از اهمیت به سزایی برخوردار می باشد. مهارت‌های لازم در نیروهای انسانی با طی نمودن آموزش‌های لازم، انجام کارهای میدانی، قابلیت بهره‌برداری از دستگاه‌ها و وسایل حاصل می گردد. هرچه این مهارت‌ها افزایش یابد آمادگی نیرو برای اجرای ماموریت بیشتر خواهد شد.

#### ۹-۴-۲-۲- آمادگی تجهیزات

میزان آمادگی دستگاه‌ها و وسایل موجود جهت اجرای عملیات رفع آلودگی از نفرات، تجهیزات، اماکن و غیره در میزان موفقیت عملیات تأثیر مستقیم داشته و هرچه این آمادگی افزایش یابد، قابلیت و توانایی عملیات رفع آلودگی نیز زیادتر خواهد شد. لذا جهت بررسی میزان آمادگی دستگاه‌ها و وسایل بایستی نکات زیر در نظر گرفته شوند:

- تاریخ دریافت دستگاه‌ها و وسایل از انبار

- میزان آمادگی هر دستگاه از لحاظ سالم بودن و بررسی تعمیراتی که هر دستگاه احتمالاً نیاز دارد تا عملیاتی گردد

- قطعات یدکی پر مصرف موجود برای هریک از دستگاه‌ها و وسایل

- میزان آمادگی اپراتورهای دستگاه جهت به کارگیری آنها در ماموریت‌های رفع آلودگی

- مواد اولیه مورد نیاز دستگاه‌ها جهت عملیات رفع آلودگی

### ۹-۴-۳- اصل سوم؛ ایمنی

رعایت اصول ایمنی در هر کاری شرط اساسی و اصلی شروع آن کار می‌باشد (اول ایمنی بعد کار). هر فعالیتی نیازمند ایمنی خاص خود می‌باشد. در موضوع تهدیدات زیستی، رعایت موارد ایمنی بسیار مهم‌تر و با ارزش‌تر می‌باشد. در اینجا هرگونه سهل‌انگاری در عدم رعایت ایمنی، مشکلات و خطراتی را به دنبال خواهد داشت که برخی از آنها غیرقابل جبران خواهد بود.

جهت اجرای عملیات رفع آلودگی ابتدا بایستی ایمنی فردی مورد توجه قرار گیرد. در ایمنی فردی، باید تجهیزات مورد نیاز فراهم و در اختیار افراد گذاشته شود و افراد نیز باید به‌طور مداوم با آنها تمرین نمایند تا در صورت نیاز بتوانند از تجهیزات خود به نحو احسن استفاده نمایند.

تجهیزات فردی در انجام مأموریت رفع آلودگی از عوامل تهدیدات زیستی عبارت‌انداز: ماسک محافظ، فیلتر، لباس محافظ، دستکش، روکش پوتین، قوطی امداد انفرادی، دزی‌متر انفرادی و سایر تجهیزاتی که بنا به تشخیص فرماندهی و متناسب با نوع مأموریت در اختیار افراد قرار داده می‌شود.

### ۹-۴-۴- اصل چهارم؛ سرعت و دقت

دو موضوع سرعت و دقت، لازم و ملزوم یکدیگر می‌باشند و در یک عملیات رفع آلودگی بایستی به هر دو جنبه یعنی سرعت و دقت توجه نمود.

### ۹-۴-۴-۱- سرعت

منظور از سرعت در انجام عملیات رفع آلودگی، انجام رفع آلودگی در اولین فرصت و در کوتاه‌ترین زمان ممکن با استفاده از تجهیزات موجود (دستگاه‌ها و وسایل، مواد و

غیره) می‌باشد. چنانچه سرعت در عملیات رفع آلودگی لحاظ نشود، انتشار آلودگی یا تأثیرات مخرب آلودگی بر روی نفرات، مواد و غیره بیشتر خواهد بود که این موضوع مشکلاتی را برای یگان‌ها به‌ویژه انسان‌ها به‌وجود خواهد آورد.

#### ۹-۴-۲- دقت

منظور از دقت در انجام عملیات رفع آلودگی، توجه به تمام موارد تأثیرگذار در رفع آلودگی می‌باشد. این موارد عبارت‌اند از: انتخاب صحیح تجهیزات (دستگاه‌ها و وسایل)، انتخاب مواد رفع آلودگی (نوع و میزان قابل استفاده) و انجام صحیح عملیات. هرچه دقت در عملیات بیشتر باشد اطمینان از رفع آلودگی و در مجموع، کاهش خطرات ناشی از عوامل بیشتر می‌شود. اگر دقت کافی لحاظ نشود، عملیات ناقص صورت می‌گیرد و همین امر باعث تأخیر در عملیات نظامی (محدود نمودن توان رزم) و خسارت‌های اقتصادی (به علت تکرار عملیات رفع آلودگی) شده و همچنین ممکن است تلفات جانی در پی داشته باشد.

#### ۹-۴-۵- اصل پنجم؛ تقدم نیروی انسانی بر تجهیزات

این اصل بر این نکته توجه دارد که رفع آلودگی از نفرات، مقدم بر رفع آلودگی بر تجهیزات می‌باشد. چنانچه منطقه‌ای مورد حمله عوامل زیستی قرار گیرد در اولین فرصت (بعد از رفع آلودگی محل) باید نفرات در هر وضعیتی که قرار دارند (عملیات یا غیر عملیات)، ابتدا رفع آلودگی از خود را انجام داده و سپس نسبت به رفع آلودگی از تجهیزات (اعم از سبک و سنگین) مبادرت نمایند. البته یادآوری این نکته هم ضروری می‌باشد که افراد بعد از رفع آلودگی از خود تا جایی که امکان دارد نباید از تجهیزات آلوده استفاده نموده و بایستی از تجهیزات رفع آلودگی شده استفاده نمایند. معمولاً در ایستگاه‌های رفع آلودگی، رفع آلودگی از نفرات و تجهیزات در دو مکان جداگانه صورت

می‌گیرد و همزمان با رفع آلودگی از نیرو، تجهیزات سنگین و سبک آنها در ایستگاه مربوطه رفع آلودگی می‌گردد.

### ۹-۵- روش‌های رفع آلودگی فیزیکی

به‌طور کلی سه روش جهت رفع آلودگی زیستی وجود دارد که شامل رفع آلودگی مکانیکی، فیزیکی و شیمیایی می‌باشد. در روش رفع آلودگی مکانیکی زدودن عوامل زیستی یک اصل می‌باشد. مثال این روش را می‌توان استفاده از ماسک‌هایی که مجهز به فیلتر مخصوص جهت محافظت افراد در برابر اسپور باکتری باسیلوس آنتراسیس که به‌صورت آئروسول در آمده (پالایش) و یا شستشوی دست جهت پاک کردن آن از عوامل زیستی نام برد. حرارت، بخار آب و اشعه نیز جزء روش‌های رفع آلودگی فیزیکی می‌باشند. در روش رفع آلودگی شیمیایی از مواد ضد عفونی‌کننده شیمیایی به شکل مایع و گاز جهت از بین بردن و یا کاهش ضرر این عوامل استفاده می‌شود. در این روش، عوامل متعددی از جمله شرایط محیطی می‌تواند در مقدار و نوع آن تأثیرگذار باشد. در خصوص رفع آلودگی ذکر این نکته ضروری است که از بین بردن کلیه میکروارگانیسم‌های یک جسم یا بافت زنده امکان‌پذیر نیست. به‌عنوان مثال نمی‌توان پوست سالم را در معرض عوامل استریل‌کننده مخرب قرار داد. بنابراین معمولاً هدف از رفع آلودگی، از بین بردن عوامل بیماری‌زا تا حد امکان می‌باشد.

### ۹-۵-۱- روش‌های مکانیکی در رفع آلودگی زیستی

این روش مشتمل بر اقداماتی است که باعث زدودن میکروارگانیسم‌ها از محل رفع آلودگی می‌شود ولی الزاماً موجب از بین رفتن عوامل و یا خنثی شدن آنها نمی‌شوند. شستشو و پاک کردن روشی است که به‌وسیله آن تعداد میکروارگانیسم‌ها کاهش یافته و

باعث زدودن آلودگی و ناپاکی‌هایی که موجب حفظ و نگهداری میکروب‌ها هستند، نیز می‌شود.

پالایش یا فیلتراسیون نیز نوعی روش مکانیکی است که برای حذف میکروب‌ها از آب و محلول‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. با این روش می‌توان آب و هوا را در مواقع لزوم استریل نمود. برای این کار از فیلترهایی با سوراخ‌های بسیار ریز که میکروب‌ها قادر به عبور از آنها نباشند، استفاده می‌شود. در فیلترهای نظامی و صنعتی از غشاهای ویژه‌ای به نام فیلترهای هپا<sup>۱</sup> (HEPA) و فیلتر اولپا<sup>۲</sup> (ULPA) استفاده می‌شود. این غشاها توان جذب ذرات تا قطر ۳ میکرون با راندمان ۹۹/۹۷٪ را دارا می‌باشند. فیلترهای ماسک‌های محافظ، فیلترهای چادرهای NBC و فیلترهای اورژانس از این قبیل می‌باشند. باید به این نکته توجه داشت که کارایی یک فیلتر به اندازه منافذ آن، بار الکتریکی روی مواد سازنده فیلتر و غیره بستگی دارد. به عنوان مثال، باکتری‌ها به لحاظ اینکه اکثراً در محلول‌های خنثی، دارای بار الکتریکی منفی هستند، لذا توسط فیلترهای حاوی بار مثبت، بهتر جذب می‌شوند.

### ۹-۵-۲- روش‌های فیزیکی در رفع آلودگی زیستی

یکی دیگر از روش‌های رفع آلودگی، استفاده از روش‌های فیزیکی است. در این روش اجزاء حیاتی عامل از لحاظ فیزیکی تغییر می‌یابد. به عنوان مثال، از طریق حرارت دادن، برخی از پروتئین‌های تشکیل‌دهنده ساختار عامل میکروبی، تغییر حالت داده و نهایتاً باعث مرگ میکروارگانیسم می‌شود. روش‌های فیزیکی شامل موارد متعددی است که در ذیل آمده است:

1 - High Efficiency Particle Air

2 - Ultra Efficiency Particle Air

## ۹-۵-۲-۱- حرارت

یکی از مؤثرترین روش‌های رفع آلودگی فیزیکی، حرارت دادن است که به دو روش حرارت خشک و حرارت مرطوب امکان‌پذیر است.

### - حرارت خشک

اصولاً باکتری‌ها در حرارت  $100^{\circ}\text{C}$  در عرض  $1/5$  ساعت به کلی از بین می‌روند؛ البته قبل از این مدت نیز بسیاری از باکتری‌ها نابود می‌شوند ولی برای از بین بردن فرم اسپور، حرارت خشک  $140^{\circ}\text{C}$  به مدت ۳ ساعت لازم است. این مقاومت در برابر حرارت مربوط به وجود دی‌پیکولینات کلسیم است. یکی دیگر از عوامل مقاومت، کمبود آب در اسپورها است زیرا خشک شدن، زمان لازم برای انعقاد پروتئین‌ها را افزایش می‌دهد. هرچه حرارت زیادتر باشد، زمان مقاومت کمتر خواهد بود به طوری که اگر حرارت از  $140^{\circ}\text{C}$  به  $160^{\circ}\text{C}$  برسد، اسپورها در عرض ۲ ساعت از بین می‌روند و در  $400^{\circ}\text{C}$  نیز ۲۰-۳۰ ثانیه بیشتر دوام نمی‌آورند.

تأثیر کشندگی حرارت خشک، به عواملی مثل تغییر ماهیت پروتئین‌ها، آسیب‌های اکسیداتیو و بالا رفتن حد الکتروولیت‌ها بستگی دارد. در غیاب آب در زنجیره‌های پپتیدی، تعداد گروه‌های قطبی کم می‌شود و برای گشودن مولکول‌ها، انرژی زیادتری لازم است؛ به همین دلیل است که سلول‌ها در برابر حرارت خشک ثبات بیشتری دارند.

حرارت خشک برای ضدعفونی کردن چندان مؤثر نیست ولی با این حال اگر باکتری‌ها مستقیماً در معرض حرارت قرار گیرند، این نوع گرما مؤثر است ولی وقتی عوامل میکروبی توسط سایر موادی که هادی حرارت نیستند پوشیده شوند، این نوع حرارت تأثیر زیادی نخواهد داشت زیرا قدرت نفوذ هوای گرم نسبتاً کم است. حرارت خشک سوزاننده، مؤثرترین روش است ولی کاربرد آن محدود است. روش‌های رفع آلودگی با استفاده از حرارت خشک عبارت‌اند از:

### الف) سوزاندن (Burning)

برای نابود کردن باکتری‌های موجود در لاشه حیوانات، کاغذ، پنبه، گاز زخم‌بندی، نمونه‌های پاتولوژیک، کشت‌های آزمایشگاهی و وسایل غیرقابل استفاده آلوده، می‌توان از این روش استفاده نمود.

### ب) شعله پاشیدن مستقیم (Direct chuffage)

با استفاده از حرارت مستقیم می‌توان لوازمی که قابلیت اکسید شدن ندارند و در برابر شعله مقاوم هستند را استریل نمود.

### ج) عبور از روی شعله (Flaming)

برای استریل نمودن شیشه‌آلات، سوزن، سر بطری‌ها و غیره از این روش استفاده می‌شود.

### د) اُون (Oven)

وسایل و موادی که حرارت بالا را تحمل می‌کنند مانند ظروف شیشه‌ای، لوله‌های آزمایش و همچنین مواد خشکی که در ظروف سر بسته قرار دارند را می‌توان با این روش استریل نمود. برای این کار، مواد و وسایل مورد نظر را به مدت ۲ ساعت در فور قرار داده و با حرارت ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد آنها را استریل می‌نمایند.

### - حرارت مرطوب

اولین بار کخ و همکارانش نشان دادند که اسپور باکتری‌ها در محیط مرطوب در درجه حرارتی بسیار پایین‌تر از درجه حرارت خشک از بین می‌روند. به‌عنوان مثال، اسپور باسیل سیاه‌زخم در حرارت مرطوب  $95^{\circ}\text{C}$  در عرض ۱۰ دقیقه از بین می‌رود. باکتری‌های مزوفیل بدون اسپور نیز در حرارت مرطوب  $60^{\circ}\text{C}$  در عرض ۳۰ دقیقه از بین می‌روند. به‌طور کلی حرارت مرطوب  $80^{\circ}\text{C}$  به مدت ۱۰-۵ دقیقه، اشکال رویشی



تمام باکتری‌ها و قارچ‌ها را از بین می‌برد. در صورتی که در این روش از بخار تحت فشار استفاده شود، اثر آن بیشتر خواهد بود. به‌طوری که حرارت مرطوب  $121^{\circ}\text{C}$  و فشار ۱۵ پوند بر اینچ، در عرض کمتر از ۲۰ دقیقه باعث کشتن تمام اشکال رویشی و اسپور میکروارگانیسم‌ها می‌شود. روش اخیر با استفاده از دستگاه اتوکلاو انجام می‌شود.

تأثیر حرارت مرطوب، مربوط به تغییر ماهیت و انعقاد پروتئین‌ها است. به نظر می‌رسد که اولین حادثه کشنده ناشی از حرارت، شکافت‌هایی است که در یک زنجیره DNA بروز می‌کند. ریبونوکلائازها به‌وسیله حرارت فعال شده، ریبوزوم‌ها را تجزیه کرده و آنها را بیرون می‌فرستند. توان میکروب برای ترمیم این‌گونه ضایعات و تجدید حیات، بستگی به حالت فیزیولوژی و وضعیت ژنتیک آن دارد. رفع آلودگی با استفاده از حرارت مرطوب با روش‌های مختلفی امکان‌پذیر است که عبارت‌اند از:

### الف) جوشانیدن

برخی از مواد را می‌توان به‌وسیله جوشاندن در آب جوش، رفع آلودگی نمود. میکروارگانیسم‌ها (بجز باکتری‌ها و قارچ‌های اسپوردار) بعد از ۱۵ دقیقه جوشیدن، کشته می‌شوند. اصولاً جوشاندن روش خوب و قابل اطمینانی برای کشتن میکروب‌ها نیست زیرا مثلاً اسپور کلستریدیوم بوتولینیوم حتی در حرارت  $100^{\circ}\text{C}$  به مدت ۶-۵ ساعت باز هم زنده خواهد ماند. در صورتی که به آب، کربنات سدیم به میزان ۲٪ اضافه شود، قدرت ضدعفونی‌کنندگی آن به مقدار زیادی افزایش می‌یابد و از زنگ زدن وسایل فلزی نیز تا حد زیادی جلوگیری می‌کند.

### ب) استفاده از بخار آب جوش

برای این منظور از دستگاه کخ یا آرنولد استفاده می‌شود. این دستگاه دارای یک استوانه فلزی عمودی با یک سرپوش مخروطی متحرک است و سوراخی جهت خروج بخار آب در آن وجود دارد. در قسمت پائین دستگاه، آب ریخته می‌شود و وسایلی را که

باید استریل شوند در قسمت بالای دستگاه و بر روی صفحات مشبک قرار می‌دهند تا توسط بخار ایجادشده، استریل شوند.

### ج) تندالیزاسیون (Tendallization)

در این روش، از حرارت ۱۰۰ درجه در سه روز متوالی هر روز نیم ساعت استفاده می‌کنند. در این روش در روز اول، اشکال رویشی باکتری‌ها از بین می‌روند ولی ممکن است اسپورها باقی بمانند که در ۲۴ ساعت بعد در محیط مغذی تبدیل به فرم رویشی شده و در حرارت‌دهی دوم از بین می‌روند. برای احتیاط بیشتر، حرارت‌دهی سوم نیز انجام می‌گیرد.

### د) پاستوریزاسیون (Pasteurization)

اساس این روش بر گرم کردن و سرد کردن سریع، استوار است که با روش‌های مختلف و در دماهای مختلف، صورت می‌گیرد. باید توجه داشت که در این روش، تمام باکتری‌ها از بین نمی‌روند و برخی از آنها مانند اشیریشیا کلی همچنان زنده باقی می‌مانند.

### ه) اتوکلاو (Autoclave)

این روش مطمئن‌ترین راه ضدعفونی توسط حرارت مرطوب است. در این روش، از حرارت مرطوب ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد در فشار ۱۵ پوند بر اینچ به مدت ۱۵ دقیقه برای ضدعفونی کردن استفاده می‌شود. در این شرایط کلیه میکروب‌ها و اسپورهای آنها از بین می‌روند. دستگاهی که برای این منظور استفاده می‌شود، اتوکلاو نام دارد.

جدول ۹-۱: دما و زمان‌های پیشنهادی برای اتوکلاو

حد اقل زمان (دقیقه)	ماکزیمم دمای مجاز (°C)	دمای استریلیزاسیون (°C)
۳۰	۱۱۸	۱۱۵
۱۵	۱۲۴	۱۲۱
۱۰	۱۲۹	۱۲۶
۳	۱۳۷	۱۳۴

### ۹-۵-۲-۲- پرتودهی

یکی دیگر از روش‌های رفع آلودگی فیزیکی، استفاده از اشعه در رفع آلودگی هوا و تجهیزات است. اشعه‌هایی که برای ضدعفونی کردن مورد استفاده قرار می‌گیرند، به دو دسته غیر یونزا و یونزا تقسیم می‌شوند:

#### (۱) اشعه‌های غیر یونزا

#### - اشعه ماوراء بنفش (UV)

اشعه آفتاب باعث از بین رفتن باکتری‌ها به‌ویژه باکتری‌های بدون اسپور می‌شود. اثر ضد باکتری اشعه آفتاب بیشتر مربوط به پرتوهای آن است و حرارت در این امر تاثیر زیادی ندارد. قدرت باکتریوسایدی پرتوهای خورشید مربوط به اشعه ماوراء بنفش (UV) است که دارای طول موج ۲۲۰-۳۲۰ نانومتر است. البته اشعه‌های مرئی نیز قابلیت میکروب‌کشی دارند ولی برای این کار به زمان بیشتری نیاز دارند. اشعه ماوراء بنفش در طول موج ۲۶۰ نانومتر دارای حداکثر توان میکروب‌کشی است. مدت زمان لازم برای از بین بردن باکتری توسط اشعه UV به شدت اشعه، فاصله جرم تا اشعه و ماهیت محیطی که میکروارگانیسم‌ها در آن قرار گرفته‌اند، بستگی دارد. این اشعه بسته به جرم و شدت پرتو ممکن است باعث ایجاد جهش (موتاسیون) و یا

مرگ میکروب شود. البته اشعه UV قدرت نفوذ کمی دارد به طوری که قادر نیست در شیشه نفوذ کند و در مایعات نیز به طور محدود نفوذ می کند ولی با این حال می تواند در پیکره میکروارگانیسمها نفوذ کرده و اثرات تخریبی شدیدی ایجاد کند.

نحوه اثر اشعه ماوراء بنفش بدین صورت است که باعث تشکیل دیمرهاي نوع سیکلوبوتان پیریمیدین به خصوص دیمر تیمین در DNA می شود. بین وضعیت های ۵ و ۶ دو پیریمیدین مجاور، یک پیوند کوالانت تشکیل شده و یک حلقه سیکلوبوتان تولید می گردد. با این عمل، پیریمیدین دیگر قادر به اتصال با پورین نیست و لذا با بهم خوردن مارپیچ DNA، موجب ممانعت از همانندسازی و نسخه برداری از DNA می شود. بدین ترتیب باعث ایجاد موتاسیون (جهش) و یا مرگ می شود مگر آن که مرمت انجام گیرد. البته تاثیر اشعه ماوراء بنفش تا حدودی نیز مربوط به ایجاد پراکسیدها در محیط می باشد. از اشعه UV می توان برای رفع آلودگی آب آشامیدنی استفاده کرد. با این روش ۹۹٪ از باکتری های موجود در آب از جمله باسیل ها از بین می روند. از این اشعه برای رفع آلودگی از باکتری ها و ویروس ها در فضاهای محدود نیز می توان استفاده کرد ولی هنگام اشعه دهی نباید کسی در محیط باشد.

#### - اشعه مرئی

اشعه مرئی تاثیر بسیار کمی بر اجرام دارد ولی اگر این اشعه را متعاقب رنگ های فلورسنت مثل ائوزین، رزبنگال و اکریدین اورانژ بر باکتری ها تاثیر دهند، ممکن است بسیاری از آنها کشته شوند. این پدیده را اثر فوتودینامیک گویند که علاوه بر باکتری ها ممکن است بر تک یاخته ها، ویروس ها و توکسین ها نیز مؤثر باشد.

## ۲) اشعه‌های یونزا

اشعه‌های یونزا در مقایسه با اشعه‌های غیر یونزا، دارای قوت نفوذ و توان بسیار زیادتری می‌باشند. اشعه X با طول موج ۰/۱-۴۰ نانومتر، اشعه گاما، اشعه کاتد و یا ذرات الکترونی پرانرژی، از جمله اشعه‌های یونزا می‌باشند. مکانیزم کلی عملکرد این اشعه‌ها بدین صورت است که باعث تغییر ماهیت پروتئین‌ها و همچنین بروز شکاف‌هایی در زنجیره DNA می‌شوند. اگر شکاف‌ها تنها در یک زنجیره باشد، معمولاً قابل ترمیم است ولی اگر در هر دو زنجیره ایجاد شود، منجر به مرگ سلول خواهد شد. یکی از اثرات اشعه یونزا، تشکیل رادیکال‌های آزاد  $OH^-$ ،  $HO_2^-$  و  $H$  می‌باشد. فوتون‌های پرانرژی وقتی از آب عبور می‌کنند این رادیکال‌ها را به وجود می‌آورند و این رادیکال‌های آزاد نیز باعث تشکیل پراکسیدها می‌شوند که از عوامل اکسیدکننده قوی محسوب می‌شوند و در ضمن اثر مرگ‌زا دارند. رادیکال هیدروژن قدرت احیاکنندگی شدیدی دارد. رادیکال هیدروکسیل که اکسیدکننده‌ای پر قدرت است با ماکرومولکول‌ها به‌ویژه DNA شدیداً واکنش‌پذیر است و از این راه باعث شکستگی زنجیره‌های DNA می‌شود.

در استریلیزاسیون تنها از اشعه X و اشعه گاما و نیز اشعه کاتد استفاده می‌شود و اشعه‌های  $\alpha$  و  $\beta$  در این کار استفاده نمی‌شوند. تغییرات فیزیکی و شیمیایی که به‌وسیله اشعه‌های یونزا ایجاد می‌شوند به مقدار انرژی جذب‌شده، ماهیت اتمی ماده‌ای که باید رفع آلودگی شود، درجه حرارت، فشار اکسیژن، میزان مواد آلی محیط، ماهیت جرم آلوده‌کننده و غیره بستگی دارد. اسپورها نسبت به اشعه مقاوم‌تر هستند. مقدار استریل‌کننده اشعه یونزا ۲/۵ میلیون راد است.

### - امواج مافوق صوت

تکان دادن‌های شدید با یا بدون افزودن ذرات کوچک خنثی (از قبیل گلوله‌های کوچک شیشه‌ای) ممکن است سبب تخریب و کشتن اشکال رویشی و اسپوردار

باکتری‌ها شود. تکان‌های شدید مکانیکی به تنهائی اثرات تجزیه‌کنندگی متغیری دارند و وقتی همراه با ذرات کوچک انجام گیرند اثر آن زیادتر می‌شود. باکتری‌ها را به کمک دستگاه‌های مخصوص فشار یا امواج مافوق صوت نیز می‌توان خرد کرد. بالاترین حد شنوائی انسان، فرکانس ۱۶ کیلوسیکل در ثانیه (Kc/s) می‌باشد. امواجی که دارای فرکانس حدود ۸۹۰۰ سیکل در ثانیه هستند را امواج صوتی گویند. این امواج باعث کشتن کلی‌فرم‌ها و برخی از باکتری‌های دیگر می‌گردند، به شرطی که زمان تماس باکتری‌ها با این امواج به حد کافی باشد. امواجی که بیشتر از این فرکانس باشند، امواج مافوق صوت بوده که قدرت تجزیه و کشتن باکتری‌ها را دارند. برای تولید این امواج از دستگاهی به نام سونیکاتور استفاده می‌شود. به‌طور کلی امواج مافوق صوت بر ضد باکتری‌های گرم منفی بیش از گرم مثبت‌ها موثر است، باسیل‌ها حساس‌تر از کوکسی‌ها بوده و اسپورها مقاوم‌تر از اشکال رویشی هستند. ضمناً هیچگاه از این روش به‌عنوان استریلیزاسیون کامل نمی‌توان استفاده کرد. این روش بیشتر برای جدا کردن و به‌دست آوردن موادی از قبیل آنزیم‌ها، ترکیبات جداری و اسید نوکلئیک‌های سلولی به‌کار می‌رود.

به نظر می‌رسد که این امواج تأثیرشان بیشتر مربوط به تشکیل حفرات یا حباب‌های ظریف و موقتی گاز یا بخار در مناطقی از مایع است که در یک لحظه معین ایجاد می‌شوند و محیط ظریف خاصی برای میکروارگانیسم‌ها تولید می‌گردد. تغییرات زیاد و ناگهانی در فشاری که در این محیط ظریف در جریان تشکیل یا معدوم شدن حفرات حکم‌فرماست (فشار ممکن است حتی به ۱۰۰۰ اتمسفر برسد)، می‌تواند سلول را در درون حفره یا متصل به آن تجزیه کند. البته اثر حرارت را که در این پدیده‌ها بروز می‌کند نیز باید مستقلاً در نظر آورد. در ضمن در مجاورت هوا در جریان ایجاد حفره، هیدروژن پراکسید و یا اکسیژن تکی نیز تولید می‌شوند که هر دو خاصیت ضد باکتریائی

دارند. در ضمن امواج مافوق صوت ممکن است باعث از بین رفتن حالت پلی‌مری ماکرومولکول‌ها شوند و زنجیرهای DNA را بشکنند.

### ۹-۶- روش‌های شیمیایی مورد استفاده در رفع آلودگی

بهترین روش رفع آلودگی و ضدعفونی کردن، استفاده از مواد شیمیایی و روش‌های شیمیایی است. بر خلاف روش‌های فیزیکی و مکانیکی، روش‌های شیمیایی موجب زدودن و از بین رفتن میکروارگانیسم‌های مضر و پاتوژن می‌شوند. ضدعفونی‌کننده‌های مورد استفاده در روش‌های شیمیایی معمولاً به شکل مایع، گاز یا آئروسول به کار می‌روند. اثر مواد شیمیایی بر روی میکروارگانیسم‌ها به نوع میکروب و غلظت ماده شیمیایی بستگی دارد. ضمن اینکه فاکتورهای محیطی مثل PH، درجه حرارت و نوع محیط نیز بر میزان اثر مواد شیمیایی مؤثر می‌باشند. به‌طور معمول هنگام رفع آلودگی باید ابتدا ناخالصی‌های محیط را از بین برد زیرا مواد آلی موجود در این ناخالصی‌ها باعث کاهش و یا خنثی نمودن اثر ضدعفونی‌کننده‌ها می‌شوند. رفع آلودگی از عوامل اسپورزا، مستلزم مواد ضدعفونی‌کننده قوی‌تر و زمان تماس بیشتری می‌باشد. تاکنون مواد فراوانی جهت رفع آلودگی استفاده شده و اثرات آن بر روی محیط زیست و بدن انسان مورد ارزیابی قرار گرفته است ولی ماده رفع آلودگی کننده ایده‌آل، ماده‌ای است که گستره وسیعی از عوامل را از سطح پوست حذف و یا آن را خنثی نماید. همچنین از لحاظ هزینه ارزان، و به آسانی در دسترس بوده و دارای اثری سریع و بی‌خطر باشد. بسیاری از محلول‌های رفع آلودگی نمی‌توانند برای پاک نمودن پوست و غشای موکوسی مورد استفاده قرار گیرند. اکثر مواد شیمیایی ضدعفونی‌کننده، به مقدار کم یا زیاد برای انسان، حیوانات و مواد مضر می‌باشند لذا هر یک از آنها را می‌توان در شرایط خاص مورد استفاده قرار داد.

## ۹-۶-۱- خصوصیات مواد شیمیایی مورد استفاده در رفع آلودگی

خصوصیات یک ماده شیمیایی مناسب برای رفع آلودگی عبارت است از:

- ۱- با کمترین غلظت بیشترین اثر را بگذارد
- ۲- حتی الامکان با مواد اطراف میکروارگانیسم ترکیب نشود و قدرت میکروب‌کشی خود را حفظ کند
- ۳- بی‌بو و یا کم بو باشد به طوری که حالت تحریک‌کنندگی نداشته باشد
- ۴- در شرایط مختلف محیطی مقاوم باشد یا در موقع استفاده، ساختمان و ترکیب آن تغییر پیدا نکند
- ۵- بر روی پوست بدن و یا وسایل و تجهیزات، فاقد خاصیت ایجاد رنگ و اثرات نامناسب مثل خوردگی، پوسیدگی، زنگ‌زدگی و غیره) باشد
- ۶- حتی الامکان در آب محلول باشد، زیرا در این صورت قدرت نفوذش بیشتر می‌شود
- ۷- خاصیت سمیت انتخابی داشته باشد، یعنی برای میکروارگانیسم‌ها مضر باشد ولی برای حیوان و انسان ضرر نداشته باشد
- ۸- خطر انفجار و خطرات دیگر در موقع تولید، استفاده و انبارداری نداشته باشد
- ۹- اندکس تراپوتیک<sup>۳</sup> (Therapeutic index) آن بالا باشد.
- ۱۰- دارای قدرت میکروب‌کشی سریع و قوی باشد
- ۱۱- روی انواع مختلف میکروب‌ها اثر کند
- ۱۲- در حرارت معمولی یا محیط بتواند اثر کند
- ۱۳- از نظر شیمیایی با ثبات باشد
- ۱۴- انبارداری آن راحت باشد

<sup>۱</sup> - رابطه بین نسبت غلظت قدرت میکروب‌کشی به غلظتی که برای بافت‌ها زیان‌آور است را اندکس تراپوتیک گویند.



۱۵- به آسانی قابل تهیه باشد

۱۶- خالص باشد

۱۷- ارزان باشد

## ۹-۶-۲- عوامل موثر در رفع آلودگی شیمیایی

### - زمان

یکی از عوامل مهم در رفع آلودگی، مدت زمانی است که ماده شیمیایی با عامل در تماس است. هر توده سلولی یا میکروب دارای سلول‌هایی با مقاومت مختلف هستند؛ در نتیجه حساس‌ترین سلول‌ها در ابتدا می‌میرند و سلول‌های مقاوم‌تر در فواصل زمانی بعدی از بین می‌روند به طوری که سرانجام مقاوم‌ترین آنها نیز کشته می‌شوند.

### - حرارت

حرارت باعث افزایش کارایی مواد شیمیایی می‌شود. به عبارت بهتر، ضدعفونی شدن در حرارت بالا سریع‌تر از حرارت پائین انجام می‌شود. به نحوی که هرچه دما با تصاعد حسابی بالا رود، سرعت کشتن میکروب‌ها نیز به‌طور هندسی افزایش می‌یابد.

### - غلظت یا تراکم

افزایش تراکم مواد شیمیایی اغلب سرعت کشته شدن میکروب‌ها را چند برابر می‌کند. تراکم پایین این قبیل مواد نه تنها اثر باکتریوسایدی ندارند بلکه ممکن است باعث تحریک رشد میکروب شود. افزایش یا کاهش در غلظت یک ماده معین می‌تواند به‌طور قابل ملاحظه‌ای اثر باکتریوسایدی را افزایش یا کاهش دهد و در این مورد رقیق کردن می‌تواند اثر زیادی بر میزان فعالیت این مواد داشته باشد. ضریب رقت از صفات

اختصاصی هر ماده رفع آلودگی کننده بوده و اهمیت آن را با ذکر چند مثال می‌توان بیان نمود. در مورد ترکیباتی با ضریب رقت یک (مانند فرمالدئید یا اتیلن اکسید) در هنگام رقیق کردن، فعالیت یا قدرت یک برابر کاهش می‌یابد. بنابراین نصف کردن غلظت، فقط زمان لازم برای ضدعفونی کردن را دو برابر می‌کند. از طرف دیگر ضریب رقت فنل تقریباً ۶ است. از این رو نصف کردن غلظت، زمان لازم برای ضدعفونی را (۲<sup>۶</sup>) ۶۴ برابر طولانی می‌کند. در صورتی که رقت ۳ برابر، فعالیت را حدود (۳<sup>۶</sup>) ۷۲۹ مرتبه کاهش می‌دهد. این اعداد نشان می‌دهد که فنل‌ها ممکن است در اثر رقیق کردن به سرعت غیرفعال شوند و نیز نشان می‌دهد که نتایجی که در مورد محلول‌های رقیق شده فنل ذکر می‌شود نمی‌تواند براساس اطلاعات به دست آمده در غلظت‌های بالای آن باشد.

### PH - یا تراکم یون H

تغییرات PH نه تنها در فعالیت عوامل رفع آلودگی تأثیر می‌گذارد بلکه در سرعت رشد و حالت فیزیکوشیمیایی سطح میکروب نیز تأثیر گذاشته و در هر حال، ممکن است بیش از یک فاکتور عمل نماید. درجه یونیزاسیون عمل رفع آلودگی به طور مشخصی با PH در ارتباط می‌باشد. بعضی ترکیبات در حالت غیر یونیزه و برخی دیگر به فرم آنیون یا کاتیون فعال هستند. افزایش بار منفی سلول باکتری در PH قلیایی سبب واکنش بهتر یا یون‌های عوامل شیمیایی ضدعفونی کننده با بار مثبت می‌شود، در صورتی که واکنش با آنیون‌ها تحت شرایط اسیدی که سطح سلول بار منفی کمتری دارد، تسهیل می‌گردد. بنابراین عوامل رفع آلودگی کاتیونی، مانند رنگ‌های آکریدین و ترکیبات آمونیوم چهارتایی، معمولاً در محلول‌های قلیایی فعال تر از محلول‌های اسیدی هستند، گرچه PH مناسب با ترکیب مربوطه تغییر می‌کند. برعکس، فنل‌ها و اسید بنزوئیک در محیط اسیدی فعال ترند.

فعالیت اسپورکشی گلو تار آلدئید در محلول آبی که PH قلیایی دارد به طور قابل ملاحظه ای افزایش می یابد که احتمالاً به علت تأثیر متقابل بیشتر با گروه های آمین است. در صورتی که در PH بالای ۸ از فعالیت هیپوکلریت ها به علت کاهش در مقدار اسید هیپوکلروی تفکیک نشده فعال، جلوگیری می شود.

#### - فرمولاسیون

برای استفاده موثر از عوامل رفع آلودگی، فرمولاسیون صحیح اهمیت دارد. برای مثال ممکن است قدرت نفوذ و در نتیجه، میزان اثر موادی نظیر کلرهگزیدین و ترکیبات آمونیوم چهارتایی در الکل ۷۰٪ بیشتر از محلول آبی آنها باشد.

#### - فاکتورهای فیزیوشیمیایی

عمل عوامل رفع آلودگی کننده شیمیایی مستلزم جذب سطحی در دیواره سلول باکتری و نفوذ از میان غشاء سلولی به داخل سیتوپلاسم و به دنبال آن، واکنش با اجزاء تشکیل دهنده سلول (غالباً پروتئین ها) می باشد. گرچه خواص جذب و نفوذ ماده میکروب کش به ویژه به ماهیت شیمیایی و ساختمان فضایی آن بستگی دارد، ولی می تواند تحت اثر عواملی نظیر مواد موثر بر کشش سطحی یا پخش بین آب/چربی قرار گیرد. اثرات اسمز ناشی از غشاء سیتوپلاسمی نیز مهم بوده و در حقیقت با تغییرات کشش سطحی ارتباط نزدیکی دارد.

بسیاری از فاکتورهای دیگر مانند ماهیت حلال، آنیون ها و کاتیون ها، مواد مزاحم در محیط و نوع، تعداد و محل میکروارگانیسم ها یا مواد زیستی نیز وجود دارند که بر روی مواد رفع آلودگی یا در عمل رفع آلودگی تأثیر می گذارند.

### ۹-۶-۳- مکانیسم عمل مواد شیمیایی رفع آلودگی کننده

مواد شیمیایی مورد استفاده در رفع آلودگی دارای سه اثر می‌باشند:

- برخی مواد شیمیایی به غشاء سلولی<sup>۴</sup> (C.M) و دیواره سلولی<sup>۵</sup> (C.W) آسیب می‌رسانند.

- برخی مواد شیمیایی به هسته و ژن آسیب می‌رسانند.

- برخی مواد شیمیایی متوقف‌کننده فعالیت آنزیمی و یا تقلیب‌دهنده پروتئین‌ها می‌باشند.

- مواد شیمیایی آسیب‌زننده به غشاء سلولی و دیواره سلولی عبارت‌اند از: اسیدها، بازها، دترجنت‌ها، صابون‌ها، آنتی‌بیوتیک‌های بتالاکتام مثل پنی‌سیلین‌ها، سفالوسپورین‌ها و سایر آنتی‌بیوتیک‌ها مثل وانکومايسين، ریستوسیتین، فسفومیسین و باسیتراسین که موجب ممانعت از سنتز C.M می‌شوند.

- برخی مواد شیمیایی تمایل خاصی به اسیدهای نوکلئیک دارند و از این طریق خاصیت باکتریوسایدی و یا باکتریوستاتیک را بروز می‌دهند. رنگ‌های بازی که برای رنگ‌آمیزی مواد هسته‌ای سلول‌های پستانداران به کار می‌رود، می‌توانند به شدت باکتری‌ها را رنگ‌آمیزی کنند این رنگ‌های بازی با اسیدهای نوکلئیک ترکیب می‌شوند. رنگ‌های بازی، کاتیون رنگی و آنیون بیرنگ دارند و اصولاً با RNA و DNA سلول ترکیب می‌شوند.

سلول‌های باکتری‌ها به علت غنی بودن از لحاظ اسیدهای هسته‌ای (که به صورت فسفات دارای بار منفی می‌باشند) با رنگ‌های قلیایی که دارای کاتیون رنگی می‌باشند ترکیب شده و رنگ می‌گیرند. به‌طور کلی این رنگ‌ها تمایل شدیدی برای گروه‌های اسیدفسفاتی نوکلئوپروتئین‌ها دارند.

<sup>4</sup> - Cell Membrane

<sup>5</sup> - Cell Wall

- مواد شیمیایی متوقف کننده فعالیت آنزیمی و یا تقلیب دهنده پروتئین ها: الکل ها بر روی اسپورها موثر نیستند (آزمایش اتانل اسپور) و تنها بر روی اشکال رویشی (Vegetative) باکتری ها موثرند. الکل ها خاصیت باکترکشی، قارچ کشی و ویروس کشی دارند. قدرت الکل بستگی به میزان رطوبت محیط دارد. اتانل ۹۰-۶۰ درصد حداکثر تأثیر ضد عفونی را دارد ولی الکل مطلق یا ۹۵٪ عملاً اثر میکروب کشی ندارد. شکل رویشی باکتری ها در محیط خشک دیرتر از محیط مرطوب توسط الکل نابود می شود. الکل ها باعث تغییر ماهیت ساختمانی و آنزیمی می شوند. ترکیبات فنلی نیز موجب تغییر ماهیت پروتئین ها شده و در غلظت های کم نیز باعث پاره شدن غشاء سلولی می شوند.

#### ۹-۶-۴- قواعد کلی مربوط به مایعات ضد عفونی و احتیاطات لازم

- ۱- عموماً بهترین مایع ضد عفونی، مایعی است که مانند هیپوکلریت ها و اکثر ترکیبات فنولی قدرت باکتری کشی وسیعی داشته باشد.
- ۲- قدرت مواد میکروب کش بواسطه وجود مواد آلی از بین می رود لذا وقتی که می خواهند ضد عفونی به خوبی انجام شود قبلاً باید مواد آلی را از طریق وسایل مکانیکی یا توسط دترجنت ها از بین برد.
- ۳- مایع ضد عفونی کننده هر چه مرطوب تر باشد سطح تماس ماده ضد عفونی کننده را با محل ضد عفونی بیشتر می کند.
- ۴- هنگام استفاده از یک ماده شیمیایی باید میزان اثر آن ماده را بر روی عامل شناخت.
- ۵- هنگام رفع آلودگی باید شرایط عمومی مثل PH، میزان رطوبت، مدت زمان اثر و غلظت ماده شیمیایی در نظر گرفته شود.

۶- هنگام رفع آلودگی بایستی طبیعت و ساختمان عامل زیستی و نیز طبیعت و ساختمان ماده شیمیایی مورد استفاده در رفع آلودگی را شناخت.

### ۹-۶-۵- مواد شیمیایی مورد استفاده در رفع آلودگی

مواد شیمیایی که در رفع آلودگی مورد استفاده قرار می‌گیرند، عبارت‌اند از:

#### ۹-۶-۵-۱- عوامل اکسیدکننده (Oxidizing agents):

عوامل اکسیدکننده قوی یا نسبتاً قوی با غلظتی خاص و لازم و کافی به‌عنوان عوامل ضد میکروبی عمل می‌کنند، البته این‌گونه مواد توسط ترکیبات آلی خنثی می‌شوند. در زمره مواد اکسیدکننده، خاصیت ضد میکروبی هالوژن‌ها و هیدروژن پراکسید از همه مهمتر است. عوامل اکسیدکننده، گروه‌های SH- آنزیم‌ها را اکسیده کرده و به شکل S-S در می‌آورند. از جمله مواد اکسیدکننده که دارای خاصیت ضد میکروبی خوب و قوی می‌باشند، می‌توان از آب اکسیژنه یا هیدروژن پراکسید ( $H_2O_2$ )، پرمنگنات پتاسیم ( $KMnO_4$ )، سدیم پربورات ( $NaBO_3$ ) و هالوژن‌ها نام برد.

#### - آب اکسیژنه یا هیدروژن پراکسید ( $H_2O_2$ ):

این ماده در مجاورت برخی از یون‌های فلزی و مواد آلی به‌سرعت به آب و اکسیژن تبدیل می‌شود؛ مخصوصاً وقتی که مواد آلی، حاوی آنزیم کاتالاز باشند. محلول‌های رقیق هیدروژن پراکسید برای درمان زخم‌ها به‌کار می‌روند، اثر بهبود تاحد زیادی مکانیکی است چون کاتالاز بافتی سریعاً از آب اکسیژنه، اکسیژن تولید می‌نماید که خود موجب زدودن و حذف مواد خارجی می‌گردد. در ضمن رادیکال‌های هیدروکسیل که از هیدروژن پراکسید حاصل می‌شوند احتمالاً در خاصیت ضد عفونی تاثیر زیادی دارند.

علاوه بر این، شرایط هوایی که درون زخم برقرار می‌گردد از رشد باکتری‌های بیماری‌زای بی‌هوازی جلوگیری می‌کند ضمن آن که اکسیژن در حال تولید نیز ممکن است تا حدی فعالیت ضد میکروبی داشته باشد.

#### ۱- سدیم پربورات ( $\text{NaBO}_3$ ):

سدیم پربورات در محلول آبی، اثرات مخلوط بوراکس و هیدرژن پراکسید را دارد. این ماده به وسیله آب یا گلیسرول به صورت خمیر در می‌آید و برای درمان گوش‌دردهای ناشی از باکتری‌های بی‌هوازی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

#### ۲- پرمنگنات پتاسیم ( $\text{KMnO}_4$ ):

این ماده برای درمان برخی از میکوزهای سطحی به کار برده شده است ولی بافت‌ها و اشیاء را رنگ می‌کند و ممکن است در غلظت زیاد تحریک‌کننده باشد.

#### ۹-۶-۵-۲- عوامل آلکیلاتینگ (Alkylating agents):

این عوامل، جزء مواد ضد میکروب قوی می‌باشند. این مواد با گروه‌های نوکلئوفیلی مانند سولفیدریل SH، گروه‌های آمینو و گروه کربوکسیل ( $\text{NH}_2$ )، ( $\text{COOH}$ ) واکنش می‌دهند و در نتیجه، یک گروه آلکیل به‌طور کووالانت به نوکلئوفیل می‌چسبند. عامل آلکیلاتینگ ممکن است دو فعالیتی بوده یعنی دو گروه الکیل در مولکول داشته باشد. در پروتئین‌ها و اسید نوکلئیک‌ها عامل آلکیلاتینگ جایگزین گروه‌های نوکلئوفیلی می‌شود و بنابراین سبب ممانعت از رشد و یا بروز موتاسیون در میکروارگانیسم‌ها می‌گردد. مکانیسم موتاژنی که متعاقب آلکیلاسیون اتفاق می‌افتد تاحدی ناشناخته است، N7-الکیل گوانین در طرح‌سازی می‌تواند همانند گوانین جفت شود یا درحالی‌که باید گفت عاری شدن از پورین‌ها، یکی از علل مستقیم موتاسیون است. در ضمن، آلکیلاسیون

ممکن است در جریان همانندسازی DNA موجب نابجا جفت شدن برخی از بازهای نوکلئوتیدی گردد. از عوامل آلکیلاتینگ می‌توان از بتا - پروپیولاکتون و اکسید اتیلن نام برد. به دلیل اهمیت این دو ماده در رفع آلودگی توضیحات بیشتری در ادامه در مورد آنها بیان گردیده است.

### ۱- بتا پروپیولاکتون (Beta propiolactone) یا BPL:

یک از جدیدترین مواد شیمیایی رفع آلودگی می‌باشد که تا سال‌های آینده هم جانشین نخواهد داشت. BPL مایع می‌باشد و تمایل به تبخیر شدن دارد. از این ماده می‌توان برای رفع آلودگی عوامل زیستی در داخل ساختمان، به طور موثری استفاده کرد. این ماده برای انسان سمی است و تماس مداوم با آن می‌تواند سبب سوزش چشم، تاول زدن پوست و احتمالاً سوختگی شدید شود. این اثرات سمی غالباً در محل‌هایی که بخار BPL به وسیله لباس‌های مختلف خصوصاً لباس‌های چرمی جذب شده‌اند وجود دارد. BPL غلیظ، اثر مضر روی پوست بدن ندارد به شرط اینکه به طور کامل با آب شستشو شود. اولین اثرات سمی BPL بر روی بدن انسان، ایجاد سوزش چشم و گلو است بنابراین BPL یک وسیله اعلام خطر به همراه خود دارد که همان سوزش چشم و گلو است. از طریق این دو علامت می‌توان به وجود BPL پی برد. بایستی از قرار گرفتن در معرض بخار BPL (دارای تراکم ضعیف) دوری کرد. اگر لازم است افراد به منطقه‌ای وارد شوند که تراکم BPL در آن به حدی است که باعث سوزش چشم و گلو می‌گردد، بایستی از ماسک استفاده کنند. اگر زمان توقف افراد در منطقه حاوی بخار BPL بیش از چند دقیقه است و یا اگر افرادی با BPL کار می‌کنند و یا آن را تحت شرایطی پخش می‌کنند که مدت زیادی با آن در تماس هستند بایستی لباس حفاظتی نفوذناپذیر پوشیده، و از ماسک محافظ یا دستگاه‌های تنفسی خودکار استفاده نمایند. به طور کلی



وقتی افراد به مدت چند دقیقه داخل منطقه‌ای می‌شوند که بخار BPL وجود دارد آنها بایستی:

الف) ماسک محافظتی بپوشند که فیلتر آن زغالی باشد. یک ماسک رزمی استاندارد، حفاظت کافی به وجود می‌آورد.

ب) لباسی بپوشند که لایه خارجی آن قابل شستشو باشد، مانند روپوشی که سر آستین‌های آن در قسمت مچ و پارچه‌های شلوار در قسمت قوزک پا و همینطور در قسمت گردن دکمه شود تا از ورود بخار جلوگیری کند (پوتین لاستیکی نسبت به پوتین چرمی ارجحیت دارد).

ج) اگر بخار BPL به داخل لباس نفوذ نمود بایستی که فوراً لباس را از بدن بیرون آورد.

د) هرچه زودتر دوش (حمام) گرفته و لباس پاک پوشیده شود.

توجه: ماده شیمیایی BPL به اندازه اسید متراکم، سمی است. لذا بایستی فقط به افراد کاملاً آموزش دیده اجازه داده شود تا از این ماده رفع آلودگی استفاده کنند.

معمولاً BPL در بطری‌های یک گالنی بسته‌بندی می‌شود. ظروف BPL دارای علائم خطاری و آگاه‌کننده می‌باشند. این ماده شیمیایی بایستی که در  $4^{\circ}\text{C}$  نگهداری شود و دوره‌های انبارداری آن نباید از سه ماه بیشتر تجاوز کند، زیرا که مولکول‌های BPL با یکدیگر ترکیب شده و مولکول بزرگتری را به وجود می‌آورند که غیر فرار است و ماده ثانویه‌ای از خود به جای می‌گذارد. این عمل ماده رفع آلودگی را از بین می‌برد زیرا ماده ثانویه مزاحم است.

در عملیات، BPL را توسط وسایل پخش‌کننده مختلف به صورت قطرات بسیار ریز همراه با فشار پخش می‌کنند. این قطرات به سرعت در هوا به شکل گاز یا بخار در می‌آید. وسایل مناسب برای این کار، سم‌پاش‌های با موتور بنزینی با 30GPH (GPH = گالن در ساعت)، نصب‌شده بر روی وسایل متحرک می‌باشد.

هر گالن BPL برای رفع آلودگی موجود در ۲۵۰۰۰ فوت مکعب یا ۷۰۸ متر مکعب هوا کافی است. هنگام پخش، وجود ۷۰ درصد رطوبت و زمان تماس به مدت دو ساعت لازم است؛ حرارت محیط نیز باید  $21^{\circ}\text{C}$  یا بالاتر باشد. اگر حرارت پایین‌تر از  $21^{\circ}\text{C}$  باشد به ازای هر ۱/۸ درجه کاهش حرارت، زمان تماس BPL به دو برابر افزایش می‌یابد. درجه حرارت محل رفع آلودگی را می‌توان با وسایل مولد حرارت بالا برد. میزان رطوبت را هم می‌توان با پاشیدن آب در هوا افزایش داد و برای این منظور می‌توان از وسایل پخش‌کننده‌ای که در بالا به آن اشاره شد، قبل از شروع عملیات رفع آلودگی یا در حین عملیات استفاده کرد. درصد رطوبت هوا را نیز می‌توان با یک رطوبت‌سنج کنترل نمود. در رفع آلودگی ساختمان‌ها، لازم نیست که ساختمان‌ها در برابر هوا نفوذناپذیر باشند اما شکاف‌های بزرگ باید با نوارهای مخصوص مسدود شوند و تصفیه‌کننده‌ها و تهویه‌های هوا باید خاموش باشند.

هنگامی که BPL پخش می‌شود باید دقت کافی به عمل آید تا روی سطوح جمع نشود، زیرا BPL مایع در روی سطوح باعث زایل شدن رنگ و سایر تزئینات در اماکن می‌گردد. اگر مقدار زیادی از BPL به صورت بخار در آید و یا پخش‌کننده خیلی در نزدیکی سطح قرار بگیرد، لایه نازکی از مایع BPL ظاهر می‌شود که در این صورت می‌توان آن را با آب شستشو داده و آن را از روی سطح رفع نمود.

پس از رفع آلودگی ساختمان‌ها و اماکن، بایستی درها و پنجره‌های ساختمان را باز نمود تا هوا در داخل آن به حرکت در آید. در صورت امکان می‌توان از جابجا کننده‌های هوا مثل پنکه استفاده کرد. متناسب با وسعت ساختمان‌های مورد نظر، مدت زمان هواخوری ساختمان از ۴ تا ۲۴ ساعت متغیر است. با افزایش درجه حرارت و سرعت تهویه، این زمان را می‌توان کاهش داد. به منظور آزمایش حضور BPL می‌توان از کیف آشکارساز عوامل شیمیایی استفاده کرد. روش کشف، همان روشی است که برای کشف عامل تاولزا به کار می‌رود. موقعی می‌توان ورود به ساختمان‌های رفع آلودگی شده را

بی‌خطر دانست که جواب آزمایش منفی باشد. به هر حال، به دلیل اینکه بخار BPL روی سطوح می‌نشیند ممکن است رفع آلودگی کامل به زمان زیادی نیاز داشته باشد. به همین دلیل ممکن است در محلی که به طریق مصنوعی هوا داده می‌شود، آشکارساز وجود BPL را نشان ندهد اما اگر هوا دادن قطع شود و درب‌ها بسته باشد، ممکن است تراکم سوزش‌آوری از BPL جمع شود. به منظور جلوگیری از این امکان حتی اگر هوا دادن تقلیل یافت، پس از اشغال مجدد ساختمان به مدت کمی هم که شده باید آن را هوا داد.

#### – اکسید اتیلن (Ethylene oxide):

این ماده میکروب‌ها، اسپورها (مانند اسپور میکروب مولد سیاه‌زخم) و نیز ویروس‌ها را می‌کشد. اکسید اتیلن ماده‌ای است قابل انفجار و از این رو به نسبت ۱۲٪ با دی اکسید کربن مخلوط می‌گردد. بخار آب هم به آن افزوده شده و مخلوط می‌شود (رطوبت نسبی حدود ۳۳٪) زیرا این کار تأثیر گاز را بیشتر می‌کند.

اکسید اتیلن برای سترون کردن پارچه‌ها، لوازم پلاستیکی، لوازم کاغذی و چرمی و غیره با تأثیر خوب به کار می‌رود، ولی کنترل فرآیند آن دشوار است و به همین دلیل در جاهایی که وسایل گندزدای دیگر موجود باشد، استفاده از آن منع می‌شود. مخلوط ۱۲٪ اکسید اتیلن و ۸۸٪ هیدروکسی فلورینیت یک مخلوط موثر برای رفع آلودگی عوامل زیستی می‌باشد. از بخار این مخلوط می‌توان برای رفع آلودگی لباس‌ها و تجهیزات تعبیه‌شده در یک فضای بسته مانند یک کیپسول پلاستیکی به ابعاد ۹۰×۱۸۰ سانتی‌متر استفاده نمود. از بخار این مخلوط برای رفع آلودگی تجهیزات بزرگتر مانند خودروهای تعبیه‌شده در زیر یک چادر نیز می‌توان استفاده کرد. بخار مخلوط این دو ماده، بر روی اجسام اثر زیان‌آوری ندارد ولی باید دقت کافی به عمل آید تا از جمع شدن مایع مخلوط بر روی مواد یا تجهیزاتی که رفع آلودگی می‌شوند جلوگیری گردد.

در حرارت  $26-21^{\circ}\text{C}$  زمان تماس مخلوط با مواد و تجهیزات آلوده بین ۸-۶ ساعت می‌باشد. به ازای هر ۱۸ درجه فارنهایت افزایش حرارت، از ۸۰ درجه فارنهایت به بالا، زمان تماس نصف می‌گردد. از این ماده در حرارت زیر  $15^{\circ}\text{C}$  (۶۰ درجه فارنهایت) نباید استفاده شود. لباس‌های آلوده را پس از رفع آلودگی با این مخلوط، باید حداقل به مدت ۱۸ ساعت در معرض هوا قرار داد تا از تاول زدن بعدی پوست جلوگیری به عمل آید. افراد باید موقع استفاده از مخلوط اکسید اتیلن و هیدروکسی فلورینیت، ماسک محافظ یا سایر وسایل تنفسی و دستکش لاستیکی بپوشند.

#### ۹-۶-۵-۳- اسیدها

اسیدها به دو دسته اسیدهای آلی و اسیدهای معدنی تقسیم می‌شوند. اثر ضدعفونی‌کنندگی اسیدها متناسب با درجه تجزیه آنها و یا غلظت یون  $\text{H}^+$  ایجادشده، می‌باشد. البته در برخی اسیدهای معدنی، خاصیت اکسیدکنندگی نیز موثر می‌باشد. مثلاً در اسید نیتریک، اسید دی کرومیک، اسید کلریدریک، اسید پرسولفوریک و اسید پرمنگنیک، تاثیر ضد میکروبی و اکسیدکنندگی به موازات یکدیگرند. pH پائین ممکن است اثر ضد باکتریایی برخی اسیدها را نیز تشدید کند.

اسیدهای آلی بسیار کمتر از اسیدهای معدنی تجزیه می‌شوند و اثر ضدعفونی آنها به ماهیت ترکیب آنیونی یا قسمت تجزیه‌نشده مولکول وابسته است. اصولاً غلظت یون هیدروژن به تنهایی فعالیت ضدعفونی اسیدهای آلی را توجیه نمی‌کند.

اسیدهای معدنی مانند اسید کلریدریک و اسید سولفوریک، خاصیت ضد میکروبی بیشتری نسبت به اسیدهای آلی دارند. یکی از اسیدهای موثر در رفع آلودگی عوامل زیستی، اسید پراستیک یا PAA است که مختصری درباره آن توضیح داده می‌شود. محلول ذخیره (Stock) این اسید به شکل ۴۰ درصد تهیه می‌شود اما در زمان کاربرد، برای استفاده در رفع آلودگی بیولوژیکی تا ۲ درصد رقیق می‌شود. این اسید را بلافاصله

قبل از استفاده باید رقیق نمود زیرا به تدریج تجزیه می‌شود و تولید پراکسید هیدروژن، آب و اسید استیک می‌نماید. محلول ۴۰ درصد این اسید را باید در ظرف‌های اصلی خودش و در هوای سرد، نگهداری و انبارداری نمود تا تجزیه آن در طول دو ماه به کمتر از ۰/۱ درصد کاهش یابد.

تراکم محلول ۴۰ درصد این اسید بر روی پوست بدن انسان باعث سوختگی و ایجاد تاول می‌گردد، مگر اینکه فوراً با آب شسته شود. محلول رقیق‌شده آن (غلظت ۲ درصد) اثر کمتری بر روی پوست بدن دارد. بخار PAA قسمت‌های دهان، بینی و گلو را می‌سوزاند و باید از آن اجتناب نمود. موقعی که محلول برای مصرف تهیه می‌شود بایستی ماسک و دستکش لاستیکی پوشید. PAA با غلظت ۲٪ یک عامل اکسیداسیون قوی به شمار می‌رود. تماس زیاد آن با آهن باعث تحت تأثیر قرار گرفتن آهن می‌گردد. همینطور تماس زیاد آن با لاستیک، پلاستیک و چرم باعث فاسد شدن آنها می‌گردد. با این حال در طول زمان لازم برای رفع آلودگی، بر روی فولاد پوشش‌دار و بیشتر مواد پلاستیکی یا شیشه یا آلومینیم و لاستیک اثر نمی‌گذارد.

معمولاً ۱۰ دقیقه تماس بین این ماده و محل آلوده، برای رفع آلودگی کافی است. ماسک‌های محافظ را می‌توان با محلول ۲٪ این ماده رفع آلودگی کرد بدون اینکه آسیب قابل رؤیتی بر روی لاستیک یا بندهای سر ماسک به‌وجود آید. اشیاء را می‌توان به مدت ۱۰ دقیقه در محلول ۲ درصد PAA نگه داشت و سپس اسید اضافی را پاک نمود و سپس با آب اشیاء را شست و یا اینکه به مدت ۱۵-۱۰ دقیقه در معرض هوا قرار داد. محلول ۲٪ PAA با دترجنت‌ها سازگار می‌باشد.

توجه: محلول ۴۰٪ اسید پراستیک سمی است و بایستی با دقت زیاد با آن کار کرد. نقطه اشتعال آن خیلی کم است ( $40^{\circ}\text{C}$ ) و از شعله باز باید دور نگه داشته شود. در صورت بروز آتش‌سوزی می‌توان آن را با آب خاموش کرد.

## ۹-۶-۵-۴-قلیها

اثر قلیها مربوط به درجه تجزیه آنها و در نتیجه، وابسته به غلظت یونهای OH است. از بین قلیها KOH, NaOH, LiOH, Ca(OH)<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>OH اثرات ضد عفونی کنندگی مهمتری دارند. از نظر تأثیر ضد میکروبی اسید و باز، اگر یون H را با یون OH مقایسه کنند، یون H اثر سمی زیادتری دارد. به طور کلی اسیدها و قلیها با تغییر دادن ماهیت پروتئینها، ساختمان فضایی آنها را مختل کرده و میکروبها را نابود می نمایند.

گرد هیدروکسید سدیم (NaOH) را می توان به عنوان یک ماده رفع آلودگی برای زمین یا سطوح چوبی به کار برد. این ماده روی فلزات اثر می گذارد و بنابراین باید کاملاً با آب شسته شود. KOH از سایر قلیها بیشتر تجزیه می شود و تأثیر آن نیز شدیدتر است. سایر قلیهایی که به ترتیب ذکر شده است هر یک از دیگری قدرت کمتری دارند و اثر NH<sub>4</sub>OH از همه کمتر است. در مورد برخی دیگر از قلیها استثنائاتی وجود دارد، Ba(OH)<sub>2</sub> از KOH کمتر تجزیه می شود ولی قدرت سمی آن بسیار زیادتر است. این امر در مورد سایر قلیا خاکی ها نیز صادق است. علت آن است که فعالیت ضد میکروبی این گونه قلیها تنها مربوط به یون OH نیست بلکه یون فلزی این بازها نیز شدیداً سمی است و در فعالیت ضد میکروبی با یون هیدروکسیل مشارکت می نماید.

## ۹-۶-۵-املاح

تأثیر ضد عفونی املاح به عوامل مختلفی از قبیل ماهیت، ترکیب املاح و غلظت آنها، غلظت یون هیدرژن، درجه حرارت محیطی که ملح در آن حل شده است، گونه باکتریها و غیره بستگی دارد. به طور کلی می توان گفت املاح فلزات سنگین موثرتر از املاح فلزات سبک هستند، محلول خالص کلیه املاح به شرطی که غلظتی کافی داشته باشند تاحدی خاصیت ضد میکروبی دارند، و وجود پروتئینها در محیط، باعث تقلیل

فعالیت ضد میکروبی می‌شود، زیرا به واسطه ترکیب با کاتیون‌ها، آلومینات غیرمحلول تشکیل می‌شود که خود سبب کاهش تعداد یون‌های آزاد محیط می‌گردد.

### ۹-۶-۵-۶- فلزات سنگین

مقدار جزئی از برخی فلزات سنگین برای رشد اکثر اجرام میکروبی لازم است ولی غلظت‌های زیادتر این مواد تأثیر ضد میکروبی دارند. فلزات سنگین با اتصال به گروه‌های سولفیدریل SH- آنزیم‌های پروتئینی، آنها را غیرفعال می‌کنند. واکنش بین برخی فلزات مانند جیوه و گروه‌های سولفیدریل ممکن است با افزودن موادی از قبیل سیستئین، گلووتاتیون، هیدروژن سولفید و غیره، قابل برگشت باشد. گاهی اوقات نیز فعالیت ضد میکروبی دو فلز باهم در تضاد است، مثلاً یون روی (Zn) از رشد لاکتوباسیلوس آرابینوزوس جلوگیری می‌کند ولی افزودن منگنز یا استرانسیم موجب برگشت این اثر می‌شود. لازم به ذکر است برخی از فلزات به حالت عنصری تأثیر می‌کنند و برخی دیگر به حالت املاح معدنی یا ترکیبات مجتمع‌های آلی اثر می‌گذارند.

فلزاتی که دارای خاصیت ضد میکروبی هستند عبارت‌اند از:

**مس:** مس خاصیت ضد قارچی خوبی دارد و مقادیر بسیار کم آن برای بسیاری از میکروارگانیسم‌ها ضروری است. مس اثر عنصری دارد. ترکیبات آلی و همچنین املاح معدنی مس شدیداً باکتریوستاتیک می‌باشند، در ضمن بر روی قارچ‌ها اثر ممانعت از رشد دارند و در صنعت و کشاورزی به‌عنوان ضد قارچ مصرف می‌شوند.

**طلا:** طلا خاصیت ضد باکتریایی خوبی دارد و قبلاً برای درمان برخی از بیماری‌ها از قبیل سل و سیفیلیس مورد استفاده قرار می‌گرفت.

**جیوه:** بسیاری از ترکیبات جیوه در زمره عوامل ضد باکتریایی و قارچی هستند و اثر آنها معمولاً قابل برگشت است. برخی از ترکیبات جیوه از رشد بعضی ویروس‌ها ممانعت می‌کنند، تمام آنها بر اسپور باکتری‌ها بی‌اثرند. نمک معدنی جیوه، سمی و

خراش‌دهنده است و خون و سرم ممکن است اثرات آن را خنثی کنند. مرکوروکرم (مربرومین: ملح دی-سدیم ۴ و ۷-دی برومو-۲-هیدروکسی مرکوری فلوئورسئین) اولین ماده ضدعفونی آلی جیوه‌ای است که مورد مصرف قرار گرفته است، ولی تاثیر کمی دارد و دیگر کاربرد چندانی ندارد. فنیل مرکوریک-نیترات به‌عنوان آنتی‌سپتیک برای نگهداری مواد دارویی و همچنین به‌منظور درمان میکوزهای سطحی به‌کار می‌رود و موجب ممانعت از رشد باکتری‌ها می‌شود.

**نقره:** اثر ضد میکروبی نقره به‌واسطه ترکیب یون‌های آن با پروتئین‌های میکروبی است. یون‌های نقره به آهستگی از این مجتمع‌های پروتئینی آزاد می‌شوند، این امر، پایه دوام فعالیت باکتریوستاتیک نقره و املاح آن است. املاح معدنی نقره در زمره عوامل باکتریوساید هستند ولی به‌دلیل خاصیت سوزانندگی، کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. کاتادین (نقره متخلخل همراه با اثراتی از طلا، پالادیوم و غیره) فوق‌العاده باکتریوستاتیک است و در ضدعفونی آب به‌کار برده می‌شود. نیترات نقره گرچه سوزاننده است ولی به‌دلیل اثرات باکتریوسایدی و باکتریوستاتیکی، در درمان سوختگی‌ها به‌عنوان آنتی‌سپتیک خارجی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**روی:** روی و ترکیبات آن در غلظت‌های کافی اثرات ضدقارچی خوبی دارند.

#### ۹-۶-۵-۷-صابون‌ها

به‌طور کلی صابون‌ها فعالیت ضد میکروبی چندانی ندارند و از طریق مکانیکی باعث زدودن میکروب‌ها از سطح پوست می‌شوند. اگر به‌برخی از صابون‌ها، بعضی از مواد ضدعفونی‌کننده مثل گوگرد را بیفزایند، تأثیر ضد میکروبی آنها زیادتر می‌شود. صابون ممکن است برخی از مواد ضد میکروبی از قبیل ترکیبات آمونیم چهارتائی را غیرفعال کند. به‌طور کلی صابون‌ها و زنجیرهای طویل اسیدهای چرب در ضدعفونی خودبخودی



و محافظت پوست نقش به‌سزائی را ایفا می‌کنند. در حال حاضر صابون‌ها جزء پاک‌کننده‌ها یا دترجنت‌های آنیونیک محسوب می‌شوند.

#### ۹-۶-۵-۸- دترجنت‌های سنتتیک

این مواد در قسمت سطحی میکروپها تأثیر دارند یعنی عوامل موثر در سطح می‌باشند. از این عوامل به‌دلیل دارا بودن خواص خیس‌کنندگی، حالت تعلیقی و ضدعفونی، در شستشوی ظروف و پارچه، جراحی و در بهداشت عمومی استفاده‌های زیادی می‌شود. این مواد از لحاظ شیمیایی مختلف‌اند و به چند دسته تقسیم می‌شوند:

الف: دترجنت‌های آنیونیک مثل الکل سولفات‌ها، پارافین سولفات‌ها و الکیل سولفونات‌ها که اکثراً از پس‌مانده‌های فرآورده‌های قطرانی و نفتی به‌دست می‌آیند.

ب: دترجنت‌های کاتیونی مثل ترکیبات آمونیوم چهارتایی که در آنها چهار اتم هیدرژن به‌وسیله ریشه‌های آلی استخلاف شده‌اند.

ج: دترجنت‌های غیر یونی مثل پلی‌استرها و اترها که از تراکم فرآورده‌هایی از اسیدهای چرب، الکل‌ها و فنل‌ها به‌دست می‌آیند و اثر ضدعفونی چندانی ندارند.

د: دترجنت‌های آمفولیتیک مثل دو دسیل-دی «آمینواتیل»- گلیسین که ساختمان آنها مخلوطی از آنیونیک و کاتیونیک است.

از بین چهار گروه دترجنت‌ها، ترکیبات چهارتایی آمونیوم که کاتیونی می‌باشند، مهم‌ترند و به میزان وسیعی به‌عنوان آنتی‌سپتیک و ضدعفونی مصرف می‌شوند. این مواد خاصیت خیس‌کنندگی و پاک‌کنندگی زیادی دارند، بدون بو بوده، فلزات را خراب نمی‌کنند و موجب تخریب پوست نمی‌گردند.

## ۹-۶-۵-۹- الکل‌ها

الکل‌ها ممکن است در شرایط مناسب، خاصیت باکتری‌کشی، قارچ‌کشی و ویروس‌کشی داشته باشند ولی تقریباً بر اسپورها هیچ اثری ندارند. قدرت الکل به میزان رطوبت محیط بستگی دارد. افزودن اسیدهای معدنی و قلیاهای رقیق‌شده، قدرت ضدعفونی الکل را افزایش می‌دهد. محلول ۷۰ درصد الکل که واجد ۱ درصد اسید سولفوریک است، اسپوره‌های باسیلوس سوبتیلیس را در کمتر از ۲۴ ساعت از بین می‌برد و اگر به الکل ۷۰ درصد، یک درصد هیدروکسید سدیم بیفزایند این اسپورها در عرض ۲۴-۴۸ ساعت نابود می‌شوند.

الکل اتیلیک و ایزوپروپیل الکل به‌عنوان گندزدا و ضدعفونی‌کننده، بیش از همه کاربرد دارند. الکل‌ها باعث تقلیب پروتئین‌ها می‌شوند. فعالیت ضد میکروبی الکل‌ها با افزایش وزن مولکولی و همچنین افزایش طول زنجیره (تقریباً تا C8 و C10) افزایش می‌یابد؛ چنانچه الکل اتیلیک از الکل متیلیک و الکل پروپیلیک از الکل اتیلیک و الکل بوتیلیک از الکل پروپیلیک موثرتر است. الکل اتیلیک، برای گندزدایی پوست و شستن دست بسیار استفاده می‌شود. الکل خالص قدرت گندزدایی ندارد اما وقتی رقیق شود و به‌صورت الکل ۷۰ درجه درآید ضد عفونی‌کننده خوبی است. اگر غلظت آن از ۵۰ درصد کمتر شود توان گندزدایی آن به‌سرعت کاهش می‌یابد.

الکل قدرت میکروب‌کشی برخی مواد از قبیل فلزات سنگین، فنل و فرمالدئید را کم می‌کند ولی توان میکروب‌کشی موادی مانند ید را افزایش می‌دهد. به‌دلیل آن که الکل گران و قابل اشتعال است، لذا کاربرد آن محدود به گندزدایی لوازم کوچک است. شواهد موجود حاکی از آن است که موثرترین ضدعفونی‌کننده‌های پوست، محلول‌های الکلی ید یا کلرهگزیدین هستند.

### ۹-۶-۵-۱۰-هالوژن‌ها و ترکیبات آنها

هالوژن‌ها مانند کلرین  $Cl_2$ ، یدین  $I_2$ ، برمین و فلوئورین، اثر باکتریوسایدی دارند. کلرین یک ماده موثر ضد میکروبی است که در ضد عفونی مخازن آب، مورد مصرف زیادی دارد. برای ضد عفونی سریع دست، از محلول ۱٪ آن استفاده می‌کنند. بوی بد دست را می‌توان با کاربرد محلول تیوسولفات از بین برد. یدین نیز یک باکتری‌کش با طیف وسیع می‌باشد. تنتورید یک ماده ضد عفونی کننده خوب برای پوست بوده و شامل ید به نسبت ۲-۴ درصد، یدور پتاسیم ۲٪ و اتانل ۷۰٪ می‌باشد. به‌طور کل، هالوژن‌ها مواد میکروب‌کش موثر و جزء مهم‌ترین ضد عفونی کننده‌هایی هستند که اسپور یا میکروب‌ها را هم می‌کشند. این مواد به وسیله مواد آلی به سرعت غیرفعال می‌شوند. سایر ترکیبات هالوژن‌ها که به‌عنوان ضد عفونی کننده مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارت‌اند از:

#### الف) گرد رنگ‌بر یا پودر بلیچ (Bleaching powder):

گرد رنگ‌بر یا آهک کلردار، گرد بی‌شکل سفید رنگی است که بوی کلر دارد، نمونه‌های خوب آن در حدود ۳۳٪ کلر دارند. اگر این ماده با غلظت یک در سه به کار رود بیشتر میکروب‌ها را می‌کشد. گرد رنگ‌بر در کارهای بهداشت عمومی، برای گندزدایی آب، مدفوع و ادرار و همچنین به‌عنوان بوبر، زیاد استفاده می‌شود. نقطه ضعف عمده گرد رنگ بر آن است که یک ترکیب ناپایدار است و به هنگام نگهداری در انبار، کلر موجود در آن کم می‌شود. اثر آن سریع اما ضعیف است. محلول ۵ درصد آن (یعنی سه تا چهار قاشق غذاخوری سرصاف در یک لیتر آب) برای گندزدایی مدفوع و ادرار مناسب است و پس از یک ساعت تماس آنها را گندزدایی می‌نماید.

### ب) هیپوکلریت سدیم:

این ماده هم مانند گرد رنگ بر، اثر می‌کند ولی از آن قوی‌تر است. در فلزات خوردگی ایجاد می‌نماید. انواع تجارتي هیپوکلریت سدیم، مواد رفع آلودگی بیولوژیکی خوبی هستند. از این ماده می‌توان برای رفع آلودگی مناطق کوچکی از زمین و تجهیزات استفاده کرد. محلول آن که از ۳/۷۸ لیتر (یک گالن) آب و نصف فنجان هیپوکلریت سدیم درست می‌شود، برای رفع آلودگی لباس‌های پنبه‌ای و ظروف و سایر ابزار مناسب خواهد بود. لباس‌ها را به مدت ۳۰ دقیقه در محلول نگه داشته و سپس آنها را با آب تمیز بشوئید تا از فساد آن جلوگیری به عمل آید.

### ج) هالازون (Halazone):

به صورت قرص‌های کلردار است. یک قرص هالازون، ۴ میلی‌گرم ماده موثره دارد که برای گندزدایی یک لیتر آب پس از نیم ساعت تا یک ساعت تماس کافی است. مزه کلر باقی‌مانده را می‌توان با افزودن تیوسولفات معمولی به صورت قرص‌هایی تقریباً ۵/۵ میلی‌گرمی برطرف نمود.

### د) یدوفورها (Iodophors):

این مواد، ترکیبات ید و حل‌کننده‌ها هستند که قدرت آنها مانند ید است ولی ایجاد حساسیت و تحریک نمی‌کنند و رنگ آنها هم بر پوست نمی‌ماند. بتادین از جمله این مواد است.

### ۹-۶-۵-۱۱- رنگ‌های قلیایی

رنگ‌های قلیایی از قبیل کریستال ویوله (Crystal Violet)، سبز مالاشیت (Malachite green)، سبز درخشان (Brilliant green) و فوشین (Fuchsin) در غلظت‌های کم، برای بسیاری از عوامل زیستی باکتریایی گرم مثبت، خاصیت باکتریوستاتیک دارند ولی به‌طور نسبی بر روی عوامل زیستی باکتریایی گرم منفی و اسید فاست بی‌تأثیرند. رنگ‌های آکریدین (Acridine dyes) مانند آکریدین اورنژ (Acridine orange)، پروفلاوین (Proflavine)، آکری‌فلاوین (Acriflavine)، در غلظت‌های کم، باکتریوستاتیک یا باکتریوساید هستند. این امر به واسطه ممانعت از سنتز DNA سلولی و RNA است که احتمالاً به وسیله اتصال با DNA سلولی انجام می‌شود.

### ۹-۶-۵-۱۲- فنل‌ها

ترکیبات فنولیک مثل فنل و کروزول (متیل فنل) وقتی با غلظت‌های مشخص مصرف شوند با توجه به درجه حرارت، قدرت میکروب‌کشی خوبی دارند و در غلظت‌های کم، مانع از رشد میکروب می‌شوند. ترکیبات فنلی موجب تغییر ماهیت پروتئین‌ها می‌گردند و خصوصاً در غلظت‌های کم، سبب پاره شدن غشاء سلول‌ها می‌شوند. فنولی که به‌طور معمول برای گندزدایی به کار گرفته می‌شود «فنل خام» نام دارد که مخلوطی از فنل و کروزول است و علیه میکروب‌های گرم مثبت و گرم منفی و همچنین برخی ویروس‌ها موثر است. حساسیت میکروارگانیزم‌ها نسبت به فنل متفاوت است، چنانچه اشیریشیا کلی در حضور فنل به‌سرعت نابود می‌شود ولی استرپتوکوکوس فکالیس مقاومت بیشتری دارد. فعالیت ضد میکروبی ترکیبات فنل‌دار به‌وسیله رقیق شدن و همچنین کاهش درجه حرارت تقلیل می‌یابد ولی وجود مواد آلی، در خاصیت

ضدمیکروبی فنل تاثیر چندانی ندارند. هالوژنه کردن فنل‌ها معمولاً باعث افزایش اثر ضدمیکروبی این مواد شده و سمیت آنها را نیز کاهش می‌دهد.

فنل خام ۰.۵٪ را می‌توان برای شستن کف اتاق‌ها به کار برد. محلول‌های آبکی ۰.۲٪ یا ۱ درصد آن اثر باکتریوستاتیک دارند. کروزول ۱۰-۳ برابر قدرت گندزدایی بیشتری نسبت به فنل دارد ولی در عین حال، سمی هم نیست. کروزول یک گندزدایی عمومی و همه‌کاره است. کروزول امولسیونه شده با صابون را «کروزول صابونی» یا لیزول می‌نامند. لیزول، ۵۰-۶۰ درصد کروزول دارد و ضدعفونی‌کننده خوبی است. محلول لیزول ۰.۲٪ غلظت مناسبی برای گندزدایی است. کلرهگزیدین (Chlorhexidine) یا Hibitaxe یکی از مفیدترین ضدعفونی‌کننده‌های پوست است که بر روی میکروب‌های گرم مثبت موثر است و بر میکروب‌های گرم منفی هم اثر متوسط داشته، در آب و الکل محلول است و محلول‌های ۰.۵٪ درصد الکلی یا آبی آن را می‌توان به‌عنوان ماده‌ای موثر برای شستن دست به کار برد.

از دیگر ترکیبات فنلی می‌توان به هگزا کلرفان (Hexachlorophane) و دتول (Detol) اشاره کرد. دتول یک ماده ضدعفونی‌کننده نسبتاً غیرسمی است و می‌توان با اطمینان آن را با غلظت‌های زیاد مورد استفاده قرار داد. این ماده آسان‌تر از سایر ضدعفونی‌کننده‌های فنلی، به وسیله مواد آلی غیرفعال می‌شود. دتول در برابر بعضی میکروب‌های گرم منفی ارزشی ندارد. محلول ۵ درصد دتول برای گندزدایی اسباب‌ها و تجهیزات پلاستیکی مناسب است. برای بروز اثر ضدعفونی‌کنندگی دتول حداقل ۱۵ دقیقه تماس با آن لازم است. بی‌فنل نیز در زمره ترکیباتی است که در هر مولکول دو شبکه فنلی دارد. در اکثر این نوع مواد، هریک از دو گروه فنیل، یک هیدروکسیل در وضعیت ارتو دارد و معمولاً واجد کلر است. درجه کلردار بودن در فعالیت ضدمیکروبی ترکیب موثر است. ترکیبی که شامل دو گروه منو کلروفنیل می‌باشد، علیه قارچ‌ها و باکتری‌های گرم منفی موثر است ولی آنکه واجد دو گروه تری کلروفنیل است برضد گرم

مثبت‌ها تأثیر بیشتری دارد. به‌نظر می‌رسد که این مواد باعث اختلال نفوذپذیری غشاء سلولی گشته، در غلظت‌های زیاد باکتریوساید و در غلظت‌های کم، باکتریوستاتیک هستند و اثر آنها به آهستگی صورت می‌گیرد. از آن جا که این مواد در مجاورت صابون‌ها اثر ضدعفونی‌کنندگی خود را پایدار نگه داشته و سمیت نسبتاً کمی دارند، لذا به‌عنوان آنتی‌سپتیک‌های تجارتي مصرف می‌شوند.

#### ۹-۶-۵-۱۳- اتر

اتر تا حدی قدرت میکروب‌کشی دارد. باکتری‌های بدون اسپور در محیط کشت در فضای اشباع‌شده از دی‌اتیل اتر رشد نمی‌کنند و در عرض ۱-۴۸ ساعت از بین می‌روند. اتر بر روی عوامل زیستی باکتریایی گرم منفی بیش از گرم مثبت، موثر است. برخی از ویروس‌ها نیز نسبت به اتر فوق‌العاده حساس و برخی دیگر بسیار مقاومند.

#### ۹-۶-۵-۱۴- گازهای ضدعفونی‌کننده

گازهای ضدعفونی‌کننده برای ضدعفونی کردن هوای اماکن و اتاق‌ها، وسایل و تجهیزات و غیره استفاده می‌شوند. بیش از همه از گازهایی از قبیل  $\text{SO}_2$ ، کلرین  $\text{Cl}_2$ ، فرمالدئید، اکسید اتیلن، بتا پروپیولاکتون (مایع است ولی حالت گازی آن به‌عنوان ماده ضدعفونی‌کننده استفاده می‌شود) و ازن  $\text{O}_3$  استفاده می‌شود.

#### - فرمالدئید

فرمالدئید گازی است با بوی تند و زننده، به شدت سمی، محرک و بدون رنگ که در آب و الکل به‌خوبی محلول است و در هر دو حالت محلول یا گازی، ماده ضدعفونی موثری است. فرمالدئید پروتئین‌ها را ته‌نشین و از بین می‌برد. این ماده علیه اشکال

رویشی میکروب‌ها، قارچ‌ها و بسیاری از ویروس‌ها موثر است ولی بر روی اسپور میکروب‌ها به کندی اثر می‌کند و اثر آن بر میکروب‌های اسید فاست هم کند است.

فرمالدئید به پارچه و فلزات آسیب نمی‌رساند و می‌توان برای رفع آلودگی و ضد عفونی کردن پتو، ملحفه، اماکن و اثاثیه، آن را به صورت محلول ۳-۲ درصد (یعنی ۳۰-۲۰ میلی لیتر از فرمالین ۴۰ درصد در یک لیتر آب) به کار برد. فرمالدئید یکی از مواد رفع آلودگی مناسب (به ویژه در غیاب BPL) می‌باشد. این ماده اکثر آنزیم‌ها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک را به وسیله ترکیب شدن با رادیکال‌های  $\text{NH}_2$ - و  $\text{OH}$  غیرفعال می‌کند. فرمالدئید همچنین باعث انعقاد پروتئین‌ها می‌شود.

فرمالدئید یا فرمالین را می‌توان به وسیله وسایل پخش کننده‌ای که برای BPL به کار می‌رود، پخش نمود و می‌توان بدون اینکه رقیق شود هر ۰/۹۴ لیتر آن را در هر ۲۸/۳۲ متر مکعب هوا (۱۰۰۰ فوت مکعب) منتشر کرد. حرارت ایده‌آل برای پخش فرمالین بین  $26^{\circ}\text{C}$ - $21^{\circ}\text{C}$  (۸۰-۷۰ درجه فارنهایت) و میزان رطوبت هوا به نسبت ۸۵ درصد می‌باشد. بخار فرمالین بایستی به مدت ۱۶ ساعت در فضای بسته ساختمان باقی بماند و پس از آن به قدری هوا وارد این فضای بسته شود که دیگر بوی فرمالین مزاحم نباشد، البته هوا دادن ممکن است تا ۷۲ ساعت به طول انجامد. بعد از کاربرد بخار فرمالین، یک گرد سفید سمی نامحلول بر روی سطوح افقی به جای می‌ماند که این گرد سفید را به سختی و فقط به وسیله آب داغ می‌توان از روی سطوح برداشت.

اگر فرمالین با متانول به نسبت ۵ قسمت فرمالین و ۳ قسمت متانول مخلوط شود نتیجه بهتری به دست می‌آید. این مخلوط سبب می‌شود که میزان رسوب با ماده سمی ثانویه و زمان رفع آلودگی به وسیله هوا کاهش یابد. ۷۵٪ لیتر محلول فرمالین - متانول برای هر ۲۸/۳۲ متر مکعب هوا (۱۰۰۰ فوت مکعب) برای رفع آلودگی کفایت می‌کند. در رفع آلودگی فضای داخل ساختمان و اماکن باید همانند BPL عمل نمود یعنی فضا باید بسته باشد. بایستی مدارک و یادداشت‌های کاغذی قبل از عمل رفع آلودگی با فرمالین،



از ساختمان بیرون آورده شود چرا که فرمالین کاغذ را می‌پیچاند. علامت مصرف فرمالین در یک مکان، سوزش چشم یا بینی است. تمام دستوراتی که در هنگام مصرف BPL به کار گرفته می‌شد اینجا نیز باید رعایت گردد. ماندن در داخل ساختمان موقعی مجاز خواهد بود که بخار فرمالین در آن موجود نباشد. در هنگام کار با فرمالین استفاده از ماسک، کپسول اکسیژن و سایر وسایل حفاظتی ضروری است.

از گاز فرمالدئید بیشتر برای گندزدایی اتاق‌ها استفاده می‌شود. اگر گرما زیاد و رطوبت نسبی ۹۰-۸۰ درصد باشد این گاز بسیار کارسازتر است. برای گندزدایی ملحفه‌ها، رختخواب و دیگر لوازم با ارزشی که نمی‌توان جوشاند، نیز می‌توان از گاز فرمالدئید استفاده کرد.

محلول آبکی ۴۰٪ فرمالدئید در رقت‌های مختلف برای تثبیت و نگهداری نمونه‌های بیولوژی به کار می‌رود. در ضمن از این محلول برای ضدعفونی کردن زمین به‌عنوان یک عامل ضدعفونی عمومی استفاده می‌کنند. از محلول‌های آبکی فرمالدئید نیز می‌توان برای استریلیزاسیون وسایل و تجهیزات استفاده نمود.

### - دی اکسید گوگرد

برای ضدعفونی کردن فضاها به نسبت ۳-۲٪ و کلرین به نسبت ۱٪ این ماده را در هوا پخش می‌کنند. دی‌اکسید گوگرد با آب ترکیب می‌شود و اسید سولفوریک تشکیل می‌دهد. به‌نظر می‌رسد خاصیت باکتری‌کشی و قارچ‌کشی آن به احیاء اتصال‌های دو سولفوری آنزیم‌ها وابسته است. دی‌اکسید گوگرد اشکال رویشی باکتری‌ها و قارچ‌ها را از بین می‌برد. از این ماده در نگهداری آب میوه، مرباجات و برخی از آشامیدنی‌ها استفاده می‌کنند.

**- اتیلن اکسید**

این ماده در غلظت‌های مناسب بر ضد انواع مختلف میکروارگانیزم‌ها از جمله اسپورها و ویروس‌ها موثر است، ولی اثر آن به آهستگی انجام می‌گیرد و حداقل چند ساعت تماس ضروری است. این گاز قدرت نفوذی خوبی دارد اما به‌وسیله تعدادی از مواد از قبیل لاستیک، کف و غیره نیز جذب می‌شود که ممکن است به‌طور قابل ملاحظه‌ای از غلظت موثر کاسته شود. اتیلن اکسید برای استریلیزاسیون تجهیزات پزشکی و همچنین برای ضدعفونی روتختی‌های ضخیم بیمارستان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در ضمن از این ماده در صنایع غذایی و دارویی استفاده می‌شود. یکی از محاسن اتیلن اکسید آن است که اسپور باکتری‌ها و باکتری‌های مقاوم در برابر اسید را به همان سرعتی از بین می‌برد که فرم‌های رویشی معمولی را نابود می‌کند، در صورتی که این حالت در فرمل وجود ندارد. اتیلن اکسید موجب تاول پوست می‌شود و اعتقاد بر این است که خاصیت سرطان‌زایی نیز دارد.

**- اکستانن (بتا-پروپیولاکتون)**

این ماده در حالت مایع یا گاز خاصیت باکتری‌کشی، قارچ‌کشی و ویروس‌کشی دارد. فعالیت این ماده حدوداً برابر فرمالدئید و بسیار بیشتر از اکسید اتیلن است. بتا-پروپیولاکتون به‌عنوان عامل الکیلاتینگ عمل می‌کند و موجب استخلاف پروتئین‌های مختلف سلولی می‌شود. فعالیت ضد میکروبی این ماده به ازای هر ۱۰ درجه حرارتی که بالا می‌رود دو تا سه بار افزایش می‌یابد. قدرت نفوذی بتا-پروپیولاکتون کم است. از این ماده برای استریلیزاسیون پلاسمای خون، وسایل جراحی و همچنین تهیه واکسن استفاده می‌گردد. از بخار بتا-پروپیولاکتون برای ضدعفونی کردن فضاهاى سر بسته مانند اتاق‌ها و ساختمان‌های بزرگ استفاده می‌شود. تأثیر خوب این ماده زمانی است که

رطوبت نسبتاً زیادی در محیط باشد. این ماده موجب بروز تاول‌های پوستی و سوزش چشم می‌شود؛ در ضمن گزارش شده که سرطان‌زاست.

### - ازن

ازن به آسانی مواد آلی را اکسید می‌کند و بر ضد بسیاری از میکروارگانیسم‌ها از جمله قارچ‌ها و ویروس‌ها موثر است. این ماده در درجات حرارت کمتر، تاثیر بیشتری دارد و برای فعالیت مساعد آن، رطوبت نسبی ۶۰-۹۰ درصد لازم است. از گاز ازن گاهی برای ضدعفونی کردن مخازن آب و نگهداری مواد غذایی استفاده می‌شود.

جدول ۹-۲: برخی از مواد رفع آلودگی‌کننده و میزان اثر آنها

میزان تاثیر			فرم استفاده		ماده رفع آلودگی‌کننده
اسپورها	ویروس‌ها	باکتری‌ها	مایع (درصد)	گاز/آئروسول (g/m <sup>3</sup> )	
-	±	+	۰/۵-۳	-	فنل
-	±	+	۷۰	-	الکل
-	±	+	۰/۱-۱	-	ترکیبات چهارگانه آمونیوم
-	-	+	۰/۰۵-۰/۵	-	کلرگزیدین
(+)	+	+	۰/۱-۵	-	کلرین
(+)	+	+	۰/۰۱-۲	-	ید
+	+	+	۳-۸	۳-۱۰	فرمالدئید
+	+	+	۱-۲	۳-۵	گلو تار آلدئید
+	+	+	-	۴۰۰-۱۰۰۰	اکسید اتیلن
+		+	-	۲-۱۰	بتا پروپیولاکتون

مدت زمان رفع آلودگی برای باکتری‌ها و ویروس‌ها: ۶۰-۵ دقیقه، اسپورها: ۴-۲ ساعت

## ۹-۷- رفع آلودگی از نفرات، تجهیزات و اماکن

عملیات رفع آلودگی شامل اقداماتی است که با انجام آن می‌توان به‌صورت پیشگیرانه قبل از وقوع و همچنین بعد از وقوع حمله زیستی، با حضور عامل زیستی در منطقه مقابله نمود و با حفظ توان رزمی، مانع از پیروزی دشمن شد. به عبارت دیگر، هرگونه اقدام در جهت از بین بردن و یا کاهش غلظت عامل زیستی از محیط را عملیات رفع آلودگی گویند. بعضی از عوامل شیمیایی و فیزیکی در کاهش آلودگی نقش دارند ولی نباید عوامل طبیعی را از نظر دور داشت. اقدامات لازم جهت رفع آلودگی را می‌توان به‌صورت زیر تقسیم نمود:

### الف) اقدامات قبل از حمله زیستی

۱. از بین بردن زیستگاه‌های حشرات
۲. استفاده از حشره‌کش و سم‌پاشی منطقه
۳. رعایت شرایط بهداشتی
۴. استفاده از پشه‌بند و توری
۵. شناخت مکان‌های برقراری ایستگاه رفع آلودگی ثابت
۶. شناخت منابع آب زیرزمینی و جاری جهت دستیابی راحت‌تر به آب

### ب) اقدامات حین و بعد از حمله زیستی

۱. راه‌اندازی ایستگاه رفع آلودگی از نفرات
۲. اعزام تیم رفع آلودگی نقطه‌ای
۳. دفن لاشه‌های آلوده و رفع آلودگی محل آنها
۴. رفع آلودگی از تجهیزات سبک و سنگین
۵. رفع آلودگی از اماکن و زمین

۶. سم‌پاشی و توزیع حشره‌کش‌ها
۷. جمع‌آوری مواد و تجهیزات آلوده و امحاء آنها
۸. جمع‌آوری پساب‌های آلوده حمام رفع آلودگی و انتقال به مناطق مطمئن

### ۸-۹-۸- مراحل انجام عملیات رفع آلودگی

انجام عملیات رفع آلودگی در چند مرحله صورت می‌گیرد که این مراحل عبارت‌اند از:

#### ۸-۹-۱- مرحله اول: شناسایی و نمونه‌برداری

در این مرحله، نوع عامل زیستی به‌کاررفته در منطقه توسط دستگاه‌های آشکارساز تعیین گردیده و از عامل نمونه‌برداری به‌عمل می‌آید. این مرحله بایستی در دقایق اولیه و با سرعت زیادی صورت پذیرد تا فرصت رفع آلودگی از دست نرود.

#### ۸-۹-۲- مرحله دوم: انجام عملیات رفع آلودگی

در مرحله دوم، از عوامل آلوده‌کننده با توجه به اولویت‌های بیان‌شده، رفع آلودگی صورت می‌پذیرد. در این مرحله هم‌زمان با عملیات رفع آلودگی، فعالیت‌های دیگر شامل تعیین شعاع آلودگی، هشدار و اعلام خطر، علامت‌گذاری منطقه آلوده و کنترل منطقه آلوده، توسط تیم‌های خاص صورت می‌گیرد.

#### ۸-۹-۳- مرحله سوم: آزمایش عدم آلودگی

بعد از انجام کامل مرحله دوم، منطقه آلوده مجدداً توسط دستگاه‌های آشکارساز کنترل می‌گردند تا از عدم وجود عوامل زیستی اطمینان حاصل گردد. در صورتی که منطقه آلوده به عوامل باشد باید مرحله دوم تکرار گردد.

توجه: به منظور سرعت در کار و کاهش میزان آلودگی، مراحل اول تا سوم می‌توانند به صورت همزمان انجام شوند.

#### ۹-۸-۴- مرحله چهارم: پایان عملیات رفع آلودگی

با توجه به نتایج حاصل شده از مرحله سوم (عدم آلودگی منطقه) عملیات رفع آلودگی پایان می‌یابد و به مبادی ذریبط اعلام می‌گردد.

#### ۹-۸-۵- مرحله پنجم: رفع آلودگی از کلیه نفرات و تجهیزات درگیر

##### در عملیات رفع آلودگی

در این مرحله کلیه نفرات و تجهیزات شرکت داده شده در عملیات رفع آلودگی به دلیل آلوده شدن باید رفع آلودگی گردند که این فعالیت در ایستگاه‌های مربوطه صورت می‌گیرد.

#### ۹-۸-۶- مرحله ششم: مراجعت تیم‌های رفع آلودگی به موقعیت‌های

##### استقراری و پایان عملیات رفع آلودگی

در این مرحله کلیه نیروهای درگیر در عملیات رفع آلودگی به موقعیت‌های قبلی خود بازگشته و برای ماموریت‌های بعدی آماده می‌شوند.

## ۹-۸-۷- مرحله هفتم: تنظیم و ارائه گزارش اقدامات انجام شده طبق

### دستورالعمل‌های ابلاغی

مسئولین تیم‌های رفع آلودگی در این مرحله باید بر اساس دستورالعمل‌های موجود، گزارش خود را در خصوص عملیات رفع آلودگی آماده کرده و برای مسئولین مربوطه ارسال نمایند.

## ۹-۹- تعیین اولویت در عملیات رفع آلودگی

عملیات رفع آلودگی با توجه به اولویتهای زیر تعیین می‌گردد:

۱. رفع آلودگی از نفرات (اضطراری)
۲. رفع آلودگی از تجهیزات انفرادی (اضطراری)
۳. رفع آلودگی از محیط و اماکن
۴. رفع آلودگی از تجهیزات گروهی
۵. سایر اولویتهایی که فرمانده تعیین می‌نماید.

## ۹-۹-۱- رفع آلودگی از نفرات

اگر چه متخصصین در مورد رفع آلودگی در محل حادثه نظرهای متفاوتی دارند ولی رفع آلودگی در محل وقوع حادثه، یکی از اصول اساسی است که رعایت آن جزء اولویتهای مدیریت بحران‌های زیستی می‌باشد. رفع آلودگی از نفرات و بیماران بایستی توسط امدادگران یا متخصصین مربوطه انجام شود. به‌طور کلی روند رفع آلودگی از نفرات شامل سه مرحله می‌باشد:

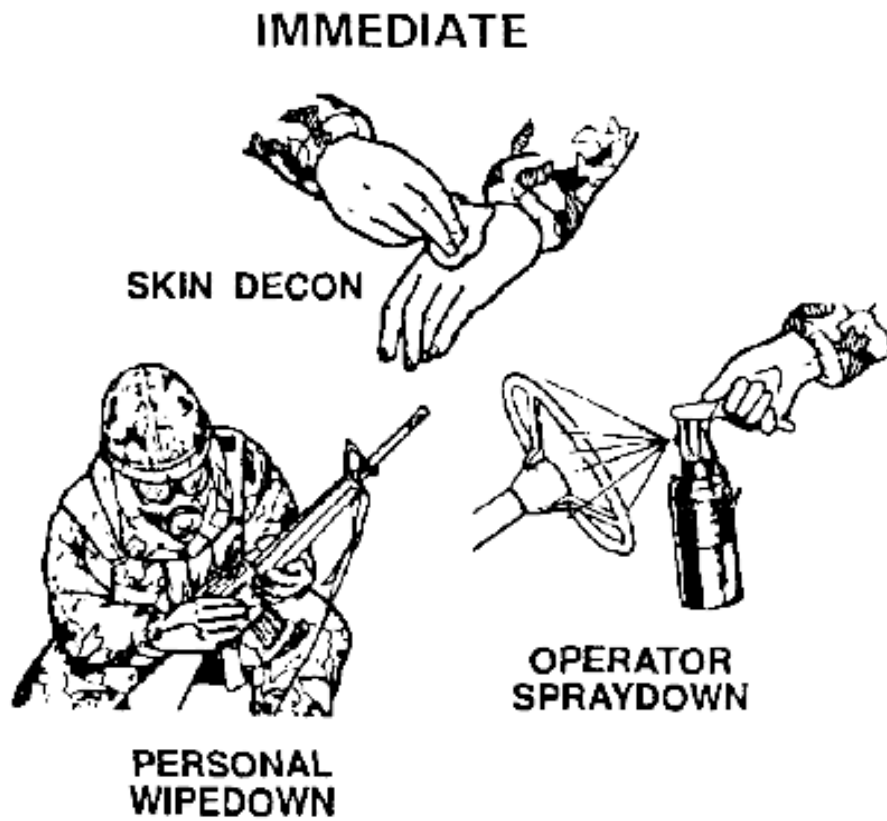
(۱) رفع آلودگی غیراختصاصی

(۲) رفع آلودگی ثانویه

### ۳) رفع آلودگی قطعی

در رفع آلودگی غیراختصاصی لازم است مراحل زیر مورد توجه قرار گیرد:

- تخلیه بیمار یا بیماران از منطقه پرخطر
- بیرون آوردن لباس بیماران
- شستشوی سریع تمام بدن بیماران با آب در فاصله زمانی حدود یک دقیقه



شکل ۹-۱: سیستم‌های رفع آلودگی غیر اختصاصی



در رفع آلودگی ثانویه باید مراحل زیر انجام گیرد:

- شستشوی سریع تمام بدن با آب
- شستشوی سریع با محلول پاک کننده از سر تا نوک انگشتان
- شستشوی مجدد تمام بدن با آب

## OPERATIONAL



**MOPP GEAR  
EXCHANGE**



**VEHICLE  
WASHDOWN**

شکل ۹-۲: سیستم‌های رفع آلودگی ثانویه

در رفع آلودگی قطعی موارد زیر باید انجام شود:

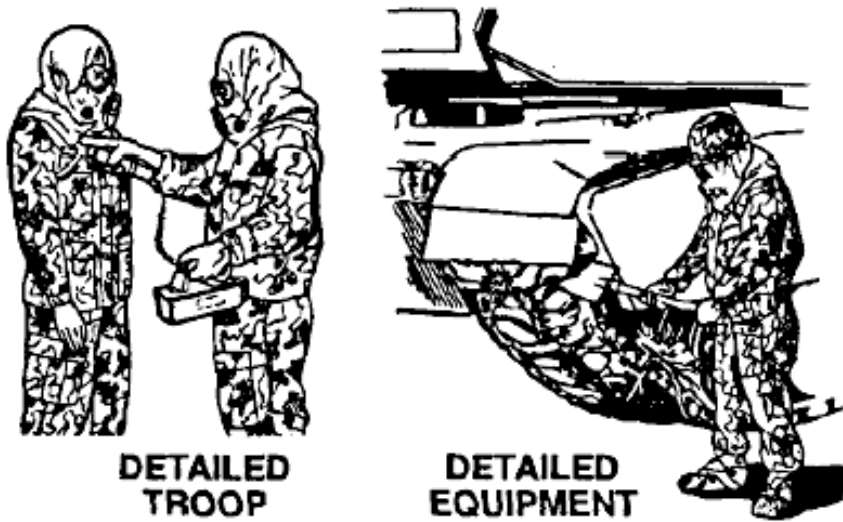
- پاک نمودن کامل بدن از آلودگی‌های موجود

- آبکشی سرتاسر بدن با آب

- خشک کردن بدن

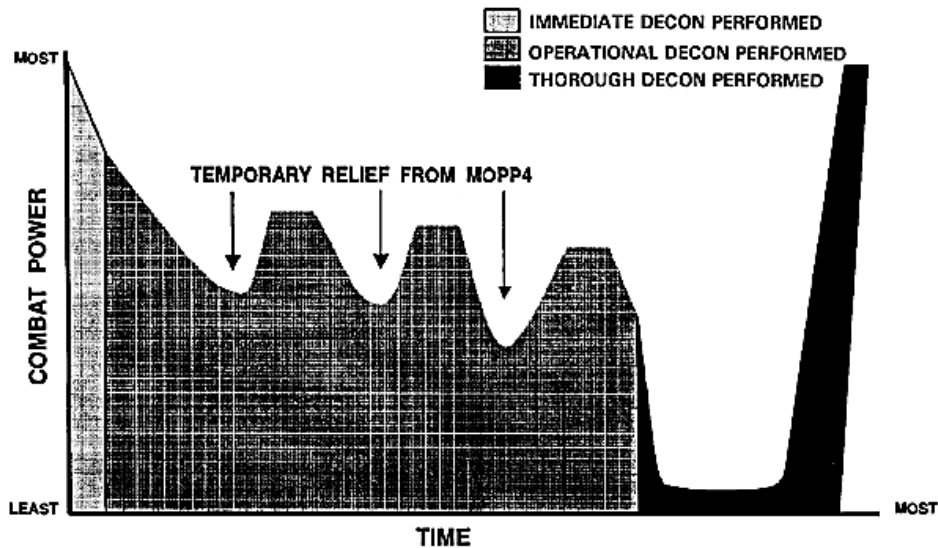
- دورانداختن حوله و پوشیدن لباس پاک

## THOROUGH



شکل ۹-۳: سیستم‌های رفع آلودگی قطعی

همچنانکه در بالا توصیه شد در اولین مرحله رفع آلودگی، خارج نمودن و دورانداختن لباس صورت می‌گیرد. محققین تخمین زده‌اند که ۷۰ تا ۸۰ درصد آلودگی با خارج نمودن لباس بیماران کاهش می‌یابد.



شکل ۹-۴: اثر رفع آلودگی (تعمیلي، عملیاتی و قطعی) بر توان رزم

در مناطق جنگی می‌توان با تأسیس ایستگاه‌های موقتی ضدعفونی‌کننده و در محلی خاص (اغلب در محل تقاطع جاده‌ها یعنی در مسیر عبور افراد از یک منطقه به منطقه دیگر) اقدام به ضدعفونی کردن افراد نمود تا احتمال انتقال عوامل عفونی از یک منطقه آلوده به مناطق غیرآلوده دیگر از بین برود. این ایستگاه‌های رفع آلودگی می‌تواند در داخل همان ساختمان مرکز بهداشت منطقه و یا در صورت گرم بودن هوا، در خارج قرار گیرد. این واحد باید توسط افراد نظامی مربوطه تهیه‌شده و با استفاده از حمام‌های صحرایی و سایر وسایل موجود در اسرع وقت یا قبل از وقوع حمله آماده شود.



شکل ۹-۵: نحوه رفع آلودگی از نفرات

تمام ایستگاه‌های رفع آلودگی کننده در مسیر - چه دائم و چه موقت - باید دارای بخش‌های زیر باشند:

۱- اتاق رخت‌کن و دریافت لباس که افراد آلوده در آن لباس و وسایل را خارج کنند.  
۲- اتاق ضدعفونی کردن لباس و وسایل (دو درب ورود و خروج) مثل اتوکلاوهای دو درب.

۳- حمام‌های متعدد برای تعداد افراد احتمالی و اتاق ضدعفونی خارجی افراد

۴- اتاق دریافت و پوشیدن لباس‌های ضدعفونی‌شده و خروج از محل.

تمام این اتاق‌ها باید به دقت از هم مجزا شود تا احتمال سرایت آلودگی از بخشی به بخش دیگر وجود نداشته باشد؛ یعنی بخش‌های آلوده باید کاملاً از بخش‌های پاک مجزا باشند. همه بخش‌ها به نحوی تعبیه شوند که افراد آلوده با افراد پاک در تماس نباشند و همچنین نایستی لباس‌ها و وسایل آلوده با لباس‌های تمیز تماس پیدا کنند. بعضی از متخصصین پیشنهاد می‌کنند که شروع رفع آلودگی وسیع به وسیله لوله‌های آب آتش‌نشانی انجام شود (از آنجا که فشار لوله‌های آب آتش‌نشانی زیاد است توصیه می‌شود این کار با کاهش فشار آب خروجی صورت پذیرد) که از مزایای آن، امکان انجام آن قبل از حضور تیم‌های رفع آلودگی کننده در صحنه می‌باشد. سیستم دوش که به صورت تجارتي در دسترس می‌باشد و ممکن است در لحظه بحران برای تعدادی از مصدومین که درگیر حادثه بوده‌اند بسیار مفید باشد، دارای این محدودیت است که معمولاً تنها برای یک فرد در هر زمان می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. هر چند هیچ‌کدام از این تجهیزات و مواد رفع آلودگی به سرعت در دسترس نمی‌باشند مگر آنکه از قبل این آمادگی وجود داشته باشد.

عواملی نظیر تغییرات آب و هوایی، نفوذ مواد و بیرون آوردن لباس بیماران در محیط‌های اختصاصی، در میزان رفع آلودگی موثر می‌باشند. در مواردی که تعداد زیادی از افراد نیاز به رفع آلودگی دارند می‌بایستی میزان ازدحام جمعیت کنترل شود تا از اضطراب بی‌مورد مصدومین کم‌حوصله در صحنه جلوگیری به عمل آید و باید برای رفع کامل آلودگی، زمان به‌اندازه کافی وجود داشته باشد.

افراد آلوده پس از ورود به رخت‌کن با خارج کردن لباس و وسایل همراه، از طریق محفظه یا کانالی آن را به رختشوی‌خانه و یا مستقیماً به اتاق ضدعفونی‌کننده تحویل داده، سپس وارد حمام شده و مراحل شست‌وشو و ضدعفونی کردن را به‌طور کامل طی می‌کنند. برس زدن در هنگام شست‌وشوی بدن، باعث می‌شود که میکروب‌ها همراه با آب (به‌طریق مکانیکی) از بدن جدا شوند. این روش معمولاً برای حفاظت افراد از ابتلاء به

عفونت‌ها می‌تواند بسیار مؤثر و کارآمد باشد. ضد عفونی پوست با مواد رفع‌آلودگی مناسب و محلول در آب، اثرات خوبی دارد. مواد حاوی کلرید آهک و سایر مواد ضد عفونی‌کننده، در شرایط جنگ زیستی وقتی در آب حل شوند دارای اثرات ضد میکروبی خوبی می‌باشند.

افراد پس از شستشو و ضد عفونی کردن، با عبور از محلی که مواد ضد عفونی‌کننده مانع از انتقال احتمالی هر نوع عامل بیماریزا باشد، به محل تحویل لباس‌های ضد عفونی‌کننده رسیده و پس از پوشیدن لباس‌ها، از ایستگاه رفع‌آلودگی خارج می‌شوند.

اتاق دریافت لباس متصل به اتوکلاوهای بزرگ ضد عفونی دو درب است که یک درب آن به اتاق دریافت و درب دیگر به اتاق تحویل گیرنده مواد و تجهیزات ضد عفونی‌شده متصل می‌باشد. افرادی که در چنین واحدی مشغول به کار هستند باید لباس‌های مخصوص حفاظتی را پوشیده و سایر نکات بهداشتی در خصوص عوامل آلوده‌کننده میکروبی را رعایت نموده و پس از اتمام کار، خود نیز اقدام به ضد عفونی کردن خود بنمایند. با وجود چنین ایستگاه‌هایی می‌توان مطمئن بود که در یک حمله میکروبی به سرعت تعداد زیادی از افراد آلوده احتمالی، ضد عفونی شده و از انتقال عوامل عفونی و گسترش آن جلوگیری به عمل می‌آید. این امر نقش بسیار مهمی در کنترل عواقب وخیم عوامل و بیماری‌های مخصوص آنها خواهد داشت. لازم به ذکر است که افراد پس از رفع‌آلودگی به کمپ‌های قرنطینه در نزدیکی این ایستگاه‌ها منتقل می‌گردند.

میزان رفع‌آلودگی در بیماران قبل از ورود به بیمارستان وابسته به برنامه رفع‌آلودگی، در دسترس بودن منابع، شرایط آب و هوا و حجم بیماران می‌باشد. همچنین به دلیل تعداد زیاد بیماران، خطر آلودگی ثانویه آنها نیز وجود دارد و باید قبل از اعزام به بیمارستان رفع‌آلودگی غیر اختصاصی برای همه آنها انجام شود. بیمارستان

نیز باید مجهز به وسایل مورد نیاز بوده و متخصصین لازم را در اختیار داشته باشد و در صورتی که رفع آلودگی دقیق در محل انجام نشده باشد رفع آلودگی ثانویه و دقیق بیماران در بیمارستان صورت پذیرد.

### ۹-۹-۲- رفع آلودگی از ساختمان‌ها، زمین، اشیاء و تجهیزات انفرادی

قسمت‌های خارجی به‌طور معمول چون در معرض باران، باد و نور آفتاب است، در مدت کوتاهی (یک روز و یا بیشتر) به‌طور طبیعی رفع آلودگی خواهند شد. ولی اگر زمان در رفع آلودگی مهم باشد و لازم باشد رفع آلودگی سریع صورت گیرد، می‌توان از مواد رفع آلودگی مثل فرمالدئید استفاده نمود. قسمت‌های داخلی را پس از غیر قابل نفوذ نمودن در برابر هوای بیرون، ابتدا با بخار مواد رفع آلودگی و سپس به وسیله هوا می‌توان رفع آلودگی نمود. برای آنکه عمل رفع آلودگی مؤثرتر واقع شود، باید شرایط مناسب از لحاظ درجه حرارت و میزان رطوبت وجود داشته باشد.

زمین آلوده اغلب نیازی به رفع آلودگی به‌جز از طریق خشک شدن طبیعی و اشعه ماورای بنفش خورشیدی ندارد اما میکروارگانیزم‌هایی مانند آنتراکس که مقاوم می‌باشند استثنا بوده و نیاز به رفع آلودگی با استفاده از اسپری مخلوطی از کلرید کلسیم و فرمالین و یا محلول قلیایی دارد. رفع آلودگی از زمین (خصوصاً در مساحت‌های زیاد) کاری مشکل، پرهزینه و در بسیاری از موارد غیرممکن است. در صورت امکان، منطقه باید تخلیه شود تا اینکه به‌طور طبیعی و یا با استفاده از مواد شیمیایی ضدعفونی‌کننده، رفع آلودگی شود. در موارد ضروری می‌توان از طریق اسپری نمودن مقادیر کافی مواد رفع آلودگی‌کننده مثل فرمالین یا گلو تار آلدئید در محیط مورد نظر و کنترل گرد و غبار و آلودگی، اقدام به رفع آلودگی نمود. اگر لازم باشد می‌توان رفع آلودگی را با کلرید آهک یا آب آهک انجام داد. در بعضی از مناطق، آب دریا ممکن است به‌عنوان ماده رفع آلودگی‌کننده مورد استفاده قرار گیرد.

بهترین روش رفع آلودگی اتاق‌ها، استفاده از آئروسول مواد رفع آلودگی مثل فرمالدئید، گلوتارآلدئید، بتاپروپیولاکتون یا اکسید اتیلن می‌باشد. با این حال در بیشتر موارد، هوادهی کامل و دقیق همراه با ضدعفونی سطوح اتاق‌ها کفایت می‌کند.

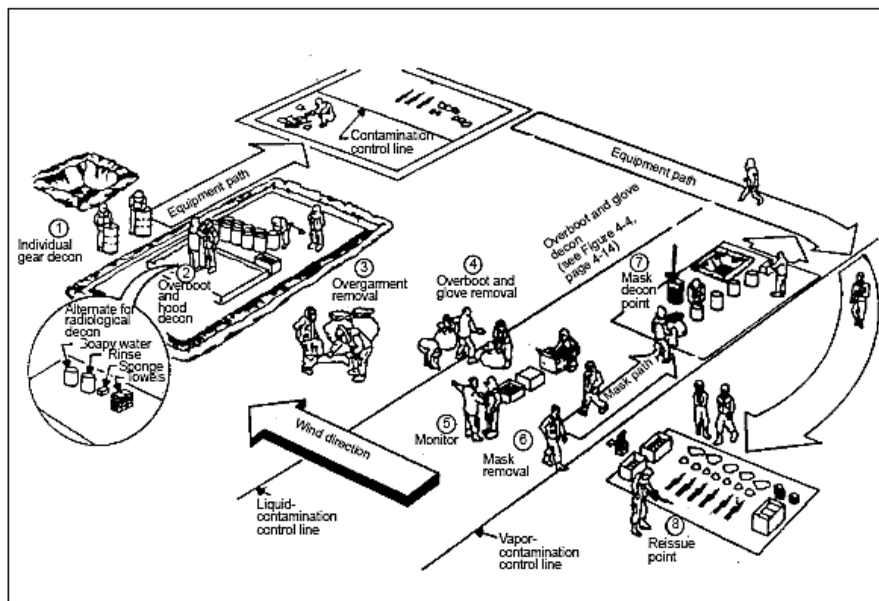
مواد چرمی در مقابل حرارت، مقاومت خوبی ندارند لذا برای رفع آلودگی از آنها می‌توان از رفع آلودگی کننده‌های مایع استفاده کرده و سپس در دمای ۸۰-۷۰ درجه سانتی‌گراد آنها را خشک نمود. مخلوط هیدروکسی فلورینیت و اکسید اتیلن را می‌توان برای رفع آلودگی مواد پارچه‌ای، چرمی و لاستیکی، موقعی که زمان، تسهیلات و مواد رفع آلودگی موجود باشد، به کار برد. اقلام پنبه‌ای را علاوه بر بخار آب می‌توان از طریق جوشاندن به مدت ۱۵ دقیقه در آب رفع آلودگی کرد. همچنین می‌توان آنها را جهت رفع آلودگی در محلول هیپوکلریت سدیم خیساند.

اقلام چرمی را می‌توان با بخار اکسید اتیلن و هیدروکسی فلورینیت و سپس به وسیله هوا نیز رفع آلودگی کرد. موقعی که استفاده از این بخار عملی نیست می‌توان اقلام چرمی را با برس کشیدن به همراه محلول آب داغ و صابون به مدت ۲۰ دقیقه رفع آلودگی نمود. اقلام کوچک چرمی با خیساندن در محلول ۲ درصد اسید پراستیک رفع آلودگی می‌شوند یا اینکه می‌توان به وسیله پارچه آغشته به این اسید، این اقلام را پاک نمود.

اقلام لاستیکی از قبیل پوتین‌های لاستیکی، لباس نفوذناپذیر و دستکش لاستیکی را می‌توان با بخار مخلوط اکسید اتیلن و هیدروکسی فلورینیت رفع آلودگی کرد. از محلول هیپوکلریت سدیم نیز می‌توان استفاده نمود. اشیاء کوچک لاستیکی را می‌توان با خیساندن در اسید پراستیک و یا کشیدن پارچه آغشته به اسید پراستیک بر روی این اشیاء کوچک، پاک کرد. با جوشاندن ظروف و تجهیزات فلزی انفرادی حداقل به مدت ۱۵ دقیقه به بهترین نحو می‌توان از آنها رفع آلودگی نمود. همچنین برس نمودن به همراه محلول آب داغ و صابون و سپس فرو بردن در ماده ضدعفونی کننده و به دنبال آن



شستن در آب تمیز، موثر خواهد بود. اقلام کوچک انفرادی را در محلول ۰.۲٪ اسید پراستیک به مدت ۱۰ دقیقه نگاهداشته و سپس با آب تمیز بشویید و به دنبال آن، آنها را به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه در معرض هوا قرار دهید.



شکل ۹-۶: نحوه رفع آلودگی از تجهیزات انفرادی

ماسک محافظ و کیف حامل ماسک را می‌توان با بخار مخلوط اکسید اتیلن و هیدروکسی فلورینیت رفع آلودگی نمود. قبل از رفع آلودگی کیف حامل ماسک به وسیله بخار، بایستی آن را با محلول آب داغ و صابون برس کشیده و با آب تمیز شست و سپس آب آن را گرفت و خشک نمود. می‌توان ماسک و بندهای آن را با محلول ۰.۲٪ اسید پراستیک پاک نمود. شیارها و حلقه‌های چشمی ماسک را می‌توان به وسیله نوار پنبه‌ای آغشته به اسید پاک کرد. اسید اضافی را پاک کنید و قبل از استفاده از ماسک، آن را به مدت ۱۰ الی ۱۵ دقیقه در معرض هوا قرار دهید.

### ۹-۹-۳- رفع آلودگی از خودروها

خودروها و تجهیزات نظامی مانند توپ‌ها را می‌توان با استفاده از آب، بخار آب و دترکلریت یا بخار مواد شیمیایی رفع آلودگی کرد. به منظور استفاده از بخار این مواد برای رفع آلودگی، فضای بسته‌ای لازم است. خودروها را می‌توان در یک فضای بسته به وسیله مخلوط اکسید اتیلن و هیدروکسی فلورینیت یا بتا-پروپیولاکتون (BPL) و یا فرمالین رفع آلودگی نمود. وسایل حساس مانند رادیو، تجهیزات الکترونیکی و مخابراتی و غیره را که نمی‌توان از طریق معمول آنها را رفع آلودگی نمود، باید توسط گازهای فرار رفع آلودگی شوند. پس از رفع آلودگی ماشین‌آلات، بایستی باقیمانده مواد رفع آلودگی کننده به وسیله شستشو با آب، زدوده شوند.

### ۹-۹-۴- رفع آلودگی از آب و غذا

آب و غذایی که مشکوک به آلودگی است نباید مصرف شود تا اینکه سالم بودن آن به وسیله پرسنل بهداشت تأیید شود. معمولاً ظرف‌هایی برای غذا تخصیص داده می‌شود تا مواد غذایی را تحت شرایط عادی از میکروارگانیسم‌ها و رطوبت محافظت کند. مواد غذایی داخل قوطی‌های سر بسته، ظرف‌های شیشه‌ای با درب پیچی، شیشه‌های دارو، بعضی از ظرف‌های پلاستیکی و بعضی از کارتون‌های (جعبه مقوایی) موم‌اندود شده در برابر تک‌های آشکار بیولوژیکی محفوظ می‌باشند. روش رفع آلودگی برای این قبیل ظروف شبیه به روش‌هایی است که برای از بین بردن آلودگی مواد غذایی به هنگام بروز حوادث طبیعی انجام می‌گیرد. باید دقت کافی به عمل آید و اطمینان حاصل شود که ماده رفع آلودگی، آلودگی را از میان شیارهای درب‌های پیچی ظروف، قبل از برداشتن درب جدا می‌کند. موادی که در فریزرهای دربسته، خودروهای یخچال‌دار و جعبه

یخچال اتومبیل هستند، در صورتی که سطوح خارجی آنها تا زمان رفع آلودگی سر بسته شد، سالم خواهند ماند.

در خصوص ظروفی که در برابر عبور عوامل بیولوژیکی مقاوم هستند، فقط کافی است که سطح خارجی آنها به طور مناسب رفع آلودگی گردد تا مواد داخل آنها قابل استفاده شود. هنگام باز کردن درب ظروف باید دستورات ایمنی را رعایت نمود تا مواد داخل ظرف آلوده نشوند. بهترین راه برای اطمینان از رفع آلودگی آب، جوشاندن آن است ولی موقعی که جوشاندن آب عملی نیست دو قرص ید برای رفع آلودگی هر قمقمه آب در برابر بیشتر عوامل بیولوژیکی موثر خواهد بود.

ظرفی که از فلز، شیشه، پلاستیک و یا چینی ساخته شده‌اند در آغاز با محلول ضد عفونی کننده شسته می‌شوند، سپس ظرف‌ها را به مدت ۳۰ دقیقه در محلول ضد عفونی کننده نگه داشته و با آب آشامیدنی کاملاً شسته و تمیز می‌شوند. محلول ضد عفونی کننده را می‌توان با حل کردن یک بسته از ماده کلر گندزدای سرویس‌های غذاخوری در ۷۵/۶ لیتر آب تهیه کرد (در موقع باز کردن ظروف دستها باید عاری از آلودگی باشند). فرو بردن در محلول هیپوکلریت سدیم (۱/۸ لیتر در ۹۲/۵ لیتر آب) حداقل به مدت ۳۰ دقیقه و شستن با آب تمیز موثر خواهد بود. به‌عنوان یک روش ابتکاری صحرایی می‌توان در صورت لزوم با فرو بردن ظروف آلوده در محلول آب جوش و صابون حداقل به مدت ۱۵ دقیقه تا حدی وسایل فوق‌الذکر را بی‌خطر کرد، اما با توجه به اینکه در پایان بایستی با آب تمیز شسته شوند، لذا هنگام استفاده از روش صحرایی باید دقت کافی به عمل آید زیرا قوطی‌ها یا ظروف شیشه‌ای ممکن است هنگام جوشیدن در آب در اثر فشار ترک برداشته و یا شکسته شوند.

اگر فضای بسته‌ای در اختیار باشد می‌توان از بخار مخلوط اکسید اتیلن و هیدروکسی فلورینیت برای رفع آلودگی از ظروف استفاده نمود. بسته‌بندی‌هایی را که نمی‌توان در محلول مواد ضد عفونی کننده فرو برد بایستی ابتدا کاملاً با پارچه آغشته به

ماده گندزدا پاک نمود و پس از اینکه مواد غذایی از بسته‌ها بیرون آورده شد آنها را طبق روش زیر رفع آلودگی نمود.

رفع آلودگی غذا بایستی تحت نظارت افراد آموزش‌دیده مخصوص صورت گیرد. غذایی را که بتوان پوست کند یا تراشید را می‌توان خیلی اوقات در محلول ضد عفونی کننده فرو برد و رفع آلودگی نمود. اگر می‌توان آن را پخت قبل از خوردن بپزید. استفاده از حرارت دادن، عملی ترین وسیله رفع آلودگی از غذا می‌باشد. پختن کامل، آلودگی غذا را به حد بی‌خطری کاهش خواهد داد. مواد غذایی را می‌توان به وسیله یکی از روش‌های حرارت زیر رفع آلودگی کرد. نوع و مقدار آلودگی غذا تعیین می‌کند که چه روشی را بایستی به کار گرفت. باید دقت کافی به عمل آید که حرارت در طول مدت ذکر شده به‌طور کامل در مواد غذایی نفوذ نماید. این روش‌ها عبارت‌اند از:

الف) طبخ مواد غذایی در دیگ‌های فشاری مانند دیگ زودپز، تحت فشار ۱۵ پوند بر اینچ مربع و حرارت  $121^{\circ}\text{C}$  (۲۵۰ درجه فارنهایت) به مدت ۱۵ دقیقه، یا طبخ آن تحت فشار کم و  $109^{\circ}\text{C}$  (۲۲۸ درجه فارنهایت) به مدت ۱ ساعت

ب) پختن (برشته کردن) بعضی از مواد غذایی مانند نان یا مواد وابسته به آن (در مرحله ابتدایی) به مدت ۴۰ دقیقه در  $205^{\circ}\text{C}$  (۴۰۰ درجه فارنهایت) پختن گوشت در  $162^{\circ}\text{C}$  (۳۲۵ درجه فارنهایت) به مدت ۲ ساعت

ج) موقعی که موارد بالا امکان‌پذیر نباشد، می‌توان به‌عنوان یک راهکار ابتکاری صحرائی، مواد غذایی را حداقل به مدت ۱۵ دقیقه جوشاند. آب آلوده‌شده به عوامل زیستی را نیز می‌توان با استفاده از ترکیب کلر به بهترین روش رفع آلودگی نمود. مقادیر کم آب مثل آب قمقمه‌ها را می‌توان از طریق جوشاندن به مدت ۱۵ دقیقه رفع آلودگی کرد. دو قرص ید (تصفیه آب) برای رفع آلودگی هر قمقمه کافی است. یک قرص چهار میلی‌گرمی کلر برای ضد عفونی کردن یک لیتر آب در مدت ۳۰ دقیقه کافی است.

جدول ۹-۳: خلاصه روش‌های رفع آلودگی

هدف	روش رفع آلودگی
انسان‌ها	شستشو، کلرید کلسیم + آب
حیوانات	مواد رفع آلودگی + آب
آب	جوشاندن، کلرینه کردن (+ فیلتراسیون)
مواد غذایی	جوشاندن، شعله مستقیم
لباس‌ها و موارد مشابه	شستشو، تمیز کردن، جوشاندن، تیمار کردن با آب گرم، کلرید کلسیم + آب، هوای داغ، فرمالین + آب
زمین	مواد شیمیایی مثل فرمالین، گلو تار آلدهید و ...
خودرو و تجهیزات	شستشو با آب و مواد رفع آلودگی کننده

با توجه به مطالب ذکر شده در بالا، موارد زیر پیشنهاد می‌گردد:

- رفع آلودگی از نیروها همواره باید مقدم بر رفع آلودگی از ادوات (شامل خودروها، تانک‌ها و سایر تجهیزات) باشد.
- رفع آلودگی باید همواره خارج از منطقه آلوده انجام شود.
- تجهیزات حفاظتی مثل لباس‌ها و ماسک‌ها، باید فقط پس از آلودگی زدایی کامل کنار گذاشته شود.
- موادی در اولویت اول رفع آلودگی قرار گیرند که استفاده از آنها اجتناب‌ناپذیر باشد.
- پایگاه رفع آلودگی باید در نزدیکی منبع آب مستقر شود. این پایگاه، باید با در نظر گرفتن جهت اصلی وزش باد طراحی شود.
- مناطق آلوده و رفع آلودگی شده باید کاملاً از هم جدا باشد.
- باید از انتشار مواد آلوده کننده به خارج از منطقه آلوده جلوگیری شود.
- در هنگام رفع آلودگی از وسایل نقلیه، همواره از قسمت جلو به سمت عقب و از بالا به پایین آلودگی زدایی شود.
- در هنگام رفع آلودگی از نیروها، دوش گرفتن با آب کوتاه (یک تا سه دقیقه) و با دم‌ای پایین (حدود  $28^{\circ}\text{C}$ ) انجام شود.

- در هنگام بیرون آوردن لباس‌های محافظ، از تماس بخش‌های آلوده‌شده لباس با پوست بدن (که بدون محافظ است)، اجتناب شود.

- یک حمله زیستی ممکن است حوزه اصلی عملیاتی را آلوده سازد. به همین جهت، فرماندهان منطقه باید بتوانند ابتدا از گسترش عامل جلوگیری نموده و سپس از عهده رفع آلودگی از رده‌های عملیاتی، محموله‌های نظامی و تجهیزات قابل حمل و نقل برآیند.

### ۹-۱۰- ایستگاه‌های رفع آلودگی

ایستگاه رفع آلودگی مکانی است سیار یا ثابت که در آن با حضور نیروهای متخصص و تجهیزات لازم و مواد رفع آلودگی مناسب در حداقل زمان ممکن، عملیات رفع آلودگی از نفرات و تجهیزات صورت می‌گیرد تا از این طریق تأثیر عوامل تهدید زیستی به حداقل ممکن برسد.

### ۹-۱۰-۱- ویژگی‌های محل ایستگاه رفع آلودگی از نفرات

محلی که برای رفع آلودگی مورد استفاده قرار خواهد گرفت می‌بایست دارای مشخصات زیر باشد:

- حتی‌الامکان به منبع آب دسترسی داشته باشد
- جریان غالب باد از طرف درب خروجی به طرف درب ورودی باشد
- حتی‌الامکان در تیررس سبک و نیمه‌سنگین دشمن نباشد
- دارای پوشش و استتار مناسب باشد
- حتی‌الامکان به جاده‌های مواصلاتی منطقه دسترسی داشته باشد
- دارای سیستم مکانیزه جمع‌آوری پساب باشد

جدول ۹-۴: دستگاه‌ها، وسایل و امکانات تخصصی مورد نیاز ایستگاه رفع آلودگی از نفرات

تجهیزات انفرادی مخصوص کارکنان ایستگاه	تجهیزات نمونه‌برداری
حمام رفع آلودگی	ظروف نگهداری وسایل آلوده
مواد رفع آلودگی	تانکر آب
دستگاه آشکارساز جنگ نوین	کامیون مخصوص حمل تجهیزات آلوده
وسایل و تجهیزات تمیز غیرآلوده انفرادی شامل (زیرپیراهن، شورت، بلوز، شلوار، کفش و ...)	تانکر حمل پساب آلوده
	خودرو درخت
سیستم هشداردهنده صوتی	تجهیزات عمومی ایستگاه
تابلوهای هشداردهنده	جعبه کمک‌های اولیه
کپسول D3	بیل و کلنگ (جهت مدفون کردن)
دستگاه روتست	مواد قابل اشتعال (جهت سوزاندن لاشه‌های آلوده)

جدول ۹-۵: تجهیزات پرسنل ایستگاه رفع آلودگی از نفرات

ردیف	اقلام	توضیحات
۱	ماسک محافظ	به تعداد پرسنل ایستگاه رفع آلودگی
۲	فیلتر محافظ	برای هر نفر دو عدد فیلتر
۳	قوطی امداد کامل	برای هر نفر یک قوطی
۴	کیف حمل ماسک	برای هر ماسک یک کیف
۵	لباس محافظ نفوذناپذیر	برای پرسنل ایستگاه رفع آلودگی
۶	لباس محافظ نفوذپذیر	برای پرسنل ایستگاه رفع آلودگی
۷	ماسک خواب	برای پرسنل ایستگاه رفع آلودگی
۸	دزیمتر TLD	برای پرسنل ایستگاه رفع آلودگی
۹	کوله حمل تجهیزات انفرادی	برای پرسنل ایستگاه رفع آلودگی
۱۰	دزیمتر گروهی فرماندهی	برای فرمانده و مسئولین
۱۱	روکش ماسک	برای افراد ایستگاه
۱۲	چکمه محافظ	برای افراد ایستگاه
۱۳	دستکش محافظ	برای افراد ایستگاه

### ۹-۱۰-۲- مراحل عملیات رفع آلودگی از نفرات

مرحله اول: آماده به کار کردن ایستگاه

مرحله دوم: قرنطینه اولیه

مرحله سوم: پذیرش و آمارگیری افراد

مرحله چهارم: تحویل گیری تجهیزات انفرادی و سازمانی افراد

مرحله پنجم: هدایت افراد به داخل حمام‌ها و انجام عملیات رفع آلودگی

مرحله ششم: تجهیزات مجدد افراد (توزیع لباس تمیز)

مرحله هفتم: معاینه افراد بنا به ضرورت

مرحله هشتم: ترخیص افراد با هماهنگی و در صورت لزوم، اعزام مصدومین به

مراکز درمانی

مرحله نهم: نمونه‌گیری از تجهیزات و پساب‌های ایستگاه و محیط ایستگاه و سپس

ارسال به آزمایشگاه

مرحله دهم: هماهنگی جهت ارسال تجهیزات آلوده به مراکز از پیش تعیین شده

مرحله یازدهم: تخلیه مخازن پساب‌های آلوده و انتقال آن به مکان‌های از پیش

تعیین شده

مرحله دوازدهم: رفع آلودگی از پرسنل ایستگاه و کنترل سطح سلامتی آنها

مرحله سیزدهم: آماده به کار کردن تجهیزات ایستگاه برای رفع آلودگی‌های بعدی

### ۹-۱۰-۳- اقدامات و وظایف ایستگاه رفع آلودگی از نفرات

- استقرار ایستگاه رفع آلودگی از نفرات در محل از پیش تعیین شده

- برآورد تجهیزات و مواد مورد نیاز جهت اجرای مأموریت و پیگیری تأمین آن



- فراهم نمودن محیطی عاری از عوامل جنگ نوین جهت انجام مأموریت پرسنل ایستگاه
- تست کارایی تجهیزات انفرادی و گروهی
- هدایت عناصر سازمانی ایستگاه
- پذیرش و ثبت آمار و اطلاعات مراجعین به ایستگاه
- دریافت اقلام آلوده
- رفع آلودگی از نفرات
- هدایت افراد به پست امداد
- هماهنگی جهت اعزام مصدومین به مراکز درمانی
- ترخیص افراد رفع آلوده شده
- نظارت بر جمع آوری تجهیزات و وسایل آلوده و هماهنگی با مبادی ذیربط جهت انتقال آنها به ایستگاه رفع آلودگی از تجهیزات
- کنترل، جمع آوری و انتقال پساب‌های آلوده ناشی از عملیات رفع آلودگی به محیط‌های از پیش تعیین شده
- نمونه برداری از تجهیزات و کنترل سطح سلامت پرسنل ایستگاه از لحاظ میزان دریافت عوامل جنگ زیستی

#### ۹-۱۰-۳-۱ وظایف واحد قرنطینه اولیه

- جداسازی نیروهای سالم، بیمار و مصدوم
- هدایت نیروهای سالم به واحد پذیرش
- هدایت بیماران، مصدومین و مجروحین به اورژانس بهداری

۹-۱۰-۳-۲- واحد پذیرش و آمار اطلاعات

- ثبت نام افراد مراجعه کننده
- هدایت افراد به واحد تحویل گیری اقلام

۹-۱۰-۳-۳- وظایف واحد تحویل گیری اقلام

- دریافت تجهیزات انفرادی و سازمانی افراد و ثبت آن در فرم های مربوطه
- هدایت افراد به سمت حمام رفع آلودگی

۹-۱۰-۳-۴- وظایف واحد حمام رفع آلودگی

- رفع آلودگی از نفرات
- کنترل و نظارت بر رفع آلودگی افراد
- توزیع لباس تمیز بین افراد
- هدایت افراد رفع آلودگی شده به واحد پست امداد

۹-۱۰-۳-۵- وظایف واحد پست امداد

- معاینه افراد رفع آلودگی شده بنا به ضرورت
- اعزام مصدومین به مراکز درمانی
- هدایت افراد رفع آلودگی شده به واحد ترخیص
- کنترل سطح سلامتی پرسنل ایستگاه از لحاظ میزان دریافت عوامل جنگ

زیستی

- در صورت لزوم، انجام کمک های اولیه به کلیه واحدهای ایستگاه

#### ۹-۱۰-۳-۶- وظایف واحد ترخیص

- تکمیل فرم ترخیص
- هدایت افراد به واحد اعزام

#### ۹-۱۰-۳-۷- وظایف واحد پشتیبانی

- برآورد تجهیزات و مواد مورد نیاز ایستگاه
- تأمین و نگهداری نیازمندی‌های ایستگاه
- تحویل اقلام مورد نیاز واحدها براساس برآوردهای ارائه شده
- هماهنگی جهت آب‌رسانی و تخلیه پساب‌ها

#### ۹-۱۰-۳-۸- وظایف واحد کنترل آلودگی و پساب

- کنترل میزان آلودگی
- نظارت بر جمع‌آوری تجهیزات و وسایل آلوده
- هماهنگی با مبادی ذیربط جهت انتقال وسایل فوق به ایستگاه رفع آلودگی از تجهیزات
- کنترل، جمع‌آوری و انتقال پساب‌های آلوده به محل‌های از پیش تعیین شده
- نظارت بر قرار دادن اقلام آلوده در مکان‌های مناسب از پیش تعیین شده

#### ۹-۱۰-۴- نحوه رفع آلودگی از نفرات

##### الف: نحوه بیرون آوردن تجهیزات:

- برداشتن ماسک
- تحویل اسلحه سازمانی
- تحویل مهمات همراه

- تحویل کوله‌پشتی، جیب خشاب، قمقمه و ...
- در آوردن لباس رویی (پیراهن، زیرپیراهن، شلوار و...)
- در آوردن پوتین، کفش، روکش و ...
- حرکت به طرف دوش
- در آوردن لباس زیر

**ب: نحوه رفع آلودگی:**

- رفتن زیر دوش و در آوردن لباس زیر
- شستشوی کامل تمام بدن اول با آب سرد و بعد با آب گرم و محلول رفع آلودگی

**اختصاصی**

- شستشوی مجدد با آب سرد
- دریافت لباس تمیز (بلوز و شلوار، زیر پیراهن، شورت، جوراب، دمپایی)
- خروج از حمام و انجام اقدامات بعدی

## ۹-۱۱- کیت‌ها و سیستم‌های رفع آلودگی

### ۹-۱۱-۱- کیت رفع آلودگی پوستی M291

این کیت به صورت یک کیف منعطف است که از ۶ کیسه کوچک تشکیل شده و هر یک از کیسه‌ها حاوی بسته‌های خنثی‌کننده است. هر بسته شامل تارهای بافته‌نشده و تاشده‌ای است که به یک سمت آن، نوار خنثی‌کننده چسبیده شده است. این بسته‌ها شامل یک مخلوط رزین پلیمر واکنش‌کننده و جذب‌کننده هستند و به نیرو اجازه می‌دهند تا عوامل شیمیایی و زیستی، که روی پوست قرار گرفته‌اند خنثی کرده، از بین برده و نهایتاً از روی پوست بردارند.

### ۹-۱۱-۲- کیت رفع آلودگی از تجهیزات انفرادی M295

این کیت شامل چهار دستکش تمیزکننده است که هر یک از آنها در یک کیسه محافظ قرار می‌گیرد. هر یک از دستکش‌های فوق شامل یک پودر جاذب است که درون دو لایه قرار گرفته است. یک لایه آن از مواد پلی‌استر بافته‌نشده و لایه دیگر آن از فیلم پلی‌اتیلن تشکیل شده است.



شکل ۹-۶: نمونه‌هایی از کیت‌های رفع آلودگی از تجهیزات انفرادی

در هنگام استفاده، لایهٔ بافته‌نشدهٔ پلی‌استر بر روی سطح مالیده شده و پودر جذب‌کننده به راحتی از آن خارج می‌شود. به این طریق با مالش لایهٔ پلی‌استر بر روی سطوح آلوده و پخش پودر جاذب، می‌توان عملیات رفع‌آلودگی از تجهیزات فردی را انجام داد.

### ۹-۱۱-۳- سیستم رفع‌آلودگی ماژولار<sup>۶</sup>

این سیستم برای جلوگیری از گسترش آلودگی‌های شیمیایی و زیستی در میدان نبرد مورد استفاده قرار می‌گیرد. این سیستم از یک پمپ رفع‌آلودگی M21 و دو واحد شستشوی فشار قوی M22 تشکیل شده است. پمپ M21 قادر است مواد رفع‌آلودگی DS2 و یا سایر مواد رفع‌آلودگی مایع مانند فرمالین را پخش نماید. این پمپ می‌تواند روی زمین کار کند و در صورت نصب بر روی تریلر، می‌تواند محلول رفع‌آلودگی را از داخل ظرفی که بر روی زمین است، پمپاژ کند. شیلنگ، قرقره شیلنگ، دو دستگیره فشاری قابل کنترل برای پاشیدن به صورت اسپری همراه با دو برس شستشو، از جمله تجهیزات جانبی این سیستم هستند.

واحد شستشوی فشار قوی M22 می‌تواند آب گرم و یا آب معمولی را تا فشار  $\psi$  ۳۰۰۰ و دبی ۵ گالن در دقیقه پخش نماید. این واحد قادر به مکش آب از منابع طبیعی آب و پخش آن است و برای فشارها، دماها و دبی‌های مختلف، قابل تنظیم است.

### ۹-۱۱-۴- سیستم رفع‌آلودگی جاذب M100<sup>۷</sup>

این سیستم که بر پایه ماده جاذب طراحی شده است، روشی سریع و کارآمد برای رفع‌آلودگی از تجهیزات و وسایل کوچک و منفرد را ارائه می‌دهد و نسبت به مواد کربنی

<sup>۶</sup> - Modular Decontamination System (MDS)

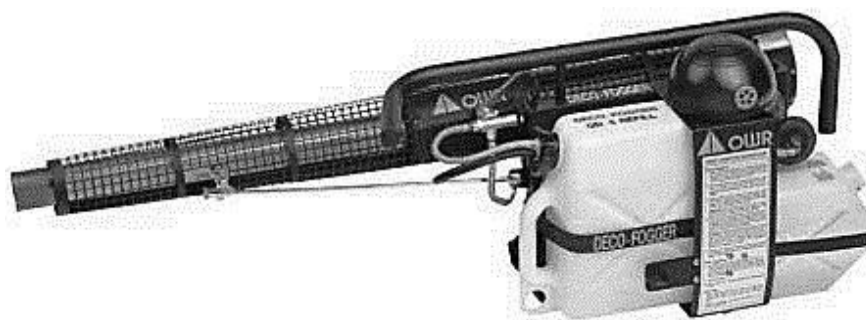
<sup>۷</sup> -M100 Sorbent Decontamination System

XE555 و مخلوط رزین با خاصیت تبادل یونی - که در حال حاضر در کیت M295 مورد استفاده قرار می‌گیرد - برتری دارد. با وجود ماده جاذب جدید، دیگر نیازی به ماده رفع آلودگی DS2 نیست.

این ماده جاذب خورنده نیست و لذا ایجاد سائیدگی نمی‌کند، پایدار است و در محدوده دمایی وسیعی قابل استفاده می‌باشد؛ ضمن آنکه افراد می‌توانند در نهایت ایمنی آن را حمل کرده و مورد استفاده قرار دهند. یکی دیگر از خصوصیات این سیستم این است که از ویژگی کاهش پخش گاز و تماس با سموم برخوردار است.

#### ۹-۱۱-۵- سیستم رفع آلودگی مه‌ساز (Decofogger)

از این سیستم برای رفع آلودگی از قسمت‌های حساس و تجهیزات الکترونیکی استفاده می‌شود. این سیستم در دو نوع استاندارد و نظامی ساخته شده است. برخی از مهم‌ترین مشخصات سیستم مه‌ساز آلودگی‌زدا به شرح زیر است:



شکل ۹-۷: نمونه‌ای از دستگاه رفع آلودگی مه‌ساز

۱. این سیستم سبک و حمل آن آسان است و می‌توان آن را تنها در چند ثانیه آماده عملیات کرد.
۲. در این سیستم از محلول آلودگی زدای بسیار اثربخش GD-5 استفاده می‌شود.
۳. این سیستم محلول رفع آلودگی را به شکل ذرات بسیار ریز پخش می‌کند. به این ترتیب، شکافها و مکان‌هایی هم که مایعات نمی‌توانند به آنها نفوذ کنند، رفع آلودگی می‌شود.

#### ۹-۱۱-۶- دستگاه رفع آلودگی ABC-M11

از این دستگاه برای اسپری محلول رفع آلودگی در محیط‌های خاصی از خودرو و یا هواپیما که سیستم تسلیحاتی در آنها قرار می‌گیرد، استفاده می‌شود. ظرفیت این دستگاه بین ۰/۹۵-۱/۲۴ لیتر می‌باشد. این دستگاه از یک سیلندر استیلی، یک بخش اسپری‌کننده و یک سیلندر نیتروژنی کوچک (با طولی معادل ۷/۵ سانتی‌متر) تشکیل شده است. اخیراً این دستگاه به جای دستگاه رفع آلودگی M13 در تانک‌ها به کار گرفته شده است.

#### ۹-۱۱-۷- دستگاه رفع آلودگی ABC-M12A1 (PDDA)<sup>۸</sup>

این دستگاه برای پخش آب داغ، محلول‌های ضدعفونی‌کننده قلیایی، محلول‌های شوینده و سایر مواد رفع آلودگی کننده بر پایه آب در نظر گرفته شده است. این دستگاه دارای سه قسمت مجزا شامل یک واحد مخزن به ظرفیت ۵۰۰ گالن، یک واحد پمپ‌کننده و شیلنگ‌های مربوط به آن و یک واحد گرم‌کننده آب M2 است.

<sup>۸</sup> - Power Driven Decontamination Apparatus (PDDA)





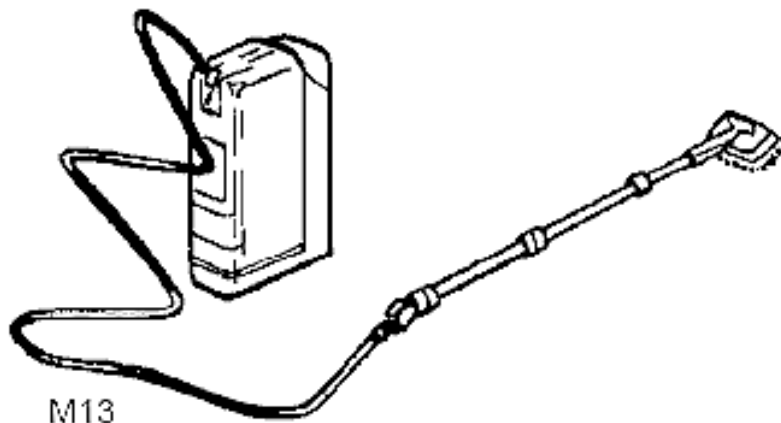
شکل ۹-۸: مجموعه دستگاه رفع آلودگی ABC-M12A1 (PDDA)

این دستگاه یک سیستم منعطف است که می‌تواند برای مقاصد متنوعی مانند یخزدایی، آتش‌نشانی با آب یا کف، پمپاژ آب به منظور جابجایی آن و نهایتاً دوش گرفتن نیروها به کار رود. این دستگاه می‌تواند به کمک دو شیلنگ خود در هر دقیقه ۵۰ گالن محلول رفع آلودگی را پمپ کند. این دستگاه را می‌توان به وسیله هواپیمای با ظرفیت بارگیری مناسب، حمل نمود و یا با سوار کردن آن بر روی یک کامیون پنج تایی، آن را متحرک نمود.

#### ۹-۱۱-۸- دستگاه رفع آلودگی M13

این دستگاه برای پخش کردن محلول DS2 در نظر گرفته شده است. M13 شامل مخزن رفع آلودگی ۱۴ لیتری، پمپ دستی، شیلنگ، دو قطعه چوب گمانه) برای اندازه‌گیری حجم محلول و یک لوله پاک کننده به همراه برس است. این دستگاه را

می‌توان بر روی وسایل نقلیه نصب نمود؛ همچنین توسط شخص قابل حمل بوده و به راحتی قابل نگهداری است. این دستگاه برای رفع آلودگی افراد قابل استفاده است.



شکل ۹-۹: دستگاه رفع آلودگی M13

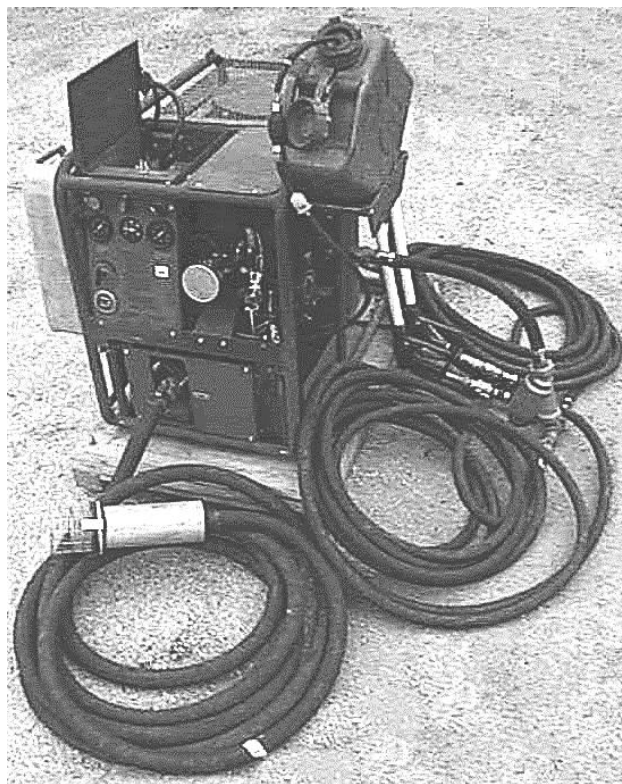
ضمناً می‌توان آن را برای رفع آلودگی چرخ‌ها، واگن‌های وسایل نقلیه، تجهیزات جنگی، خودروها و ... استفاده نمود. با هر بار پمپاژ کامل محلول داخل ظرف، می‌توان ۱۱۲ مترمربع را رفع آلودگی نمود. استفاده از برس نیز این امکان را می‌دهد که آلودگی‌های غلیظ، گل‌ولای، گریس و یا سایر آلودگی‌های محیطی را از بین برد.

#### ۹-۱۱-۹- سیستم رفع آلودگی M17

سیستم رفع آلودگی M17، سیستم سبک و قابل حملی است که دارای پمپ قابل استفاده با بنزین همراه با واحد گرم‌کننده آب است. این سیستم برای تولید آب گرم و بخار به منظور رفع آلودگی از وسایل نقلیه، پناهگاه‌ها و تجهیزات آلوده طراحی شده است. این دستگاه قدرت تامین آب از هر منبعی (دریاچه، رودخانه، چاه و سیستم‌های آب

آشامیدنی) را دارد. این سیستم می‌تواند دمای آب را تا ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و فشار آن را به ۶۸۹ پاسکال برساند.

این دستگاه طوری طراحی شده است که قادر است آب و مواد رفع آلودگی کننده را به گونه‌ای با هم مخلوط نماید که آب و مواد وارد دستگاه نشود و بدین ترتیب احتمال بروز صدمه به پمپ را کاهش می‌دهد. دستگاه M17 دارای دو یا سه قسمت قابل حمل است که به راحتی می‌توان آن را به وسیله هواپیما، چرخ‌بال و وسایل نقلیه کوچک حمل کرد. نوع مشابهی از این دستگاه نیز وجود دارد که به وسیله نیروی هوا کار می‌کند و به نام سیستم رفع آلودگی LDS شناخته می‌شود.



شکل ۹-۱۰: نمونه‌ای از سیستم رفع آلودگی M17

### ۹-۱۱-۱۰- شاتل رفع آلودگی

سیستم شاتل رفع آلودگی، سیستمی متحرک و مستقل در عملیات رفع آلودگی است. شاتل رفع آلودگی، وظیفه رفع آلودگی از قسمت‌های داخلی بالگردها و هواپیماها را بر عهده دارد. این سیستم با استفاده از روش استخراج به‌وسیله اسپری<sup>۹</sup>، عمل رفع آلودگی را انجام می‌دهد.

### ۹-۱۱-۱۱- سیستم رفع آلودگی چندمنظوره

این سیستم جزء سیستم‌های رفع آلودگی کامل است و می‌توان از آن به‌عنوان یک سیستم واحد و یا بخشی از یک سیستم کامل آلودگی زدایی استفاده کرد. مشخصات این سیستم به شرح زیر است:

۱. آلودگی زدایی از هواپیماها و بالگردها به کمک محلول‌های آبی یا کف داغ
۲. موتور آن از نوع دیزلی است که با هوا خنک شده و امکان استفاده مجزا از آن در حین حرکت و در همه جا وجود دارد.
۳. برای روشن کردن موتور آن از استارت الکتریکی استفاده می‌شود.
۴. از چهار شیوه عمل متفاوت استفاده می‌کند: آب سرد، آب گرم، بخار و بخار خشک
۵. قدرت کار در محیط‌های گرم و سرد را دارد به‌طوری که موتور آن در زمستان تا دمای ۳۰°C- روشن شده و کار می‌کند.
۶. از قابلیت حفاظت خودکار در برابر تشکیل رسوب آهکی در داخل سیستم برخوردار است.

<sup>۹</sup> - Spray - extraction

### ۹-۱۱-۱۲- واحد رفع آلودگی از مصدومین دکاز دبلیو<sup>۱۰</sup>

این واحد، یک دوش رفع آلودگی از مصدومین با قابلیت حمل و نقل سریع و بادشونده است. این واحد برای تنظیم فشار آب به یک سیستم کاهش دهنده فشار آب کم‌شتاب مجهز شده و در آن امکان انتخاب دوش‌های دستی درجه‌دار نیز وجود دارد. این واحد آنقدر بزرگ است که می‌تواند یک مصدوم روی برانکارد چرخ‌دار به همراه تجهیزات پزشکی و یا چند مصدوم ایستاده را در خود جای دهد.

مواد اصلی تشکیل‌دهنده این واحد شامل پلیمرهای بادوام است و هنگامی که خالی از هوا باشد می‌توان آن را در یک ساک مسافرتی بزرگ جا داد. کف، سقف و دیوارهای این واحد از توانایی انتقال مایعات آلوده به خارج برخوردار بوده و علاوه بر این، در کف آن نیز مجراهای ویژه برای خروج آب آلوده نیز تعبیه شده است. این واحد به یک سیستم گرم‌کننده آب در فاصله دور نیز مجهز است. این واحد را می‌توان در عرض کمتر از ۳۰ دقیقه نصب کرد و توسط پمپ‌های باد آن را آماده نمود.

همانطور که ذکر شد هر یک از سیستم‌های رفع آلودگی‌کننده فوق برای اهداف خاصی طراحی و ساخته شده‌اند که با توجه به نیاز، مورد استفاده قرار می‌گیرند. شکل زیر، برخی از کاربردهای سیستم‌های فوق در نیروی هوایی را نشان می‌دهد.

<sup>10</sup> - Plychem DECAZ W Casualty Decontamination Unit



شکل ۹-۱۱: تصویر رفع آلودگی از تجهیزات نیروی هوایی

# فصل دهم

مدیریت پیشگیری و  
کنترل تهدیدات زیستی با  
واسطه پروفیلاکسی فعال  
از طریق واکسیناسیون





## ۱۰-۱- مقدمه

امروزه تهدیدات زیستی به همراه بیماری‌های عفونی و واگیردار خصوصاً در اشکال جدید تحت عنوان بیماری‌های عفونی نوپدید و بازپدید، به‌عنوان گروهی مهم و قابل توجه، از مشکل‌سازترین مسائل پزشکی و بهداشتی در جوامع بشری مطرح می‌باشند. دو راه مؤثر در پیشگیری از ناتوانی و مرگ به‌دنبال بیماری‌های عفونی، شامل رعایت بهداشت و ایمنی‌سازی است. روند ایجاد ایمنی می‌تواند به دو شکل فعال و غیرفعال باشد. ایمنی فعال در اثر ورود عوامل خارجی مانند واکسن‌ها، توکسوئیدها و عوامل عفونی به بدن و تحریک سیستم ایمنی بدن (ایمنی هومورال و سلولی) به‌وجود می‌آید. اما ایمنی غیرفعال به‌دنبال انتقال آنتی‌بادی تولیدی با منشاء خارج از بدن (مانند انتقال آنتی‌بادی مادر به جنین از طریق جفت) و یا تجویز ایمنوگلوبولین که اثربخشی آن تنها به مدت ۳-۶ ماه است، حاصل می‌آید.

هدف از انجام واکسیناسیون، تحریک سیستم ایمنی بدن در جهت تولید مقادیر کافی آنتی‌بادی، ایجاد حافظه و همچنین تولید سلول‌های خاص ایمنی می‌باشد که در برخورد مجدد با آنتی‌ژن، خیلی سریع تکثیر می‌یابند و در مقابل عفونت وارد عمل می‌شوند.

با توجه به جایگاه و اهمیت واکسیناسیون در روند پیشگیری از ابتلا به عوامل زیستی و عوارض شدید و سریع آلودگی و ابتلا به این عوامل، ضرورت واکسیناسیون گروه‌های پزشکی و درمانی، افراد عام جامعه، گروه‌های با بیماری‌های خاص مانند بیماران با نارسائی مزمن ریه، قلب، کلیه، بیماران با نقص ایمنی و همچنین سالمندان و اطفال به‌عنوان پیشگیری اولیه، امری اجتناب‌ناپذیر و ضروری است.

## ۱۰-۲- اصول اقدامات پیشگیری مصدومین حوادث زیستی

بخش‌های مختلف این اصول و اقدامات شامل موارد ذیل می‌باشد:

### ۱۰-۲-۱- پیشگیری قبل از تماس

این بخش شامل کسب آمادگی قبل از بروز حوادث در گروه‌های پر خطر و یا قبل از ورود به مناطق آلوده گروه‌های مختلف مانند گروه‌های پزشکی مداخله‌گر در روند امداد و درمان می‌باشد. مهم‌ترین فعالیت در این بخش، استفاده از برنامه‌های واکسیناسیون اختصاصی (ایمونو پروفیلاکسی فعال) تاییدشده موجود می‌باشد.

### ۱۰-۲-۲- پیشگیری پس از تماس

پیشگیری پس از تماس به‌دنبال بروز حادثه زیستی و یا پس از ورود به مناطق آلوده انجام‌شده که در این بخش، خدمات پزشکی و پروتکل‌های مربوطه به دو قسمت تقسیم می‌گردد:

الف) ایمونوپروفیلاکسی یا پیشگیری ایمونولوژیک که شامل تکمیل و یا شروع برنامه‌های واکسیناسیون (ایمونوپروفیلاکسی فعال) بوده به‌علاوه استفاده از ایمونوگلوبولین‌های اختصاصی (ایمونوپروفیلاکسی غیر فعال) در زودترین زمان ممکن می‌گردد.

ب) کیمیوپروفیلاکسی و یا پیشگیری دارویی که همان استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های موثر و اختصاصی بوده که در جایگاه پیشگیری با پروتکل‌های خاص جهت پیشگیری استفاده می‌گردد.

### ۱۰-۳- انواع واکسن‌ها

امروزه بر پایه پیشرفت و توسعه فناوری واکسیناسیون، واکسن‌ها را به نسل‌های قدیم یا نسل اول، نسل جدید یا نسل دوم و بالاخره نسل‌های جدیدتر یا نسل سوم تقسیم‌بندی می‌نمایند. واکسن‌های متداول که نسل اول نامیده می‌شوند شامل واکسن‌های حاوی میکروب کشته‌شده، ضعیف‌شده و یا سم ضعیف‌شده میکروبی می‌باشند. واکسن‌های نسل دوم، واکسن‌های نو ترکیب هستند که از طریق مهندسی ژنتیک تهیه می‌شوند. واکسن‌های نسل سوم که شامل واکسن‌های ژنی می‌باشند تحول جدید و شگرفی در عرصه طب پیشگیری به وجود آورده است. نام‌های دیگر واکسن‌های نسل سوم ژنی شامل RNA واکسن، DNA واکسن، واکسن‌های پلاسمیدی و واکسن اسید نوکلئیک می‌باشد. از خصوصیات مهم واکسن‌های ژنی، ایمنی‌زا بودن و حفاظت در مقابل عفونت با تحریک هر دو سیستم ایمنی هومورال و سلولار می‌باشد.

### ۱۰-۴- واکسن‌های مهم مورد استفاده در تهدیدات زیستی

#### ۱۰-۴-۱- واکسن بوتی لیسم

تجویز آنتی‌توکسین پلی‌والان (AB یا ABE) را به کسانی که هنوز نشانه‌های بالینی ندارند در فاصله یک تا ۲ روز بعد از خوردن غذای آلوده در مقابل خطر احتمالی بروز واکنش‌های آلرژیک در مقابل سرم اسب باید ارزیابی کرد. توکسین عامل بیماری، فعال باقی نمانده و بنابراین انتقال موارد ثانویه بیماری و فرد به فرد وجود ندارد. در مراحل اولیه مسمومیت خوراکی جهت کاهش میزان جذب توکسین از گوارش به وسیله ذغال فعال (چارکول)  $0.5 \text{ g/kg}$  به اضافه سوربیتول  $0.25 \text{ mg/kg}$  دو دوز به فاصله ۴-۶ ساعت تجویز می‌شود.

### ۱۰-۴-۲- واکسن بروسلاز

در مناطق بسیار آلوده باید گوسفند و بز را با واکسن زنده سوش Rev1 از بروسلا ملی تنسیس و گوساله‌ها و گاهی گاوهای بالغ را با سوش S19 بروسلا آبورتوس واکسینه نمود. از سال ۱۹۹۶ برای واکسیناسیون گاوها، به‌جای S19، از واکسن تهیه‌شده از سوش بروسلا آبورتوس RB51 استفاده می‌شود ولی اثربخشی این واکسن در پیشگیری از بیماری نزد گاو، به‌طور روزافزونی زیر سؤال قرار گرفته است. ظاهراً خطر این سوش از واکسن برای انسان کمتر از سوش S19 است.

### ۱۰-۴-۳- واکسن آبله

اجازه مصرف یک نوع واکسن زنده تخفیف حدت‌یافته ویروس واریسلا در تمام دنیا داده شده است. یک واکسن چهارگانه (MMRV) برای استفاده کودکان سالم ۱۲ ماهه تا ۱۲ ساله نیز اجازه مصرف گرفته است. نوبت اول تزریق واکسن در کشورهای صنعتی در سن ۱۲ تا ۱۸ ماهگی بوده و نوبت دوم در ۴ تا ۶ سالگی، و واکسن را می‌توان برای کودکانی که مبتلا به آبله‌مرغان نشده‌اند تا ۱۲ سالگی نیز تزریق نمود. دومین نوبت واکسن را می‌توان از فاصله ۳ ماه بعد از نوبت اول داد. برآورد شده که یک نوبت واکسیناسیون، ۷۰ تا ۹۰ درصد کودکان واکسینه‌شده را تا ۱۰ سال ایمن می‌کند. توصیه شده که واکسیناسیون نوبت دوم برای تکمیل ایمنی حاصله از واکسیناسیون اول داده شود. در صورتی که ایمنی فرد واکسینه‌شده از بین برود و او در مواجهه با ویروس واریسلا قرار گیرد معمولاً بیماری با نشانه‌های خفیف‌تر و تعداد کمتری از ماکول‌های سرخ‌پوستی (تا ۵۰ عدد)، بدون تب و دوره کوتاه‌تری تظاهر می‌یابد. احتمال دارد که اگر واکسن در فاصله ۳ روز بعد از تماس داده شود، از بروز بیماری جلوگیری شده و یا حداقل نشانه‌های آن تخفیف یابد. نقش واکسیناسیون در دوران کودکی و یا بلوغ در

پیشگیری از ابتلا به هرپس زوستر در جامعه کاملاً مشخص نشده است ولی داده‌های جمع‌آوری شده در این زمینه، به‌خصوص از کودکان مبتلا به کمبود ایمنی، نشان می‌دهد که خطر ابتلای کودکان واکسینه‌شده بر علیه واریسلا، به هرپس زوستر و شدت بیماری در آنها کمتر از آنهایی است که به‌صورت طبیعی به آبله‌مرغان مبتلا شده‌اند. واکسیناسیون وسیع کودکان و بالغین در جوامع، نقش عمده‌ای بر میزان بروز هرپس زوستر (شینگل) و عوارض عصبی بعد از آن دارد. تزریق دو نوبت واکسن واریسلا، به فاصله ۴ تا ۸ هفته، برای بالغین حساس ۱۳ ساله و بالاتر که سابقه واکسیناسیون دوران کودکی را ندارند نیز توصیه می‌شود. معیار ایمنی در مقابل ویروس واریسلا زوستر در سال ۲۰۰۶ مورد بررسی مجدد قرار گرفته است. توصیه شده که متولدین بعد از سال ۱۹۸۰، که سابقه ابتلا به بیماری آنها توسط پزشک و یا مراکز پزشکی تایید می‌شود، ایمن در نظر گرفته شده و نیازی به تزریق واکسن ندارند. برای کسانی که سابقه ابتلا به شکل غیر عادی بیماری را دارند، علاوه بر وجود شواهد آزمایشگاهی نشان‌دهنده ابتلا به آبله‌مرغان، پزشک یا تنظیم‌کننده برنامه واکسیناسیون باید او را ارزیابی کند.

صرفنظر از وجود یا عدم ایمنی واکسیناسیون آبله‌مرغان می‌توان آن را برای گروه‌های خاصی انجام داد. بالغینی که از این نظر در اولویت قرار دارند عبارت‌اند از: تماس‌های نزدیکی که در خطر ابتلا به عوارض سخت بیماری هستند؛ افرادی که در محل‌هایی که احتمال خطر ابتلا به این بیماری زیاد است کار کرده و یا سکونت دارند (مثل آموزگاران، کارکنان مهد کودک، ساکنین و کارکنان شبانه‌روزی‌ها)؛ و یا محل‌هایی که انتقال عفونت صورت می‌گیرد (دانشگاه‌ها، ساکنین و کارکنان زندان‌ها و خوابگاه‌های ارتشی)؛ زن‌های غیرحاملی که در سن حاملی هستند؛ نوجوانان و بالغینی که کودک در منزل دارند و مسافران بین‌المللی:

تزریق واکسن واریسلا در تضاد با ایمنی کاسته شده، به‌خصوص برای افراد با عفونت پیشرفته ایدز، است. ولی می‌توان واکسیناسیون کودکان آلوده به عفونت ایدز را

که شماره **CD4+ T-lymphocyte** آنها مساوی یا کمتر از ۲۰۰ سلول در سانتیمتر است مورد توجه قرار داد. همچنین ممکن است نوجوانان مبتلا به عفونت‌ایدز که تعداد تی‌لنفوسیت‌های آنها به همین اندازه است را واکسینه نمود. سابقه واکنش‌های آنافیلاکتیکی در مقابل تزریق هر نوع واکسن (از جمله نئوماکسین)، حاملگی (تصور می‌شود که جنین مواجه با خطر خواهد شد - باید تا ۴ هفته بعد از تزریق واکسن از بارداری اجتناب گردد)، ابتلا به بیماری‌های شدید و اختلالات پیشرفته نظام ایمنی، نیز در تضاد با تزریق واکسن آبله‌مرغان است.

غیر از بیماران مبتلا به لوسمی لنفاتیک حاد که پیشرفت بیماری متوقف و در وضعیت ثابتی قرار دارند، درمان‌های منظم با مواد استروئیدی (بالغین بیش از ۲۰ میلی‌گرم در روز و کودکان بیش از ۱ میلی‌گرم برای هر کیلوگرم وزن در روز)، در مقابل تزریق واکسن آبله‌مرغان ناسازگاری نشان خواهند داد. در صورتی که یک‌ماه از مصرف کورتن‌ها گذشته باشد می‌توان واکسیناسیون را انجام داد. مصرف‌کنندگان تنفسی و موضعی کورتن‌ها می‌توانند واکسینه شوند. نقص جنینی در نظام ایمنی افراد نزدیک فامیل در تضاد با واکسن است. در کشورهایی که بیماری آبله‌مرغان کودکان یک مشکل بهداشتی است و واکسیناسیون کودکان عملی بوده و می‌توان سطح ایمنی ۸۵ تا ۹۰ درصد را برای همیشه حفظ نمود، می‌توان واکسیناسیون را مورد توجه قرار داد. افراد بیشتر از ۱۳ سال باید دو نوبت واکسن به فاصله ۴ تا ۸ هفته بزنند.

در ۲ تا ۴ درصد کودکان و ۵ درصد بالغین در محل تزریق واکسن و یا در نقطه دیگری از بدن، سرخی خفیفی مشابه سرخی آبله‌مرغان ایجاد شده است. در موارد نادر، بروز آبله‌مرغان خفیف بعد از تزریق واکسن، نشان می‌دهد که ممکن است واکسن مصرفی بعداً واکنش نشان داده و آبله‌مرغان خفیفی ایجاد کند که میزان بروز آن کمتر از بروز ابتلا به شکل طبیعی بیماری خواهد بود. طول زمان بقای ایمنی مشخص نشده ولی آنتی‌کور تا ۱۰ سال بعد از تزریق واکسن وجود خواهد داشت، آنتی‌کور حتی بعد از

وجود ویروس و گردش آن در طبیعت باقی خواهد ماند. در هنگام تنظیم مطالب این فصل در سال ۲۰۰۸ در یک بررسی نشان داده شده که قدرت ایمنی افراد واکسینه شده با واکسن آبله مرغان در طول زمان کاهش پیدا کرده و از بین می رود در حالی که پژوهشی مشابه، به این نتیجه نرسیده است.

افرادی که به شدت در معرض خطر بوده و نمی توانند واکسینه شوند، مثل نوزادان غیر ایمن و کسانی که نارسایی ایمنی دارند، باید از سایر افراد خانواده و یا تماس های نزدیک که واکسینه شده اند، محافظت شوند.

گلوبولین های ایمن ویروس واریسلازوستر که از پلاسمای خون دهنندگان عادی تهیه شده است و عیار پادتن ضد ویروسی واریسلازوستر آن ها زیاد است اگر تا ۹۶ ساعت بعد از مواجه با ویروس داده شود، در پیشگیری از بیماری و تغییر مسیر آن موثر خواهد بود. در ایالات متحده آمریکا یک واکسن برای پیشگیری از هرپس زوستر (زونا) اجازه مصرف گرفته و استفاده از آن برای بالغین ۶۰ سال به بالا توصیه شده است.

#### ۱۰-۴-۴- واکسن وبا

مصونیت فعالی که در حال حاضر با مایه تزریقی تهیه شده از ویبریوی کشته ایجاد می شود، ارزش عملی کمی در کنترل همه گیری های وبا و موارد تماس آن دارد. نشان داده شده است که این واکسن در نواحی به شدت بومی بیماری، مقاومت نسبی (تا ۵۰ درصد) برای مدتی کوتاه (۳ تا ۶ ماه) ایجاد می کند ولی مانع از ایجاد عفونت های بدون نشانه نمی شود و سازمان جهانی بهداشت استفاده از آن را توصیه نمی کند.

در تعدادی از کشورها دو نوع واکسن خوراکی که بی خطر بوده و مصونیت زیادی را برای چند ماه در مقابل آلودگی با سوش های ویبریوی O1 ایجاد می کند، وجود دارد. این واکسن ها را بیشتر مسافران کشورهای پیشرفته صنعتی استفاده می کنند. یکی از این واکسن ها از ویبریوی زنده سوش **CVD 103-HgR** تهیه شده و در یک نوبت داده

می‌شود؛ گرچه استفاده از این واکسن مجاز می‌باشد ولی تولید آن از سال ۲۰۰۴ متوقف شده است.

واکسن دیگر، از ویبریوی کشته به‌اضافه بخشی از توکسین ویبریو کلرا (B-subunit cholera toxin) تهیه‌شده و در دو نوبت داده می‌شود. پروانه مصرف این واکسن از اواسط سال ۲۰۰۸ در ایالات متحده آمریکا باطل شده است. امکان تهیه یک واکسن دیگر از سلول کشته ویبریوی وبا که فاقد B-subunit است در کشور ویتنام فراهم شده و در حال حاضر تنها در این کشور اجازه مصرف پیدا کرده است.

در سال‌های ۲۰۰۳ و ۲۰۰۴ یک کارآزمایی وسیع واکسیناسیون وبا در کشور موزامبیک نشان داده که استفاده از واکسن‌های خوراکی در جوامع آفریقایی که عفونت‌ایدز شیوع فراوانی داشته و انجام واکسیناسیون عملی است، پیشگیری موقت و موثری از بیماری به‌عمل می‌آورد. به‌منظور استفاد از این واکسن در سطح وسیع باید به سؤالات دیگری از جمله مدت زمان دوام ایمنی و میزان هزینه- بهره اجرای برنامه واکسیناسیون پاسخ داده شود. گفته‌شده که با انجام برنامه واکسیناسیون می‌توان به میزانی از ۵۰ تا ۷۰ درصد ایمنی گروهی رسید و در صورتی که این یافته توسط مشاهدات آینده مورد تایید قرار گرفت می‌توان استفاده وسیع از آن را در مناطق اندمیک وبا در دنیا توصیه نمود.

#### ۱۰-۴-۵- واکسن دیفتتری

تنها روش کنترل مؤثر مایه‌کوبی وسیع، با توکسوئید باسیل دیفتتری است. واکسیناسیون در نوزادان را باید با تزریق واکسن سه‌گانه از توکسوئید دیفتتری و کزاز توأم با واکسن سیاه‌سرفه، DTP، که یا از آنتی‌ژن بدون سلول باسیل سیاه‌سرفه تهیه‌شده (DtaP) و در ایالات متحده استفاده از این نوع واکسن سیاه‌سرفه به اشکال دیگر آن ترجیح داده می‌شود) و یا واکسن تهیه‌شده از تمام جسم باسیل سیاه‌سرفه، در



مراحل اول زندگی شروع کرد. یک نوع واکسن دیگر ترکیب شده از واکسن سه گانه **DTP** و یا **DtaP** به همراه واکسن تیپ **B** هموفیلوس آنفلوآنزا، واکسن کشته پولیو و یا واکسن هیپاتیت **B** نیز تولید و مصرف می شود.

برنامه واکسیناسیون در کشورهای در حال توسعه شامل حداقل ۳ نوبت تزریق عضلانی از واکسن سه گانه در ۶، ۱۰ و ۱۴ هفتگی نوزاد است که یک تزریق یادآور دیگر در سن ۱۸ ماهگی تا ۴ سالگی زده می شود. برنامه واکسیناسیون نوزادان برای کشورهای صنعتی به شکل زیر توصیه شده است (ممکن است بعضی از کشورها برنامه دیگری را از نظر سن و مقدار مایه ای که تزریق می گردد انجام دهند).

- برنامه واکسیناسیون برای افراد ۰ تا ۱۸ سال

یک دوره مقدماتی از واکسن شامل توکسوئید کزاز و آنتی ژن سیاه سرفه (**DtaP**) یا واکسن (**DTP-Hib**) تزریق می شود. سه تزریق اول هر یک به فاصله ۴ تا ۸ هفته که نوبت اول در ۶ تا ۸ هفته بعد از تولد، و نوبت چهارم ۶ تا ۱۲ ماه بعد از تزریق نوبت سوم زده می شود. در صورتی که برنامه طبق زمانبندی گفته شده در این قسمت اجرا نگردد نباید آن را از اول شروع کرد. تزریق پنجم نیز در ۴ تا ۶ سالگی قبل از رفتن به مدرسه انجام می شود و در صورتی که تزریق نوبت چهارم بعد از ۴ سالگی صورت گرفته باشد تزریق نوبت پنجم ضرورت ندارد. در صورتی که تزریق واکسن سیاه سرفه عوارضی ایجاد کند باید از واکسن دوگانه دیفتتری و کزاز (**DT**) استفاده شود. در سن ۱۱ تا ۱۸ سالگی یک تزریق یادآور از واکسن بالغین **Tdap** (و یا **TD** در صورتی که **Tdap** در دسترس نباشد) توصیه شده است

- برای افراد واکسینه نشده بزرگتر از ۷ سال:

به دلیل ایجاد عوارض تزریق واکسن در سن بالا، از یک نوع واکسن دیفتتری که مقدار واحد توکسوئید آن کمتر بوده و واکسن دوگانه بالغین نامیده شده (TD) به عنوان تزریق یادآوری بعد از ۷ سالگی استفاده می شود. کسانی که قبلاً واکسینه نشده اند باید یک دوره کامل شامل ۳ نوبت از این واکسن بگیرند. دو تزریق اول هر کدام به فاصله ۴ تا ۷ هفته و نوبت سوم، ۶ ماه تا یک سال بعد از تزریق دوم زده می شود. در صورتی که شخص ۱۰ ساله و بزرگتر بود می توان برای یکی از نوبت های واکسن دوگانه، از واکسن سه گانه **Tdap** استفاده کرد. اطلاعات محدودی که از کشور سوئد داده شده، نشان می دهد که ممکن است این برنامه در اغلب بالغین، پادتن کافی برای پیشگیری از آلودگی ایجاد نکرده و ممکن است تزریق اضافی دیگری نیز لازم شود. با تزریق هر ۱۰ سال یک بار از واکسن دوگانه، باید سطح بالای مصونیت را برای پیشگیری از ابتلا به بیماری حفظ نمود. ممکن است برای افراد گروه سنی ۱۹ تا ۶۴ سال یک نوبت از واکسن سه گانه **Tdap** را برای ایجاد مصونیت در مقابل سیاه سرفه، جایگزین یک نوبت واکسن دوگانه **TD** نمود

باید کوشش نمود تا افرادی که به دلایل شغلی در تماس با بیماران مبتلا به دیفتتری هستند (کارکنان بخش بهداشتی - درمانی) مصونیت کامل داشته و هر ۱۰ سال یک بار تزریق یادآور از مایه دوگانه مخصوص بالغین بگیرند. برای کودکان و بالغین که ایمنی آنها به شدت پائین آورده شده و یا مبتلا به عفونت ایدز هستند باید برنامه واکسیناسیون با همان نظمی که گفته شد، با وجود آن که ممکن است هیچگونه پاسخ ایمنی نداشته باشند، اجرا گردد.

### ۱۰-۴-۶- واکسن آنفلوآنزا

آنفلونزای تیپ **A** و **B** مهم‌ترین سروتیپ‌های ویروس آنفلونزا می‌باشند. تیپ **A** بر اساس دو آنتی‌ژن سطحی به زیرگروه‌های متعدد تقسیم‌بندی می‌شود که شامل آنتی‌ژن هموگلوبین (**H**) و نورآمینیداز (**N**) است. هر چند هر دو ویروس آنفلونزای **A** و **B** تغییرات آنتی‌ژنی مداوم (**Antigen drift & Shift**) دارند، ولی ویروس آنفلونزای **B** روند تغییر آنتی‌ژن خیلی آهسته داشته و به زیرگروه‌های متعدد تقسیم‌بندی نمی‌شود. در سال ۱۹۷۷ ویروس آنفلونزای **A** (سروتیپ **H3N2**) و آنفلونزای **B** گسترش جهانی پیدا نموده و پاندمیک شدند. در اپیدمی‌های سال‌های اخیر سروتیپ **H5N1** شیوع یافته است. اپیدمی‌های آنفلونزا طی ماه‌های زمستان و بهار به‌وقوع می‌پیوندد. عفونت با ویروس‌های عامل بیماری آنفلونزا در تمام سنین و گروه‌ها دیده می‌شود ولی میزان عفونت در بچه‌ها خیلی بالا است. میزان مرگ‌ومیر ناشی از بیماری در افراد پیر و افراد با نقص ایمنی و بیماری زمینه‌ای بیشتر می‌باشد. ویروس آنفلونزا هم‌چنین عامل اپیدمی‌های جهانی تحت عنوان پاندمی بوده و در نواحی گرمسیری وقوع آنفلونزا در طی تمام فصول سال دیده می‌شود. افراد مستعد به عوارض آنفلونزا در مناطق سردسیر و معتدل باید در فصل پائیز و زمستان واکسینه شوند. علاوه بر واکسن، استفاده از داروهای ضد ویروس اختصاصی (آمانتادین، ریمانتادین) برای پروفیلاکسی و درمان مهم است. گروه‌هایی که واکسن آنفلونزا برای آنها توصیه می‌شود عبارت‌اند از:

- افراد بالای ۶۰ سال
- افراد ساکن در آسایشگاه‌ها
- بالغین یا کودکانی که مبتلا به بیماری‌های مزمن ریوی و یا قلبی-عروقی هستند.
- افراد بالغ یا بچه‌هایی که به‌طور مداوم جهت بررسی و درمان در بیمارستان حضور می‌یابند مانند افرادی که دچار دیابت، نارسایی کلیه، هموگلوبینوپاتی یا نقص ایمنی می‌باشند.

- کودکانی که می‌بایست مداوم آسپیرین دریافت دارند. در این افراد به‌دلیل بروز عفونت آنفلونزا و خطر سندروم ری باید واکسن دریافت کنند.

- زنان حامله طی سه ماهه دوم و سوم

واکسن آنفلونزا به شکل عضلانی در دلتوئید بزرگسالان و ران اطفال تلقیح می‌شود. زمان تجویز واکسن آنفلونزا در فصل پاییز می‌باشد (خصوصاً ماه‌های مهر و آبان). دوز دریافتی در بالغین ۰/۵ سی‌سی و در بچه‌ها ۰/۲ سی‌سی می‌باشد.

تزریق واکسن کشته و زنده ویروسی ممکن است ۷۰ تا ۸۰ درصد جوانان سالم را - در صورتی که آنتی‌ژن واکسن با آنتی‌ژن ویروسی که در جریان ایجاد همه‌گیری است تشابه نزدیکی داشته باشد - از ابتلا به بیماری محافظت کند. یک نوع واکسن زنده‌ای که سال‌ها در کشور شوروی (سابق) استفاده می‌شد اخیراً در سایر کشورهای صنعتی نیز اجازه مصرف یافته است، این واکسن به‌صورت داخل بینی برای واکسیناسیون افراد سالم ۵ تا ۴۹ ساله مصرف می‌شود. واکسیناسیون افراد مسن ممکن است مانع از ابتلای آن‌ها به بیماری نشود ولی احتمال دارد که از شدت نشانه‌ها و عوارض بیماری تا حد ۵۰ الی ۶۰ درصد کاسته و تقریباً تا ۸۰ درصد از مرگ ناشی از آنفلوآنزا جلوگیری کند. بهتر است که واکسیناسیون آنفلوآنزا با تزریق واکسن بر علیه پنومونی پنوموکوکی همراه باشد.

برای کسانی که قبلاً در معرض آلودگی با ویروس‌های آنفلوآنزای **A** و **B** قرار داشته‌اند یک نوبت تزریق واکسن کافی است؛ کودکان کوچکتر از ۹ سال ۲ نوبت واکسن به‌فاصله یک ماه می‌گیرند. برنامه واکسیناسیون در مرحله اول باید متوجه افرادی باشد که بیشترین مخاطره را برای بروز عوارض شدید بیماری و یا مرگ دارند و همچنین کسانی که به‌دلیل شغلی ممکن است ویروس را منتشر کنند (کارکنان خدمات بهداشتی و تماس‌های خانوادگی) در اولویت قرار دارند. تزریق واکسن برای کودکانی که برای مدت طولانی تحت درمان با آسپیرین هستند، به‌منظور جلوگیری از بروز سندروم «ری»

ناشی از ابتلا به آنفلوآنزا، توصیه شده است. حساسیت به پروتئین تخم‌مرغ و سایر ترکیبات واکسن، از عوارض تزریق آن است. در سال ۱۹۶۷ در ایالات متحده آمریکا به هنگام اجرای برنامه واکسیناسیون با سوش خوکی ویروس آنفلوآنزا گزارشاتی از بروز سندروم گیلن‌باره (**Guillain – Barre syndrome**) تا ۶ هفته بعد از تزریق واکسن داده شده است. واکسن‌های تولیدشده بعدی با سوش‌های دیگری از ویروس آنفلوآنزا، مخاطره مشخصی را برای ایجاد سندروم گیلن‌باره نداشته است. واکسن زنده در افراد با نقص ایمنی – پیوند ارگان – و خانم‌های باردار منع مصرف دارد. واکسن آنفلوآنزا در ابتدای فصل پائیز هر سال به‌ویژه در مناطق جغرافیائی خاص تجویز می‌گردد. واکسن‌های نسل جدید و یا نسل سه پس از واکسن‌های نسل دو (ریکامبیننت) در حال تحقیق و تولید بوده که دارای اثربخشی وسیع‌تر و با عوارض کمتر می‌باشد.

اداره کل غذا و داروی آمریکا به‌تازگی واکسن فلوسلواکس (**Flucelvax**) را که نخستین واکسن آنفلوآنزای فصلی است از سلول‌های کشت داده‌شده حیوانی به جای استفاده از تخم‌مرغ‌های بارور شده، مورد تأیید قرار داده است. این واکسن برای محافظت از بیماران با حداقل سن ۱۸ سال از آنفلوآنزای فصلی تأیید شده است. روند ساخت «فلوسلواکس» شبیه واکسن‌های تولیدشده قبلی بر مبنای تخم‌مرغ است هرچند وقتی از سلول‌های کشت‌داده‌شده حیوانی استفاده می‌شود، گونه‌های ویروس در سلول‌هایی با منشاء پستانداران رشد می‌کنند. شرکت داروسازی «نوارتیس» که سازنده این واکسن جدید است، مدعی است تولید «فلوسلواکس» در محیطی بسته، استریل و کنترل‌شده انجام‌شده که به‌طور قابل توجهی خطر ناخالصی‌های بالقوه را کاهش می‌دهد و در تولید آن از هیچ ماده نگهدارنده‌ای استفاده نشده است.

## ۱۰-۴-۷- واکسن لایم

از اواخر سال‌های دهه ۱۹۹۹ با استفاده از پروتئین سطح خارجی **A (rOSPA)** بورلیا بورگدوفری، به‌عنوان یک عامل ایمنولوژیک، دو نوع واکسن ساخته شده است. در اواخر سال ۱۹۹۹ اداره دارویی ایالت متحده آمریکا (**FDA**) به یکی از این دو واکسن اجازه استفاده در گروه سنی ۱۵ تا ۷۰ ساله داده است. این واکسن در سه نوبت، نوبت‌های دوم و سوم به ترتیب یک ماه و ۱۲ ماه بعد از نوبت اول، تزریق می‌گردد و نشان داده شده است که استفاده از این واکسن بی‌خطر بوده و در ۷۶ درصد از موارد در کسانی که سه نوبت واکسن زده‌اند از بروز بیماری جلوگیری می‌کند. در زمینه بی‌خطری و تاثیرپذیری واکسن، بلافاصله بعد از خاتمه تزریق نوبت سوم و بعد از خاتمه فصل انتقال بیماری، اطلاعاتی در دست نیست. مدت دوام ایمنی و نیاز به تزریق نوبت یادآور بعد از خاتمه نوبت سوم هنوز مشخص نشده است. نتیجه یک بررسی بسیار وسیع در زمینه بی‌خطری واکسن نیز هنوز تحلیل و منتشر نشده است. شایعاتی در زمینه ایجاد واکنش بعد از تزریق واکسن و شکایت‌های حقوقی در این زمینه، بعد از صدور اجازه مصرف آن منتشر گردید که در نتیجه، میزان مصرف آن را کاهش داده و تولید آن در فوریه سال ۲۰۰۲ قطع گردید.

این واکسن آنتی‌بادی، **anti - rOspA** ضد اسپیروکت ایجاد کرده و در نتیجه، آزمایش الایزا برای تشخیص بیماری لایم در افراد واکسینه شده به‌صورت کاذب مثبت خواهد شد. ولی باید دانست که متخصص با تجربه آزمایشگاه معمولاً با تفسیر دقیق نتایج آزمایش و با استفاده از روش «وسترن بلوت اسی» (**Western blot assay**) به‌دلیل آن که پادتن ضد اسپیروکت **anti - rOspA** بعد از آلودگی با این اسپیروکت ایجاد نمی‌شود، می‌تواند آلودگی طبیعی و پادتن ایجادشده در اثر واکسیناسیون را تشخیص دهد.

واکسن بیماری لایم تمام افراد واکسینه شده را در مقابل عفونت بورلیا بورگدوفری

محافظت نکرده و در مقابل سایر بیماری‌های منتقله از راه گزش کنه نیز ایمنی ایجاد نمی‌کند. تصمیم‌گیری در مورد استفاده از این واکسن بستگی به میزان احتمال برخورد با کنه آلوده و مفید بودن واکسن در مقابل سایر وسایل پیشگیری از جمله تشخیص به‌موقع و درمان بیماری دارد. تعدادی از بررسی‌ها مفید بودن این اقدامات پیشگیری کننده را بدون مقایسه آن با واکسیناسیون، نشان داده است.

در بررسی میزان خطر ابتلا باید گسترش جغرافیایی بیماری لایم در نظر گرفته شود. ایالات و استان‌های شمال شرقی و مرکزی در ایالات متحده و کانادا، از مناطق پرخطر در قسمت‌های شمالی قاره آمریکا است. ولی باید توجه داشت که در این مناطق نیز خطر ابتلا به بیماری در شهرها و نواحی مختلف یکسان نیست. جزئیات اطلاعات در زمینه انتشار بیماری لایم در هر محل را باید از مراکز بهداشتی همان محل تهیه کرد. واکسیناسیون در مناطق پرخطر تا سال ۲۰۰۲، بیشتر برای گروه‌های سنی ۱۵ تا ۷۰ سال که درگیر فعالیت‌های پرمخاطره‌ای که آن‌ها را در معرض خطر نیش کنه قرار می‌داد (گردش، کار، ورزش در طبیعت و جنگل‌ها)، صورت می‌گرفت. معلوم نیست که در آینده برای بیماری لایم واکسن تهیه شود.

#### ۱۰-۴-۸- واکسن مننژیت مننگوکوکی

واکسن‌هایی که از پلی‌ساکاریدهای مننگوکوک‌های گروه‌ها **A, C, Y, 135** - **W** تهیه شده موجود است. در حال حاضر واکسن‌هایی شامل ۲ پلی‌ساکارید باکتری نیز موجود است، البته ممکن است در بعضی از کشورها تنها واکسن حاوی یک پلی‌ساکارید موجود باشد (واکسن چهار ظرفیتی **ACYW-135** و دو ظرفیتی **AC**). واکسن‌های ساخته شده از پلی‌ساکاریدهای گروه‌های سرمی **A** و **C** برای بالغین و کودکان بزرگتر از ۲ سال بی‌خطر و موثر بوده ولی ایمنی طولانی - به‌خصوص نزد کودکان کوچکتر از ۵ سال - ایجاد نمی‌کند. واکسن‌های ساخته شده از پلی‌ساکارید گروه **A** نزد کودکان ۳

ماهه و بیشتر، آنتی کور ایجاد می کند ولی خاصیت ایمنی زایی پلی ساکارید گروه سرمی C کم بوده و در کودکان کوچکتر از ۲ سال ایمنی ایجاد نمی کند. پلی ساکاریدهای گروه های سرمی Y و W-135 نزد بالغین و کودکان بزرگتر از ۲ سال از بروز شکل بالینی بیماری جلوگیری می کنند ولی گزارش کاملی از چگونگی این ایمنی منتشر نشده است. واکسن های پلی ساکارید مننگوکوکی برای کنترل همه گیری ها و پیشگیری از بروز بیماری نزد مسافرانی که به مناطق اندمیک بیماری مسافرت می کنند، حجاج، گروه های ارتشی، و افرادی که کمبودهای ایمنی دارند، موثر و بی خطر می باشد. چون خاصیت ایمنی زایی این نوع واکسن نزد کودکان زیاد نبوده و تاثیر محدودی در آنها دارد، در فهرست واکسیناسیون دوران کودکی منظور نشده اند. در صورت وجود مخاطره هر ۳ تا ۵ سال یکبار می توان واکسیناسیون را تجدید نمود. اگرچه چند نوع واکسن برای مننگوکوک های گروه های سرمی B ساخته شده و تا حدودی برای کودکان بزرگتر و بالغین موثر بوده است ولی تاکنون هیچیک از آنها اجازه مصرف نگرفته است.

واکسن های ساخته شده برای مننگوکوک های گروه سرمی C در سال ۱۹۹۹ برای اولین بار در بریتانیا تهیه و عرضه گردید (واکسیناسیون عمومی برای کودکان ۲ ماهه تا نوجوانان ۱۸ ساله). نتایج اولیه نشان می دهد که تاثیر این واکسن ها نزد نوزادان، کودکان و نوجوانان زیاد بوده (بیش از ۹۰ درصد) و حاملان باکتری را کاهش داده و ایمنی گروهی را بالا می برد.

#### ۱۰-۴-۹- واکسن سیاه سرفه

واکسیناسیون منطقی ترین رویکرد برای کنترل بیماری سیاه سرفه است و بالغ بر ۴۰ سال است که واکسن تهیه شده از تمام سلول باکتری (کامل) در پیشگیری از این بیماری موثر بوده است. مردم و به خصوص والدین نوزادان را باید به خطر ابتلا به سیاه سرفه و مزایای واکسیناسیون نوزادان (بین ۶ هفته تا ۳ ماه بعد از تولد برحسب



کشور) و ادامه آن تا کامل شدن دوره مایه‌کوبی، آموزش داد. اجرای این عمل، به‌خصوص از زمانی شهرت یافته که واکنش‌های نادر ناخواسته واکسیناسیون کاهش یافته است.

ایمن‌سازی، منطقی‌ترین رویکرد برای کنترل سیاه‌سرفه است. واکسن‌های تهیه‌شده از تمام جسم سلولی در پیشگیری از بیماری برای بیش از ۴۰ سال موثر می‌باشد. ایجاد ایمنی فعال در مقابل آلودگی به بردوتلاپرتوزیس به‌وسیله ۳ بار تزریق با واکسنی که شامل باکتری کشته سیاه‌سرفه (wP) و یا واکسن فاقد جسم سلولی (aP)، شامل ۱ تا ۵ عدد از ترکیبات مختلف بردوتلاپرتوزیس است صورت می‌گیرد. این واکسن معمولاً به‌همراه توکسوئید (غیر زهر) دیفتتری و کزاز (DTP)، که بر روی نمک‌های آلومینیوم جذب شده است داده می‌شود (DTwP یا DtaP). این دو نوع واکسن سیاه‌سرفه، از نظر تاثیرگذاری و واکنش‌های شدیدشان در ایجاد ایمنی، با یکدیگر تفاوتی ندارند، ولی واکسن aP واکنش‌های موضعی زودگذر کمتری ایجاد می‌کند. هر دو نوع واکسن (wP) و (aP) تا ۸۰ درصد ایمنی ایجاد می‌کنند ولی ممکن است سطح ایمنی در هر گروه متفاوت باشد. این واکسن‌ها محافظت زیادی در مقابل اشکال شدید بیماری ایجاد کرده و ایمنی ایجادشده تقریباً بعد از ۵ سال از بین می‌رود. واکسن فاقد سلول سیاه‌سرفه در مقابل شبه‌سیاه‌سرفه مقاومت ایجاد نمی‌کند.

اگرچه واکنش‌های عمومی و موضعی واکسن فاقد سلول، مثل تب، کمتر است ولی گرانی قیمت آن باعث مصرف بیشتر واکسن حاوی جسم سلول در اغلب کشورهای در حال پیشرفت شده است. ژاپن، ایالات متحده آمریکا و بسیاری دیگر از کشورهای صنعتی، واکسن فاقد جسم سلولی را به‌طور کامل جانشین واکسنی که حاوی جسم سلولی است، نموده‌اند. هر کشور برنامه واکسیناسیون خاص خود را دارد؛ در کشورهای آمریکای شمالی، در ۲، ۴ و ۶ ماهگی، در فرانسه ۳، ۴ و ۵ ماهگی، در سوئد ۳، ۵ و ۱۲ ماهگی، در بریتانیا ۲، ۳ و ۴ ماهگی، و در اغلب کشورهای در حال توسعه، بر اساس برنامه

توصیه شده به وسیله سازمان جهانی بهداشت، در ۶، ۱۰ و ۱۴ هفتگی واکسن داده می شود. در تمام کشورهای جهان، به خصوص نقاطی که بیماری سیاه سرفه بومی بوده و مشکل بزرگی برای سلامتی مردم است، باید با تزریق ۳ نوبت از واکسن سه گانه **DTP** پوششی معادل ۹۰ درصد ایمنی گروهی فراهم شود. در کشورهایایی که اجرای برنامه واکسیناسیون میزان بروز بیماری سیاه سرفه را به طور قابل توجهی پایین آورده است باید در حدود یک تا ۶ سال بعد از آخرین واکسیناسیون، یک نوبت واکسن یادآور داده شود. برنامه های واکسیناسیون در سطح ملی باید موارد لزوم و زمان دادن واکسن های یادآور سه گانه را مشخص کند. در ایالات متحده آمریکا و بعضی از کشورهای دیگر، در ۱۵ تا ۱۸ ماهگی و هنگام ورود به مدرسه، زمان دادن واکسن های یادآور تعیین شده است. از سال ۲۰۰۶، ۶۷ کشور از ۱۹۳ کشور عضو سازمان جهانی بهداشت، تزریق یک دوز یادآور دیگری از واکسن سه گانه و ۵۷ کشور دیگر، تزریق ۲ نوبت و بیشتر را در برنامه واکسیناسیون عمومی در سطح کشور گنجانیده اند. تزریق واکسن حاوی جسم سلولی سیاه سرفه، به دلیل امکان ایجاد واکنش های موضعی شدید، برای کودکان ۷ سال و بزرگتر توصیه نمی شود. ترکیب واکسن های فاقد جسم سلولی سیاه سرفه برای مصرف نوجوانان و بالغین مشخص شده و در تعدادی از کشورها اجازه مصرف یافته است. از سال ۲۰۰۶ تزریق واکسن یادآور به نوجوانان و بالغین در برنامه عمومی واکسیناسیون کشوری در ۱۰ کشور به اجرا گذاشته شده است. می توان واکسن سه گانه (**DTWP**)، **Dtap** را همراه واکسن های خوراکی و یا تزریقی فلج اطفال؛ هموفیلوس آنفلوآنزا سروتیپ **b (Hib)**، هیپاتیت **B**، سرخک، اوریون و سرخجه (**MMR**) به کودکان داد، مشروط بر این که واکسن اخیر در نقطه ای دیگر از بدن تزریق شود. واکنش مخلوط سه گانه (**Dtap**) و هموفیلوس آنفلوآنزا، پولیوی تزریقی و هیپاتیت **B** در کشورهای اروپایی به طور وسیعی مصرف می شود.

در اغلب مواقع، واکنش‌های موضعی و عمومی خفیفی مثل قرمزی، تورم، تب و بی‌تابی، بعد از واکسیناسیون سیاه‌سرفه با واکسن حاوی جسم سلولی بروز می‌کند. گریه طولانی کودک و غش‌های تب‌دار نیز به مقدار کمتری اتفاق می‌افتد (کمتر از ۱ درصد). ممکن است بروز این حالات برای والدین کودکان و حتی پزشک آن‌ها نگران‌کننده باشد ولی هیچ دلیل علمی در دست نیست که نشان دهد ممکن است این واکنش‌ها آثار دائمی از خود به‌جای گذارند. مرور کاملی بر داده‌های موجود نشان داده است که هیچ‌گونه رابطه علیتی بین تزریق واکسن سه‌گانه **DTwP** و ناکارآمدی مزمن نظام عصبی کودکان وجود ندارد. تنها مشکل واقعی تزریق واکسن‌های **WP** و **aP** وجود واکنش‌های آنافیلاکتیکی است که ممکن است در اثر واکسیناسیون قبلی سیاه‌سرفه و یا یکی از ترکیبات این واکسن‌ها، ایجاد شده باشد. واکسیناسیون نوزادانی را که احتمال دارد به یک بیماری عصبی مبتلا باشند می‌توان تا چند ماه به‌تأخیر انداخت تا بیماری عصبی آن‌ها مشخص شده و بروز آن به تزریق واکسن نسبت داده نشود.

#### ۱۰-۴-۱۰- واکسن طاعون

در بعضی از کشورها از واکسن زنده تخفیف حدت داده‌شده استفاده شده است. ممکن است این واکسن واکنش‌های ناخواسته داشته و اثربخشی بهتر آن نیز نسبت به واکسن کشته ثابت نشده است. تاکنون از روش‌های مختلف واکسیناسیون با واکسن‌های کشته و زنده تخفیف حدت یافته استفاده شده ولی این روش‌ها همگی در مقابل طاعون خیارکی موثر بوده و در پیشگیری از طاعون اولیه ریوی نقشی نداشته است. در حال حاضر، نسل دوم واکسن طاعون در دست بررسی است و در بعضی از مناطق در مرحله کارآزمایی بالینی می‌باشد. در این برنامه‌های پژوهشی دو نوع واکسن زنده تخفیف حدت یافته و واکسن ترکیبی (**recombinat F1-V**) در دست بررسی است.

## ۱۰-۴-۱۱- واکسن تب کیو

در حال حاضر، واکسن کوکسیلا برنتی به صورت عام (به غیر از استرالیا و بعضی از کشورهای دیگر) مصرف نمی‌شود. استفاده از واکسن کشته کوکسیلا برنتی فاز ۱، که بر روی زرده تخم مرغ کشت می‌شود، برای محافظت کارکنان آزمایشگاهی مفید بوده و واکسیناسیون کسانی که با کوکسیلا برنتی زنده کار می‌کنند به شدت توصیه می‌شود. ایمن‌سازی کارگران کشتارگاه‌ها و سایر کسانی که از نظر شغلی در خطر ابتلا به این عفونت هستند، از جمله محققینی که در بررسی‌های خود از گوسفند حامل استفاده می‌کنند، باید مورد توجه قرار گیرد. قبل از زدن واکسن و به منظور پیشگیری از بروز واکنش‌های شدید باید با مقدار کمی از واکسن رقیق شده آزمون پوستی حساسیت را انجام داد و همچنین به کسانی که آنتی‌کور کوکسیلا را در خون داشته و یا سابقه مشخص ابتلا به تب کیو را دارند نباید واکسن تزریق کرد. در ایالات متحده آمریکا این واکسن را می‌توان از «مؤسسه مطالعات بیماری‌های عفونی» ارتش تهیه نمود.

## ۱۰-۴-۱۲- واکسن کزاز

مصونیت استوار با تزریق غیر زهر جذب شده کزاز ( *Adsorbes tetanus* ) *(toxiod)*، که محافظت مستمر و ده ساله را ایجاد می‌کند، به دست می‌آید. بعد از کامل شدن تزریقات اولیه این واکسن، یک تزریق یادآور، میزان مصونیت را بالا خواهد برد. توکسویید (غیر زهر) کزاز معمولاً با توکسویید دیفتری واکسن سیاه‌سرفه، به عنوان واکسن سه‌گانه (*DtaP* یا *DTP*) و یا واکسن دوگانه (*DT*)، در صورتی که تزریق واکسن سیاه‌سرفه مناسب نباشد، برای کودکان کوچکتر از ۷ سال تزریق می‌گردد. در بعضی از کشورها واکسن‌های سه‌گانه مخلوط با آنتی‌ژن‌های هموفیلوس آنفلوآنزای تیپ **b** به نام (*DTP-Hib*) مخلوط با واکسن هپاتیت **B** (*DT-HB*) و یا مخلوط با

واکسن کشته پولیو، نیز موجود است. واکسن دوگانه برای کودکان زیر ۷ سال مصرف می‌شود. در کشورهایی که برنامه واکسیناسیون کزاز کامل نمی‌شود، به تمام خانم‌ها در بار اول حاملگی باید دو نوبت واکسن توکسویید کزاز به فاصله یک‌ماه تزریق شود، به طوری که دومین نوبت تزریق واکسن حداقل ۲ هفته قبل از وضع حمل صورت گیرد. ممکن است برای افزایش ایمنی، به یک نوبت تزریق یادآور نیز نیاز باشد. قدرت ایمن‌سازی واکسن‌های جذب‌نشده ساده (**Nonadsorbe**) برای تزریقات مقدماتی و یادآور کمتر است. تزریق واکسن کزاز واکنش‌های خفیف موضعی نسبتاً زیادی را ایجاد می‌کند ولی واکنش‌های موضعی و عمومی شدید به‌شکلی نادر، به خصوص بعد از تزریقات مکرر واکسن، ایجاد می‌شود.

از واکسن دوتایی کزاز و دیفتتری برای ایمن‌سازی کودکان بالای ۷ سال استفاده می‌شود. برای نوجوانان و بالغین می‌توان از یک نوبت از واکسن توائم کزاز، دیفتتری و سیاه‌سرفه فاقد جسم سلولی (**Tdap**) استفاده کرد. همچنین از این واکسن می‌توان به‌عنوان یادآور، در مواقعی که زخم‌های جلدی ایجاد شده، استفاده نمود. در کشورهایی که برنامه عمومی واکسیناسیون به‌طور کامل اجرا نشده است زن‌های باردار به‌منظور پیشگیری از ابتلاء مادران و نوزادان به کزاز لازم است که در دو نوبت، به فاصله حداقل یک ماه با توکسویید کزاز واکسینه شوند. نوبت دوم باید حداقل دو هفته قبل از تولد صورت گیرد. ممکن است در بعضی از موارد یک تزریق یادآور نیز ضرورت پیدا کند. واکسن ساخته‌شده از توکسید جذب‌نشده کزاز (**Non-adsorbed tetanus toxoid vaccine**) در مقایسه با واکسن اجوانت‌دار (**Alum adjuvant tetanus toxoid vaccine**) کزاز، برای شروع واکسیناسیون و یا تزریق یادآور، ایمنی کمتری ایجاد می‌کند. معمولاً تعداد زیادی از واکسینه‌شده‌ها بعد از تزریق، واکنش‌های موضعی نشان می‌دهند. ولی گاهی واکنش‌های موضعی و عمومی شدید، به‌خصوص بعد از تعداد زیادی از تزریقات قبلی واکسن، اتفاق می‌افتند.

### ۱۰-۴-۱۳- واکسن آنتراکس

کسانی که به شدت در معرض ابتلا به بیماری هستند، با واکسنی عاری از یاخته با کشت از صافی گذشته باسیل تهیه شده که دارای پادزهر محافظت کننده است، واکسینه می گردند. این واکسن در ایالات متحده آمریکا تحت نام بیوتراکس (**Biothrax**) تهیه شده است. این واکسن در پیشگیری از سیاه زخم پوستی و ریوی موثر می باشد و استفاده از آن برای کسانی که در آزمایشگاه ها با باسیل آنتراکس کار می کنند و سایر افرادی که با مواد صنعتی خام بالقوه آلوده سروکار دارند توصیه می شود. ممکن است استفاده از این واکسن، افراد ارتشی - که احتمال برخورد با باسیل در یک درگیری زیستی را دارند - محافظت کند. دامپزشکان و سایر افرادی که در مناطق بومی بیماری با موادی که ممکن است آلوده باشد کار می کنند را نیز می توان با تزریق این واکسن محافظت نمود. تجدید سالیانه واکسیناسیون در صورتی که هنوز احتمال آلودگی وجود دارد نیز توصیه شده است. واکسن های انسانی سیاه زخم فقط در کشور ایالات متحده آمریکا و بریتانیا (واکسن پروتئینی فاقد سلول زنده)، و چین و روسیه (واکسن ساخته شده از اسپور زنده باسیل شبیه واکسن های حیوانی) ساخته می شود. این واکسن ها فقط در کشورهای سازنده اجازه مصرف داشته و تنها برای ایمن سازی نزد گروه های در معرض خطر اشاره شده در بالا مصرف می شود. برای ایمن سازی با واکسن های پروتئینی غیر زنده باید چندین بار تزریق صورت گیرد. بنابراین استفاده از این واکسن، بعد از پخش عمدی باسیل سیاه زخم، موثر نیست ولی در هنگام بروز چنین وقایعی می توان به همراه تجویز آنتی بیوتیک از تزریق این واکسن نیز استفاده کرد.

### ۱۰-۴-۱۴- واکسن تب زرد

دو نوع واکسن زنده تولید شده در آمریکا و برزیل با نام های **17-D** و **17-DD** موجود است که اثربخشی بیش از ۹۰٪ برای طول عمر فرد دارد. اثربخشی آن ده روز

پس از تجویز شروع می‌گردد. میزان دوز تجویزی ۰/۵ سی سی و به شکل زیرجلدی است. واکسیناسیون کودکان با سن کمتر از ۶ ماه توصیه نمی‌شود؛ به دلیل اینکه در این سن، کودکان بعد از واکسیناسیون مبتلا به تورم مغز می‌شوند. در صورت مصرف همزمان واکسن‌های وبا و تب زرد، پاسخ ایمنی به هر کدام از واکسن‌ها کاهش می‌یابد. بنابراین بین تزریق این دو واکسن باید حداقل ۳ هفته یا بیشتر فاصله‌انداخت. با واکسیناسیون همزمان واکسن‌های تب زرد و هیپاتیت ممکن است میزان پادتن مورد انتظار از واکسن تب زرد کاهش یابد. بنابراین بین تزریق این دو واکسن باید حداقل یک هفته فاصله‌انداخت.

برای واکسینه کردن تمام افراد خانواده بالای ۹ ماه که ممکن است به دلیل محل اقامت، شغل و یا مسافرت، در تماس با ویروس تب زرد قرار گیرند باید برنامه‌ریزی نمود. یک نوبت تزریق زیرجلدی از واکسن ویروسی زنده تخفیف‌حده تب زرد از سوش 17D، که در تخم‌مرغ جنین‌دار کشت داده شده است، تقریباً در ۹۹ درصد افراد ایمنی ایجاد می‌کند. پادتن ویروسی بین ۷ تا ۱۱۰ روز بعد از تزریق واکسن ایجاد شده و ممکن است ۳۰ تا ۳۵ سال، و احتمالاً مدت زمان بیشتری باقی بماند ولی مقررات بین‌المللی برای افرادی که به مناطق اندمیک سفر می‌کنند واکسیناسیون و یا تزریق مجدد واکسن را برای هر ۱۰ سال یک‌بار ضروری می‌داند.

واکسیناسیون تب زرد در برنامه واکسیناسیون عمومی ۳۳ کشور از ۴۴ کشور اندمیک بیماری قرار دارد و ۴۳ درصد پوشش داشته است. سازمان جهانی بهداشت از سال ۱۹۸۹ توصیه نموده است که کشورهایی که در کمربند بروز همه‌گیری‌های بومی تب زرد در آفریقا هستند واکسیناسیون بر علیه این بیماری را باید به برنامه جاری واکسیناسیون کودکان اضافه نمایند. از ماه مارس ۱۹۹۸ در آفریقا از ۳۳ کشور در معرض خطر، ۲۲ کشور واکسیناسیون تب زرد را در برنامه عمومی واکسیناسیون اطفال گنجانده‌اند. در مجموع، پوشش واکسیناسیون بر علیه این بیماری در این کشورها در

سال ۲۰۰۶، به طور متوسط ۶۶ درصد بوده (بین ۳۰ تا ۹۵ درصد) و در سال ۲۰۰۲، ۲۲ درصد بوده است. این واکسن را می توان در هر زمان بعد از ۶ ماهگی و به همراه سایر واکسن ها مثل سرخک، تزریق نمود.

تزریق واکسن در ۴ ماه اول زندگی مناسب نبوده و تنها در صورتی که احتمال داده می شود که خطر تماس با ویروس بیشتر از خطر احتمالی بروز آنسفالیت ناشی از تزریق واکسن، در این گروه سنی است، می توان استفاده از آن را برای گروه ۴ تا ۹ ماهه نیز توصیه نمود. استفاده از این واکسن برای تمام حالاتی که در تضاد با تزریق واکسن ویروسی زنده است و همچنین برای زن های باردار و شیرده، توصیه نمی شود، مگر اینکه خطر ایجاد بیماری تب زرد، بیشتر از مخاطرات احتمالی مطرح برای جنین و نوزاد باشد. در هر صورت گزارشاتی از عوارض عمده در جنین در اثر واکسیناسیون مادر داده نشده است. عوارض سوء ناخواسته و شدیدی شامل شوک های انافیلاکسی؛ بعد از تزریق واکسن تب زرد ایجاد شده است.

#### ۱۰-۴-۱۵- واکسن آنسفالیت ویروسی اسبی ونزوئلایی

یک واکسن تهیه شده از ویروس زنده ضعیف شده (TC83) و یک واکسن از ویروس کشته در جلوگیری از ابتلای کارکنان آزمایشگاه و دیگر افراد بالغ در معرض خطر با موفقیت مصرف شده است. (این واکسن را می توان از مرکز تحقیقات پزشکی ارتش آمریکا تهیه نمود)

#### ۱۰-۴-۱۶- واکسن آنسفالیت ژاپنی

واکسیناسیون برای پیشگیری از آنسفالیت ژاپنی تنها برای افراد دارای تمایل به اقامت طولانی در نواحی اندمیک اندیکاسیون دارد ولی افراد با اقامت کوتاه مدت (کمتر از سی روز) خصوصاً اقامت در نواحی شهری، دارای ریسک خطر ابتلای کم بوده و بنابراین



نیاز به انجام واکسیناسیون ندارند. نحوه تجویز واکسن یک واحد و به صورت زیرجلدی در روزهای صفر، هفت و سی بوده که می‌توان بجای روز سی‌ام، روز چهاردهم نیز تجویز نمود. در بچه‌های زیر یک سال واکسن توصیه نمی‌شود و برای بچه‌های یک تا سه سال U ۰/۵ واحد و بوستر یک واحد در سه سالگی تجویز می‌گردد. عوارض واکسن در ۲۰ درصد موارد دیده شده و شامل عوارض خفیف سیستمیک (تب سردرد، درد عضلانی و ضعف) است. عوارض خیلی شدید آلرژیک شامل کهیر ژنرالیزه، آنژیوادم، دیسترس تنفسی و آنافیلاکسی از دقایق پس از انجام واکسیناسیون تا یک هفته بعد با شیوع حدود ۰/۶ درصد است که با داروهای اپی نفرین، آنتی هیستامین و استروئید پاسخ درمانی مناسب می‌دهد. برای افراد با سابقه آلرژی، انجام واکسیناسیون منع دارد. در ژاپن، کره، تایلند، هندوستان و تایوان از واکسن کشته‌ای که بر روی مغز موش تهیه شده است برای مبارزه با آنسفالیت ژاپنی در کودکان استفاده می‌شود. این واکسن در بازار موجود است و استفاده از آن برای کسانی که به مدت طولانی به مناطق بومی بیماری مسافرت می‌کنند توصیه شده است. در چین واکسن تخفیف‌حده‌ت یافته زنده و یا با فرمل کشته شده، که بیشتر بر روی سلول‌های کلیه‌هامستر تهیه می‌گردد اجازه مصرف یافته و به‌طور وسیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در ایالات متحده آمریکا برای کسانی که در آزمایشگاه در مخاطره شدید آلودگی به ویروس‌های اسبی شرقی و غربی قرار دارند واکسن موجود است (کشته، خشک) که می‌توان آن را از موسسه تحقیقات پزشکی ارتش تهیه نمود.

#### ۱۰-۴-۱۷- واکسن تب درّه ریفت

واکسن کشته تب درّه ریفت که از کشت ویروسی بر روی بافت تهیه شده به‌طور تجربی برای انسان مصرف می‌شود، مایه کوبی گوسفند، بز، گاو با واکسن‌های کشته و یا زنده این ویروس‌ها صورت می‌گیرد.

### ۱۰-۴-۱۸- واکسن تب خونروی دهنده کریمه-کنگو

در اروپای شرقی و روسیه یک نوع واکسن کشته تهیه شده و بر روی مغز موش مورد استفاده قرار گرفته است. در ایالات متحده برای پیشگیری از این بیماری واکسن موجود نیست.

### ۱۰-۴-۱۹- واکسن تب خونریزی دهنده اُمسک

واکسن فرملی تهیه شده، بر روی مغز موش در ایجاد مصونیت برای ویروس اُمسک موثر بوده است و واکسنی که برای پیشگیری از ابتلا به آنسفالیت‌های منتقله با کنه به کار می‌رود برای پیشگیری از ابتلا به بیماری اُمسک نیز به کار برده شده است. در هندوستان یک نوع واکسن برای کنترل تب جنگلی کیاسانور در مناطقی که این بیماری به صورت بومی وجود دارد به طور تجربی مورد استفاده قرار گرفته است.

# فصل یازدهم

مدیریت پیشگیری و کنترل  
تهدیدات زیستی از طریق  
پروفیلاکسی داروئی قبل و حین  
بروز حملات زیستی



### ۱۱-۱- مقدمه

استفاده از داروهای ضد میکروبی، اعم از داروهای ضد ویروسی و آنتی‌بیوتیک‌ها تحت عنوان پروفیلاکسی دارویی قبل و بعد از تماس با عوامل زیستی یکی از اصول پیشگیری بوده که می‌تواند در روند پیشگیری از ابتلا و انتقال بیماری خصوصاً در گروه‌های پزشکی امدادگر حاضر در صحنه تاثیرگذار باشد. مقدمه انجام صحیح این اقدام، توانمندی شناخت از به‌کارگیری عوامل زیستی توسط دشمنان، شناخت میزان حساسیت آنتی‌بیوتیکی و توان تهیه و دپوسازی داروهای موثر است. آمادگی در مقابل بروز حوادث زیستی جهت پرسنل بهداشت و درمان و مراکز درمانی ضروری بوده و لذا تدوین پروتکل‌های مربوطه در ابعاد پیشگیری از ابتلا در گروه‌های پرخطر و گروه‌های پزشکی و بهداشتی مداخله‌گر در این راستا اهمیت حیاتی دارد. بخش‌های مختلف این پروتکل شامل موارد ذیل می‌باشد:

### ۱۱-۲- پیشگیری قبل از تماس

این بخش شامل کسب آمادگی قبل از بروز حوادث در گروه‌های پرخطر و یا قبل از ورود به مناطق آلوده گروه‌های مختلف مانند گروه‌های پزشکی مداخله‌گر در روند امداد و درمان می‌باشد. مهم‌ترین فعالیت در این بخش، استفاده از برنامه‌های واکسیناسیون اختصاصی (ایمونو پروفیلاکسی فعال) تأییدشده موجود می‌باشد.

### ۱۱-۳- پیشگیری پس از تماس

موارد به‌دنبال بروز حادثه زیستی و یا پس از ورود به مناطق آلوده را شامل شده که در این بخش خدمات پزشکی و پروتکل‌های مربوطه به دو قسمت تقسیم می‌گردد:

الف) ایمونوپروفیلاکسی یا پیشگیری ایمونولوژیک که شامل تکمیل و یا شروع برنامه‌های واکسیناسیون (ایمونوپروفیلاکسی فعال) بوده، به‌علاوه استفاده از ایمونوگلوبولین‌های اختصاصی (ایمونوپروفیلاکسی غیر فعال) در زودترین زمان ممکن می‌گردد.

ب) کیمیوپروفیلاکسی و یا پیشگیری دارویی که همان استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های موثر و اختصاصی بوده که در جایگاه پیشگیری با پروتکل‌های خاص جهت پیشگیری استفاده می‌گردد. در ادامه بر اساس عوامل پروفیلاکسی دارویی تخصصی جهت عوامل مهم زیستی بحث گردیده است.

#### - آنتراکس

جهت آنتراکس، پروفیلاکسی پس از تماس به‌شکل خوراکی با قرص سیپروفلوکساسین ۵۰۰ میلی‌گرم هر ۱۲ ساعت و یا کپسول داکسی‌سیکلین ۱۰۰ میلی‌گرم هر ۱۲ ساعت به‌مدت ۶۰ روز (حداقل شش هفته) توصیه شده است.

#### - طاعون

استفاده از مقررات استاندارد برای موارد طاعون خیارکی و احتیاطات و ایزولاسیون تنفسی برای پنومونی طاعونی لازم می‌باشد. آنتی‌بیوتیک‌های سیپروفلوکساسین (۵۰۰ میلی‌گرم هر ۱۲ ساعت به‌مدت هفت روز)، داکسی‌سیکلین (۱۰۰ میلی‌گرم هر ۱۲ ساعت به‌مدت هفت روز)، تتراسیکلین یا کلرامفنیکل جهت پروفیلاکسی قابل تجویز هستند.

### - تولارمی

جهت تولارمی، مصرف تتراسیکلین خوراکی در یک دوره دو هفته‌ای به‌عنوان پروفیلاکسی پس از تماس به‌شکل خوراکی و به‌مدت ۲ هفته سیپروفلوکساسین (۵۰۰ میلی‌گرم هر ۱۲ ساعت) یا داکسی‌سیکلین ۱۰۰ (میلی‌گرم هر ۱۲ ساعت) یا تتراسیکلین (۵۰۰ میلی‌گرم هر ۶ ساعت) مؤثر است. احتیاطات استاندارد جهت پرسنل پزشکی و بهداشتی توصیه می‌شود. عامل تولارمی با مواد ضدعفونی‌کننده استاندارد و حرارت ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه از بین می‌رود.

### - بروسلوز

در مورد بروسلوز، پروفیلاکسی داروئی جهت موارد احتمالی تماس با بیماری‌اندمیک توصیه نشده است. درمان پیشگیرانه (مدت شش هفته) در موارد انتشار مشکوک عوامل زیستی، آلودگی‌های آزمایشگاهی و تلقیح واکسن دامی قابل انجام می‌باشد که به‌صورت پروفیلاکسی به‌مدت سه تا شش هفته با رژیم دو داروئی داکسی‌سیکلین با ریفامپین می‌باشد. انتقال از شخص به شخص به‌خصوص از طریق پیوند ارگان و تماس جنسی گزارش شده است. آلودگی‌زدایی محیط و وسایل با هیپوکلریت سدیم نیم درصد انجام می‌شود. احتیاطات استاندارد برای پرسنل پزشکی و مراقبین بهداشتی توصیه می‌شود.

### - وبا

در صورتی که اقدامات درمانی مؤثر به‌موقع آغاز نشود، بیمار مبتلا به وبا بر اثر از دست دادن مایعات بدن و شوک از بین می‌رود. با توجه به نقش آب آشامیدنی و مواد غذایی در انتقال بیماری و بروز همه‌گیری می‌توان این بیماری را حائز اهمیت قلمداد

کرد. در مورد پروفیلاکسی داروئی پیشنهاد خاصی وجود نداشته اما استفاده از بسته‌های بهداشتی آب شرب مطمئن توصیه می‌گردد.

#### - گلاندروز و میلویدوز

جهت گلاندروز و میلویدوز درمان پیشگیرانه خاصی قبل و پس از تماس وجود ندارد. رعایت مقررات استاندارد بیماری‌های عفونی جهت کارکنان پزشکی و بهداشتی توصیه شده است. انتقال تنفسی فرد به فرد بعید به نظر می‌رسد. موارد ثانویه بیماری به دنبال دستکاری ترشحات عفونی دیده شده است. اجتناب از تماس با بیماران و یا ضایعات جلدی لازم است. ضدعفونی کردن محیط و وسایل با محلول هیپوکلریت سدیم نیم درصد موثر می‌باشد. پروفیلاکسی با کوتریموکسازول ۲ قرص هر ۱۲ ساعت به مدت محدود توصیه شده است.

#### - پسیتاکوز

جهت پسیتاکوز، پروفیلاکسی به مدت ۵ روز با تتراسیکلین و یا کپسول داکسی‌سیکلین صورت می‌گیرد.

#### - کولیت انتروهموراژیک

با توجه به فقدان رژیم‌های پروفیلاکسی و یا واکسن‌های مناسب، به نظر می‌رسد مناسب‌ترین راه پیشگیری کولیت انتروهموراژیک حفظ نمودن نفرات از طریق کنترل منابع و سیستم توزیع مواد غذایی باشد.



### - بیماری‌های ریکتزیایی

به‌طور کلی بیماری‌های ریکتزیایی حتی بدون درمان، خود به خود محدود شونده‌اند. پروفیلاکسی باید در مراحل اولیه دوره نهفتگی تجویز شود که ممکن است روند گسترش بیماری را با تأخیر مواجه سازد. هرچند مانع بیماری نمی‌شود، اما تتراسیکلین یا داکسی‌سیکلین باید طی ۸ تا ۱۰ روز پس از تماس شروع و به مدت ۵ روز ادامه یابد. این رژیم به نظر می‌رسد که از بیماری کلینیکال جلوگیری نماید. واکسن سلولی تازه غیرفعال شده در پیشگیری از عفونت مؤثر بوده اما با واکنش شدید موضعی همراه می‌باشد، لذا تست داخل جلدی قبل از انجام واکسیناسیون توصیه می‌شود. در سناریوی تک زیستی، این عوامل احتمالاً به‌صورت آئروسول در فضای منطقه منتشر خواهند شد. البته ممکن است از ناقلین طبیعی نیز برای انتشار عمدی آنها استفاده شود. احتیاطات استاندارد برای کارکنان پزشکی پیشنهاد می‌گردد. انتقال فرد به فرد بیماری نادر است. رفع آلودگی با شستشو به‌وسیله آب و صابون و یا استفاده از محلول کلرین ۰/۰۵ درصد می‌باشد.

### - آبله

اقدامات احتیاطی و ایزولاسیون تنفسی بیماران مبتلا به آبله برای حداقل ۱۷ روز جهت افراد در معرض تماس و موارد مشکوک توصیه می‌شود. بیماران تا زمان پوسته‌ریزی ضایعات، بیماری را می‌توانند سرایت دهند. افراد مشکوک به ابتلا و افراد در معرض تماس باید روزانه از نظر حرارت بدن کنترل شوند و هرگونه تب بالای ۳۸ درجه در طی دوره ۱۷ روز پس از تماس، احتمال ایجاد بیماری را مطرح می‌نماید. ایمنوگلوبین اختصاصی VIG با دوز ۳ میلی‌لیتر به ازای کیلوگرم وزن بدن به‌شکل تزریق عضلانی (یک ویال) برای بیماران و افراد آلوده‌شده تجویز می‌شود.

### - تب‌های هموراژیک

ایزولاسیون تماسی و انجام احتیاطات عام ترشحي و استفاده از ماسک جراحی و حفاظت از چشم در فاصله یک متری بیمار مبتلا به تب‌های هموراژیک لازم است. در بیماران دارای خونریزی، سرفه، استفراغ و اسهال شدید حفاظت دستگاه تنفسی لازم است. ضدعفونی کردن محیط و وسایل با هیپوکلریت و مواد ضد عفونی‌کننده فنلی قابل انجام است. پروفیلاکسی پس از تماس با کپسول ریباورین هر ۱۲ ساعت به مدت پنج روز انجام می‌شود.

### - آنسفالیت‌های ویروسی

در مورد آنسفالیت‌های ویروسی، ایمونوپروفیلاکسی پس از تماس در انسان وجود ندارد. ایزولاسیون بیماران توصیه نشده است. رعایت احتیاطات استاندارد در موارد مشکوک و کنترل حشرات ناقل جهت بیماران تب‌دار لازم است. انتقال انسان به انسان و دام به انسان گزارش نشده است.

### - بیماری‌های ویروسی تب‌زا

ویروس‌های ایجادکننده تب پشه‌خاکی، تب دره ریفت، تب دانگ، تب دره نیل و غیره عمدتاً از طریق بندپایان و به‌خصوص پشه منتقل می‌شوند. با توجه به این که در شرایط جنگی و لشکرکشی (به‌ویژه نیروی زمینی) امکان تماس بیشتر بین سربازان و این بندپایان بروز می‌کند، بنابراین امکان ابتلای دسته‌جمعی پرسنل نظامی به بعضی از این عوامل ویروسی در شرایط کاملاً طبیعی وجود دارد. ضمن این که خصوصیات برخی از این ویروس‌ها به نحوی است که احتمال تبدیل‌شان به آئروسول و یا ذرات جامد و آلوده کردن فضای منطقه عملیات با آن‌ها را به طراحان جنگ زیستی می‌دهد. متأسفانه در اغلب موارد این عفونت‌ها درمان اختصاصی وجود ندارد. چون فرد ضعیف و درمانده

می‌شود، موثرترین اقدام، انجام درمان کمکی است. در حال حاضر واقعی‌ترین و اجرایی‌ترین راه پیشگیری و محافظت‌های فیزیکی سربازان (در مقابل نیش بندپایان)، غیر قابل نفوذ کردن سنگرها و استراحت‌گاه‌های آن‌ها بر علیه حشرات و جانوران موزی است.

#### - بوتولیسیم

جهت پیشگیری، واکسن توکسوئید پنج ظرفیتی (تیپ A, B, C, D, E) برای موارد با ریسک خطر بالای تماسی توصیه شده است. احتیاطات استاندارد برای کارکنان پزشکی لازم می‌باشد. توکسین عامل بیماری، فعال باقی نمانده و بنابراین، انتقال موارد ثانویه بیماری فرد به فرد وجود ندارد. در مراحل اولیه مسمومیت خوراکی جهت کاهش میزان جذب توکسین از گوارش به وسیله ذغال فعال (چارکول)  $0.5 \text{ g/kg}$  به اضافه سوربیتول  $0.25 \text{ mg/kg}$  دو دوز بفاصله ۴-۶ ساعت تجویز می‌شود.

#### - کزاز

برای پیشگیری داروئی از این بیماری پیشنهاد خاصی وجود نداشته و داروئی نیز توصیه نمی‌گردد.

#### - مسمومیت ناشی از انتروتوکسین B استافیلوککی

انتقال ثانویه فرد به فرد وجود نداشته و جهت رفع آلودگی، شستشو با آب و صابون و معدوم کردن مواد غذایی آلوده ضروری است.

### - مسمومیت ناشی از توکسین‌های قارچی

تنها راه دفاع و حفاظت در پیشگیری از تماس به‌دنبال حمله زیستی این توکسین، استفاده از ماسک و لباس‌های حفاظتی است. هیچ دارویی جهت کیموتراپی و ایمونوتراپی اختصاصی جهت این توکسین وجود ندارد. لباس‌ها باید درآورده شده و پوست را با آب و صابون شستشو داده و رفع آلودگی نمود. در صورت آلودگی چشم‌ها، باید آنها را با سرم نرمال سالین شستشو داد.

### - مسمومیت ناشی از سم ریسین

واکسن و آنتی‌توکسین خاصی جهت پیشگیری وجود ندارد؛ هرچند ایمونیزاسیون در مدل‌های حیوانی مورد بررسی قرار گرفته است. استفاده از ماسک‌های محافظ، بهترین وسیله حفاظتی جهت پیشگیری از استنشاق سم می‌باشد. رعایت احتیاطات استاندارد برای کارکنان پزشکی لازم است. احتمال ابتلا و آلودگی ثانویه و انتقال فرد به فرد وجود ندارد. رفع آلودگی با شستشو به وسیله آب و صابون و ضد عفونی کردن وسایل و محیط به وسیله محلول هیپوکلرید ۱ درصد امکان‌پذیر می‌باشد.

جدول ۱۱-۱: داروهای مورد نیاز در بحران‌های مهم زیستی

عامل زیستی	نام دارو	متوسط طول درمان	پیشگیری
آنتراکس	سیپروفلوکساسین یا داکسی‌سایکلین دو هفته به صورت تزریقی (I.V) در صورت بهبودی بقیه طول درمان به صورت خوراکی	۶۰ روز	سیپروفلوکساسین خوراکی هر ۱۲ ساعت یا داکسی‌سایکلین خوراکی ۱۰۰ mg هر ۱۲ ساعت برای ۶ هفته
تب مالت (بروسلا)	داکسی‌سایکلین (خوراکی) ۱۰۰ میلی‌گرم هر ۱۲ ساعت به اضافه ریفاکسیمین (خوراکی) ۶۰۰ میلی‌گرم روزانه	۶ هفته	همین رژیم درمانی به مدت ۳ هفته
طاعون	استرپتومایسین (تزریقی) یا داکسی‌سایکلین (تزریقی) یا سیپروفلوکساسین (تزریقی)	۱۰ روز	داکسی‌سایکلین خوراکی هر ۱۲ ساعت برای یک هفته (۱۴ کپسول ۱۰۰ mg) و یا سیپروفلوکساسین هر ۱۲ ساعت به مدت یک هفته (۱۴ کپسول ۵۰۰ mg)
تب کیو فرم معمول بیماری	تتراسایکلین (خوراکی) یا داکسی‌سایکلین (خوراکی)	۵ تا ۷ روز	به مدت ۵ روز با تتراسایکلین خوراکی (۲۰ کپسول) یا داکسی‌سیکلین (۱۰ کپسول)
تب کیو (اندوکاردیت)	تتراسایکلین یا داکسی‌سیکلین بعلوه کوتریموکسازول یا ریفاکسیمین (خوراکی)	یک سال	-
تولارمی	سیپروفلوکساسین تزریقی ۴۰۰ میلی‌گرم تزریقی هر ۱۲ ساعت یا استرپتومایسین (تزریقی) یک گرم هر ۱۲ ساعت یا داکسی‌سایکلین (تزریقی) ۱۰۰ میلی‌گرم هر ۱۲ ساعت یا جنتامایسین (تزریقی) ۸۰ میلی‌گرم هر ۸ ساعت	۱۰ روز	سیپروفلوکساسین ۵۰۰ میلی‌گرم هر ۱۲ ساعت خوراکی، یا داکسی‌سایکلین ۱۰۰ میلی‌گرم خوراکی هر ۱۲ ساعت، یا تتراسایکلین ۵۰۰ میلی‌گرم هر ۶ ساعت به مدت ۲ هفته

پیشگیری	متوسط طول درمان	نام دارو	عامل زیستی
با ۳ VIG میلی لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن	-	درمان حمایتی	آبله
-	-	درمان حمایتی و علامتی (سرم تراپی ضد درد، ضد تشنج و ...)	آنسفالیتها ی ویروسی
ریباورین ۲۰۰ میلی گرم خوراکی هر ۱۲ ساعت به مدت ۵ روز (۱۰ کپسول)	۱۰ روز	درمان حمایتی به اضافه ریباورین (تزریقی) طبق پروتکل	تبهای هموراژیک ویروسی
	-	آنتی توکسین ۷ تا ۳ ظرفیتی. در موارد مراحل اولیه مسمومیت خوراکی جهت کاهش جذب گوارشی استفاده از شارکول و سوربیتول دو دوز به فاصله ۴-۶ ساعت	توکسین بوتولینیوم
پروتکلی وجود ندارد	-	درمانهای حمایتی جهت کاهش جذب گوارشی توکسین شارکول و سوربیتول که در یک مرحله داده می شود.	انترو توکس ین استافیلوکو کی B
		کپسول داکسی سیکلین ۳۰۰ میلی گرم تک دوز یا اریترومایسین هر ۶ ساعت ۵۰۰ میلی گرم به مدت ۷ روز یا کوتریموکسازول به مدت ۷ روز هر ۱۲ ساعت	کلرا

پیشگیری	متوسط طول درمان	نام دارو	عامل زیستی
		جهت کاهش جذب گوارشی از ملین استفاده می شود M.O.M = ۲ شیشه سوربیتول = ۸ بسته	سم ریسین
خوراکی با قرص کوتریموکسازول هر ۱۲ ساعت به مدت محدود		الف) فرم خفیف بیماری کوآموکسی کلاو خوراکی هر ۸ ساعت به مدت به مدت ۱۵۰-۱۸۶۰ قرص کوتریموکسازول خوراکی هر ۱۲ ساعت (۲۴۰ قرص) یا تتراسیکلین هر ۸ ساعت (۱۸۰ کیسول) ب) فرم شدید بیماری سفتازیدیم تزریقی هر ۸ ساعت به مدت ۲ هفته (۹۰ ویال ۲ گرمی) قرص کوتریموکسازول به مدت ۶ ماه (۷۲۰ قرص)	گلاندرزو میلو ئیدوزیس





# فصل دوازدهم

اورژانس‌های حوادث  
زیستی



## ۱۲-۱- مقدمه

"اورژانس" یکی از مهم‌ترین بخش‌های خدمات‌رسانی پزشکی در جریان حوادث و بحران‌های زیستی را شامل می‌گردد که برای مصدومین اهمیت حیاتی دارد. ابعاد کاری در این بخش شامل چند جزء مهم و مرتبط به‌هم می‌باشد که شامل موارد ذیل می‌گردد:

الف) درمان علامتی: شامل رعایت همه موارد اورژانس در طب بوده که از جمله، رعایت اصول (ABC) در برخورد با مصدوم است و شامل توجه به وضع تنفسی بیمار، وضعیت قلب و فشار خون، خون‌رسانی ارگان‌های حیاتی بدن، اصلاح آب و الکترولیت‌ها و اصلاح نقص فعالیت بافت‌ها و ارگان‌های دچار نارسائی مانند دستگاه اعصاب مرکزی و کلیه‌ها با استفاده از داروها و تجهیزات پزشکی مانند دستگاه تنفس مصنوعی، دستگاه دیالیز و غیره است.

ب) درمان اختصاصی:

بخش اصلی و مهم برنامه تدوین پروتکل‌ها جهت بحران‌های ناشی از حوادث زیستی را شامل می‌گردد.

## ۱۲-۲- مراقبت‌های اولیه مصدوم زیستی

قدم اول در برخورد با مصدوم زیستی، انجام مراقبت اولیه و بر اساس رعایت اصول (ABC) است که جهت حمایت از ادامه حیات (life support) و نجات جان بیمار و مصدوم می‌باشد.

### A - (Airway):

با مراقبت از فقرات و مهره‌های گردنی (در صورت نیاز)، جایگزینی و برقراری راه هوایی و ساکشن ترشحات راه‌های هوایی.

**- B (Breathing):**

برقراری راه‌های فرعی اکسیژناسیون و استفاده از ونتیلتسیون مصنوعی.

**- C (Circulation):**

توجه به ضربانات قلب، فشار خون و پرفیوژن بافت‌ها، برقراری رگ (I.VLINE) و دادن مایعات، اصلاح اختلالات آب و الکترولیت و همچنین دادن داروها از طریق داخل عروقی.

**- D (Disability):**

توجه به وسعت و شدت ناتوانی حسی و عصبی مصدوم با عنایت به وضعیت نورولوژیک بیمار و یا معاینه دقیق نورولوژیک.

**- E (Expose/ environment):**

در آوردن لباس‌ها خصوصا توجه به آلودگی، شستشو و حمام دادن مصدوم و بیمار، توجه به هایپو و یا هایپر ترمی بیمار و درمان علامتی و کنترل تب.

**- E (Epidemiology):**

توجه به تاریخچه تماس، محدوده تماس و شرح حال بیماران از نظر اپیدمیولوژی.

**- E (Epidemic):**

آیا ابتلا فردی بوده و یا گروهی بوده است؟ توجه به محل و مکان خاص وقوع حادثه.

**- E (Exotic):**

آیا علائم و یافته‌های بالینی در مصدومین و بیماران حادثه غیر معمول بوده است؟ نکته: بلافاصله پس از انجام مراحل مختلف مراقبت اولیه، مراقبت ثانویه باید شروع گردد.

نکته: محدوده تشخیص و یافته‌های بالینی در طی هر مراقبت کمک‌کننده تشخیص می‌باشد. مانند دیسترس تنفسی حاد همراه با تب، سندروم‌های نورولوژیک، تب و راش و یا سندروم‌های شبه آنفلوآنزا.

۱- دیسترس تنفسی یا سمپتوم‌های شبه آنفلوآنزائی می‌تواند ناشی از بیماری‌هائی همچون سارس، لژیونلا، سیاه‌زخم، تولارمی، بروسلوزیس، تب کیو و یا طاعون باشد.

۲- علائمی از سندروم‌های نورولوژیک مانند فلج شل (بوتولیسم) و همچنین سمپتوم‌های شبه انسفالیت مانند تب، سردرد، میالژی و کاهش سطح هوشیاری (انسفالیت‌های ویروسی)

۳- سندروم‌های پوستی همراه با راش در جریان بیماری‌هائی همچون سرخک، مننگوکوکسمی، عفونت‌های ریکتزیائی، آبله و تب‌های هموراژیک ویروسی دیده می‌شوند که می‌تواند با سایر علائم و از جمله تب همراه باشد.

نکته: تشخیص بر اساس معیارهای سندرومیک به‌تنهایی دال بر تشخیص قطعی یک بیماری نبوده زیرا که بسیاری از بیماری‌ها خصوصاً در مراحل اولیه و با علائم مشابه تظاهر یافته، لذا با کمک یافته‌های پاراکلینیک می‌توان به تشخیص قطعی رسید.

### ۱۲-۳- مراحل مراقبت‌های ثانویه مصدومین حوادث زیستی:

#### ۱۲-۳-۱- مرحله اول (A)

پیش‌بینی انسیدانس و شیوع سلاح‌های زیستی به‌کاررفته (الگوی تشخیص و شناخت- حوادث و تلفات متعدد)

### ۱۲-۳-۲- مرحله دوم (B)

باید دقت و احتیاط بسیار نمود (توجه به حفاظت شخصی دقیق) که خود شامل موارد زیر است:

الف) احتیاطات استاندارد برای اغلب حوادث زیستی

ب) پس از وقوع حادثه، استفاده از ماسک و حفاظت از سطوح مخاطی و استفاده از تجهیزات مناسب مانند عینک جهت محافظت از چشم‌ها ضروری است.

ج) اگر در حمله زیستی از عواملی همچون طاعون، تب‌های هموراژیک و ویروسی و آبله استفاده شده است، رعایت احتیاطات اختصاصی و انجام اقدامات مرحله هفتم ذیل ضروری است.

### ۱۲-۳-۳- مرحله سوم (C)

ادامه انجام برنامه‌های حمایتی بیماران جهت ادامه حیات و زنده ماندن مصدومین

### ۱۲-۳-۴- مرحله چهارم (D1)

رفع آلودگی از بیمار و همچنین ایزوله نمودن بیمار و مصدوم بر اساس راهکارها و آلگوریتم‌های مطروحه در مباحث فوق

### ۱۲-۳-۵- مرحله پنجم (D2)

تشخیص بیماری بر اساس:

- تاریخچه مختصر: شروع حاد، تاریخچه تماس، تعداد بیماران و مبتلایان، علائم

اولیه همراه با تب، علائم تنفسی، علائم عصبی و پوستی

- یافته‌های معاینات بالینی شامل علائم حیاتی، علائم درگیری قلبی، تنفسی، عصبی و پوستی
- تست‌های آزمایشگاهی از جمله شامل شمارش سلولی، بیوشیمیائی، تست‌های کبدی و انعقادی، آزمون‌های میکروپشناسی خصوصاً تست‌های تشخیصی سریع از نمونه‌های بالینی مانند تست‌های مولکولار
- تست‌های تصویرنگاری مانند رادیوگرافی قفسه سینه
- حدس و گمان تشخیصی تقریباً قطعی بیماری

### ۱۲-۳-۶- مرحله ششم (D3)

- انجام اقدامات درمانی و داروئی خصوصاً اقدامات درمانی اختصاصی با توجه به تقریباً تشخیص نسبتاً مشخص بیماری در این مرحله.

### ۱۲-۳-۷- مرحله هفتم (E1)

- کنترل اپیدمی حادثه زیستی و عفونت از جمله موارد زیر:
  - طاعون: احتیاطات وایزولاسیون ترشحات تنفسی و استنشاقی (پنومونی)
  - تب‌های همراژیک ویروسی: احتیاطات استاندارد تماسی عام جهت جلوگیری از تماس ترشحات بالینی بیمار و مصدوم با مخاطات
  - آبله: احتیاطات استنشاقی
  - سیاه‌زخم تنفسی: احتیاطات وایزولاسیون ترشحات تنفسی و استنشاقی
  - برای بقیه موارد، حداقل احتیاطات استاندارد عام

### ۱۲-۳-۸- مرحله هشتم (E2)

- گزارش وقوع اپیدمی به مراجع ذیصلاح

### ۱۲-۳-۹- مرحله نهم (E3)

تحقیق و رسیدگی دقیق و جامع اپیدمیولوژیک حادثه زیستی

### ۱۲-۳-۱۰- مرحله دهم (E4)

آموزش و دادن آگاهی به دیگران خصوصاً افراد در معرض خطر

### ۱۲-۴- دسته‌بندی و درمان سریع بیماران

بیماران بدحال باید به سرعت به محل مناسب جهت درمان برسند. این افراد می‌بایست با رنگ سبز علامت‌دار شوند.

- ارزیابی تنفس: اگر کمتر از ۳۰ بار در دقیقه باشد باید به ارزیابی سیستم گردش خون پرداخت. اگر بیش از ۳۰ بار در دقیقه باشد با رنگ قرمز علامت‌دار می‌شوند. اگر تنفس وجود نداشته باشد با رنگ سیاه علامت‌دار می‌شود.

- ارزیابی گردش خون: اگر زمان بازگشت پرشدن مویرگی کمتر از دو ثانیه باشد باید بتوان نبض رادیال را لمس کرد. در این صورت به ارزیابی سیستم مغزی می‌پردازیم. در صورتی که نبض رادیال وجود نداشته باشد یا زمان بازگشت مویرگی بیش از ۲ ثانیه باشد، با رنگ قرمز علامت‌دار می‌شود. در ضمن می‌بایست هرگونه خونریزی خارجی نیز مد نظر باشد.

- ارزیابی سیستم مغزی: اگر بیمار توانایی انجام دستورات ساده را نداشته باشد و نسبت به مکان و زمان آگاهی داشته باشد با رنگ زرد علامت‌دار می‌شود. اگر بیمار از دستورات اطاعت نکند یا دچار عدم هوشیاری باشد با رنگ قرمز علامت‌دار می‌شود.



## ۱۲-۵- مراقبت از بیماران در منطقه با درجه خطر بالا

مراقبت‌های پزشکی در صورت گیر کردن یا به دام افتادن بیمار ممکن است احتیاج شود (ابزارآلات پزشکی می‌بایست در اختیار باشند). به دلیل آلودگی محیط، اقدامات تهاجمی باید به حداقل برسند

- کنترل راه‌های هوایی
- استفاده بیمار از ماسک و یا ونتیلاتور
- ارزیابی سریع بیمار از لحاظ آسیب‌های نخاعی احتمالی بعد از پایان اقدامات اولیه.

## ۱۲-۶- تریاژ (اولویت‌بندی مصدومین حوادث زیستی)

تریاز به معنی طبقه‌بندی کردن و یک روش کلی برای تقسیم‌بندی بیماران بر اساس فوریت نیاز به درمان است. این روش در وضعیت‌های مصدومین انبوه که امکان برخورد کلاسیک با تک‌تک بیماران وجود ندارد، استفاده می‌شود.

تریاز از لغت فرانسوی Trier به معنی دسته‌بندی کردن، مشتق شده است. عمل تریاز به ارتش فرانسه برمی‌گردد و برای اولین بار در زمان ناپلئون به کار برده شد که برای مشخص کردن یک درمانگاه سرپایی برای سربازان زخمی استفاده می‌شد. هرچند امروزه در تریاز، مصدومین به چهار یا پنج دسته تقسیم می‌شوند. اولین بار در جنگ‌های جهانی اول از این روش جدا کردن و اولویت‌بندی مصدومین جهت انتقال به صفوف عقب استفاده می‌شد.

فردی که مسئولیت این کار را بر عهده داشت افسر تریاز خوانده می‌شد و دوره‌های خاصی را بدین منظور طی می‌کرد. در کشورهای فرانسه‌زبان، پزشکان کار تریاز را انجام می‌دهند ولی در سایر کشورها برای این کار از پرستارها یا تکنسین‌ها بهره می‌برند و

معتقدند که پزشک در زمان حوادث کارهای مهم‌تری دارد، اما ناگفته نماند که تشخیص اولویت‌های انتقال مصدومین نیاز به تجربه و مهارت زیادی داشته و فرد باید از علم کافی پزشکی نیز برخوردار باشد.

در قوانین بین‌المللی تریاژ را از جمله وظایف کمیته بین‌المللی صلیب سرخ بر شمرده‌اند. در اولویت‌بندی مصدومین پس از مشخص شدن رتبه هر فرد یک رنگ به او تعلق می‌گیرد. این رنگ به صورت یک نوار رنگی یا برچسب یا دستبند بوده و زمان نصب آن وقت‌گیر نبوده و در نهایت سهولت صورت می‌پذیرد. چون بررسی تمام مصدومین توسط یک یا دو افسر تریاژ مشکل و طاقت‌فرساست. لذا امروزه توصیه می‌شود که یک مرکز تخلیه در کنار و خارج منطقه آسیب ایجادشده و مصدومین پس از ورود و ثبت برخی نشانه‌ها از آن نقطه توزیع شوند. در حال حاضر، تریاژ بخشی از مدیریت انبوه مصدومین می‌باشد. مصدومان انبوه را جز با تریاژ صحیح نمی‌توان ساماندهی کرد.

هدف از تریاژ، اولویت‌بندی مصدومان بر اساس نیاز آنان به خدمات فوریتی پزشکی است. انجام تریاژ مناسب منوط به ارزیابی سریع مصدومان است. تریاژ اولیه می‌تواند توسط ماهرترین فرد حاضر در صحنه به انجام برسد.

### ۱۲-۶-۱- معیارهای برخورد تریاژ

۱. فوریت (وضعیت مصدوم) ۲. احتمال بقا ۳. دسترسی به منابع مراقبت‌های

پزشکی

مصدومان به چهار دسته تقسیم شده و برچسب‌های مخصوص رنگی دریافت می‌کنند. تریاژ اولیه در محل وقوع حادثه انجام می‌شود. در محل جمع‌آوری، تریاژ ثانویه به انجام می‌رسد. چون در حین انتقال و یا با گذشت زمان ممکن است اولویت مصدومان متغیر باشد، در هر مرکز، پذیرش مصدومان تریاژ مجدد انجام می‌شود. انتقال مصدومان از محل وقوع حادثه تا محل جمع‌آوری و از آنجا تا بیمارستان‌های مرجع نیاز به

ساماندهی آمبولانس‌های درگیر دارد. آمبولانس دارای انواع گوناگون می‌باشد و از آمبولانس‌های ساده معمولی تا آمبولانس‌های پیشرفته را شامل می‌شود. حسب موقعیت، تعداد مصدومان، مکان جغرافیایی و امکانات موجود، ترابری هوایی و دریایی نیز می‌تواند به کار گرفته شود. همه سازمان‌های امدادی نیازمند برنامه‌ریزی در این خصوص، تعریف سناریوهای جایگزین و تدوین می‌باشند.

### ۱۲-۶-۲- اهداف تریاژ

- تشخیص سریع مصدومینی که نیاز به تثبیت فوری مراقبت‌های پزشکی میدانی دارند

- تشخیص مصدومینی که فقط با جراحی فوری می‌توانند نجات یابند  
روند تریاژ میدانی در سه سطح صورت می‌گیرد:

#### ۱. تریاژ در صحنه (تریاز ۱)

غالباً توسط امدادگران انجام می‌شود. در این نوع تریاژ، مصدومین به دو گروه تقسیم می‌شوند: ۱- حاد (با علامت نوار قرمز) که نیازمند مراقبت‌های پزشکی فوری می‌باشند. ۲- غیر حاد (با علامت نوار سبز) که می‌توانند منتظر بمانند.

#### ۲. تریاژ مدیکال (تریاز ۲)

این تریاژ در محل ورودی پست مراقبت‌های پزشکی پیشرفته (اورژانس صحرائی) و توسط نیروهای مجرب درمانی صورت می‌گیرد. در این مرحله روی کارت‌های تریاژ (Tag) که با رنگ کدبندی شده‌اند، اطلاعات دقیق‌تری از مصدومین ثبت و در چهار سطح درمانی به شکل رنگ قرمز (درمان فوری)، رنگ زرد (درمان تأخیری)، رنگ سبز (درمان سرپایی) و رنگ سیاه (فوت شدگان) طبقه‌بندی می‌شوند.

### ۳. تریاژ انتقال (تریاژ ۳)

این تریاژ قربانیان را برای انتقال به مراکز درمانی که از پیش هماهنگ و آماده شده‌اند، اولویت‌بندی می‌کند. مدیر پست مراقبت‌های پیشرفته با هماهنگی پست فرماندهی و بیمارستان و بر اساس وضعیت قربانیان و مقصد، نوع وسیله نقلیه و اسکورت درمانی را تعیین می‌کند. در این خصوص طبقه‌بندی‌ها بدین شکل است:

- رنگ قرمز: فوراً، توسط آمبولانس مجهز و اسکورت پرستار (به اتاق عمل و یا ICU)
- رنگ زرد: پس از گروه قرمز توسط آمبولانس و اسکورت امدادگر.
- رنگ سبز: در پایان عملیات توسط وسایل نقلیه موجود و بدون اسکورت (عمدتاً به بیمارستان اصلی منتقل نمی‌شوند).
- رنگ سیاه: به سردخانه انتقال می‌یابند.

### ۱۲-۶-۳- روش تریاژ

در وضعیت‌های مصدومین انبوه، برای ارزیابی و طبقه‌بندی سریع قربانیان، از روش START استفاده می‌شود. در این روش مصدومین که قادر به راه رفتن هستند، اولویت ۳ (سبز) و بقیه بر اساس وضعیت تنفسی، خون‌رسانی بافت‌ها و قوای ذهنی، اولویت‌های قرمز، زرد یا سیاه می‌گیرند. باید توجه کرد که در حین تریاژ کمک‌های اولیه بجز باز کردن راه‌های هوایی و کنترل خونریزی شدید، مجاز نیست.

### ۱۲-۶-۴- کارت‌های تریاژ

انواع مختلف کارت‌های تریاژ تهیه شده‌اند. کارت‌ها دارای یک سوراخ هستند که به وسیله نخ به گردن قربانی بسته می‌شوند که اغلب دارای این مشخصات هستند.

- ۱- قطعات رنگی جداشونده بر اساس اولویت بیمار که همه آنها دارای شماره ۵ یا ۷ رقمی یکسان و مشابه با شماره کارت هستند.
- ۲- مشخصات فیزیکی شامل نام یا شماره، سن، جنس، زمان، نبض، تنفس، فشار خون و سطح هوشیاری با استفاده از مقیاس AVPU.
- ۳- دو تصویر روبرو و پشت انسان برای علامت‌گذاری نقاط صدمه‌دیده.
- ۴- قسمت مربوط به مسئول انتقال شامل نوع جراحت بیمار، واحد انتقال‌دهنده، زمان اعزام و مقصد.
- ۵- قسمت مربوط به نوع صدمات با توجه به اولویت در پشت کارت.  
روند تریاژ میدانی در سه مقطع صورت می‌گیرد:

### ۱۲-۶-۵- تریاژ در صحنه

این تریاژ طبقه‌بندی مصدومین در صحنه حادثه یعنی محلی که اولین بار پیدا می‌شوند و یا در محل تجمع مصدومین می‌باشد. این تریاژ به علت محدودیت منابع درمانی غالباً توسط امدادگران و گاهی تکنسین‌های اورژانس انجام می‌شود. با توجه به این که امدادگران تجربه کافی در تریاژ ندارند و غالباً مصدومین قرمز و زرد را از یکدیگر تشخیص نمی‌دهند، در این نوع تریاژ، مصدومین به دو گروه تقسیم می‌شوند: اول کسانی که نیازمند مراقبت‌های پزشکی فوری هستند، دوم کسانی که می‌توانند منتظر بمانند. به عبارت دیگر، طبقه‌بندی مصدومین به حاد یا قرمز و زرد و غیر حاد (سبز و سیاه)، مصدومین حاد با یک نوار قرمز بزرگ و مصدومین غیر حاد با نوار سبز علامت‌گذاری می‌شوند. با این روش، زمان تریاژ در صحنه (شامل ارزیابی، طبقه‌بندی علامت‌گذاری و انتقال) به‌طور قابل توجهی کوتاه و طبقه‌بندی غلط نیز کاهش می‌یابد.

## ۱۲-۶-۶- تریاژ مدیکال

این تریاژ در محل ورود در پست مراقبت‌های پزشکی پیشرفته و توسط پرسنل با تجربه مراقبت‌های پزشکی که مهارت زیادی در تریاژ دارند، صورت می‌پذیرد. اگرچه مصدومین بیشتر مجروحین هستند ولی برخی حوادث ویژه مثل مسمومین غذایی انبوه و مسمومیت‌های شیمیایی قربانیانی دارند که فقط نیاز به مراقبت‌های شدید دارند و از این گذشته، درمان اولیه شوک در احیاء می‌باشد. از این جهت پزشک متخصص ارجح به‌عنوان مسئول تریاژ به ترتیب: پزشک متخصص اورژانس، متخصص بیهوشی و جراح می‌باشند. هدف تریاژ مدیکال، تعیین سطح مراقبت‌های مورد نیاز می‌باشد. در این مرحله که از tag یا کارت‌های تریاژ که با رنگ کدبندی شده‌اند، استفاده می‌شود. اطلاعات دقیق‌تری از مصدومین روی این کارت‌ها ثبت می‌شود و با استفاده از برچسب‌های رنگی، مصدومین در چهار سطح درمانی طبقه‌بندی می‌شوند.

**۱- قرمز:** نیازمند مراقبت فوری برای تثبیت وضعیت هستند و بدون این مراقبت‌ها در عرض دقایق تا کمتر از یک ساعت جان خود را از دست می‌دهند. مثل شوک به هر علت، اختلالات تنفسی، ضربه با مردمک‌های نامساوی، خونریزی شدید خارجی، قطع عضو ناقص، سوختگی شدید صورت و راه‌های هوایی نشانه‌های انفارکتوس، میوکارد (سکته قلبی)، مسمومیت شدید و مراحل بحرانی زایمان. این مراقبت‌های میدانی فوری برای مصدومین که مستعد زنده ماندن و نجات از مرگ هستند موجب می‌شود که آنها تا انتقال به یک مرکز درمانی دوام بیاورند و برای درمان آنها را آماده نماید. همچنین موجب طبقه‌بندی مجدد آنها از قرمز به زرد می‌شود.

**۲- زرد:** نیازمند مراقبت و نظارت دقیق هستند ولی مراقبت می‌تواند تا حدی با تاخیر انجام شود؛ زیرا این بیماران بدون اقدامات درمانی هم حداقل یک ساعت یا بیشتر دوام می‌آورند. به هر حال تمام این بیماران رگ‌گیری می‌شوند و برای بروز هرگونه عوارض به دقت نظارت می‌شوند و اولین اقدامات درمانی برای آنها صورت می‌گیرد. خطر

شوک ( مثل حمله قلبی، ترومای شدید شکم) شکستگی مرکب، شکستگی فمور و لگن، سوختگی‌های شدید، ضربه مغزی همراه با کاهش سطح هوشیاری و مصدومین با وضعیت نا مطمئن.

۳- سبز: افرادی هستند که صدمات خفیف دارند و بدون درمان هم خطر مرگ یا عوارض دائمی آنها را تهدید نمی‌کند، مثل شکستگی‌های کوچک، سوختگی و زخم‌های خفیف، اختلالات عصبی، روانی، اختلالات زنان و زایمان. این بیماران پس از پانسمان و آتل‌بندی در انتهای عملیات میدانی انتقال خواهند یافت. مصدومینی نیز که مستعد مرگ هستند و امیدی به زنده ماندن آنها نیست در این گروه طبقه‌بندی می‌شوند و در انتهای عملیات میدانی در صورتی که هنوز زنده باشند به مراکز درمانی انتقال می‌یابند؛ مثل سوختگی بیش از ۷۰ درصد و شوک در مراحل پایانی. در برخی طبقه‌بندی‌ها این گروه با رنگ آبی مشخص می‌شوند.

۴- سیاه یا خاکستری: که مصدوم متاسفانه با توجه به انجام CPR و کمک‌های اولیه به تشخیص پزشک فوت کرده است. براساس دستورالعملی که توسط مراجع ذی‌صلاح تهیه می‌شود، اجساد دفن می‌شود.

نکته: شرایط ویژه پاسخ‌های متفاوتی را ایجاب می‌کنند. یک مصدوم با سوختگی ۵۰ درصد به‌طور کلاسیک در گروه قرمز طبقه‌بندی می‌شود. در یک حادثه با تعداد اندکی مصدومین و دسترسی به منابع درمانی لازم، این مصدوم باید به‌طور جدی تحت مراقبت قرار گیرد و به‌سرعت به یک واحد مراقبت‌های ویژه انتقال یابد. ولی در یک سانحه با مصدومین انبوه که منابع درمانی محدود هستند، شروع درمان یک چنین مصدوم سوختگی می‌تواند تا یک ساعت مادامی که مشکلات تنفسی ندارد به تاخیر انداخته شود و بنابراین، این مصدوم در گروه زرد طبقه‌بندی می‌شود.

### ۱۲-۶-۷- تریاژ انتقال

این تریاژ، مصدومین را برای انتقال به مراکز مراقبت‌های پزشکی که از پیش هماهنگ شده‌اند، اولویت‌بندی می‌کند. چنانچه پست مراقبت‌های پزشکی پیشرفته در ایفای نقش خود موفق باشد، در نتیجه درمان‌های انجام‌شده، تعداد مصدومین قرمز کاهش می‌یابد. بنابراین لازم است مصدومین قبل از انتقال، مجدداً ارزیابی شده و در صورت لزوم، بر چسب رنگی آنها تغییر می‌یابد. مسئول پست مراقبت‌های پزشکی پیشرفته بر اساس وضعیت مصدومین و با هماهنگی پست فرماندهی و بیمارستان مقصد تعیین می‌کند که چه کسانی به کدام مقصد و با چه وسیله نقلیه و اسکورت درمانی انتقال می‌یابند.

کدبندی رنگی مصدومین به قرار زیر است:

قرمز: فوراً یا در اولین فرصت ممکن توسط آمبولانس مجهز و اسکورت درمانی به بیمارستان تعیین‌شده انتقال می‌یابند. این مصدومین به‌طور کلی دو دسته هستند

الف) کسانی که نیازمند اقدامات اورژانس هستند

ب) کسانی که به بخش ICU منتقل می‌شوند

زرد: پس از انتقال مصدومین قرمز توسط آمبولانس و اسکورت امدادگر به بیمارستان انتقال می‌یابند.

### ۱۲-۶-۸- اقدامات

- ۱- کنترل راه هوایی - تنفس و گردش خون
- ۲- قرار دادن مصدوم در وضعیت مناسب
- ۳- کنترل خونریزی



امدادگر باید به خاطر داشته باشد که در صحنه حادثه، مهم‌ترین اولویت، انتقال مصدومین حاد به پست مراقبت‌های پزشکی پیشرفته، ضمن اطمینان از انجام کمک‌های اولیه کلیدی مثل راه هوایی و کنترل خونریزی می‌باشد. از آن‌جایی که احیای قلبی-ریوی CPR زمان و نیروی انسانی زیادی را به خود اختصاص می‌دهد، در صحنه یک حادثه با وضعیت مصدومین انبوه هرگز نباید CPR انجام شود.

### ۱۲-۶-۹- مدارک پزشکی تریاژ و کار برد آنها

در تریاژ اولیه، مسئول بخش یا گروه از ابتدا تا انتهای مسیر مصدومین حرکت می‌کند تا تعداد تقریبی آنان به دست آید. در این مرحله چنانچه پرسنل کافی حضور داشته باشند، همزمان قربانیان براساس وخامت ظاهر حال آنان، علامت‌گذاری می‌شوند که بتوانند مشکلات تهدیدکننده زندگی را برطرف کنند، مثل باز کردن راه هوایی و کنترل خونریزی شدید. در سوانح خیلی بزرگ که ساختمان‌های بزرگ چندطبقه یا نواحی متعدد آسیب می‌بینند، مسئول تریاژ برای هر طبقه یا ناحیه، یک تیم تریاژ تعیین می‌کند.

### ۱۲-۶-۱۰- کارت‌های تریاژ

۱- ابتدا با ارزیابی سریع وضعیت مصدوم اولویت او را تعیین کنید.  
۲- در بالای کارت از بالا به پایین ۴ قطعه رنگی قرمز، زرد، سبز و سیاه قرار دارد که همه آنها دارای یک شماره شناسایی ۵ یا ۶ رقمی یکسان هستند. قطعات رنگی که بالاتر از اولویت مصدوم هستند را از محل نقطه چین جدا کنید. مسلماً اگر اولویت مصدوم قرمز باشد چیزی جدا نمی‌شود. در ارزیابی و تریاژ مجدد، چنانچه اولویت مصدوم تنزل کند (حال مصدوم بهتر شود)، مجدداً قطعه بالاتر از اولویت فعلی را جدا

کنید و چنانچه در ارزیابی مجدد، اولویت قربانی بالاتر برود لازم است کارت تریاژ را عوض کنید. به این ترتیب، همیشه قطعه رنگی بالایی نشان‌دهنده اولویت قربانی است. ضمناً در صورتی که یکی از مصدومین در سانحه گرفتار شده ولی جراحی برداشته روی کارت تریاژ بنویسید «غیر مجروح». بنابراین مصدومین برای هرگونه جراحات و عوارض بعدی نظارت می‌شوند.

نحوه انتقال: در حوادث استانی یا ملی که در منطقه قابل پاسخگویی نیست، انتقال هوایی با بالگرد و هواپیما علاوه بر انتقال زمینی مورد نیاز می‌باشد. در این سیستم بیماران با در نظر گرفتن چهار شاخص ارزیابی می‌شوند:

- بلند شدن و راه رفتن

- وضعیت تنفسی

- وضعیت خون‌رسانی

- وضعیت هوشیاری

بیمارانی که در صحنه حادثه قادر به راه رفتن هستند باید به محل امنی منتقل شوند.

# فصل سیزدهم

قرنطینه سازی و کنترل  
گسترش آلودگی



### ۱۳-۱- مقدمه

ایزولاسیون و قرنطینه‌سازی دو واژه پزشکی در حوزه کنترل بیماری‌های عفونی می‌باشند که از دوران قدیم کاربرد داشته است. به‌عنوان مثال قبل از پهلوگیری کشتی‌های خارجی در بنادر کشورها، مدتی کشتی و مسافری آن را در نزدیک ساحل نگه می‌داشتند که در صورت وجود بیماری خصوصاً در مرحله نهفته و با بروز آن، علائم بالینی آشکار گردد که این یک قرنطینه اولیه و ساده جهت افراد با شک به ابتلا و در مرحله اولیه بیماری‌های عفونی و واگیردار می‌باشد. بنابراین هدف از قرنطینه‌سازی، جداسازی افراد با آلودگی و ابتلا به بیماری در دوره نهفته می‌باشد که در دوره قرنطینه علائم آشکار می‌گردد. در مورد ایزولاسیون باید گفت که هدف از آن جداسازی بیماران برای پیشگیری از گسترش انتقال آن به دیگران و افراد سالم می‌باشد. ایزولاسیون دارای انواع تنفسی، قطرات ترشحات دهانی - تنفسی و تماسی عام می‌باشد.

### ۱۳-۲- انواع ایزولاسیون و احتیاطات تماسی بیماران و پرسنل

#### پزشکی بر پایه نحوه انتقال بیماری‌های عفونی و واگیردار

#### ۱۳-۲-۱- احتیاطات تنفسی عوامل منتقله از هوا

این نوع احتیاط برای موارد ناشی از قطرات تنفسی و یا ذرات میکروبی کوچکتر و یا مساوی ۵ میکرومتر که در نهایت به راه‌های تنفسی تحتانی و آلوتلها راه می‌یابند، می‌باشد. میکروارگانیزم‌های با خطر انتقال بالا بدین شکل شامل سرخک، سل، آبله‌مرغان و احتمالاً آنتراکس و طاعون تنفسی می‌باشند. بیماران با ابتلا به اینگونه از بیماری‌ها می‌بایست در اتاق اختصاصی و با فشار هوای منفی ایزوله شده و هوای در جریان اتاق حداقل ۶ بار در ساعت فیلتر گردیده و کادر پزشکی هنگام ورود به اتاق مذکور علاوه بر امکانات احتیاطات عام که شامل استفاده از گان، دستکش و کفش

مناسب است باید از ماسک اختصاصی با فیلتر هپا (HEPA) که دارای توان فیلتراسیون ذرات تا ۱ میکرومتر قطر بیش از ۹۵٪ باشند، استفاده نمایند.

### ۱۳-۲-۲- احتیاطات ترشحات تنفسی بزرگ

این نوع انتقال به دنبال سرفه، عطسه و صحبت نمودن ایجاد می‌گردد. این ذرات به دلیل اندازه، به مدت طولانی در هوا باقی نمانده و سقوط می‌نمایند. این ذرات به دنبال تماس با مخاطات چشم، دهان و تنفس در فرد حساس ایجاد بیماری می‌نمایند، لذا پرسنل پزشکی در فاصله تماسی یک متر و کمتر، می‌بایست از ماسک استاندارد مانند ماسک جراحی N92 استفاده نمایند. در اطاق بستری این بیماران، می‌توان بیماران مشابه را (مانند بیماران مبتلا به عفونت‌هایی مانند هموفیلوس آنفلوآنزا، آنفلوآنزا و بسیاری دیگر از عفونت‌های تنفسی ویروسی دیگر، مننگوکوک و مایکوپلازما) بستری نموده و اطاق نیاز به فشار منفی ندارد.



شکل ۱۳-۱: نمونه‌ای از ماسک N95 و N100

### ۱۳-۲-۳- احتیاطات تماسی عام

در حد عمومی نیاز به احتیاط داشته و پوشیدن گان و دستکش به همراه کفش مناسب کافی بوده و برای مراقبت از چشم، استفاده از عینک مناسب و ویژه کادر پزشکی توصیه می‌گردد. در اطاق بستری این بیماران موارد مشابه نیز قابل بستری می‌باشند مانند عفونت‌های گوارشی و گاستروانتریت‌ها، ایدز و هیپاتیت‌های ویروسی.

### ۱۳-۲-۴- ایزوله کردن افراد آلوده

در این اقدام، محیط از طریق استفاده از گرادبان‌های هوای فشرده (منفی و مثبت) و حذف منافذ موجود، جداسازی می‌شود. فشار منفی در زمانی که جریان افزایش یافته به داخل ناحیه ایزوله شده وارد می‌شود، وجود دارد. همان‌گونه که قبلاً اشاره شد، استفاده از اتاق‌های ایزولاسیون بخش‌های توپرکلوزیس در بیمارستان‌ها برای محافظت سایر قسمت‌ها در برابر تکثیر عامل عفونت‌زا، در داخل این نواحی، فشار منفی می‌باشد. این نوع سیستم برای محافظت سایر افراد بیمارستان در مقابل پاتوژن‌ها در داخل محیط ایزولاسیون راه‌اندازی می‌شود. هوای موجود در این اتاق‌ها بعد از عبور از یک فیلتر HEPA و اتاق‌های کنترل بیوسیدال به داخل اتمسفر رها می‌شود. محفظه‌های ایزوله شده که دارای فشار مثبت هستند هوای داخل را به خارج فرستاده و در نتیجه، فضای داخلی آن در برابر آلودگی خارجی ایمن می‌باشد. برای مثال، برخی از بخش‌های بیمارستان مانند بخش توپرکلوزیس ایزوله بوده و فشار مثبت دارد، در حالی که مابقی بیمارستان یا حداقل اتاق‌های مجاور، دارای فشار مثبت می‌باشند. بنابراین هوای داخل این بخش‌ها با استفاده از فیلترهای HEPA تصفیه می‌شود و این هوای خالص عاری از هرگونه عوامل عفونت‌زا می‌باشد.

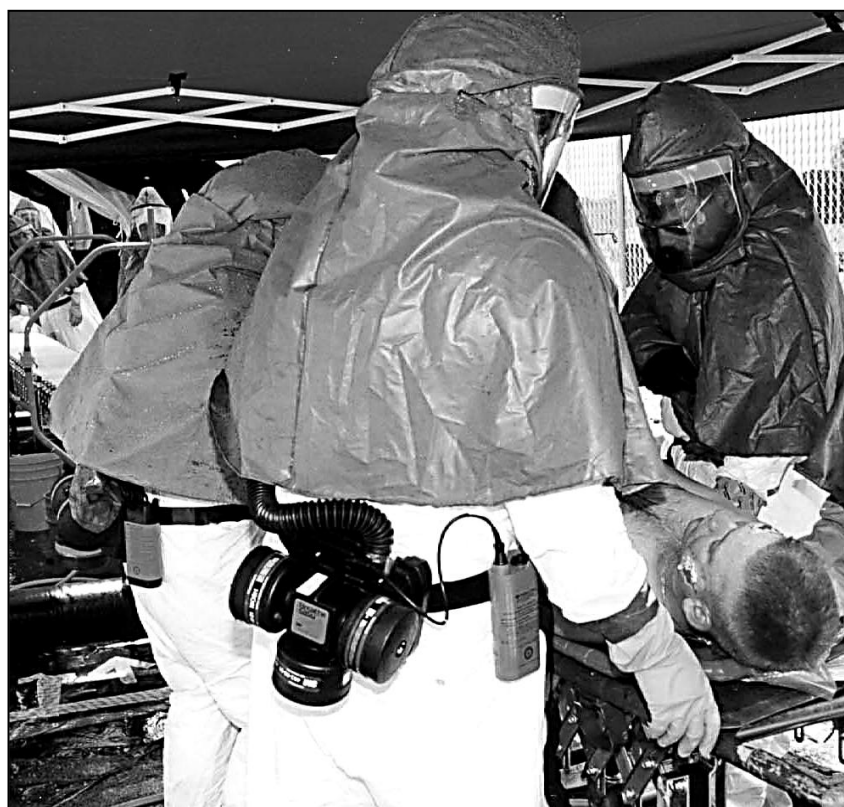


### ۱۳-۳- حفاظت‌های فیزیکی در مقابل عوامل زیستی

#### ۱۳-۳-۱- تجهیزات حفاظتی فیزیکی انفرادی

ماسک‌های تنفسی مخصوص جنگ‌های شیمیایی، میکروبی، هسته‌ای، ماسک‌های استاندارد NBC، لباس مخصوص، دستکش و چکمه مخصوص باعث حفاظت مؤثر بر علیه حمله میکروبی می‌شوند. ماسک‌های تنفسی موجود که به فیلترهای مخصوص مجهز هستند می‌توانند سیستم تنفسی را از ذراتی بزرگتر از ۱ الی ۱/۵ میکرومتر حفظ کنند. امروزه انواع بهسازی‌شده این ماسک‌ها مثل نمونه M40 به قدری راحت و قابل تحمل می‌باشند که سربازان می‌توانند شب را با آن به صبح برسانند. لباس‌های مخصوصی نیز ساخته‌شده که ویژه جنگ‌افزارهای شیمیایی - میکروبی بوده و باعث حفاظت در مقابل عوامل میکروبی می‌گردند. حتی یونیفرم‌های مرسوم نظامی نیز در حد خود می‌توانند باعث حفاظت بر علیه آلودگی پوستی از طریق محیط شوند. افراد آلوده و بیمارانی که قادر به پوشیدن لباس و چکمه مخصوص نیستند بایستی لای پتوهای مخصوص حمل مجروحین پیچیده و به همان طریق حمل شوند. البته در این صورت ماسک بیمار بایستی بازرسی شده و تهویه مناسب نیز برای او انجام گیرد. حفاظت‌های عمومی در مناطقی که به عوامل زیستی آلوده شده‌اند شامل استفاده از انواع پناهگاه‌های مناسب هستند که به سیستم تهویه با فیلترهای مخصوص مجهز شده و دارای فشار مثبت می‌باشند و قادرند افراد را از آلودگی زیستی حفظ کنند. جریان هوا تنها از طریق فیلتر مخصوص مانع ورود عوامل آلودگی به داخل پناهگاه می‌شود. تذکر این نکته ضروری است که افراد آلوده قبل از ورود به این گونه پناهگاه‌ها، حتماً بایستی رفع آلودگی شوند. اگر پناهگاه‌های مخصوص وجود نداشت می‌توان ساختمان و اتاق‌های معمولی را از طریق مسدود کردن پنجره‌ها و روزنه‌های آنها و تعبیه سیستم تهویه، مجهز به فیلتر مخصوص ایمن و غیر قابل نفوذ کرد.

با توجه به لزوم ادامه عملیات نظامی در منطقه مورد نظر، اغلب عملیات امدادرسانی را می‌توان در همان پناهگاه‌های موجود در محل انجام داد. بنابراین پناهگاه‌هایی که به این منظور مجهز شده‌اند بهترین مکان حفاظت از بیماران و انجام عملیات درمانی اولیه نیز به‌شمار می‌آیند. بیمارانی که بیماری‌شان بر اثر آلودگی با عوامل زیستی باشد و یا افرادی که مشخصاً با عوامل میکروبی آلوده شده باشند لزوماً بایستی داخل پناهگاه‌ها تحت مراقبت اورژانسی قرار بگیرند. اگر پناهگاه‌های مجهز به فیلتر جلوگیری‌کننده از عوامل میکروبی وجود نداشته باشد در شرایط عادی بهتر است افراد بر روی تپه و جایگاه‌های بلند مستقر شوند.



شکل ۱۳-۲: نمونه‌ای از لباس‌های محافظت‌کننده زیستی

### ۱۳-۳-۲- کنترل بیوآئروسل‌ها در محیط‌های سرپوشیده

در اماکن و محیط‌های سرپوشیده که معمولاً دما و رطوبت در حد نیاز بیوآئروسل‌ها وجود داشته و ضمناً فاکتورهای مزاحم هم موجود نمی‌باشند، بیوآئروسل‌ها بیشتر مقاومت کرده و بهتر می‌توانند منتقل شوند. از این رو می‌بینیم که در شرایط عادی نیز خطر شیوع بیماری‌های واگیردار در فضاهای سرپوشیده بیشتر است. بنابراین در حملات زیستی باید توجه خاصی به محیط‌های سر بسته به خصوص اگر جمعیت متراکمی در آنها اقامت دارند (مثل بیمارستان‌ها، نقاهتگاه‌ها، پناهگاه‌ها و غیره) معطوف نمود.

با توجه به مطالب فوق، کنترل میکروارگانیسم‌ها در هوا از اصول اولیه دفاع زیستی می‌باشد. طرق مختلفی برای کنترل بیوآئروسل‌ها و پاتوژن‌ها در هوا موجود است که از آن جمله می‌توان به پرتاب کردن، جابجایی و ته‌نشینی اشاره نمود. در عمل، راه‌های مؤثری مثل تهویه، تصفیه، استفاده از اشعه ماورای بنفش و جداسازی فیزیکی برای کنترل بیوآئروسل‌ها می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند.



شکل ۱۳-۳: نمونه‌ای از سنگرهای زیستی موسوم به M51

### ۱۳-۳-۳- تهویه

«تهویه» روشی بسیار متداول برای جلوگیری از تجمع ذرات مختلف در هوا می‌باشد. این عمل با ایجاد جریان هوا در اماکنی که آلودگی هوا وجود دارد، انجام می‌گیرد. این کار را می‌توان با باز کردن یک پنجره انجام داد که در نتیجه، هوای خارج به سمت داخل حرکت می‌کند. با استفاده از تهویه مطبوع در واحدهای حرارتی، هوای خارج به داخل اتاق منتقل می‌شود. تهویه به‌عنوان یکی از کم‌اثرترین روش‌ها برای کنترل بیوآئروسول‌ها در هوا محسوب می‌شود، با این حال دارای اهمیت زیادی می‌باشد. تهویه باعث مخلوط شدن هوای داخل ساختمان با هوای خارج آن شده و در نتیجه، ذرات موجود در هوا کاهش می‌یابد. در بعضی از موارد، ورود هوای خارج از ساختمان به داخل می‌تواند باعث افزایش ذرات موجود در هوای داخل ساختمان گردد. برای مثال، طبق بررسی‌های انجام‌شده در بیمارستان‌هایی که برای پالایش هوا تنها به تهویه متکی هستند، مشخص شد که ذرات قارچی موجود در هوا در داخل بیمارستان بیشتر از محیط خارج آن می‌باشد. این موضوع نشان می‌دهد که تهویه به تنهایی برای کاهش قابل ملاحظه بیوآئروسول‌های پراکنده در هوا کافی نمی‌باشد. بنابراین برای ساختمان‌های عمومی مخصوصاً بیمارستان‌ها، باید سایر روش‌های کنترل بیوآئروسول‌ها نیز به کار برده شود.

### ۱۳-۳-۴- فیلتراسیون

فیلتراسیون جریان هوا از یک جهت، نسبتاً ساده بوده و هنوز به‌عنوان یک روش مؤثر برای کنترل آلودگی هوا به کار می‌رود. بعضی از فیلترها، مثل فیلترهای HEPA تقریباً می‌توانند تمامی ذرات پاتوژن را جدا کنند. این نوع فیلترها معمولاً در هودهای زیستی استفاده می‌شوند. البته به علت قیمت بالا، این صافی‌ها به ندرت در

سیستم‌های تهویه ساختمان‌ها استفاده می‌شوند. در عوض، سایر سیستم‌های تصفیه‌ای که به فیلتراسیون کیسه‌ای تهویه خانگی موسومند، استفاده می‌شوند که شبیه کیسه جاروبرقی کار می‌کند. معمولاً صافی‌های هوا با استفاده از درصد لکه غبار ارزیابی می‌شوند، که شاخص اندازه ذراتی است که توسط فیلتر جدا می‌شوند. درصدهای بالا نشان‌دهنده کارایی بیشتر فیلتراسیون می‌باشد. ارزیابی معمول برای فیلترهای مورد استفاده در اکثر ساختمان‌ها ۳۰ تا ۵۰ درصد است. مطالعات نشان داده است که برای جدا کردن ذرات ویروسی از هوا عمدتاً به میزان ۹۷ درصد نیاز می‌باشد. فاکتورهای دیگری که کارایی فیلتراسیون را تحت تأثیر قرار می‌دهند، به نوع سیستم‌گردش هوا و میزان تأثیر آن در حرکت هوا در داخل ساختمان، نوع کیسه مورد استفاده، ماده‌ای که به‌عنوان فیلتر انتخاب شده (نایلونی، پشم شیشه و غیره)، و نیز به اندازه تخلخل سطحی فیلترها (۱ میکرومتر، ۵ میکرومتر و غیره) وابسته می‌باشد. همه این فاکتورها مجموعاً کارایی فیلتراسیون هوا و جداسازی ذرات حاوی آئروسول‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند. علی‌رغم کارایی که با فیلتراسیون قابل دستیابی است، هنوز بیشتر این سیستم‌ها قادر به توقف انتشار میکروارگانیسم‌ها، مخصوصاً ویروس‌ها در هوا نمی‌باشند. شاید در این‌گونه موارد، استفاده از یک راه حل ویژه برای اطمینان از وجود هوا برای تنفس، ضروری باشد.

### ۱۳-۳-۵- کنترل بیوآئروسول‌ها

کنترل عوامل کشنده، یک مرحله تکمیلی است که می‌توان آن را برای نابودی همه میکروارگانیسم‌های موجود در هوا و اطمینان از زنده بودن آنها و غیر قابل عفونت‌زا بودنشان مورد استفاده قرار داد. روش‌های ریشه‌کنی زیادی در دسترس هستند، مثل حرارت‌دهی بالا، خشک کردن یا آب‌زدایی شدید، ازنده‌ی و پرتوافشانی با UV. معمول‌ترین روش مورد استفاده از پرتو ماورای بنفش، میکروب‌کش می‌باشد. ثابت شده

است که UV توانایی مهار کردن انواع زیادی از پاتوژن‌ها را دارا می‌باشد. البته میزان مقاومت بعضی از میکروب‌ها متفاوت است. کنترل و مهار شیوع بیماری با استفاده از پرتوافشانی UV در بخش توبرکلوزیس یک بیمارستان مورد بررسی قرار گرفت. هوای آلوده بخش از طریق یک مجرای تهویه به داخل دو قفسه نگهداری کوچک‌های هندی سوق داده شد. یکی از قفس‌ها، هوایی را که با پرتو UV پرتو افشانی شده بود و قفس دیگر، هوای بدون پرتوافشانی را دریافت کردند. کوچک‌های هندی در اتاقک حاوی هوا بدون پرتوافشانی، دچار توبرکلوزیس شدند، درحالی‌که حیوانات موجود در بخش حاوی هوای پرتوافکنی شده، دچار عفونت نشدند. مطالعات انجام شده در بیمارستان‌های مختلف نشان می‌دهد که استفاده مناسب از پرتو UV به مدت زمان تماس با UV بستگی دارد.

### ۱۳-۳-۶- ایزوله کردن افراد آلوده

در این اقدام محیط از طریق استفاده از گرادیان‌های هوای فشرده (منفی و مثبت) و حذف منافذ موجود، جداسازی می‌شود. فشار منفی در زمانی که جریان افزایش یافته به داخل ناحیه ایزوله شده وارد می‌شود، وجود دارد. همان‌گونه که قبلاً اشاره شد، استفاده از اتاق‌های ایزولاسیون بخش‌های توبرکلوزیس در بیمارستان‌ها برای محافظت سایر قسمت‌های بخش توبرکلوزیس در برابر تکثیر عامل عفونت‌زا، در داخل این نواحی فشار منفی می‌باشد. این نوع سیستم برای محافظت سایر افراد بیمارستان در مقابل پاتوژن‌ها در داخل محیط ایزولاسیون راه‌اندازی می‌شود. هوای موجود در این اتاق‌ها بعد از عبور از یک فیلتر HEPA و اتاق‌های کنترل بیوسیدال به داخل اتمسفر رها می‌شود. بنابراین هوای داخل این بخش‌ها با استفاده از فیلترهای HEPA تصفیه می‌شود و این هوای خالص، عاری از هرگونه عوامل عفونت‌زا می‌باشد.

### ۱۳-۳-۷- مراقبت بهداشتی - درمانی پرسنل

پس از این که بیماران و اشخاص آلوده شدند بایستی تحت نظارت‌های پرستاری ویژه قرار گرفته و اقدامات پرستاری جداگانه در مورد آنها اعمال گردد. پرسنل بیمارستان و کادر بهداشتی- درمانی حاضر در منطقه بایستی با استفاده از گان‌های نفوذناپذیر، ماسک‌های تنفسی مناسب و دستکش‌های مخصوص خود را محافظت نمایند. حتی برای اشخاصی که به‌طور مستقیم درگیر امر مراقبت از بیماران و اشخاص آلوده نیستند، خطر انتقال مستقیم عوامل عفونی وجود دارد. مخصوصاً مواد و لباس‌های آلوده و ترشحات بیمار و نمونه‌هایی که برای ارسال به آزمایشگاه تهیه شده، بایستی خطرناک تلقی شده و روی آنها بر چسب مخصوص (ماده خطرناک) نصب شود. هرگونه دستکاری کردن این‌گونه مواد و وسایل بایستی توأم با احتیاطات لازم باشد. همین‌طور هرگونه اقدام درمانی که مستلزم تماس با بدن بیمار باشد (مثل انواع جراحی‌ها)، شانس انتقال آلودگی را دربر خواهند داشت. البته همه عوامل زیستی هم قادر به انتقال مستقیم از بیمار به شخص سالم نمی‌باشند. مثلاً نمونه‌های آزمایشگاهی گرفته‌شده از بیماری که با توکسین آلوده شده است را می‌توان طبق روش‌های معمولی مورد آزمایش قرار داد و نیاز به اقدام احتیاطی خاصی ندارد. بیمارانی که علائم پنومونی طاعونی دارند کلاً بایستی به‌عنوان بیماران خطرناک قلمداد شوند، زیرا باسیل طاعون می‌تواند از آنها به محیط اطراف منتشر شود. سیاه‌زخم پوستی ممکن است از طریق تماس با خون یا مایعات آلوده، به شخص سالم منتقل گردد. تماس متصدیان بهداشتی و کادر درمانی با ضایعات باز سیاه‌زخم و یا خون بیمار مبتلا به سیاه‌زخم، خطر ابتلا به سیاه‌زخم تنفسی را در پی خواهد داشت. باسیل‌های سیاه‌زخم پس از آنکه با هوا مجاور شدند به اسپور تبدیل می‌شوند. این موضوع نشان می‌دهد که ورود اسپورها به سیستم تنفسی می‌تواند شخص را تحت خطر ابتلا به سیاه‌زخم تنفسی قرار دهد. فرم فعال باسیل طاعون ممکن است خطرآفرین باشند زیرا در برخی شرایط می‌تواند به همراه آئروسول وارد بدن شده و

ایجاد بیماری نماید. بنابراین، آزمایش و تماس با بدن قربانیان حمله میکروبی، بایستی با استفاده از روش‌های خاص قرنطینه و با تأکید بر حفاظت هرچه بیشتر سیستم تنفسی توأم باشد.

### ۱۳-۳-۸- چگونگی برخورد با اشیاء و وسایل آلوده بیماران

اشیای آلوده و بقایای حیوانات و انسان‌های آلوده به عوامل زیستی اگر درون مجموعه خدمات پزشکی باشند، مسئولیت دفع و نابودی آنها بر عهده سیستم پزشکی است؛ اما چنانچه در محیط خارج (منطقه عملیاتی، جنگل و دشت) باشند یک مسئولیت کاملاً پزشکی محسوب نمی‌شوند. به هر حال همه افرادی که به نوعی با این‌گونه مواد سر و کار دارند و یا مستقیماً درگیر دفن قربانیان یا نابودی حیوانات هلاک‌شده هستند بایستی نسبت به خطرات بالقوه و بالفعل آنها آگاهی یابند. اجساد قربانیان حمله میکروبی بایستی بدون درنگ و مطابق مقررات ویژه دفن گردند. دفن اجساد قربانیان پس از چند روز باعث تجزیه میکروبی و شیمیایی آنها شده و نتیجتاً خطر توکسین‌ها، ویروس‌ها و باکتری‌های بدون اسپور را مرتفع می‌نماید. شواهد و قراین موجود نشان می‌دهند که وسایل و اشیای آلوده با باکتری‌های اسپوردار تنها از طریق سوزاندن رفع آلودگی می‌شوند. البته روش‌های جایگزینی نیز وجود دارند که می‌توان از آنها استفاده کرد و آلودگی به باکتری‌های اسپورزا را تا حد قابل قبولی کاهش داد.

### ۱۳-۳-۹- اداره امور بیماران و افراد آلوده

در شرایطی که تعداد مجروحین خیلی زیاد باشد، عملاً در روش‌های انجام امدادهای فوری تفاوت‌هایی وجود نخواهد داشت. در شرایط جنگی ممکن است مراکز و تسهیلات بهداشتی-درمانی به وسیله بمباران یا توپخانه نابود شده باشند. در این



صورت مجروحین غیر نظامی را بایستی اجباراً در داخل واحدهای مسکونی که سالم مانده‌اند بستری نمود و مجروحین نظامی را درون خودروهای نظامی منتقل نمود. در مورد طیف وسیعی از بیماران ناشی از حمله میکروبی، تسهیلات ویژه‌ای مثل رادیوگرافی، تجهیزات تنفس مصنوعی و امکانات جراحی مورد نیاز نخواهد بود. البته بیمارانی که تحت تأثیر توکسین‌های جنگی بوده‌اند، مستثنی هستند. این‌گونه بیماران معمولاً دارای علائم خطرناکی مثل فلج عضلات تنفسی بوده و نتیجتاً به وسایل و تجهیزاتی همچون دستگاه تنفس مصنوعی نیاز خواهند داشت.

چنانچه عوامل زیستی منجر به شیوع بیماری‌هایی شوند که مثل آنسفالیت اسبی و نزوئلای یا تب کیو که مرگ‌ومیر نسبتاً کمتری ایجاد می‌کنند، خدمات اولیه پزشکی را می‌توان در سطح منطقه‌ای مستقر کرد. اگر بیماری ناشی از این عوامل نیاز به پروتکل درمانی خاصی مثل درمان آنتی‌بیوتیکی برای تولارمی دارند، راهنمای نحوه تهیه دارو و چگونگی تجویز آن بایستی از قبل تهیه و در دسترس واحدهای اجرایی قرار داده شود. در مورد بیماری‌هایی که مرگ‌ومیر فراوان ایجاد می‌کنند مثل تب زرد و آنهایی که درمان اختصاصی در مورد آنها در دست نیست، روش‌های عمومی مراقبت‌های اولیه از آنها توسط افراد غیر حرفه‌ای بایستی از قبل تهیه و در بین واحدهای اجرایی توزیع گردد. الزاماً همه اشخاصی که تحت تأثیر سلاح‌های زیستی قرار داشته‌اند (باستثناء مسمومین با توکسین) علائم بیماری را به‌صورت هم‌زمان نشان نمی‌دهند و بعضاً چند روز بعد واقعاً بیمار شده و از پای در می‌آیند. اغلب این‌گونه بیماران می‌توانند در خلال یک مدت زمان مشخص پس از انجام حمله (بسته به دوره کمون بیماری) به فعالیت‌های خودشان ادامه دهند، با این حال تأکید می‌شود که رجوع مجدد آنها به فعالیت عادی تا تشخیص دقیق عامل زیستی به تعویق افتد.

در چنین شرایطی اغلب اتفاق می‌افتد که یک نفر پزشک متخصص به کمک چند امدادگر مسئولیت مراقبت و درمان صدها مجروح را بر عهده داشته باشد. تهیه اطلاعات

کلی راجع به بیماری و علایم بالینی آن، داروهای مؤثر و نحوه مراقبت از بیماران به صورت بروشورهای عملیاتی و توزیع آنها در واحدهای اجرایی می‌تواند نقیصه کمبود پزشک متخصص را تا حد زیادی جبران نماید.

مدیریت بهداشت و درمان جنگ در چنین اوضاع و احوالی به نحوی باید عمل کند که ترس و هراس را از بین ببرد. اگر سیستم بهداشتی - درمانی در وضعی باشد که بتواند سریعاً عامل بیماری را تشخیص دهد، می‌تواند اطلاعات مربوط به عامل بیماری، دوره کمون و غیره را در اختیار افراد حاضر در منطقه قرار دهد و از این طریق، اعتماد و اطمینان آنان را جلب و نتیجتاً موجبات آرامش آنها را فراهم آورد. چنانچه تشخیص عامل زیستی در کوتاه‌مدت میسر نباشد و جمعیت حاضر (نظامی و غیر نظامی) نسبت به وضعیت موجود توجیه نگردیده‌اند، عکس‌العمل روانی ممکن است به نحوی ابراز شود که آثار سوء و مخرب آن از آثار خود بیماری فراتر رود.

# فصل چهاردهم

درمان مصدومین حوادث  
زیستی



#### ۱۴-۱- مقدمه

آشنائی با اصول و الگوریتم درمان مصدومین حوادث زیستی جهت پرسنل بهداشت و درمان و مراکز درمانی ضروری بوده و لذا تدوین پروتکل‌های مربوطه اهمیت حیاتی دارد.

#### ۱۴-۲- اقدامات درمانی به دنبال بروز حوادث زیستی

- درمان علامتی (اصلاح اختلالات آب و الکترولیت‌ها و همودینامیک، جایگزینی خون و سلول‌های خونی، جایگزینی فاکتورهای انعقادی، برقراری و اصلاح وضع تنفسی)  
- درمان اختصاصی (درمان ضد ویروسی، درمان آنتی‌بیوتیکی، درمان ضد قارچ و درمان آنتی‌توکسینی)

گروه‌های مداخله‌گر پزشکی می‌بایست قبل از ورود به منطقه آلوده جهت امداد رسانی، اصول کلی حفاظت پزشکی شخصی و احتیاطات تماسی عمومی و همچنین اختصاصی مربوط به هر عامل و بیماری را در حد تمام و کمال رعایت نمایند که از جمله شامل استفاده از گان، دستکش، عینک، کفش مناسب و ماسک‌های اختصاصی می‌باشد.

#### ۱۴-۳- پروتکل‌های درمانی مصدومین حوادث زیستی

پروتکل‌های درمانی و خدمات‌رسانی پزشکی یکی از مهم‌ترین بخش‌ها در جریان حوادث و بحران‌های زیستی می‌باشد که بسیار اورژانسی بوده و برای مصدومین اهمیت حیاتی دارد.

ابعاد کاری در این بخش شامل چند جزء مهم و مرتبط به هم می‌باشد که شامل موارد ذیل می‌گردد:

الف) درمان علامتی که شامل رعایت همه موارد اورژانس در طب بوده که از جمله رعایت اصول (ABC) در برخورد با مصدوم است و شامل: توجه به وضع تنفسی بیمار، وضعیت قلب و فشار خون، خونرسانی ارگان‌های حیاتی بدن، اصلاح آب و الکترولیت‌ها، اصلاح نقص فعالیت بافت‌ها و ارگان‌های دچار نارسائی مانند دستگانه اعصاب مرکزی و کلیه‌ها با استفاده از داروها و تجهیزات پزشکی مانند دستگانه تنفس مصنوعی، دستگانه دیالیز و غیره است که در فصل ۱۲ به‌طور کامل به آن اشاره گردید.

ب) درمان اختصاصی، بخش اصلی و مهم برنامه تدوین پروتکل‌ها جهت بحران‌های ناشی از حوادث زیستی را شامل می‌گردد. در این قسمت، پروتکل‌های درمانی اختصاصی مربوط به هر عامل زیستی احتمالی بر اساس سندرم‌های بالینی و علائم ایجاد شده که همراه با یافته‌های پاراکلینیک مانند یافته‌های تصویربرداری (مدیاستن پهن در گرافی رخ قفسه سینه که دلالت بر ابتلا بیمار به آنتراکس تنفسی دارد) و یافته‌های آزمایشگاهی تخصصی بحث و معرفی می‌گردد.

برخورد درمانی با حوادث زیستی در قالب و شکل چهار گروه عمده از سندروم‌های بالینی شایع ایجادشده توصیه می‌گردد که شامل:

- ۱- سندروم‌های تنفسی
- ۲- سندروم‌های گوارشی
- ۳- سندروم‌های عصبی
- ۴- سندروم‌های پوستی و غیره می‌گردد.

سندروم‌های تنفسی، ناشی از گروهی از عوامل زیستی مانند آنتراکس، طاعون، تولارمی و غیره است که درگیری عمده و تظاهرات غالب در سیستم تنفسی است و اغلب به شکل استنشاقی و از طریق دستگاه تنفس باعث آلودگی و ابتلای مصدومین و قربانیان می‌گردند.

سندروم‌های گوارشی، ناشی از گروهی از عوامل زیستی از جمله عفونت‌های گوارشی بوده که بیشترین درگیری و علائم بالینی در سیستم گوارشی بروز نموده و به شکل گاستروانتریت و یا کولیت‌های روده‌ای بروز می‌نماید. این عوامل بیشتر از طریق آلودگی منابع آب و غذا سبب ابتلای افراد می‌گردند.

سندروم‌های عصبی، ناشی از گروهی از عوامل زیستی بوده که تظاهرات غالب آن درگیری سیستم اعصاب و با علائم مربوطه است و بالاخره دسته چهارم که شامل سندروم‌های پوستی و غیره بوده، اغلب تظاهرات پوستی داشته که همراه با علائم عمومی و یا درگیری سایر سیستم‌ها و اعضاء بدن مانند اسکلتال و غیره منجر می‌گردند.

#### ۱۴-۴- عوامل زیستی با ایجاد سندروم‌های تنفسی

علائم بالینی در این گروه اغلب مشابه و شامل دیسترس تنفسی پیشرونده، سرفه، هموپتزی، خلط چرکی، سیانوز همراه با علائم سیستمیک و سپسیس مانند تب، تاکیکاردی، افت فشار خون و غیره است. تشخیص قطعی نوع عامل بیماری به‌وسیله یافته‌های بالینی اختصاصی و مهمتر از آن، یافته‌های پاراکلینیک اختصاصی مانند تشخیص آزمایشگاهی است. به‌عنوان مثال، بروز علائم تنفسی حاد و پیشرونده همراه با تب و علائم سپسیس توأم با مدیاستن پهن در گرافی قفسه سینه و جداسازی باسیل گرم مثبت از نمونه خلط و خون تشخیص آنتراکس را مسجل می‌سازد.

## ۱۴-۴-۱- آنتراکس

درمان بیماری آنتراکس با سیپروفلوکساسین یا لوفلوکساسین و یا داکسی‌سایکلین به شکل تزریقی (داکسی‌سیکلین با دوز ۱۰۰ میلی‌گرم در هر ۱۲ ساعت و سیپروفلوکساسین با دوز ۴۰۰ میلی‌گرم هر ۱۲ ساعت یا لوفلوکساسین با دوز ۵۰۰ میلی‌گرم در هر ۲۴ ساعت) همراه با کلیندامایسین با دوز تزریقی ۹۰۰ میلی‌گرم در هر ۸ ساعت به علاوه ریفامپین تزریقی ۳۰۰ میلی‌گرم در هر ۱۲ ساعت در ابتدای بیماری و قبل از ظهور علائم بیماری است. پس از بهبودی نسبی می‌توان درمان تزریقی را به فرم خوراکی همان داروها تبدیل نمود که دوز داروها شامل ۵۰۰ میلی‌گرم سیپروفلوکساسین در هر ۱۲ ساعت، ۵۰۰ میلی‌گرم لوفلوکساسین در هر ۲۴ ساعت، ۱۰۰ میلی‌گرم داکسی‌سیکلین در هر ۱۲ ساعت، ۳۰۰ میلی‌گرم ریفامپین در هر ۱۲ ساعت و ۴۵۰ میلی‌گرم کلیندامایسین در هر ۸ ساعت است. این درمان به مدت ۶۰ روز همراه با درمان‌های حمایتی و علامتی ادامه می‌یابد. برای رفع آلودگی از محیط و حیوانات می‌توان از آب آهک استفاده نمود و جهت ضد عفونی کردن وسایل آلوده از محلول هیپو کلریت و یا فنل ۰.۵٪ و یا دستگاه فور می‌توان استفاده کرد.

## ۱۴-۴-۲- طاعون

استفاده زودهنگام از آنتی‌بیوتیک اهمیت زیادی دارد به‌ویژه که درگیری ریوی طاعون در صورت عدم درمان به‌موقع می‌تواند سبب مرگ شود. درمان انتخابی جنتامایسین (۸۰ میلی‌گرم در هر ۸ ساعت یا ۵ میلی‌گرم به ازای کیلوگرم وزن بدن روزانه) یا استرپتومایسین (یک گرم روزانه یا ۱۵ میلی‌گرم به ازای کیلوگرم وزن بدن) به همراه سیپروفلوکساسین (تزریقی با دوز ۴۰۰ میلی‌گرم و یا خوراکی ۵۰۰ میلی‌گرم در هر ۱۲ ساعت) یا داکسی‌سایکلین (در ابتدا ۲۰۰ میلی‌گرم و سپس ۱۰۰ میلی‌گرم در



هر ۱۲ ساعت به شکل تزریقی و یا خوراکی) است و باید حداقل ۱۴ - ۱۰ روز استفاده شوند. در مواردی که مننژیت ایجاد شود کلرآمفنیکل (یک گرم در هر ۶ ساعت) هم به درمان اضافه می‌شود.

#### ۱۴-۴-۳- تولارمی

جهت درمان تولارمی، تجویز زودرس آنتی‌بیوتیک (استرپتومایسین یا جنتامایسین) خیلی مؤثر است. استرپتومایسین (یک گرم تزریق عضلانی) یکبار در روز به مدت ۱۰ تا ۱۴ روز که داروی اختصاصی درمان تولارمی است. جنتامایسین ۳ تا ۵ میلی‌گرم به ازای کیلوگرم وزن بدن روزانه با دوز منفرد و یا منقسم هر ۸ تا ۱۲ ساعت و به مدت ۱۰ تا ۱۴ روز تزریق می‌گردد. از درمان‌های مؤثر جایگزین، استفاده از سیپروفلوکساسین تزریقی و با دوز ۴۰۰ میلی‌گرم در هر ۱۲ ساعت و یا خوراکی (۷۵۰ میلی‌گرم در هر ۱۲ ساعت) و یا داکسی‌سیکلین ۱۰۰ میلی‌گرم به شکل تزریقی و یا خوراکی در هر ۱۲ ساعت به مدت ۱۴ تا ۲۱ روز می‌باشد.

زخم‌ها با آنتی‌بیوتیک موضعی و پانسمان باید پوشانده شوند. توصیه‌های بهداشتی، شامل ضدعفونی کردن وسایل آلوده در حرارت ۵۵ درجه به مدت ۱۰ دقیقه می‌باشد.

#### ۱۴-۴-۴- پسیٹاکوزیس

برای درمان پسیٹاکوزیس، داروی انتخابی تتراسیکلین بوده که به میزان ۴ بار در روز و به مقدار ۵۰۰ میلی‌گرم به مدت ۱۰ تا ۲۱ روز و یا داکسی‌سیکلین دو بار در روز ۱۰۰ میلی‌گرم به مدت ۱۰ تا ۲۱ روز توصیه می‌گردد. برای پیشگیری، توصیه‌های بهداشتی شامل قرنطینه کردن پرندگان و مصرف آنتی‌بیوتیک در غذای آن‌ها همراه با احتیاطات تماسی تنفسی می‌باشد.

### ۱۴-۴-۵- تب کیو Q

تب کیو ممکن است خود به خود بهبود یابد؛ گرچه بالقوه می‌تواند عوارض پیچیده‌ای ایجاد نماید و باید تحت درمان قرار گیرد. درمان در موارد حاد توسط تتراسایکلین- داکسی‌سیکلین و یا اریترو مایسین خوراکی به مدت ۲۱- ۱۴ روز انجام می‌شود. بیماری مزمن بهتر است به صورت ترکیبی درمان شود که بدین منظور می‌توان از داکسی‌سایکلین یا داکسی‌سیکلین به همراه یک کینولون مانند سیپرو فلوکساسین و ریفاپین یا خوراکی به مدت حداقل ۴ هفته استفاده کرد.

### ۱۴-۴-۶- مسمومیت با آنترتوکسین B استافیلوکوکی

در این بیماری، درمان محدود به مراقبت و حمایت و اصلاح آب و الکترولیت است و حمایت تنفسی لازم می‌باشد. جهت پیشگیری واکسن وجود ندارد. پیشگیری بهداشتی شامل رفع آلودگی، شستشو با آب و صابون و معدوم کردن مواد غذایی آلوده می‌باشد.

### ۱۴-۵- عوامل زیستی با سندروم‌های گوارشی

این عوامل علاوه بر تظاهرات بالینی عمومی، علائم گوارشی غالب داشته که به شکل یک گاستروآنتریت حاد و یا کولیت تظاهر یافته و بیمار همراه با ضعف و بی‌حالی شدید و تب، دچار استفراغ، اسهال آبکی، درد شکم، اسهال خونی و تنموس می‌گردد. بیشتر عوامل این گروه از طریق آلودگی منابع آب و غذا سبب ابتلای افراد می‌گردند. طیف عوامل میکروبی در این گروه وسیع بوده و از ویروس‌ها تا انگل‌های تک‌یاخته‌ای را شامل می‌گردد.

#### ۱۴-۵-۱- وبا

درمان موفقیت‌آمیز وبا شامل جایگزینی مایعات از دست رفته بیمار در کوتاه‌ترین زمان ممکن می‌باشد. استفاده از مایع خوراکی ORS (محتوی ۳/۵ گرم نمک طعام، ۵/۲ گرم بیکربنات سدیم، ۵/۱ گرم میکروپتاسیم و ۲۰ گرم گلوکز در یک لیتر آب) توصیه می‌شود. در شرایط بدتر، بیمار باید مایعات و الکترولیت‌ها را از طریق داخل وریدی دریافت دارد. درمان آنتی‌بیوتیکی یا از بین بردن میکروب مانع از تولید توکسین بیشتر می‌شود. تتراسیکلین به مقدار ۲۵۰ میلی‌گرم هر ۶ ساعت به مدت ۳ تا ۵ روز و یا داکسی‌سیکلین به تعداد ۲۰۰ میلی‌گرم در آغاز و ادامه آن هر ۱۲ ساعت ۱۰۰ میلی‌گرم به مدت ۳ تا ۵ روز و یا ۳۰۰ میلی‌گرم به شکل توام است. رعایت موارد بهداشتی از جمله شست‌وشوی دست‌ها با آب و صابون بعد از توالی، دفع مناسب زباله‌های خانگی، استفاده از آب تصفیه‌شده و مطمئن و از بین بردن حشرات مثل مگس، ضدعفونی کردن سبزیجات و میوه‌جات از ابتلا جلوگیری می‌نماید.

#### ۱۴-۵-۲- شیگلوز

درمان بیماری شیگلوز علاوه بر درمان علامتی و اصلاح اختلالات آب و الکترولیتی احتمالی شامل استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های موثر مانند سیپروفلوکساسین (۴۰۰ میلی‌گرم تزریقی و ۵۰۰ میلی‌گرم خوراکی در هر ۱۲ ساعت)، سفتریاکسون (یک گرم تزریقی در هر ۱۲ ساعت)، سفیکسیم (۴۰۰ میلی‌گرم در هر ۱۲ تا ۲۴ ساعت) در موارد شدید و با احتمال مقاومت آنتی‌بیوتیکی و در موارد با احتمال حساسیت، استفاده از نالیدیکسیک اسید (۵۰۰ میلی‌گرم در هر ۶ ساعت) و کوتریموکسازول (۲ قرص در هر ۱۲ ساعت) توصیه می‌گردد. طول درمان بسته به شدت بیماری و نحوه پاسخ درمانی به

مدت ۵ تا ۷ روز است. استفاده از منابع آب و غذای مطمئن و بهداشتی، توصیه موکد می‌گردد.

#### ۱۴-۵-۳- تب تیفوئیدی

درمان تب تیفوئیدی شامل درمان علامتی کنترل تب و اصلاح اختلالات الکترولیتی و همودینامیکی و همچنین درمان اختصاصی آنتی‌بیوتیکی با آنتی‌بیوتیک‌های اختصاصی و موثر است که شامل سیپروفلوکساسین تزریقی با دوز ۴۰۰ میلی‌گرم در هر ۱۲ ساعت و یا سیپروفلوکساسین خوراکی با دوز ۵۰۰ میلی‌گرم در هر ۱۲ ساعت و در صورت تحمل خوراکی و داشتن هوشیاری است. درمان جایگزین استفاده از آنتی‌بیوتیک سفتریاکسون تزریقی از خانواده سفالوسپورین نسل سوم به شکل ۲ گرم تزریق وریدی و سپس یک گرم در هر ۱۲ ساعت و یا ۲ گرم در هر ۲۴ ساعت و برای مدت یک هفته تا ده روز است.

#### ۱۴-۵-۴- مسمومیت با توکسین‌های کلستریدیوم پرفرنژنز

در صورت تنفس توکسین، علائم حاد تنفسی بلافاصله شروع می‌شود. پس از جذب توکسینی در جریان خون، علائمی مثل همولیز، افزایش نفوذپذیری عروق و آسیب‌های کبدی ایجاد می‌شود. در بیماران با اینگونه مسمومیت آنمی، ترومبوسیتوپنی و افزایش ترانس آمینازهای کبدی و هیپوکسی مشاهده می‌شود. به‌وسیله تست‌های آزمایشگاهی می‌توان حضور آنتی‌توکسین‌ها را در مدفوع بیماران با مسمومیت غذایی پی‌گیری نمود. درمان اختصاصی وجود ندارد. چنانچه خود میکروارگانیزم در روده حضور داشته باشد پنی‌سیلین مؤثر است. کلیندامایسین و ریفامپین روی تولید توکسین توسط باکتری

تأثیرگذار هستند. روش پیشگیری مؤثری در مقابله با توکسین‌های کلستریدیوم پرفرئوز وجود ندارد.

### ۱۴-۶- عوامل زیستی با سندروم‌های عصبی

این دسته و گروه از عوامل زیستی شامل گروه‌های متنوع از عوامل زیستی بوده که تظاهرات غالب درگیری سیستم اعصاب را نشان می‌دهند.

#### ۱۴-۶-۱- بوتولیسم

فلج عضلات و اختلالات ناشی از آن، حادث‌ترین مشکل مربوط به بوتولیسم است که علت اصلی مرگ‌ومیر است. در صورتی که برای بیماران امکانات تنفس مصنوعی و ونتیلاسیون مهیا باشد، مرگ‌ومیر کاهش چشمگیر پیدا می‌کند. لذا درمان حمایت و علامتی ضروری است. در موارد وجود اشکالات بلع، تغذیه وریدی و تعبیه نمودن لوله بینی-معدده تا برگشت توان و قدرت بلع برای تغذیه بیمار ضروری است. در بوتولیسم‌های غذایی به علت جذب مداوم توکسین از جدار روده، توکسین در جریان خون حضور دارد. استفاده از سرم‌های آنتی‌توکسینی تهیه‌شده از اسب و آنتی‌توکسین سه ظرفیتی (E, A, B) که شامل ۱۰ میلی‌لیتر به شکل منفرد و یا توأم است، پس از انجام تست جلدی توصیه می‌شود که غالباً مفید است. ۱ تا ۲ ویال، به شکل رقیق‌شده در سرم نرمال سالین و آهسته طی چند ساعت تزریق می‌گردد. استفاده از آنتی‌بیوتیک در روند درمان مؤثر نیست. به‌هرحال درمان‌های عمومی شامل اصلاح دهیدراسیون بیمار، استفاده از ملین‌ها و مسهل‌ها در صورت وجود سموم در روده‌ها و نداشتن منع مصرف خوراکی بیمار به‌دلیل وجود اختلال در بلع توصیه می‌گردد.

#### ۱۴-۶-۲- کزاز (تتانوس)

آنتی توکسین تتانی حیوانی و انسانی می تواند توکسین کزاز را خنثی کند. تجویز آنتی توکسین حیوانی به علت واکنش ازدیاد حساسیت حذف و آنتی توکسین های انسانی جایگزین شده اند که به صورت تجویز داخل عضلانی ۲۵۰ تا ۵۰۰ واحد توصیه می شود که حفاظت مناسب را در مدت زمان ۲ تا ۴ هفته ایجاد می کند. در بیمارانی که علائم پیشرفته کزاز را نشان می دهند باید از داروهای شل کننده عضلانی آرام بخش و داروهای کمکی استفاده کرد. درمان آنتی بیوتیکی با پنی سیلین و یا مترونیدازول سبب پیش آگهی بهتر، کوتاه کردن دوره بستری در بیمارستان و جلوگیری از فعالیت میکروب می شود.

#### ۱۴-۶-۳- آنسفالیت های ویروسی

در موارد بدون عارضه داروهای مسکن جهت میالژی و سردرد استفاده می شود. افرادی که دچار آنسفالیت های پیشرفته تر می شوند باید داروهای ضد تشنج (مانند فنو باربیتال، فنی توئین و سدیم والپورات) دریافت کنند و الکترولیت های سرم در حدود استاندارد حفظ گردند. این افراد باید از نظر عفونت های ثانویه باکتریال و وضعیت تنفسی پی گیری شوند.

#### ۱۴-۷- عوامل زیستی با سندروم های پوستی

##### ۱۴-۷-۱- آبله

دوره نهفتگی ۱۲ روز و علائم بالینی، تب، لرز، سردرد، کمردرد احساس ضعف که پس از ۳ روز تب فروکش کرده و تظاهرات پوستی ظاهر می شود. در مرحله حاد بیماری، گلبول های سفید کاهش نشان می دهند. پاپول های ایجاد شده در اثر آبله انسانی

سفت و عمقی هستند که از آنها ممکن است ترشحات چرکی خارج شود. داروی ضد ویروس متیسارون و سیدافویر از رشد ویروس جلوگیری به عمل می‌آورد.

#### ۱۴-۷-۲- تب‌های هموراژیک ویروسی

بیماری با علائم بالینی تب، فلاشینگ صورت و قفسه سینه، پتشی، خونریزی در مخاطات، ادم و افت فشارخون و شوک می‌تواند همراه باشد. تشخیص قطعی با جداسازی ویروس به کمک تکنیک‌های اختصاصی صورت می‌گیرد. انتقال تنفسی از طریق آئروسول‌ها امکان‌پذیر است. اقدامات حمایتی شدید مورد نیاز است که شامل کنترل تب با تب‌برها و مسکن‌ها، اصلاح وضع همودینامیک و اختلالات آب و الکترولیت‌ها و نگهداری حجم عروقی می‌باشد. درمان ضد ویروسی با استفاده از ریباورین داخل وریدی در مواردی که عامل از رده بونیا ویرده و آرنا ویرده است (مثل تب لاسا، تب دره ریف، تب هموراژیک کریمه کنگو و ویروس هانتا) می‌تواند مفید باشد. نحوه تجویز ریباورین بدین شکل می‌باشد که ابتدا بیمار یک دوز از دارو را به شکل ۳۰ میلی‌گرم به ازای کیلو گرم وزن بدن دریافت داشته و سپس ۱۵ میلی‌گرم به ازای کیلوگرم وزن بدن در هر ۶ ساعت به مدت چهار روز و در نهایت ۷/۵ میلی‌گرم به ازای کیلوگرم وزن بدن در هر ۸ ساعت برای ۶ روز ادامه می‌دهد.

#### ۱۴-۷-۳- عفونت‌های ویروسی تب‌زا

ویروس‌های ایجادکننده تب پشه‌خاکی، تب دره‌ریفت، تب دانگ، تب دره‌نیل و غیره عمدتاً از طریق بندپایان و به خصوص پشه منتقل می‌شوند. با توجه به شرایط جنگی، ابتلای دسته‌جمعی پرسنل نظامی به بعضی از این ویروس‌ها در شرایط کاملاً طبیعی وجود دارد. احتمال تبدیل شدن این ویروس‌ها به آئروسول یا ذرات جامد و آلوده

کردن فضای منطقه عملیاتی در جنگ‌های زیستی وجود دارد. در اکثر موارد درمان مؤثری وجود ندارد. اقدامات حمایتی و درمان کمکی، مؤثرترین روش‌هاست. اجرایی‌ترین راه پیشگیری محافظت فیزیکی در مقابل نیش بندپایان می‌باشد.

#### ۱۴-۷-۴- توکسین ریسین

علائم بالینی مسمومیت با این توکسین که از طریق گردش خون ایجاد شده است شامل تب، سرفه، تهوع و آرتراژی است که بعد از ۴ تا ۸ ساعت بعد از استنشاق این توکسین شروع می‌شود. اختلالات عروقی و نکروز راه‌های هوایی و نشت مویرگ‌های ریوی طی ۸ تا ۲۴ ساعت منجر به ادم ریه و دیسترس شدید تنفسی و مرگ ناشی از هیپوکسی در طی ۳۶ تا ۷۲ ساعت خواهد شد. وقوع آسیب‌های حاد ریوی در مقدار زیادی از افرادی که در یک محدوده جغرافیایی به‌سر می‌برند به‌طور هم‌زمان و ناگهانی حدس تماس استنشاقی با توکسین ریسین را محتمل می‌سازد. گسترش سریع بیماری و علائم شدید و مرگ سریع برای عوامل عفونی معمولاً غیر متعارف است. یافته‌های آزمایشگاهی لکوستیوز، وجود توکسین در خون بیمار را نشان می‌دهد. آنچه که در تشخیص افتراقی این نوع مسمومیت از سایر موارد مطرح می‌گردد، اختلالات عروقی است. علائم عمدتاً در چگونگی راه ورود و ایجاد مسمومیت متفاوت است. مثلاً در استنشاق آئروسول‌ها علائم تنفسی و در مسمومیت خوراکی، خونریزی گوارشی و ضایعات نکروزی روی سیستم گوارشی مثل طحال و کبد و کلیه اهمیت دارد. در مسمومیت موضعی (عضلانی) نکروز حاد و عضلات و غدد لنفاوی و آسیب‌های احشایی اهمیت دارد. درمان حمایتی است. در صورت ایجاد ادم ریوی باید درمان آن مد نظر باشد. لاواژ معده و استفاده از مسهل باید صورت گیرد اما شارکول ارزش کمی در دفع گوارشی مولکول‌های بزرگ نظیر ریسین دارد.



### ۱۴-۷-۵- توکسین‌های قارچی

علائم مسمومیت در فرد بیمار شبیه به علائم مسمومیت ناشی از تشعشعات اتمی سموم گیاهی و مواد شیمیایی است. وجود مایکوتوکسین‌ها در پلاسما و ادرار بیمار را می‌توان مشخص نمود. در حال حاضر هیچگونه پادزهر اختصاصی وجود ندارد و درمان به‌صورت حمایتی صورت می‌گیرد. شستشو با آب و صابون ۴ الی ۶ ساعت بعد از تماس می‌تواند به‌طور کامل سمیت پوستی را از بین ببرد. شستشو در مدت یک ساعت ممکن است از سمیت کلی توکسین هم جلوگیری نماید. در مواردی که توکسین بلع شده است، استفاده از شارکول فوق فعال مفید است. تنها راه مقابله، عدم تماس است که بدین منظور از لباس‌های محافظ و ماسک استفاده می‌شود. هیچ‌گونه درمان دارویی یا ایمونوتراپی وجود ندارد.

### ۱۴-۷-۶- بروسلوز

به‌علت اینکه بروسلایک باکتری داخل سلولی است، درمان معمولاً به‌صورت درمان سه دارویی و یا دو دارویی توصیه می‌شود. داکسی‌سیکلین خوراکی (۲۰۰ میلی‌گرم در روز) و ریفامپین خوراکی (۶۰۰ تا ۹۰۰ میلی‌گرم در روز) در یک دوره ۶ هفته‌ای کفایت می‌کند. می‌توان به‌جای ریفامپین از استرپتومایسین به شکل تزریق عضلانی (روزانه یک گرم در روز به‌مدت ۳ هفته استفاده نمود). در خانم‌های باردار و بچه‌ها می‌توان کوتریموکسازول را جایگزین داکسی‌سیکلین کرد. در صورت ابتلا به‌اندوکاردیت و نورو بروسلوز، درمان سه دارویی و با مدت طولانی‌تری توصیه می‌شود. برای موارد ناشی از حوادث زیستی نیز درمان سه دارویی فوق که شامل ریفامپین، داکسی‌سیکلین و کوتریموکسازول و یا سفتریاکسون می‌باشد، پیشنهاد می‌گردد. پیشگیری‌هایی بهداشتی

نظیر عدم استفاده از مواد لبنی غیر پاستوریزه و عدم تماس با حیوانات آلوده توصیه می‌گردد.

# فصل پانزدهم

نظام سلامت و نقش آن  
در پدافند غیرعامل در  
مقابله با تهدیدات زیستی



## ۱۵-۱- مقدمه

علیرغم فعالیت‌های ارزشمند انجام گرفته در گذشته به وسیله مجامع و انجمن‌های بین‌المللی برای عدم استفاده از سلاح‌های کشتار جمعی به‌ویژه سلاح‌های زیستی، مانند قرارداد ۱۹۷۲ در خصوص منع استفاده از این سلاح‌ها، که توسط ۱۴۰ کشور پذیرفته شده است، متأسفانه همچنان شاهد تهدید برخی کشورها، ملت‌ها و گروه‌ها در خصوص استفاده از بعضی عوامل زیستی هستیم. این به آن معنا است که حتی کنوانسیون‌های بین‌المللی هم قادر به جلوگیری از تولید، ذخیره‌سازی و کاربرد این سلاح‌ها نمی‌باشند. در همین راستا باید خاطر نشان کرد که بعد از جنگ جهانی دوم، در دوران موسوم به جنگ سرد، قدرت‌های نظامی دنیا تولید و ذخیره‌سازی جنگ‌افزارهای زیستی را ادامه دادند. همین امر کافی است تا کشورها و ملت‌های تحت فشار و تهدید، آمادگی‌های لازم و کافی برای مقابله با اینگونه تهدیدها را در خود ایجاد و ارتقاء بخشند. حفظ و ارتقای سطح آمادگی، یک عامل بازدارنده بسیار مهم در استفاده از عوامل و سلاح‌های کشتار جمعی به‌وسیله کشورها و دولت‌های خاطی به حساب می‌آید. حفظ آمادگی ابعاد مختلفی دارد که یکی از آنها کسب آگاهی لازم و آشنایی آحاد مردم، گروه‌های تخصصی و مسئولین جامعه با اقدامات بهداشتی (پیشگیری و کنترلی) در مقابله با تهدید زیستی در برنامه دفاع جامع پدافند غیرعامل است. علیرغم اهمیت موضوع و لزوم این آمادگی به‌ویژه در کادر پزشکی و پرستاری که اولین گروه پاسخگو در این رابطه خواهند بود، بررسی‌های انجام شده اولیه حاکی از فقدان دانش و مهارت لازم و کافی برای پاسخگو بودن و مدیریت مسئله به‌وسیله این گروه‌ها است. این واقعیت در انجام آزمون‌های ابتدایی گروه برگزارکننده «کارگاه کشوری آموزش و اطلاع‌رسانی برنامه پدافند غیرعامل» در چند دانشگاه مشخص گردید (نتایج بررسی هنوز به صورت رسمی منتشر نشده است). تذکر این نکته صرفاً جهت توجه بیشتر مسئولین و دست‌اندرکاران برنامه پدافند غیرعامل به‌ویژه مسئولین بخش سلامت است تا موضوع آموزش، اطلاع‌رسانی

و ایجاد مهارت در گروه‌های تخصصی را کاملاً جدی تلقی نموده و زمینه و بسترهای لازم برای آن را بیش از پیش فراهم نمایند.

خوانندگان در این فصل از کتاب ابتدا با فعالیت‌های مختلف سیستم بهداشت و درمان و سایر سازمان‌های مرتبط با این بخش در خصوص برنامه پدافند غیرعامل در بخش سلامت آشنا می‌شوند و برنامه‌ها و پیشنهادات ارائه شده برای تقویت نظام سلامت برای پاسخگویی بهتر و مدیریت آماده‌سازی جامعه و گروه‌های تخصصی را مرور می‌نمایند. در قسمت دوم، تحت عنوان اقدامات بهداشتی (پیشگیری و کنترلی)، با مهم‌ترین اقدامات قابل اجرا مانند رعایت اصول و موازین بهداشتی، واکسیناسیون، شیمیوپروفیلاکسی، رفع آلودگی محیطی و غیره برای مقابله با تهدیدهای زیستی در زمان بحران آشنا خواهند شد. نگارندگان وظیفه حتمی خود می‌دانند که از همه اساتید کارگاه کشوری آموزش و اطلاع‌رسانی برنامه پدافند غیرعامل برای یادگیری مطالب حاضر و به‌ویژه آقای دکتر حسین حاتمی برای استفاده کامل از تالیف کتاب ارزشمند ایشان و همکاران (اپیدمیولوژی بالینی و کنترل بیماری‌های مرتبط با بیوتروریسم) در بخش اقدامات بهداشتی تقدیر و تشکر نمایند و علاقه‌مندان را برای مطالعه بیشتر، به این اثر ارزشمند ارجاع می‌نمایند.

## ۱۵-۲- طرح مسئله

برخی بیوتروریسم را آزادسازی مخاطره‌آمیز ارگانسیم‌های زنده ایجادکننده بیماری یا مواد فعال زیستی ناشی از ارگانسیم‌ها با هدف ایجاد مرگ، بیماری، صدمات اقتصادی یا رعب و وحشت تعریف کرده‌اند. عوامل زیستی متعددی مانند باکتری‌ها، ویروس‌ها، قارچ‌ها، عوامل ژنتیکی تغییریافته، عوامل عفونی پیشرفته، واکسن یا ارگانسیم‌های مقاوم چند دارویی و سموم که ناشی از ارگانسیم‌هایی که مشابه عوامل شیمیایی‌اند، می‌توانند موضوع تهدید زیستی قرار گیرند. عوامل زیستی در میان جنگ‌افزارهای کشتار جمعی از

جنبه‌های گوناگون منحصر به فرد هستند. این سلاح‌ها با حداقل ملزومات لجستیکی در منطقه جغرافیایی وسیعی عمل کرده و تلفات زیادی به وجود می‌آورند. سهولت تولید، هزینه پایین، مشکل تشخیص، و عدم امکان حفاظت موثر بر علیه آنها موضوع را کاملاً جدی نموده است. دفاع پیچیده و مقابله سخت با سلاح‌های زیستی بر خلاف تولید، نگهداری و به‌کارگیری نسبتاً آسان آنها بر اهمیت مسئله می‌افزاید. پرداختن به‌صورت کاملاً جدی به موضوع پدافند غیرعامل و گسترش و توسعه آمادگی عمومی، عاقلانه‌ترین و موثرترین راه مقابله با این مسئله است. هرچه سطح آمادگی، به‌ویژه در دوران عادی، بالاتر باشد، میزان آسیب‌پذیری و خسارت در زمان بحران و تهدید پایین‌تر خواهد بود. حفظ آمادگی، مقدمه دفاع زیستی و آگاهی، مقدمه آمادگی است. لذا اطلاع‌رسانی و آموزش‌های مناسب و کافی و به‌موقع در برنامه پدافند غیرعامل، سنگ بنای سایر اقدامات و برنامه‌ها می‌باشد.

### ۱۵-۳- پدافند غیرعامل

منظور از پدافند غیرعامل دربخش سلامت، برنامه‌ها و اقداماتی است که موجب ارتقای سطح سلامت فردی و اجتماعی، استمرار خدمات بهداشتی - درمانی و کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌های مرتبط با سلامت جامعه و نیروی انسانی متخصص گردد. تلاش‌های علمی و تحقیقات فنی که موجب افزایش توانمندی ملی در عرصه‌های پیشگیری، درمان و نوتوانی می‌گردد را نیز باید به اصول اساسی دفاع غیر نظامی در بخش سلامت افزود. برنامه پدافند غیرعامل یا پدافند غیر نظامی باید با کمک همه کسانی که احساس مسئولیت می‌نمایند در نظام سلامت و بهداشت و درمان کشور و برنامه توسعه نهادینه شود. کارشناسان شاغل در سیستم بهداشت و درمان (دانشگاه‌های علوم پزشکی و مراکز بهداشتی - درمانی تابعه) و همه تلاشگران توسعه سلامت در انجمن‌های علمی و دیگر مجامع وظیفه بسیار خطیری در امر آگاه‌سازی و آموزش دیگر

گروه‌های تخصصی و آحاد جامعه به‌منظور فراگیری مهارت‌های لازم برای آماده‌سازی در مقابله با تهدیدهای زیستی به عهده دارند. استفاده از اصول اساسی مراقبت‌های اولیه بهداشتی (P.H.C.) که کارایی و اثربخشی خود را قبلاً به اثبات رسانده در رویکرد پیشگیرانه پدافند غیرعامل به همه مسئولین و کارشناسان توصیه می‌گردد. پدافند غیرعامل یا دفاع غیر نظامی در مقابل پدافند عامل (بهره‌گیری از تسلیحات نظامی در دفاع از امنیت ملی) است و نتیجه آن ارتقای توان و مقاومت ملی است. پدافند غیرعامل بر خلاف نظر عامه مردم که برداشتی نظامی از آن دارند، به‌هیچ‌وجه جنبه نظامی‌گری نداشته و در تعریف آن، دفاع غیر نظامی مورد تأکید قرار می‌گیرد. به تعبیر دیگر، هر اقدام غیر نظامی که سبب کاهش آسیب‌پذیری کشور در مقابل تهاجم مخرب دشمن باشد، پدافند غیرعامل یا دفاع غیر نظامی محسوب می‌گردد. این دفاع در واقع همه اقدامات و طرح‌هایی را دربرمی‌گیرد که با استفاده از شرایط و ابزار و حتی‌الامکان بدون نیاز به نیروی انسانی به‌صورت خود اتکا شکل می‌گیرد. این اقدامات موجب افزایش توان دفاعی از یک سو و کاهش پیامدهای منفی بحران از سوی دیگر می‌شود. همانگونه که بعداً نیز مورد تأکید قرار خواهد گرفت، اینگونه اقدامات در زمان صلح در متن زندگی عادی مردم و جامعه صورت می‌گیرد و نیازی به سازوکار و انجام برنامه‌ها و فعالیت‌های خاص و به‌ویژه نظامی نمی‌باشد. با اتخاذ این تدابیر و انجام برنامه‌های مربوط در تاسیسات و سامانه‌های مهم و حیاتی کشور، از میزان آسیب‌پذیری و خسارت آنها در شرایط بحران کاسته خواهد شد. بخش سلامت شامل نیروی انسانی متخصص در رشته‌های مختلف، تاسیسات، امکانات و منابع تخصصی مورد نیاز و پشتیبانی‌کننده است که می‌تواند با همکاری و هماهنگی بخش‌های مرتبط، خدمات ارزنده‌ای را به جامعه عرضه نماید. تاسیسات عظیم بیمارستانی و کارخانه‌های داروسازی و فرآورده‌های حیاتی مهم، بایستی با انجام تدابیر خاص مورد حمایت قرار گیرند تا در زمان وقوع حوادث و بحران، کمتر مورد آسیب و خسارت واقع شوند. نظام بهداشت در صورت بروز بحران، چه



به صورت طبیعی و چه جنگ و تهدید، با مشکلات متعدد و مختلفی مواجه می‌شود که بایستی بتواند آنها را از قبل پیش‌بینی نماید تا بتواند آمادگی لازم برای مدیریت آن را داشته باشد. برای مثال، با بروز حوادث و سوانح طبیعی مثل سیل و زلزله، آسیب‌های جدی به تاسیسات، تجهیزات، منابع کشاورزی و انسان‌ها وارد می‌شود. از جمله آسیب‌ها می‌تواند خسارت به مراکز اصلی و فرعی خدمات بهداشتی - درمانی باشد که موجب بروز اختلال در خدمت‌رسانی به مردم می‌گردد. در چنین شرایطی نظام بهداشتی در صورت آماده نبودن نه تنها قادر به خدمت‌رسانی به دیگران نیست بلکه با آسیب دیدن تاسیسات، تجهیزات و نیروی انسانی، بحران تشدید خواهد شد. لذا حفظ آمادگی و توانمندی که ماحصل پیشرفت‌های علمی است، موجب خواهد شد که آسیب‌ها به شدت کاهش یابد. حفظ آمادگی باید به صورت فرهنگ فردی و عمومی در جامعه درآید تا در زمان مورد نیاز اثر بخشی لازم را داشته باشد. برای مثال، در کشور ژاپن علی‌رغم وقوع بالاترین میزان‌های زلزله، به دلیل توسعه فرهنگ ایمنی به ویژه در موضوع مقاوم‌سازی سازه‌ها و تاسیسات و آمادگی‌های عمومی، این کشور کمترین میزان خسارت و تلفات را در مقایسه با سایر کشورها دارد. این همان نهادینه شدن فرهنگ ایمنی در میان مردم و مسئولین است که بایستی در موضوع پدافند غیرعامل نیز شکل گیرد. این مسئله نه تنها موجب کاهش خسارت‌ها می‌گردد بلکه در بعد سلامت باعث استمرار خدمات بهداشتی - درمانی و حفظ کیفیت آن و انجام سایر فعالیت‌های محوله به این نظام خواهد بود. با نگاهی عمیق‌تر به اقدامات به ویژه با رویکرد پیشگیرانه، این فعالیت‌ها طیف وسیعی از برنامه‌ها را شامل می‌شود. برای مثال، چنانچه بروز تهدیدهای طبیعی مثل سیل و زلزله در یک منطقه خاص دارای احتمال بالایی باشد، از جمله اقدامات پیشگیرانه در راستای برنامه پدافند غیرعامل این است که تاسیسات مهم و حیاتی و در بعد سلامت مثلاً بیمارستان و مراکز درمانی را در این مکان‌ها که در معرض ویرانی خواهند بود بنا نکرد و

یا در صورت اضطرار و نبودن مکانی دیگر، بایستی از اصول مهندسی در مقاوم‌سازی سازه‌های آنها جهت مقاومت بیشتر استفاده کرد.

اجرای برنامه‌های ایمنی در ابعاد محیطی، با این نگاه از اقدامات پدافند غیرعامل به حساب می‌آید که در زمان بروز حوادث هزینه‌ها را کاهش داده و دست مسئولین را برای انجام سایر اقدامات کنترلی باز خواهد گذاشت. در برنامه‌ریزی اقدامات پیشگیرانه اولویت‌بندی فعالیت‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. برای نمونه، حفظ مدیریت سیستم بهداشت و درمان از تهدیدهای احتمالی و تقویت آن در دوران صلح و شرایط عادی اولویت اول به حساب می‌آید زیرا عدم آمادگی مدیریت سیستم، در درازمدت می‌تواند خسارت‌های جبران‌ناپذیری به جامعه وارد نماید. لذا شناسایی ضعف مدیریتی و ارائه برنامه راهبردی و پیش‌بینی‌های لازم در مقاطع کوتاه، میان و بلندمدت می‌تواند از شدت تهدیدها بکاهد.

در اولویت‌های بعدی برای مثال می‌توان به تهدیدهایی فکر کرد که ممکن است به شبکه بهداشت - درمان و استمرار خدمات آسیب وارد نماید. لذا تأمین و پشتیبانی منابع دارویی و تجهیزات و همه آنچه که استمرار خدمات را به دنبال دارد در درازمدت بایستی مورد برنامه‌ریزی دقیق قرار گیرد تا در شرایط بحران، جامعه را با مشکل مواجه نسازد. در توسعه فرهنگ‌ایمنی و آمادگی عمومی، مسائل مطرح‌شده در شناسایی و اولویت‌بندی تهدیدها با در نظر گرفتن تغییرات احتمالی در آینده بایستی در نظر صورت پذیرد تا مانع از غافلگیری جامعه در شرایط بحران شود.

آموزش و پیشگیری، دو مقوله بسیار مهم و ارزشمند می‌باشند که در رویکرد پیشگیرانه نظام سلامت بایستی کاملاً به آنها پرداخت. در این قسمت به نکاتی که در برنامه‌ریزی و انجام این دو محور بایستی مورد توجه قرار داد، پرداخته می‌شود:

آموزش که می‌توان گفت کلیدی‌ترین مفهوم در برنامه پدافند غیرعامل است و در جایی دیگر به آن پرداخته می‌شود، دارای اقسامی است که به مهم‌ترین آنها اشاره می‌شود:

الف) آموزش عمومی

ب) تربیت امدادگران

ج) تدارک دوره‌های دفاع زیستی

د) ارائه دروس اختصاصی برای دانشجویان پزشکی

ه) راه‌اندازی دوره‌های Ph.D.، M.Sc. با گرایش دفاع زیستی

### ۱۵-۳-۱- آموزش عمومی

آموزش نه فقط در برنامه‌های درسی دانشجویان پزشکی بلکه برای بسیاری از دانشجویان علوم پزشکی و شاغلین سایر حرف، مسئولین و آحاد مردم ضروری است. آموزش، اسلحه قدرتمندی است که با کمک آن می‌توان جهان را تغییر داد. بدیهی است که اینگونه آموزش‌ها بایستی در شرایط عادی و قبل از وقوع بلا یا و حوادث باشند. این آموزش‌ها برای کارکنان بعضی از حرف مثل آزمایشگاه‌ها و داروخانه‌ها که زودتر از بقیه در جریان مسائل قرار می‌گیرند، ضرورت بیشتری دارد. کارکنان مطبوعات، رسانه‌ها و کارکنان مراکز نظامی از دیگر شاغلینی هستند که باید آموزش‌های لازم را دیده باشند. رسانه‌ها و مطبوعات به نوبه خود می‌توانند از طریق مناسب و با استفاده از امکانات خود مانند فیلم، سریال، کارتون، مقاله و غیره آحاد مردم را آموزش دهند. آموزش و پرورش هم می‌تواند برای مثال با گنجاندن مفاهیم برنامه پدافند غیرعامل در محتوای کتب درسی دانش‌آموزان مقاطع تحصیلی مختلف، میلیون‌ها دانش‌آموز را به‌صورت مستقیم و میلیون‌ها خانواده ایشان را به‌طور غیر مستقیم در جریان آموزش‌های مورد نظر قرار دهد. البته طیف آموزش‌های عمومی بسیار وسیع‌تر از مطلب فوق بوده و می‌تواند از

طریق دیگر سازمان‌ها و بخش‌ها با همکاری و مساعدت بخش بهداشت و درمان برای تأمین مطالب آموزشی در اختیار اқشار مختلف قرار گیرد. آموزش اعم از آموزش عمومی و تخصصی برای اینکه بتواند به اهداف مورد نظر خود برسد، باید دارای شرایطی از جمله موارد زیر باشد:

- (۱) محتوا بر اساس اصول علمی تهیه شود.
- (۲) مبتنی بر اطلاعات صحیح باشد.
- (۳) از اعتبار لازم برخوردار باشد.
- (۴) به‌وسیله کارشناس و افراد خبره تدریس شود.
- (۵) در آموزش‌ها از مهارت‌های ارتباطی موثر استفاده شود.
- (۶) مکمل آموزش‌های قبلی باشد.
- (۷) احساسی نباشد.
- (۸) شرایط مخاطبین را در نظر بگیرد.
- (۹) هماهنگ و همراه با آموزش‌های سایر رسانه‌های جمعی باشد.
- (۱۰) با مشارکت و همکاری همه سازمان‌ها و گروه‌های مرتبط در جامعه باشد.

### ۱۵-۳-۲- تربیت امدادگران

این برنامه می‌تواند در قالب دوره‌های ویژه و شامل آموزش نیروهای داوطلب هلال احمر، گروه‌های داوطلب محلی و گروه‌های نظامی با محتوای نحوه نجات مصدومین زیستی، شیمیایی و دیگر تهدیدهای احتمالی باشد. این آموزش‌ها در مراحل بعد می‌تواند حتی در دانشگاه‌ها و نیز سطح جامعه به‌وسیله گروه‌های تخصصی ارائه شود.

### ۱۵-۳-۳- تدارک دوره‌های دفاع زیستی

این دوره‌های آموزشی برای دانشجویان گروه پزشکی شامل پزشکی، پرستاری، علوم آزمایشگاهی، بهداشت عمومی و دیگر رشته‌های مربوط، به منظور آماده‌سازی برای ارائه خدماتی نظیر امداد رسانی و فعالیت‌های بهداشتی در شرایط بحران راه‌اندازی و اجرا می‌گردد. دروس تخصصی می‌تواند به صورت اجباری و اختیاری در سرفصل دوره قرار گیرد. محتوای برنامه بایستی هرچند وقت یکبار ترجیحاً سالیانه مورد ارزشیابی و در صورت نیاز و با توجه به تغییرات احتمالی، مورد اصلاح قرار گیرد. دانش‌آموختگان این دوره‌ها علاوه بر گذراندن دروس تئوری و عملی در طول دوره باید با شرکت در تمرینات ویژه و مانورها، آمادگی خود را مورد ارزیابی قرار دهند تا در شرایط اضطرار توانایی‌ایفای نقش خود را داشته باشند.

### ۱۵-۳-۴- ارائه دروس اختصاصی برای دانشجویان پزشکی

با اجرای این برنامه می‌توان دانشجویانی را که به هر دلیل نتوانسته‌اند در دوره‌های فوق‌الذکر شرکت نمایند، با ارائه واحدهای اختصاصی با برنامه پدافند غیرعامل آشنا نمود و آگاهی و مهارت‌های لازم را در آنها ایجاد کرد. تا زمان راه‌اندازی آن دوره‌ها، این برنامه بایستی توسط مسئولین کاملاً جدی تلقی گردد تا دانش‌آموختگان رشته پزشکی با اطلاعات لازم در خصوص نحوه مقابله با تهدیدهای زیستی فارغ‌التحصیل شوند. موضوع ارزیابی مستمر محتوا و نیز انجام تمرینات عملی و مانورها در این برنامه باید در نظر گرفته شود.

## ۱۵-۳-۵- دوره‌های کارشناسی ارشد و M.P.H. با گرایش دفاع

### زیستی

این دوره‌ها نیز می‌تواند مکمل برنامه‌های معرفی شده در بالا باشد. دانشجویان با زمینه‌های مختلف می‌توانند وارد این دوره‌های تخصصی شده و با مهم‌ترین موضوعات مطرح در این دوره‌ها مانند ابعاد تشخیصی عوامل زیستی، تحقیقات آزمایشگاهی و توسعه تحقیقات کاربردی در دفاع زیستی و غیره آشنا شده و پایان‌نامه بگیرند.

پیشگیری نیز مانند مبحث آموزش از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. در این مقوله نیز اقدامات بسیار مهم و تاثیرگذاری می‌توان انجام داد. اگر دقت نماییم درمی‌یابیم که آموزش نیز خود یکی از فعالیت‌های ارزشمند در مقوله پیشگیری است. قبل از لیست کردن فعالیت‌های محوری در پیشگیری، بایستی به این نکته توجه کرد که مهم‌ترین عامل موفقیت در برنامه‌های پیشگیری، جلب مشارکت و همکاری فعالانه مردم است. جلب مشارکت و همکاری فعالانه مردم، یکی از اصول اساسی برنامه‌های بهداشتی و تضمین‌کننده استمرار و کیفیت خدمات به حساب می‌آید. تحقیقات مختلف نشان داده‌اند که برنامه‌های بهداشتی بدون مشارکت فعالانه مردم (البته به شکل نظام‌یافته و منسجم) با موفقیت لازم همراه نیست. بدیهی است هر جا صحبت از مشارکت مردم است، منظور مشارکت، در تمام سطوح برنامه‌ریزی، اجرا و ارزشیابی است و نه اینکه در مرحله اجرا متوقف باشد. البته موضوع مشارکت خود اکتسابی است و بایستی با آموزش‌های مؤثر قبلی همراه باشد. همچنین استفاده مؤثر از رسانه‌های جمعی در این رابطه بسیار مهم است. مردم بایستی با موازین و اصول بهداشت فردی و عمومی علیه تهدیدهای زیستی آشنا شوند. این یک مسئله بدیهی در فعالیت‌های پیشگیری است. نکته حائز اهمیت دیگر در برنامه‌های پیشگیری، حفظ آرامش و جلوگیری از ترس و وحشت و پرهیز از احساسی کردن مردم و گروه‌های شرکت‌کننده

در برنامه‌ها است. و اما مهم‌ترین اقداماتی که به صورت کلی در برنامه‌های پیشگیری برای مقابله با تهدیدهای زیستی قابل اجرا است به شرح زیر می‌باشد:

- (۱) پیش‌بینی وسائل حفاظت فیزیکی در مقابل عوامل زیستی
- (۲) توسعه برنامه‌های واکسیناسیون
- (۳) پیشگیری دارویی (شیمیوپروفیلاکسی)
- (۴) مراقبت از منابع آب
- (۵) نظارت بر تهیه و توزیع مواد غذایی و مراقبت از منابع غذایی

## ۱۵-۴- پیش‌بینی وسائل حفاظت فیزیکی در مقابل عوامل

### زیستی

یکی از مهم‌ترین و موثرترین برنامه‌های پیشگیری، تهیه و تدارک وسائل حفاظت فردی مانند ماسک تنفسی (ضد بیولوژی) و لباس‌های محافظت‌کننده است که باید به قدر لازم، حداقل به اندازه نیروهای پشتیبانی‌کننده و عملیاتی، موجود و در دسترس باشد. نکته قابل توجه این است که این وسائل باید بعد از تهیه، مورد آزمایش و امتحان قرار گیرند تا در زمان لازم و موقع بهره‌برداری ایجاد مشکل نمایند. نکته مهم دیگر، آموزش قبلی نیروها و افرادی است که قرار است از این وسائل استفاده نمایند.

## ۱۵-۵- توسعه برنامه‌های واکسیناسیون

در موضوع واکسیناسیون بر علیه عوامل زیستی، نکته‌ای که مسرت‌بخش و خوشحال‌کننده است اینکه اکثر عوامل زیستی با واکسن قابل پیشگیری هستند. لذا یکی از برنامه‌های مهم پیشگیری، تهیه واکسن‌های مورد نیاز به وسیله موسسات واکسن‌سازی و در اختیار سازمان‌ها و مراکز مربوط در سیستم سلامت گذاشتن است.

تهیه، تولید و توسعه واکسن به لحاظ ارزش و اهمیتی که در برنامه‌های مقابله دارد باید مورد حمایت و پشتیبانی دولت و مراکز تصمیم‌گیری قرار گیرد.

### ۱۵-۶- پیشگیری دارویی (شیمیوپروفیلاکسی)

یکی دیگر از برنامه‌های ارزشمند پیشگیری، انجام پیشگیری دارویی در مواردی است که کاربرد دارد. با توجه به نوع عامل و خصوصیات آن این اقدام می‌تواند برای داشتن نتیجه مطلوب شامل انجام پیشگیری دارویی قبل، حین و یا بعد از تماس باشد. داروی تعیین شده بایستی به‌صورت کاملاً حرفه‌ای و مطابق با دستورالعمل‌های علمی تدارک شده و موضوعاتی مانند پروتکل مصرف، حساسیت دارویی و مقاومت‌ها را در نظر داشته باشد. در این اقدام نیز بایستی تغییرات احتمالی در پاسخگو بودن دارو به‌طور مستمر مورد ارزشیابی قرار گیرد تا از لیست انتخاب برای عامل مورد نظر خارج نشده باشد.

### ۱۵-۷- مراقبت از منابع آب

این موضوع نیز از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. اقدامات پیشگیرانه لازم در این خصوص پیش‌بینی و تعبیه پوشش‌های لازم و کافی برای منابع آب است تا تحت هیچ شرایطی مورد هدف عوامل زیستی به‌عنوان سلاح قرار نگیرند. در حال حاضر در این خصوص پوشش کافی منظور نمی‌گردد و لذا این فعالیت باید به‌صورت کاملاً جدی مورد توجه مسئولین ذیربط قرار گیرد. بازرسی و کنترل این منابع باید به‌طور روزانه و با حساسیت و دقت بالا انجام پذیرد.



## ۱۵-۸- نظارت بر تهیه و توزیع مواد غذایی و مراقبت از منابع

### غذایی

مواد غذایی از عوامل بسیار حساس و مهمی هستند که می‌توانند موضوع تهدیدهای زیستی قرار گیرند. مواد غذایی مختلف مانند شیر، گوشت، مرغ و غیره می‌توانند حاملین عوامل بیماری‌زا بوده و انتشاردهنده آلودگی باشند. از فعالیت‌های مرتبط در این رابطه، تدارک کلاس‌های آموزشی برای کارکنان مرتبط با زنجیره مواد غذایی، کنترل محموله‌های مواد غذایی که وارد و توزیع می‌شوند و تقویت توانمندی‌های گمرکات برای انجام آزمایشات سریع و در نهایت، تداوم آموزش‌ها در زمینه‌های مورد نیاز است.

تلاش برای ایجاد و توسعه سامانه شبکه اعلان خطر، یکی دیگر از اقدامات ارزشمند با رویکرد پیشگیرانه است که باید در برنامه پدافند غیرعامل قرار گیرد. این برنامه می‌تواند مکمل دیگر برنامه‌ها باشد. اطلاع‌رسانی در کوتاه‌ترین زمان ممکنه می‌تواند به سرعت عمل مسئولین و دست‌اندرکاران و کسانی که در ردیف اول پاسخگویان هستند، منجر شود.

برنامه پدافند غیرعامل به‌ویژه در بخش سلامت شامل طیف وسیعی از اقدامات است که در این قسمت به لیستی از این فعالیت‌ها اشاره می‌شود و به مهم‌ترین آنها پرداخته خواهد شد. اقدامات مورد نظر شامل آموزش عمومی و تخصصی، تربیت نیروی انسانی متخصص در سطوح مختلف، تربیت متخصص طب دفاعی، توسعه موازین بهداشت فردی و عمومی، توسعه همکاری‌های سازمانی و هماهنگی درون‌بخشی، جلب همکاری و مشارکت سازمان‌های غیر دولتی و انجمن‌های علمی، انجام تحقیقات فنی، شکستن تحریم‌های علمی، توسعه فناوری و تولید علم، همکاری‌های بین‌المللی، تدوین برنامه جامع پدافند غیرعامل، تشکیل کمیته‌های پدافند غیرعامل در همه دانشگاه‌های علوم پزشکی برای اجرای برنامه‌ها و مولفه‌های برنامه، اجرای کارگاه‌های آموزشی مستمر

برای مدیران و پرسنل به منظور فرهنگ‌سازی و اهمیت دادن به موضوع، جمع‌آوری اطلاعات و ثبت و تجزیه و تحلیل آنها، راه‌اندازی شبکه‌های پایش، ایجاد و توسعه شبکه‌های ارتباطی در سطوح محلی، منطقه‌ای، استانی، کشوری و بین‌المللی، ذخیره‌سازی اقلام مصرفی استراتژیک در سازمان‌هایی مانند انتقال خون و شرکت‌های تولید واکسن، سرم و دارو می‌باشد.

سیستم بهداشت و درمان و بخش‌های مرتبط برای مدیریت پدافند غیرعامل و اجرای این برنامه‌ها و اقدامات که از گستره نسبتاً وسیعی نیز برخوردار هستند، باید دارای ظرفیت لازم و بالایی باشند. سیستم بایستی در شرایط عادی و صلح، ارزیابی‌های لازم را انجام داده و مشکلات و نواقص را در تمام حیظه‌ها به‌ویژه آموزش و اطلاع‌رسانی، ایجاد مهارت، برقراری ارتباط و هماهنگی بیمارستان‌ها و تدارک آنها، طراحی بحران‌های فرضی و انجام مانورهای عملیاتی برای واکنش سریع و به‌موقع آماده سازد. به‌علاوه، چون انجام این فعالیت‌ها به‌ویژه اقداماتی که همکاری سایر سازمان‌ها و مراکز را می‌طلبد، مستلزم همکاری بخش‌های مرتبط با بخش بهداشت و درمان می‌باشد، نکته بسیار مهم، حفظ و گسترش هماهنگی بین‌بخشی در انجام اقدامات است. چنانچه این هماهنگی صورت نگیرد بودجه و انرژی بخش‌های مختلف و نیروی انسانی متخصص هدر رفته و نمی‌توان به موفقیت برنامه‌ها امیدوار بود. بدیهی است نقش اصلی این هماهنگی‌ها نیز بر عهده بخش سلامت و مراکز تابعه و کارشناسان بهداشتی است. در همین راستا بیمارستان‌ها و مراکز درمانی به‌طور مثال باید بتوانند به‌صورت مستمر اطلاعات و تجارب خود را از طریق شبکه ملی سلامت به اشتراک بگذارند. مدیریت بهداشت و درمان باید دستورالعمل پذیرش بیماران مشکوک و نحوه جداسازی آنها را تهیه و به بیمارستان‌ها و مراکز درمانی ابلاغ نماید. بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی-درمانی بایستی از طریق شرکت در برنامه‌های مدون نسبت به ضرورت این موضوع توجیه شده و آموزش‌ها و مهارت‌های لازم را کسب نمایند. امکانات عمومی بیمارستان‌ها

بایستی با محوریت این موضوع (برنامه پدافند غیرعامل) از نظر فنی مورد ارزیابی قرار گیرند. استراتژی بخش بهداشت و درمان برای حفظ و ارتقای آمادگی خود و جامعه بایستی دربرگیرنده اهداف مشخص و قابل دسترس بوده و حداقل شامل سه بخش عمده به شرح زیر باشد:

- (۱) اهداف با تعاریف معین و غیر قابل تفسیر مختلف
- (۲) مقررات و ضوابطی که هدایت‌گر فعالیت‌ها باشد
- (۳) توالی فعالیت‌ها به صورتی که تأمین اهداف را میسر سازد.

این ظرفیت‌سازی و حفظ آمادگی باید اقدامات زیر را در دوران عادی و صلح پیگیری نماید:

- ارتقای سطح دانش و مهارت کارکنان بخش سلامت به صورت تئوریک و تجربی با انجام سمینارها، کارگاه‌ها و مانورهای تعریف‌شده برای تمرین مدیریت بحران.
- آماده‌سازی اولیه بیمارستان‌ها و تعیین مراکز مرجع مجهز به امکانات پیشرفته آزمایشگاهی و روش‌های بهینه جداسازی بیماران
- آگاهی و آمادگی کادر بالینی، وجود سیستم مراقبت پزشکی و هوش سازمانی که لازمه آشکارسازی اولیه است
- ضرورت حفاظت از کارکنان بخش بهداشت و درمان با توجه به نقش مهم آنها به‌ویژه بیمارستان‌ها در تشخیص اولیه عوامل مشکوک و آگاهی سریع زنجیره مدیریت کلان بهداشتی- درمانی (تشخیص اولیه بر عهده کادر پزشکی، پیراپزشکی و کارشناسان بهداشتی است).
- علیرغم برقراری و فعالیت سیستم‌های مراقبت، در همه‌گیری‌های مهم اخیر، تنها پزشکان بوده‌اند که در برخورد ابتدایی با بیمار و در نظر گرفتن جنبه‌های اپیدمیولوژی، میکروبیولوژی و بالینی به مورد مشکوک شده و سیستم مدیریت بهداشت در کشورهای

مختلف را در جریان گذاشتند. لذا مدیریت بیمارستان‌ها باید نسبت به ضرورت برقراری سیستم مراقبت بیمارستانی به‌منظور تشخیص اولیه موارد تک‌گیر یا طغیان عفونت‌های مشکوک به‌عنوان نقطه آغاز همه‌گیری‌های ناشی از عوامل بازپدید و نوپدید یا بیوتروریسم حساس باشد.

- انجام تحقیقات تخصصی که علاوه بر موضوعات مطرح‌شده قبلی تحقیق در سه حیطه اصلی Medical Logistics and Resources, Clinical Support می‌تواند تامین‌کننده نیازهای تخصصی این آمادگی باشد.

از دیگر وظایف کلی سیستم بهداشت و درمان توجه ویژه به کادر پرستاری و کمک پرستاران و آماده‌سازی ایشان به‌ویژه در زمینه‌های زیر است:

#### الف) حساس نمودن و توجه پرستاران به موارد زیر:

- وقوع بیش از حد انتظار یک بیماری خاص در یک منطقه معین
- علائم و نشانه‌هایی که از حد انتظار برای یک بیماری خاص، بیشتر هستند
- سرایت بیماری از طرق غیر معمول
- شیوع بیماری‌های مشترک بین انسان و دام در یک زمان و در یک منطقه خاص
- تحریک‌ها و نیز اطلاع از عوامل زیستی احتمالی دشمنان

#### ب) توجه کمک پرستاران نسبت به موارد زیر:

- ارتقای دانش خویش در خصوص عوامل زیستی، خصوصیات، راه‌های سرایت و نحوه مقابله و کنترل آنها
- انجام مانورهای آمادگی در زمان صلح
- آموزش مخاطبین و گروه‌های در دسترس
- تمرین راه‌های مدیریت استرس برای کاهش نگرانی عمومی از بیوتروریسم

بدیهی است مهارت‌ها و وظایف اشاره‌شده در فوق صرفاً مختص پرستاران و کمک‌پرستار نبوده و سایر افراد و کارکنان گروه پزشکی و پیراپزشکی که با سلامت مردم سروکار دارند نیز باید به نکات فوق حساس بوده و آموزش‌ها و مهارت‌های لازم را کسب کرده و بر دانش تخصصی خویش در این زمینه اضافه نمایند. عدم رعایت موازین بهداشت فردی و عمومی و کم‌توجهی مثلاً به منابع آب بهداشتی، دفع بهداشتی زباله و فاضلاب، در شرایط عادی نیز موجب بروز خسارت و صدمات جدی به سلامت آحاد جامعه خواهد شد. این مسئله در شرایط بحران می‌تواند حیات جامعه را تهدید نماید. منظور از رعایت موازین بهداشت فردی و عمومی، ارتقای آگاهی مردم و گروه‌های تخصصی در امور مختلف زندگی و پیش‌بینی‌های لازم در فعالیت‌های مربوط است که به دنبال آموزش‌های عمومی و تخصصی حاصل می‌شود. توجه به سطوح سه‌گانه پیشگیری که در استراتژی مراقبت‌های اولیه بهداشتی (P.H.C.) مطرح بود، به‌ویژه سطوح اول و دوم، که استفاده از تجهیزات حفاظت فردی، واکسیناسیون و سایر اقدامات پیشگیری‌کننده را دربرداشت، در این برنامه نیز می‌تواند مثر ثمر باشد. این به آن معنا است که انجام فعالیت‌های مربوط به برنامه بهداشت عمومی شامل آموزش بهداشت همگانی، تأمین و بهبود تغذیه، تأمین و حفاظت از آب آشامیدنی سالم، ایمن‌سازی و واکسیناسیون، بهسازی محیط و رعایت اصول بهداشت حرفه‌ای که در زمره فعالیت‌های اساسی در آن برنامه است، به‌عنوان موازین و اصول بهداشت فردی و عمومی از اقدامات ارزشمند در برنامه پدافند غیرعامل به حساب می‌آید.

حال که سخن از استراتژی مراقبت‌های اولیه بهداشتی (P.H.C.) به میان آمد، بهتر است به اصول اساسی این رویکرد که در پیشبرد آن نقش بسزایی داشته و دارند هم اشاره‌ای نماییم و بر این نکته تأکید کنیم که در نظر گرفتن آن اصول، در موفقیت این برنامه بسیار موثر خواهد بود. اصولی مانند مشارکت فعالانه مردم، فعالیت بین‌بخشی، هماهنگی درون‌بخشی، تعهد سیاسی دولت‌ها و استفاده از فناوری مناسب

آموزشی. باندک تامل و مرور آنچه در خصوص ایجاد و حفظ آمادگی جامعه در برنامه پدافند غیرعامل مرور شد می‌توان اذعان نمود که بدون توجه به این اصول، برنامه‌ای که مخاطبین اصلی آن مردم هستند، به اهداف خود نائل نخواهد آمد.

به خاطر محدودیت این نوشتار، امکان پرداختن به تمام این اصول به صورت تفصیلی وجود ندارد؛ لیکن کارشناسان و مسئولین بایستی در انجام اقدامات به تمام اصول توجه نمایند. برای مثال، همکاری بین‌بخشی، بیانگر همکاری تمام بخش‌های مرتبط با بخش بهداشت برای به ثمر رسیدن فعالیت‌ها است. بخش بهداشت همانطور که قبلاً تصریح شد به تنهایی نمی‌تواند در اجرای همه برنامه‌های پدافند غیرعامل موفق باشد. در همین رابطه می‌توان تاکید کرد که مثلاً سازمان دامپزشکی کشور و موسسات تابعه در خصوص تهیه واکسن و سرم، یا وزارت نیرو در تأمین و حفظ آب و برق مورد نیاز، وزارت نفت با تأمین سوخت، سازمان صدا و سیما در وظیفه سنگین و خطیر اطلاع‌رسانی و سایر سازمان‌های دولتی و غیر دولتی با ایفای نقش‌های مهم خود در بسترسازی و تهیه و تدارک برنامه‌ها و با حفظ هماهنگی که از دیگر اصول مطرح شده است می‌توانند به موفقیت برنامه‌ها کمک نمایند. از دیگر اصولی که بایستی مجدداً مورد تاکید قرار گیرد همان مشارکت فعالانه مردم به‌ویژه جوانان است. یکی از جنبه‌های مهم این اصل که بهتر است مورد توجه قرار گیرد فعالیت سازمان‌های غیر دولتی (NGOs) در این خصوص است؛ محوری که در بیشتر برنامه‌ها مورد غفلت واقع شده است. سازمان‌های غیر دولتی نماد حضور متشکله مردم در برنامه‌های ملی است. این سازمان‌ها و انجمن‌ها با توجه به پشتوانه‌های علمی خویش و همراهی و مساعدت اعضای متخصص خویش، می‌توانند از طرق مختلف به‌ویژه برپایی سمینارها و کارگاه‌های آموزشی و تخصصی، اطلاعات لازم را در اختیار مردم قرار دهند. استفاده از فناوری مناسب آموزشی برای آموزش و اطلاع‌رسانی به گروه‌های تخصصی و اقشار مختلف مردم، حائز اهمیت است. در نظر داشته باشیم که در حال حاضر سطح آگاهی گروه‌های مختلف از

جمله پزشکان و دیگر پرسنل بهداشتی - درمانی که در ردیف اول پاسخگویان هستند نسبت به عوامل زیستی در سطح قابل قبول و مطلوبی نیست. آشنایی ایشان به عنوان اولین کسانی که در حملات زیستی مورد مراجعه مردم و مصدومین قرار می‌گیرند، بسیار مهم و قابل تامل است. فراموش نکنیم که داشتن جامعه سالم و توانمند نیازمند داشتن افراد آگاه است و این آگاهی فردی و اجتماعی است که سایر فرصت‌ها به‌ویژه فرصت توانمندسازی و حفظ آمادگی را به دنبال خواهد داشت. در همین رابطه، در بخش اطلاعات و آگاهی، امروزه وب سایت‌های متعددی در حال مبادله اطلاعات پزشکی در این خصوص هستند. کارشناسان و کارکنان بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی - درمانی می‌توانند از این طریق اطلاعات خود را تکمیل نموده و توانمندیهای مدیریت بهداشت و درمان را برای پاسخ سریع ارتقا دهند.

اضافه می‌نماید که در برنامه آموزش و اطلاع‌رسانی، کمیته‌های پدافند غیرعامل نقش مهمی می‌توانند ایفا نمایند. کمیته کشوری پدافند غیرعامل مستقر و فعال در وزارت بهداشت بوده و دارای چند زیرکمیته از جمله زیرکمیته آموزش و اطلاع‌رسانی است که با موضوع بحث ما رابطه نزدیکی دارد. کمیته‌های پدافند غیرعامل در دانشگاه‌های علوم پزشکی هم تشکیل شده که از جمله فعالیت‌های مهم آنها، ارتقای آگاهی و ایجاد مهارت لازم در کادر دانشگاهی و مراکز بهداشتی - درمانی در مقابل تهدیدهای زیستی است. امید است که در آینده شاهد فعالیت‌های بیشتر و موثرتری از آنها برای ترغیب و تشویق اساتید و دانشجویان باشیم.

علاوه بر کمیته‌ها و زیر کمیته‌های پدافند غیرعامل، در بخش سلامت باید به سازمان پدافند غیرعامل اشاره داشت که از سازمان‌های رسمی و دارای مسئولیت در خصوص سیاست‌گذاری و رعایت اصول پدافند غیرعامل در کشور است. در اصول راهبردی این سازمان به تعامل گسترده و فراگیر با سازمان‌ها و ایجاد سازوکارهای مناسب در جهت ایمن‌سازی و حفاظت از تاسیسات زیربنایی، ایفای نقش هدایتی و

نظارتی بر سازمان‌ها و نهادهای کشوری، توسعه فرهنگ و نهادینه‌سازی باور عمومی نسبت به تاثیر پدافند غیرعامل در کاهش آسیب‌پذیری است. در اهداف کلان این سازمان به موارد متعددی اشاره شده است که از جمله آنها می‌توان به موضوعاتی مانند ایمن‌سازی مراکز حیاتی، حساس و مهم، افزایش آستانه مقاومت ملی و تقویت مولفه‌های مقاومت در مقابل تهدیدات، تحقیق و پژوهش، تولید علم و فناوری و فرهنگ‌سازی و تبدیل آن به معارف عمومی و همچنین توسعه کمی و کیفی ظرفیت و توان اجرایی پدافند غیرعامل در بدنه مهندسی کشور اشاره کرد.

### ۱۵-۹- اقدامات بهداشتی (پیشگیری و کنترلی)

در این بخش، بعضی از عوامل تهدید مهم زیستی به‌عنوان نمونه و مورد (Case) و مهم‌ترین اقدامات بهداشتی با رویکرد پیشگیرانه و کنترلی در خصوص هریک به اختصار ارائه می‌گردد. امید است که با نظرات تکمیلی دیگر اساتید و پژوهشگران که نتایج مطالعات بعضی از ایشان در فصول دیگر همین کتاب آمده است به‌عنوان یک بسته آموزشی مناسب مورد استفاده علاقه‌مندان به‌ویژه کارشناسان محترم قرار گیرد.

باید در نظر داشت که اقدامات پیشگیری و کنترلی در یک تهدید بیولوژیکی، بستگی تام به نوع عامل، خصایص آن و سطح تهدید دارد. لذا با توجه به این موضوع و اطلاعاتی دیگر که با طرح سوالاتی مانند اینکه آیا عامل از فردی به فرد دیگر قابل سرایت است یا خیر؟ آیا عامل قدرت ماندن در محیط را دارد؟ آیا قابلیت انجام واکسیناسیون یا شیمیوپروپیلاکسی وجود دارد؟ و غیره، دو دسته اقدامات و فعالیت‌های اختصاصی و عمومی مطرح می‌گردد. بعضی اقدامات عمومی مانند اطلاع‌رسانی صحیح و به‌موقع و رعایت موازین بهداشتی برای همه عوامل قابل انجام بوده و توصیه می‌شود. لیکن اقدامات اختصاصی دقیقاً به ویژگی‌های عامل برمی‌گردد که بایستی مورد شناسایی و بررسی دقیق قرار گیرد. برای مثال در این قسمت، مهم است که بدانیم آیا



عامل مورد استفاده قابلیت سرایت از فرد به فرد دیگر را دارد یا خیر. فعالیت بهداشتی اختصاصی با رویکرد کنترلی دقیقاً به پاسخ این سؤال بستگی دارد. تاکید می‌نماید که چنانچه پاسخ به سوال مطرح شده منفی باشد، اقدامی مانند ایزولاسیون یا جداسازی مصدوم ضرورتی پیدا نمی‌کند و بالعکس.

یکی از اقدامات مهم دفاعی در پدافند زیستی، اتخاذ تدابیر بهداشتی به‌منظور جلوگیری از شیوع و گسترش آلودگی است که متعاقب تشخیص سریع عامل بایستی صورت پذیرد. همانگونه که توضیح داده شد، عوامل زیستی به خاطر خصوصیات منحصر به فردی مانند افزایش تولید، توانایی انتقال از طریق استنشاق و ایجاد بیماری‌های کشنده از یک سو و نیز به علت سرعت انتقال و کمبود امکانات تخصصی برای تشخیص سریع از سوی دیگر می‌توانند خسارت و صدمات سنگینی را در کوتاهترین زمان ممکنه به جامعه مورد تهدید وارد نمایند. لذا روی این تدابیر بایستی قبلاً برنامه‌ریزی و تمرین کافی انجام شده و آمادگی لازم برای عملیات کنترلی یعنی اقدام بهداشتی با رویکرد کنترلی کسب شده باشد.

در اینجا قبل از پرداختن به اقدامات اختصاصی و کنترلی بهداشتی علیه عوامل زیستی، مواردی از توصیه‌های بهداشتی که به‌صورت عمومی باید مورد توجه مسئولین و کارشناسان قرار گیرد ارائه می‌گردد. بعضی از این توصیه‌ها ممکن است از فعالیت‌های اختصاصی برای یک عامل به‌خصوص هم باشد که در قسمت بعدی هم مورد تاکید قرار خواهد گرفت. برخی از توصیه‌ها مخصوص قبل از وقوع عملیات و بعضی برای زمان بروز عملیات زیستی است. در ضمن ممکن است بعضی از توصیه‌ها قبلاً در شمار مباحث کلی مطرح شده باشد لیکن چیزی از اهمیت این فعالیت‌ها نمی‌کاهد. این موارد بایستی بارها تذکر داده شوند تا توجه ما و کارشناسان را بیشتر و بهتر جلب نمایند.

و اما توصیه‌ها:

### ۱۵-۹-۱- توصیه‌های بهداشتی قبل از وقوع تهدیدات زیستی

- آموزش همگانی مهم‌ترین اصل است. در بخش نخست به موضوع آموزش و آگاهی و اهمیت آن در آمادگی اشاره گردید. در این قسمت تاکید می‌نماید که هرچه سطح آموزش و آگاهی مردم نسبت به موضوع بالاتر باشد، آسیب‌پذیری ایشان کمتر می‌گردد. بدیهی است افراد آگاه کمتر خود را در معرض آلودگی قرار می‌دهند و در صورت مصدوم شدن هم بهتر می‌توانند اقدامات لازم را برای خود و دیگران انجام دهند.
- تدارک تجهیزات حفاظت فردی، از جمله استفاده از تجهیزات مانند لباس مناسب حفاظتی، ماسک و دیگر لوازم اهمیت بسیار زیادی در کاهش سطح آلودگی دارد.
- تدارک و آماده نمودن واکسن‌ها برای عواملی که واکسن دارند و همچنین در خصوص آنتی‌سرم‌های ضروری
- توجه به بهداشت فردی و عمومی به‌ویژه محیطی، تأمین آب آشامیدنی سالم و حفاظت از منابع آب و غذا
- تدارک و پیش‌بینی مواد غذایی بسته‌بندی شده برای استفاده در شرایط اضطرار
- پیش‌بینی و تدارک مواد رفع آلودگی جهت مقابله با حملات احتمالی
- تجهیز مراکز آزمایشگاهی جهت حفظ آمادگی در تشخیص سریع و به‌موقع عوامل استفاده شده احتمالی
- پیش‌بینی و تهیه داروهای اساسی لازم برای شیمیوپرفیلاکسی و درمان به‌موقع
- بررسی و انجام مطالعات اپیدمیولوژیکی برای داشتن اطلاعات دقیق و به‌روز از وضعیت آلودگی‌ها و بیماری‌های موجود

- تدارک امکانات لازم برای انجام اقدامات ایزولاسیون و قرنطینه در مناطق مورد  
تهدید

## ۱۵-۹-۲- توصیه‌های عمومی بهداشت در زمان وقوع تهدیدهای

### زیستی

- به کارگیری و استفاده صحیح از تجهیزات حفاظت فردی تهیه شده از قبل
- استفاده از آب و مواد غذایی بسته‌بندی شده بهداشتی و عدم استفاده از آب و مواد غذایی مناطق آلوده
- جلوگیری از ورود و اقامت افراد به مناطق آلوده احتمالی
- استفاده از علائم ایمنی و هشداردهنده در مناطق آلوده
- واکسیناسیون و استفاده صحیح از سرم‌ها و آنتی‌بیوتیک‌های تهیه شده طبق نظر پزشک
- رعایت اصول و موازین بهداشتی به وسیله کادر پزشکی و خدمات رسانی برای جلوگیری از آلودگی خود
- رعایت اصول و موازین بهداشت فردی به ویژه شستشوی دستها و استحمام به وسیله تمام افراد جهت جلوگیری از گسترش آلودگی
- رفع آلودگی محیط در کوتاهترین زمان ممکن، با رعایت اصول ایمنی
- درمان سریع بیماران و مصدومین بعد از تشخیص سریع و قطعی عامل استفاده شده
- رعایت اصول ایمنی در انتقال مصدومین و دفع بهداشتی وسائل مرتبط با بیماران و البسه آلوده.

## ۱۵-۹-۳- اقدامات بهداشتی (پیشگیری و کنترلی)

## Smallpox - آبله - ۱-۳-۹-۱۵ (به عنوان مطرح ترین عامل سناریویی

## تهدید زیستی)

با گذشت سال‌ها از ریشه‌کنی جهانی آبله، متأسفانه هنوز امکان استفاده از ویروس آبله به عنوان یک جنگ‌افزار زیستی وجود دارد که در آن صورت، یک تهدید جدی برای همه آحاد جامعه، اعم از نظامی و غیر نظامی خواهد بود. البته با کشف واکسن آبله به وسیله جنر در ۱۷۹۶ و استفاده فراگیر از آن در سطح جهان خطر بالقوه، این ویروس به عنوان یک جنگ‌افزار زیستی فروکش کرد.

این واقعیت که ویروس آبله در شکل افشانه، بیماری‌زا بوده و دوز آلوده کننده پایینی دارد، موجب شده که ویروس مربوطه توانایی تبدیل به سلاح زیستی را داشته باشد. در مجموع، با توجه به اینکه ممکن است از ویروس آبله به عنوان جنگ‌افزار زیستی استفاده شود، علیرغم ریشه‌کن شدن این بیماری لازم است بار دیگر در برنامه درسی دانشکده‌های پزشکی و بهداشت، مورد توجه قرار گیرد و بر اپیدمیولوژی بالینی و کنترل آن تاکید گردد. ویروس آبله، نوعی ویروس DNA از جنس اورتومیگزوویروس است. این ویروس در زمره درشت‌ترین و پیچیده‌ترین ویروس‌ها می‌باشد. یادآور می‌شود که سه عضو دیگر پارامیگزوویروس‌ها یعنی عوامل مولد آبله میمونی، واکسینیا و آبله گاوی نیز قادر به ایجاد عفونت در انسان بوده و باعث بروز بثورات پوستی می‌شوند ولی تنها آبله است که به آسانی از انسانی به انسان دیگر منتقل می‌گردد. لازم به تاکید است که ویروس‌های عامل آبله و مولوسکوم کونتائوزوم، به طور طبیعی فقط در انسان باعث ایجاد عفونت می‌شوند ولی بقیه پاکس ویروس‌ها در ارتباط با عفونت مشترک بین حیوانات و انسان می‌باشند. ضمناً ویروس‌های عامل آبله انسانی و میمونی، به طور معمول، باعث ایجاد بیماری سیستمیک همراه با بثورات پوستی می‌شوند؛ در حالی که

بقیه پاکس و ویروس‌ها موجب بروز عفونت پوستی موضعی می‌گردند. ویروس دارای قابلیت تکثیر بوده و قابل تبدیل به آئروسل است.

### - واکسیناسیون قبل از تماس با آبله

واکسن آبله، نوعی واکسن زنده تهیه‌شده از ویروس Vaccinia است که یکی از اعضاء خانواده اورتوپاکس ویروس‌ها بوده و ارتباط نزدیکی با ویروس Variola (عامل آبله)، دارد. این واکسن را باید قبل از مصرف با بافر استریل به‌صورت سوسپانسیون در آورده و با ایجاد چندین سوراخ در پوست به‌صورت داخل جلدی (Intradermal) تلقیح نمود. واکسن‌هایی که به نحو مناسبی نگهداری شوند خاصیت خود را تا ۱۸ سال بعد از تولید از دست نمی‌دهند و قابل مصرف خواهند بود. وضعیت ایمنی کسانی که به فاصله بیش از ۲۷ سال قبل واکسینه شده‌اند روشن نمی‌باشد و دوره ایمنی بعد از ابتلا به آبله نیز هرگز بررسی نشده است. از طرفی آنتی‌بادی‌های خنثی‌کننده (نوترالیزان)، انعکاسی از سطوح ایمنی در مقابل آبله به حساب می‌آیند و لذا با توجه به اینکه آنتی‌بادی‌های مزبور تدریجاً در عرض ۱۰-۵ سال کاهش می‌یابند، به نظر می‌رسد حتی کسانی که دوز واحد توصیه شده واکسن آبله را در دوران کودکی دریافت کرده‌اند؛ واجد مصونیت مادام‌العمر نخواهند شد از طرفی بررسی‌های انجام‌شده در گروهی که در زمان تولد، ۸ سالگی و ۱۸ سالگی واکسینه شده‌اند، وجود آنتی‌بادی‌های نوترالیزان را تا ۳۰ سال بعد نیز نشان داده است. در مجموع با توجه به طول دوره مصونیت ناشی از واکسن آبله، که حدود ۱۰ سال فرض می‌شود در حال حاضر توده عظیمی از کل جمعیت جهان در مقابل این بیماری حساس می‌باشند.

در حال حاضر هیچیک از موسسات تولید واکسن، دارای امکانات لازم به‌منظور تولید سریع واکسن آبله نیستند و تجهیز این مراکز به زمانی حدود سه سال وقت نیاز دارد. یکی دیگر از محدودیت‌های واکسیناسیون آبله در سطح وسیع، کمبود

ایمونوگلوبولین واکسینیا (VIG) است، زیرا این دارو برای درمان عوارض پوستی شدید واکسن آبله، توصیه شده است.

در صورتی که تجویز واکسن آبله به منظور کنترل همه‌گیری الزامی باشد، می‌توان به‌طور همزمان از ایمونوگلوبولین واکسینیا که از سرم گاو یا گوسفند واکسینه تهیه شده است، نیز به‌صورت تزریق عضلانی استفاده نمود.

در مجموع، هرچند واکسن‌های موجود از کفایت بالایی برخوردارند ولی عوارض فراوانی هم به بار می‌آورند که باید به آن‌ها توجه نمود و به این واقعیت اعتراف کرد که به خاطر شیوع و شدت عوارض حاصله در صورت عدم وجود خطر واقعی آبله و یا ناچیز بودن این خطر، نیازی به واکسیناسیون نمی‌باشد. البته با توجه به بالا بودن میزان عوارض واکسن سنتی قبلی، واکسن سالم‌تری با استفاده از ویروس واکسینیا در محیط کشت سلولی در دست تهیه است که به زودی در دسترس قرار خواهد گرفت. همچنین تمایل به ساخت آنتی‌بادی مونوکلونال ضد واریولا به‌منظور استفاده در ایمن‌سازی انفعالی تماس‌یافتگان و به‌ویژه افراد HIV مثبت نیز وجود دارد.

#### – کنترل عفونت پس از تماس با ویروس

طغیان آبله باعث ایجاد معضلات مهمی برای بهداشت عمومی می‌شود؛ زیرا بیماری به‌سرعت در بین افراد جامعه منتشر می‌گردد و لازمه کنترل آن، واکسیناسیون تماس‌یافتگان نزدیک و جداسازی بیماران است. آزادسازی مخفیانه ویروس آبله به‌صورت افشانه‌های آلوده به این ویروس، حتی اگر موجب ابتلاء فقط ۱۰۰-۵۰ نفر شود به‌سرعت در بین سایر افراد حساس جامعه منتشر می‌گردد و به ازای هر بیمار، ۲۰-۱۰ نفر دیگر نیز مبتلا شده و به‌صورت تصاعدی گسترش می‌یابد. یادآور می‌شود که پس از انتشار عمدی افشانه‌های حاوی ویروس آبله حدود ۲ هفته طول می‌کشد تا اولین علائم بالینی بیماری ظاهر شود و این درحالی است که ویروس‌های موجود در

محیط در عرض ۲ روز فعالیت خود را از دست می‌دهند و این ویروس‌ها دیگر خطری برای تماس‌یافتگان با محیط آلوده نخواهند داشت. ولی همانطور که اشاره شد خطر اصلی از طریق تماس با انسان‌های مبتلا می‌باشد. قابل تاکید است که پس از اثبات تشخیص آبله، همه افراد مظنون را باید سریعاً تحت نظارت قرار داده، کلیه تماس‌یافتگان خانوادگی و تماس‌های چهره به چهره را واکسینه کرده و تحت نظر قرار دهید. ضمناً از آنجا که انتشار افشانه‌های آلوده به ویروس آبله به وسیله بیماران در محیط بیمارستان خطر انتقال به سایرین را افزایش می‌دهد، توصیه شده است که مبتلایان به آبله را در منازل آن‌ها و یا در نقاهتگاه‌های غیر بیمارستانی جداسازی نماییم و باور داشته باشیم که همان مراقبت‌های قابل اعمال در منازل برای آنان می‌تواند اقدام مستدلی به حساب آید.

در صورت استفاده از ویروس آبله به عنوان یک جنگ‌افزار زیستی، واکسیناسیون تماس‌یافتگان، طی چند روز اول تماس و شاید حداکثر به فاصله چهار روز بعد از تماس به نحو شگفت‌آوری سیر بعدی بیماری را تغییر داده، چه بسا باعث پیشگیری از بروز آن می‌شود. در چنین مواردی واکسیناسیون فوری کارکنان بخش بهداشت یا بیمارستان‌ها نیز که با بیماران مبتلا به آبله تماس خواهند داشت و نیز سایر کسانی که درگیر پاسخ به حادثه خواهند شد، نظیر پلیس، ماموران آتش‌نشانی، کارکنان اورژانس‌ها و متصدیان کفن و دفن اموات که به نحوی بدن بیماران یا جسد تلف‌شدگان را لمس می‌کنند، الزامی است. توصیه شده است در اینگونه افراد در صورتی که واکسن آبله منع مصرف نداشته باشد، بدون توجه به سابقه واکسیناسیون قبلی، سریعاً واکسن آبله تجویز شود. همانطور که قبلاً نیز اشاره شد در صورتی که در عرض چهار روز اول تماس با ویروس آبله واکسن تجویز گردد، تا حدودی باعث جلوگیری از بروز بیماری شده و مقاومت بالایی در مقابل عاقبت مرگبار بیماری نیز ایجاد خواهد شد. در بین تماس‌یافتگان با ویروس آبله، کسانی که قبلاً واکسینه شده‌اند به‌طور طبیعی ایمنی

بیشتری را نیز کسب می‌کنند و لذا در صورت نیاز می‌توان از وجود چنین افرادی در رابطه با اقداماتی که تماس نزدیک با مبتلایان را ایجاب می‌نماید، استفاده نمود. لازم است تماس‌یافتگان با بیماران را شناسایی و افراد در معرض خطر را تحت پوشش واکسیناسیون و مراقبت کافی قرار دهیم. منظور از "تماس‌یافتگان"، اعضاء حاضر در منزل فرد مبتلا و کسانی است که از زمان بروز تب، با آنان تماس چهره به چهره داشته‌اند. تجارب گذشته نشان داده است که بیماران از زمانی مسری می‌شوند که دوره مقدماتی تب را پشت سر گذاشته و بشورات پوستی در آن‌ها ظاهر شده باشد. جداسازی کلیه تماس‌یافتگان مشکل است و عملاً نیز الزامی نمی‌باشد، زیرا تماس‌یافتگان حتی اگر مبتلا نیز بشوند تا قبل از ظهور بشورات پوستی، برای دیگران مسری نیستند و لذا می‌توان حداقل روزی یک باردمای بدن آنان را اندازه‌گیری نمود و در صورتی که طی ۱۷ روز اول بعد از تماس دچار تب بیش از ۳۸ درجه سانتیگراد شوند، سریعاً آن‌ها را در منزل ایزوله نموده و تا زمان اثبات یا رد آبله، ادامه دهیم. تاکید می‌شود که کلیه تماس‌یافتگان نزدیک با مبتلایان به آبله را سریعاً باید واکسینه نمود. هرچند اغلب بیماران و تماس‌یافتگان با آن‌ها که در منازل خود تحت نظر می‌باشند با پرسنل بهداشتی به خوبی همکاری می‌کنند ولی ممکن است در بعضی موارد، قرنطینه اجباری نیز لازم شود.

#### – کنترل آبله در محیط بیمارستان

احتمال انتقال آبله در داخل بیمارستان از دیرباز به‌عنوان یک معضل مهم شناخته‌شده است و لذا به مدت بیش از ۲۰۰ سال برای بستری کردن مبتلایان به آبله از بیمارستان‌های جداگانه‌ای استفاده نمودند. انتقال ویروس آبله در بیمارستان ممکن است از طریق انتشار قطره‌ای یا افشانه‌های بسیار ظریف از بیماران به کارکنان و ملاقات‌کنندگان صورت گیرد. همچنین با توجه به اینکه همه‌گیری‌هایی از این بیماری



در بین کارکنان رختشویخانه بیمارستان‌ها رخ داده است، لذا تماس با لباس و وسایل خواب بیماران مبتلا به این بیماری نیز یکی دیگر از راه‌های انتقال عفونت در محیط بیمارستان به حساب می‌آید. توصیه شده است طی دوران همه‌گیری بیماری، کلیه کارکنان بیمارستان‌ها و بیماران بستری نیز واکسینه شوند و در آنهایی که به‌دلیل نقایص ایمنی و سایر ممنوعیت‌های مصرف واکسن آبله، این واکسن تجویز نمی‌شود، لازم است از ایمونوگلوبولین واکسینیا (VIG) استفاده شود و در صورت عدم وجود این فراورده، باید خطر بروز بیماری و عوارض ناشی از واکسن در آن‌ها ارزیابی و در صورت امکان از واکسن آبله استفاده گردد. در مواردی که با طغیان‌های محدودی از آبله مواجه هستیم، می‌توان بیماران را در بیمارستان و در اطاق‌های محدودی که واجد سیستم فشار منفی و فیلترهای مناسبی هستند بستری نمود، ولی در طغیان‌های وسیع‌تر، بستری نمودن آنان در منزل، برای بسیاری از بیماران، مناسب‌تر خواهد بود. به‌هرحال با توجه به اینکه چنین وسایل و امکاناتی ممکن است در همه بیمارستان‌ها وجود نداشته باشد، مسئولین بهداشتی باید بیمارستان مجزایی را برای اینگونه موارد مهیا کنند. همهٔ افرادی که در چنین بیمارستان‌هایی شاغل بوده و به‌نحوی با بیماران مبتلا به آبله تماس دارند، لازم است سریعاً واکسینه شوند و کارکنانی که مصرف واکسن آبله در آن‌ها ممنوع است، باید تا مدتی به مرخصی بروند. رعایت احتیاط‌های استاندارد نظیر استفاده از دستکش، گان و ماسک، باید مورد تأکید قرار گیرد. کلیه لباس‌های کثیف و فضولات بیماران باید داخل کیسه‌های بهداشتی مخصوصی قرار داده شده و قبل از شستشو، داخل اتوکلاو گذاشته و یا سوزانده شوند. ضمناً اشیاء و وسایل ثابت را می‌توان با بخار دادن به وسیله فرمالدئید، ضد عفونی کرد.

### - آلودگی زدائی آبله

در صورتی که ویروس واکسینیا به صورت افشانه در محیط منتشر شود و در معرض اشعه ماوراء بنفش قرار نگیرد ممکن است به مدت ۲۴ ساعت و گاهی در شرایط مناسب، مدت بیشتری باقی بماند. از طرفی محققین بر این عقیده‌اند که ویروس آبله نیز دارای وضعیت مشابهی می‌باشد و لذا با توجه به دوره کمون دو هفته‌ای آبله، زمانی که طی یک حمله بیوتروریستی، اولین موارد بیماری تشخیص داده می‌شود، دیگر ویروس فعالی در محیط یافت نمی‌شود؛ زیرا ویروس مزبور در عرض ۶ ساعت در دمای ۳۳-۳۱ درجه سانتیگراد و رطوبت ۸۰ درصد از بین می‌رود و حتی در دماهای پایین‌تر مثلاً ۱۰ درجه سانتیگراد و رطوبت ۲۰ درصد، ویروس واکسینیا فقط تا ۲۴ ساعت زنده می‌ماند و لذا پس از کشف حمله بیوتروریستی و آزادسازی عمدی ویروس آبله، نیازی به ضدعفونی کردن محیط نمی‌باشد.

بروز آبله در کارکنانی که با لباس‌های آلوده بیماران تماس داشته‌اند کاملاً به اثبات رسیده است و محققین بر این عقیده‌اند که ویروس آبله برای مدت نسبتاً طولانی می‌تواند در این وسایل زنده بماند. لذا احتیاط‌های ویژه‌ای در این زمینه لازم است و نیاز به اتوکلاوگذاری یا قرار دادن جامه‌ها در آب گرم همراه با مواد سفید کننده را ایجاب می‌کند. مواد ضدعفونی کننده‌ای که به منظور کنترل عفونت بیمارستانی به کار می‌روند نظیر هیپوکلریت و آمونیاک چهار ظرفیتی، برای پاکسازی محیط از وجود احتمالی ویروس آبله کفایت می‌کند. ویروس‌های موجود در کبره‌ها از پایداری بیشتری برخوردارند به طوری که در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد و رطوبت ۶۵ درصد به مدت سه هفته مقاومت می‌نمایند و حتی در دمای حدود ۲۶ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی بالا؛ این ویروس تا ۸ هفته و در رطوبت نسبی کمتر از ۱۰ درصد تا ۱۲ هفته مقاومت نموده است.

در نتیجه، اقدامات بهداشتی به‌طور خلاصه شامل موارد زیرند:

۱. واکسیناسیون قبل از تماس با آبله
  ۲. واکسیناسیون همه تماس‌یافتگان (چنانچه در مدت ۴ روز اول تماس با ویروس آبله، واکسن تجویز گردد، تا حدود زیادی مانع از ابتلا به بیماری می‌شود). لذا لازم است همه تماس‌یافته‌ها را شناسائی نموده و افراد در معرض خطر را واکسینه کرد. به این نکته هم توجه شود که تماس‌یافته‌گان تا قبل از ظهور بثورات پوستی برای دیگران مسری نیستند.
  ۳. جداسازی بیماران
  ۴. دفن بهداشتی یا سوزاندن البسه کثیف و فضولات بیماران
  ۵. ضدعفونی وسایل ثابت بیماران
- فراموش نکنیم که ویروس در دمای معمولی شش ساعت و در دمای پایین (۱۱- ۱۰ درجه) حد اکثر ۲۴ ساعت در محیط باقی می‌ماند.
- و سرانجام اقداماتی که در طغیان‌ها و همه‌گیری‌های بیماری آبله باید انجام داد شامل موارد زیرند:
۱. تشکیل ستاد کنترل همه‌گیری در وزارت بهداشت با همکاری همه وزارتخانه‌ها و نهادهای دیگر و ستادهای دیگر طبق دستورالعمل‌های ستاد کل
  ۲. شناسایی جمعیت در معرض خطر
  ۳. ارتقای آگاهی‌های بهداشتی مردم به‌منظور جلب همکاری آنان، کنترل رعب و وحشت و حفظ سلامت افراد جامعه
  ۴. تجهیز یک یا چند بیمارستان به‌منظور بستری نمودن موارد ضروری
  ۵. تعیین و تجهیز آزمایشگاه مرجع
  ۶. تاکید بر پیشگیری از انتشار همه‌گیری همراه با واکسیناسیون جامعه در معرض خطر و جداسازی بیماران در مراحل واگیردار بیماری

۷. قطع زنجیره انتقال بیماری با استفاده از تجارب عملیات ریشه‌کنی آبله
۸. آموزش و توجیه مردم برای جلب همکاری در خصوص اشغال بیمارستان‌ها و نیز امکان انجام همان اقدامات کنترلی در منزل در مواقع اورژانس
۹. جستجوی تماس‌یافته‌ها واکسیناسیون آنها و پیگیری‌های بعدی
۱۰. توجیه مردم برای عدم حضور در مناطق شلوغ و پر ازدحام

### ۱۵-۹-۳-۲- اقدامات بهداشتی (پیشگیری و کنترلی) بیماری سیاه‌زخم

#### (Anthrax) (به‌عنوان عامل دوم سناریویی تهدید زیستی)

همانطور که قبلاً اشاره گردید، سیاه‌زخم یکی از بیماری‌های عفونی حیوانات است که به‌وسیله باسیل گرم مثبت مولد اسپوری به نام باسیلوس آنتراسیس ایجاد می‌شود. در انسان در اثر تماس با حیوانات آلوده، یا فراورده‌های آنها نظیر پشم، مو، پوست، استخوان، سفیداب، استنشاق افشانه‌های آلوده در کارخانه‌های پشم ریزی یا طی انتشار عمدی اسپورها به وسیله بیوتروریست‌ها و خوردن مواد آلوده ایجاد می‌شود. این بیماری نه‌تنها باعث مرگ‌ومیر فراوانی در دام‌ها می‌شود و زمینه را جهت وابستگی‌های اقتصادی و سیاسی فراهم می‌نماید، بلکه موجب افزایش مرگ‌ومیر در انسان نیز می‌گردد. علاوه براین، امروزه به‌عنوان یکی از جنگ‌افزارهای بسیار قوی "بیوتروریسم" نیز مطرح می‌باشد. باسیلوس آنتراسیس، باسیل هوازی غیرمتحرک مولد اسپوری است که متعلق به خانواده باسیلاسه می‌باشد و به دو شکل رویشی و اسپور وجود دارد. اختلاف قابل توجهی بین مقاومت اشکال رویشی و اسپور باسیل سیاه‌زخم وجود دارد، به‌طوری‌که اشکال رویشی این باکتری در مقابل حرارت و مواد شیمیایی، مقاومت چندانی ندارند و در دمای ۵۵ درجه سانتیگراد در مدت یک ساعت، حیات خود را از دست می‌دهند. هرگاه این باکتری‌ها از طریق تماس لاشه حیوان، با زمین اطراف تماس پیدا کنند و دمای محیط، در حدود ۲۰ درجه سانتیگراد یا کمتر باشد، به‌علت کند

بودن سرعت اسپورسازی آن‌ها، قبل از اسپورسازی ممکن است به‌وسیله سایر ارگانیسم‌های موجود در خاک، مضمحل گردند. در صورت بالا بودن دمای محیط، به‌سرعت اسپورها تشکیل شده و به بقای خود ادامه می‌دهند. اسپور باسیل سیاه‌زخم، برخلاف شکل رویشی آن نسبت به تمامی مواد، تا حدود زیادی مقاوم است و مثلاً ماده ضدعفونی‌کننده‌ای نظیر کلرید جیوه، در برابر آن فقط دارای خاصیت باکتریوستاتیک می‌باشد. به‌طوری‌که کلرید جیوه ۰/۱ درصد که زمانی به‌عنوان یک ماده ضدعفونی‌کننده قوی به حساب می‌آمد، تاثیر چندانی بر اسپورها ندارد. اسپور عامل سیاه‌زخم، حتی در غلظت پنج درصد این محلول به مدت ۲۱ روز زنده می‌ماند. بنظر می‌رسد مواد اکسیدان تاثیر بیشتری بر اسپورهای باسیل سیاه‌زخم داشته باشد. به‌طوری‌که پرمنگنات پتاسیم ۰/۴٪ در عرض ۱۵ دقیقه و پراکسید هیدروژن ۰/۴٪ در عرض یک ساعت به حیات اسپورها خاتمه می‌دهد.

اسپورهای باسیل سیاه‌زخم، معمولاً در حرارت ۱۵۰ درجه سانتیگراد در عرض یک ساعت از بین خواهند رفت. به‌طور کلی حرارت مرطوب از تاثیر بیشتری برخوردار است به‌طوری‌که جوشاندن به مدت ۱۵ دقیقه به حیات آن‌ها خاتمه می‌دهد. اسپورها در محیط‌های بسیار سرد، مقاومت زیادی از خود نشان می‌دهند و طی مطالعه‌ای در دمای منهای پنج تا منهای ۷۵ درجه سانتیگراد، به مدت چندین سال زنده مانده و گاهی در لام رنگ‌آمیزی شده آزمایشگاه تا سال‌ها بعد به بقای خود ادامه می‌دهند.

اسپورهای خشک باسیل سیاه‌زخم، به مدت چندین سال زنده می‌مانند و در مزارع از فصلی به فصل دیگر زنده مانده و تا سال‌ها بعد باعث ایجاد بیماری و مرگ در حیواناتی که در آن محیط به‌چرا می‌پردازند، می‌گردند. باسیل سیاه‌زخم در دمای ۳۲ درجه سانتیگراد و بالاتر، سریعاً به تولید اسپور می‌پردازد درحالی‌که در دمای کمتر از ۲۰ درجه سانتیگراد، سرعت اسپورسازی آن کند می‌باشد.

### - پیشگیری و کنترل سیاه‌زخم

#### پیشگیری اولیه به‌منظور حفظ سلامتی افراد سالم

- آموزش کارکنان صنایعی که احتمال آلودگی آن‌ها وجود دارد
- تمیز کردن مرتب وسایل و تجهیزات و محل کار، در صنایع مربوطه
- عاری نمودن مواد از اسپورها با استفاده از فرمالدئید به‌منظور گندزدایی پشم و موی حیوانات، تاباندن اشعه گاما، قرار دادن مواد در معرض بخار تحت فشار، در اتوکلاو و استریل کردن به‌وسیله اکسید اتیلن. در بین این اقدام‌ها، مصرف فرمالدئید، با موفقیت بیشتری همراه بوده است
- فراهم کردن امکانات کافی جهت شستشوی مرتب دست‌ها، دوش گرفتن و اختصاص دادن محلی به منظور گذاشتن لباس کار.
- فراهم آوردن تسهیلات پزشکی و بهداشتی، برای کارکنان و معاینه مرتب آن‌ها.
- استفاده از واکسن عاری از باکتری سیاه‌زخم تهیه‌شده از آنتی‌ژن محافظت‌کننده در افرادی که در معرض خطر ابتلا به بیماری، قرار دارند. این واکسن را می‌توان بلافاصله پس از استنشاق اسپور سیاه‌زخم، همراه با کمپروپرفیلاکسی بعد از تماس نیز استفاده نمود.
- واکسن سیاه‌زخم را از کشت باسیل بدون کپسول غیر بیماری‌زای سیاه‌زخم تهیه نموده‌اند. محیط کشت این باکتری، سنتتیک بوده و باسیل‌ها طی رشد خود، آنتی‌ژن‌هایی را آزاد می‌نمایند که از این آنتی‌ژن‌ها جهت ساختن واکسن استفاده می‌شود. این واکسن را باید تنها در افرادی که در معرض خطر حتمی ابتلا به بیماری، قرار می‌گیرند نظیر اشخاصی که با پشم و مو و استخوان احتمالاً آلوده حیوانات تماس دارند و یا پرسنل آزمایشگاهی که با باسیل سیاه‌زخم در تماس هستند، مصرف نمود. ولی در رابطه با آمادگی در مقابل بیوتروریسم نیز سازمان دفاع آمریکا توصیه کرده است کلیه پرسنل ثابت ارتش آن کشور، علیه این بیماری واکسینه شوند.

واکسن مزبور در ۹۲/۵٪ موارد، موثر واقع می‌شود و به مقدار ۰/۵ سی‌سی عضلانی در سه نوبت به فواصل دو هفته و سه نوبت دیگر، به فاصله شش ماه، تزریق می‌گردد و سپس یادآورهای آن به فواصل ۱۲ ماهه تکرار می‌شود. لازم به ذکر است که میزان تاثیر ۹۲/۵ تا ۹۳ درصد بر اساس مطالعات انسانی و در ارتباط با سیاه‌زخم پوستی اعلام شده است ولی براساس مطالعاتی که در حیوانات انجام شده است این واکسن بر نوع استنشاقی نیز ممکن است موثر واقع شود. توضیح اینکه در منابع دیگر نیز بر تاثیر واکسن در جلوگیری از بروز سیاه‌زخم استنشاقی تاکید شده است. این واکسن تنها در افراد سالم ۶۵-۱۸ ساله توصیه شده است. ضمناً خانم‌های باردار نباید واکسینه شوند، زیرا در مورد عوارض احتمالی این واکسن در جنین، اطلاعی در دست نمی‌باشد.

از این‌رو محور برنامه‌های کنترلی، جلوگیری از انتقال بیماری به‌صورت مستقیم یا غیر مستقیم به دیگران است. در آنتراکس تنفسی، موضوع انتقال از فرد به فرد بسیار اندک و تقریباً منتفی است. پس به‌صورت خلاصه اقدامات شامل موارد زیرند:

۱. درمان بیماران ( داروی انتخابی: سیپروفلوکساسین)
۲. پروفیلاکسی برای افراد در تماس (به مدت دو ماه برای کسانی که از قبل واکسینه نشده‌اند).
۳. ضدعفونی محیط با محلول فرمالین یا کلرینه ۱۰٪.
۴. دفن بهداشتی البسه و وسایل آلوده بیماران
۵. اعمال محدودیت عبور و مرور در منطقه (به‌دلیل ماندگاری اسپور در خاک برای مدت طولانی)
۶. اطلاع‌رسانی به دیگر مناطق و مراکز بهداشتی
۷. واکسیناسیون

واکسن عاری از باکتری سیاه‌زخم تهیه‌شده از آنتی‌ژن محافظت‌کننده در دسترس می‌باشد و بایستی در افرادی که در معرض خطر ابتلا به بیماری قرار دارند مصرف شود.

واکسن را می‌توان بلافاصله پس از استنشاق اسپور همراه با شیمیوپروپیلاکسی بعد از تماس نیز استفاده کرد.

### ۱۵-۹-۳- اقدامات بهداشتی (پیشگیری و کنترلی) بیماری طاعون

#### (Plague) (به‌عنوان عامل سوم سناریوی تهدید زیستی)

طاعون نوعی بیماری عفونی باکتریال مشترک بین انسان و حیوان است که در طول تاریخ، انسان‌های زیادی را به هلاکت رسانده است. تجربیات گذشته نشان داده است که گاهی کانون‌های فعال طاعون به مدت ده سال یا بیشتر، غیرفعال و خاموش گردیده و ناگهان و به‌صورت انفجاری، مجدداً فعال و موجب ابتلاء جوندگان یا انسان شده و این واقعه به کرات در بعضی از کانون‌های طبیعی رخ داده است. بنابراین، جا دارد که مخصوصاً در کانون‌های غرب و شمال غربی ایران مورد توجه دانشگاه‌های علوم پزشکی قرار گیرد تا نه‌تنها در صورت طغیان، آمادگی لازم جهت رویارویی با موارد بیماری وجود داشته باشد، بلکه با بهره‌گیری از اطلاعات همه‌گیری‌شناسی بیماری، به کنترل عوامل مساعدکننده آن پرداخته شود.

از آنجا که عامل طاعون به‌عنوان یکی از جنگ‌افزارهای زیستی نیز مطرح می‌باشد، لازم است از این نظر نیز مورد توجه قرار گیرد، زیرا طبق گزارش سازمان جهانی بهداشت در صورتی که حدود ۵۰ کیلوگرم باسیل یرسینیا پستیس (*Yersinia Pestis*) را به‌صورت افشانه، آئروسل، بر فراز شهری با جمعیت پنج میلیون نفر رها سازند حدود صد و پنجاه هزار نفر از سکنه آن شهر دچار پنومونی طاعونی شده و قریب سی و شش میلیون نفر از آنان جان خود را از دست خواهند داد. عده کثیری از آنها به شهرها و مناطق دیگری گریخته و موجب انتشار پیشرونده بیماری می‌گردند. ضمناً بر اساس اطلاعات موجود، کشورهای نظیر روسیه و آمریکا این جنگ‌افزارها را از سال‌ها قبل ساخته و انباشته‌اند. عامل اتیولوژیک بیماری، یرسینیا پستیس است که نوعی



کوکوباسیل گرم منفی از خانواده آنتروباکتریاسه‌ها می‌باشد و در صورتی که با رنگ‌های راییت، گیمسا یا وایسون، رنگ‌آمیزی شود در زیر میکروسکوپ به صورت دو قطبی دیده می‌شود. این باسیل فاقد اسپور است و در مقابل شرایط محیطی، چندان مقاوم نمی‌باشد و در محیط طبیعی به سرعت از بین می‌رود. اگرچه همین عامل در نسوج یخ‌زده حیوانات مبتلا می‌تواند بیش از یک سال باقی بماند.

### - پیشگیری و کنترل طاعون

۱. پیشگیری اولیه به منظور حفظ سلامت افراد سالم
  ۲. آموزش مردم در مناطق بومی در خصوص راه‌های انتقال بیماری، نحوه کنترل موش و اهمیت محافظت از گزش کک و از بین بردن کک‌های موجود در بدن سگ و گربه در مناطق بومی
  ۳. کاهش جمعیت موش‌ها با مسموم کردن آن‌ها به منظور تامین بهداشت محیط
  ۴. کنترل موش‌ها در کشتی‌ها و اسکله‌ها و انبارها
  ۵. واکسیناسیون افراد در معرض خطر نظیر کارکنان آزمایشگاه‌هایی که با باسیل طاعون در تماس می‌باشند و ساکنین مناطقی که میزان بروز طاعون زیاد است و یا کسانی که به آن مناطق مسافرت می‌نمایند.
- واکسن طاعون، نوعی واکسن کشته‌شده است که به صورت ۲ دوز اولیه به فاصله سه ماه تزریق می‌شده و سپس هر شش ماه، یک‌بار اقدام به تزریق یادآور آن می‌نمودند. با توجه به ایمنی کوتاه‌مدت و محدود ناشی از آن، WHO مصرف این واکسن را تنها در شرایط زیر توصیه نموده است:

- کارکنان آزمایشگاهی که در تماس احتمالی با باسیل طاعون هستند
- کارکنان بهداشتی که در مناطق اندمیک طاعون فعالیت دارند

ضمناً توصیه شده است از این واکسن صرفاً به منظور پیشگیری از بیماری استفاده شود و طی همه‌گیری‌ها به منظور کنترل بیماری نباید مورد استفاده قرار گیرد. تولید واکسن کشته‌شده طاعون از سال ۱۹۹۹ متوقف شده است. این واکسن در پیشگیری یا تعدیل سیر طاعون خیارکی موثر بوده ولی تاثیر آن بر پنومونی اولیه طاعونی به اثبات نرسیده است. آموزش ساکنین نواحی آنزوتیک طاعون در مورد روش‌های انتقال بیماری به انسان، اقدام اصلی بهداشت عمومی در مراحل قبل از فصل فعالیت طاعون و سرتاسر آن می‌باشد و لذا افرادی که در ارتباط شغلی یا به منظور تفریح، وارد نواحی اندمیک می‌شوند و در مخاطره تماس با جوندگان یا کک آنها و یا دیگر حیوانات احتمالاً آلوده قرار دارند باید آگاهی کافی از خطرات طاعون داشته و احتیاط‌های لازمه را به عمل آورند.

#### – پیشگیری از عفونت اطراف و داخل اماکن مسکونی

الف) جلوگیری از تماس جوندگان با مواد غذایی و اماکن انسانی  
 ب) جستجوی کک و دور ساختن آن از بدن حیوانات دست‌آموز  
 در رابطه با جلوگیری از تماس جوندگان با مواد غذایی و اماکن انسانی باید به موارد زیر، توجه داشته باشیم:

- ۱) جلوگیری از تجمع علوفه و چوب در نزدیکی محل سکونت
- ۲) از بین بردن علوفه اطراف منازل، انبارها و نواحی گردش و بازی
- ۳) معدوم کردن مواد زائد و فضولات به روش بهداشتی
- ۴) نگهداری غلات در ساختمان‌ها و انبارهای غیر قابل نفوذ جوندگان در نواحی دور از محل سکونت و بازی کودکان.

در رابطه با جستجوی کک و دور ساختن آن از بدن حیوانات دست‌آموز، توصیه شده است حداقل هفته‌ای یک بار به‌ویژه در گربه‌ها، بچه گربه‌ها و توله سگ‌هایی که در

ارتباط با کودکان قرار دارند این جستجو تکرار شود. لازم به ذکر است که در مناطقی که طی سال‌های اخیر، طاعون مشاهده نشده است، بررسی سرولوژیک گوشتخواران وحشی، شاخص ضروری برای وجود یا عدم وجود طاعون فعال در جوندگان وحشی است. ضمناً می‌توان حیوانات مرده را از نظر علت مرگ، مورد بررسی قرار داد و همچنین در مناطق شناخته‌شده وقوع فعالیت طاعون آنزوتیک، افزایش میزان مرگ‌ومیر حیوانات بایستی به‌عنوان دلیلی از فعالیت طاعون، مظنون واقع شود و نمونه‌برداری از اجساد حیوانات، جهت بررسی طاعون به‌عمل آید.

### - کنترل عفونت

قبلاً توصیه می‌شد همهٔ تماس‌یافتگان نزدیک با پنومونی طاعونی که از مصرف داروی پیش‌گیرنده امتناع ورزیده‌اند، ایزوله شوند ولی در حال حاضر با توجه به اینکه پنومونی طاعونی در سطح وسیع و با سرعت زیادی منتشر نمی‌شود، این اقدام را لازم ندانسته و توصیه کرده‌اند اینگونه افراد را باید از نظر بروز تب و سرفه طی هفت روز اول بعد از تماس، به دقت تحت نظر قرار دهیم و تنها در صورت بروز علائم به درمان سریع آنان اقدام کنیم. تجربیات جدید در مورد انتقال پنومونی طاعونی از فردی به فرد دیگر، محدود و اندک است و اطلاعات ناچیزی در این زمینه وجود دارد. شواهد موجود حاکی از آن است که انتقال فرد به فرد از طریق قطرات تنفسی، صورت می‌گیرد و انتقال از طریق ذرات قطره‌ای، شرح داده نشده است. طی همه‌گیری پنومونی طاعونی که در اوایل قرن گذشته حادث گردیده است، استفاده از ماسک به‌وسیله تماس‌یافتگان نزدیک، مانع انتقال شده است و لذا بر این اساس در حال حاضر نیز استفاده از ماسک جراحی به‌منظور پیشگیری از انتقال پنومونی طاعونی در تماس‌یافتگان نزدیک، توصیه می‌شود. در صورتی که کمتر از ۴۸ ساعت از شروع درمان آنتی‌بیوتیکی در افراد مبتلا به پنومونی طاعونی می‌گذرد، افرادی که با آنان زندگی می‌کنند یا در تماس نزدیک با آنها

هستند علاوه بر دریافت داروی پیش‌گیرنده، لازم است احتیاط‌های تنفسی را مراعات نموده و از ماسک جراحی استفاده کنند. علاوه بر آن، توصیه شده تا قبل از اینکه ۴۸ ساعت از شروع درمان پنومونی طاعونی بگذرد و آثار بهبود بالینی ظاهر شود، از تماس‌های غیرضروری با این بیماران اجتناب شود. همچنین از سایر احتیاط‌های تنفسی، نظیر استفاده از گان، دستکش و عینک محافظت‌کننده نیز استفاده نمایند. لازم است بیماران مبتلا به پنومونی طاعونی طی ۴۸ ساعت اول بعد از شروع آنتی‌بیوتیک و تا زمان ظهور اولین علائم بهبودی بالینی، همچنان ایزوله باشند ولی در صورتی که به دلیل ازدحام بیماران امکان ایزولاسیون فردی وجود نداشته باشد، پس از شروع درمان می‌توان این بیماران را در اتاق‌های مشترک نیز بستری نمود. به هنگام جابجایی بیماران لازم است خود بیماران نیز از ماسک استفاده کنند. اتاق‌های بیمارستانی محل بستری شدن این بیماران بایستی پاکسازی نهایی شود و لباس‌ها و وسایل آغشته به مایعات و ترشحات بیماران باید طبق روتین بیمارستان، ضدعفونی گردد.

### - پاکسازی محیط از باسیل طاعون

هیچ‌گونه دلیلی مبنی بر اینکه باقی ماندن باسیل طاعون در محیط اطراف بتواند باعث آلودگی محیط و تهدید بهداشتی شود، وجود ندارد، چرا که این باسیل، فاقد اسپور است و لذا نسبت به شرایط محیطی، بسیار حساس بوده و برخلاف اسپور باسیلوس آنتراسیس، سریعا از بین می‌رود و از این گذشته، یرسینیا پستیس در برابرتابش نور خورشید و حرارت، بسیار حساس است و مدت زیادی در خارج از بدن میزبان، زنده نمی‌ماند. در مجموع هرچند بر اساس بعضی از مطالعات، عامل طاعون تا مدتی در خاک زنده می‌ماند ولی حتی تحت این شرایط، هیچ خطری انسان را تهدید نمی‌کند و در صورت آلودگی محیط با افشانه حاوی باسیل طاعون، نیازی به پاکسازی محیط

نمی‌باشد. طبق نظر خبرگان سازمان جهانی بهداشت، حتی در بدبینانه‌ترین وضعیت، افشانه‌های حاوی باسیل طاعون فقط به مدت یک ساعت فعال باقی خواهند ماند و لذا در یک حمله بیوتروریستی مخفیانه، قبل از اینکه اولین مورد پنومونی طاعونی عارض شود باسیل‌های موجود در افشانه آلوده، از بین خواهند رفت.

جداسازی بیماران و آغشته کردن البسه و وسایل آنها با حشره‌کش‌های موثر بر کک‌های محلی، در مبتلایان به طاعون خیارکی که فاقد سرفه هستند و تصویر رادیوگرافی ریه آنها طبیعی است، اجتناب از تماس با ترشحات خیارک‌ها به مدت سه روز بعد از شروع درمان، کافی است. از طرفی مبتلایان به طاعون ریوی بایستی تا ۴۸ ساعت بعد از شروع درمان و یا تا زمان منفی شدن کشت خلط، به‌طور مطلق ایزوله شوند.

لازم به ذکر است که طاعون پنومونیک، از فردی به فرد دیگر و از طریق قطرات آلوده منتقل می‌شود، نه به‌وسیله افشانه‌های آلوده و لذا در تماس‌های خیلی نزدیک امکان‌پذیر است و شواهدی مبنی بر بقای ارگانسیم‌ها در محیط و انتقال از طریق جریان هوا و انتقال در محیط کار و منزل و امثال آن در دست نمی‌باشد.

#### - شیمیوپروپرفیلاکسی بعد از تماس

در صورت وقوع همه‌گیری پنومونی طاعونی، کلیه افرادی که دچار تب ۳۸/۵ درجه سانتیگراد یا بالاتر هستند یا اخیراً دچار سرفه شده‌اند لازم است سریعاً تحت پوشش آنتی‌بیوتیک تزریقی قرار گیرند و در صورت موجود نبودن داروی تزریقی یا امکانات تزریق، می‌توان دارو را از طریق دهان نیز مصرف کرد. در چنین مواردی در صورتی که طفل شیرخواری دچار تاکی پنه باشد نیز لازم است سریعاً تحت پوشش آنتی‌بیوتیکی قرار گیرد. برای یافتن افراد در معرض خطری که احتمالاً نیاز به اقدامات پیش‌گیرنده دارند نیز باید اقدام لازم انجام شود. افراد فاقد علائم بالینی که در تماس خانوادگی یا

بیمارستانی یا سایر تماس‌های نزدیک (تماس نزدیک عبارت‌است از تماس با بیمار از فاصله کمتر از ۲ متر) با افراد مبتلا به پنومونی طاعونی درمان نشده بوده‌اند نیز لازم است به مدت ۷ روز تحت پوشش پروفیلاکسی دارویی قرار گیرند و از نظر بروز تب و سرفه، تحت نظر باشند.

#### ۱۵-۹-۳-۴- اقدامات بهداشتی (پیشگیری و کنترلی) بوتولیسم

##### **(Botulism)** (به‌عنوان مهم‌ترین عامل سناریویی توکسینی تهدید زیستی)

بوتولوس (Botulus) در زبان لاتین، به معنی سوسیس است و علت نام‌گذاری این بیماری آن‌است که در اواخر قرن هیجدهم، ۱۳ نفر از شهروندان Wildbad واقع در جنوب آلمان، سوسیس بزرگی را مشترکاً مصرف نموده و همگی دچار این بیماری گردیده، شش نفر آنان تلف شدند و لذا از آن پس چنین نامی را برای این بیماری برگزیدند. بوتولیسم نوعی بیماری عفونی همراه با فلج شل پایین‌رونده است که در اثر توکسین بوتولینیوم (Botulinum) تولیدشده به‌وسیله گونه‌های کلستریدیوم و به‌ویژه کلستریدیوم بوتولینیوم، ایجاد می‌شود. هرچند این بیماری سابقه دیرینه دارد و اشکال مختلف بالینی و راه‌های انتقال آن به خوبی شناخته‌شده و توصیف گردیده است ولی با توجه به اینکه اخیراً از توکسین بوتولینیوم به‌عنوان جنگ‌افزار زیستی نیز استفاده کرده و راه خودساخته انتشار عمدی از طریق افشانه‌های آئروسول‌آلوده را نیز به راه‌های انتقال طبیعی افزوده و بدینوسیله بهداشت عمومی را به مخاطره‌انداخته‌اند، لازم است ضمن مرور بر دانسته‌های قبلی پزشکی در زمینه این بیماری، به جنبه‌های پزشکی و بهداشتی مرتبط با خاصیت جنگ‌افزاری این عامل نیز توجه شود و با عنایت به مخاطرات احتمالی، در برنامه‌های آموزشی، اعم از نوآموزی و بازآموزی، مورد تاکید قرار گیرد. تولید و استفاده از توکسین بوتولینیوم به‌عنوان یک جنگ‌افزار زیستی احتمالی، حداقل از حدود ۶۰ سال قبل شروع شده است؛ به‌طوری‌که مسئول جنگ‌های زیستی ژاپن،

کشت کلوستریدیوم بوتولینیوم را که خاصیت کشندگی داشته است به خورد زندانیان شهر منچوری چین می‌داده است. برنامه جنگ زیستی ایالات متحده برای اولین بار طی دوران جنگ جهانی دوم، توکسین بوتولیسم را تولید نمود و همچنین با توجه به نگرانی ناشی از تولید جنگ‌افزار بوتولیسم به‌وسیله آلمان‌ها، تعداد یک میلیون دوز واکسن توکسوئید بوتولیسم را نیز مهیا کرد. ضمناً در کشورهای دیگر جهان نیز به‌منظور ساختن سلاح زیستی بوتولیسم، اقداماتی انجام‌شده است. هرچند کنوانسیون منع سلاح‌های زیستی و سمی در سال ۱۹۷۲ تولید سلاح‌های زیستی و تحقیقات مربوطه را منع نموده است ولی بعضی از امضا کنندگان این پیمان نظیر عراق و شوروی سابق، بعداً دست به تولید توکسین بوتولیسم زدند. بعد از جنگ خلیج فارس در سال ۱۹۹۱، عراق به بازرسان سازمان ملل اعتراف نمود که مقدار نوزده هزار لیتر توکسین متراکم بوتولیسم را تولید و حدود ده هزار لیتر آن را به‌منظور استفاده جنگ‌افزاری، مهیا کرده است و این در حالیست که ۱۹ هزار لیتر توکسین بوتولیسم، در واقع سه برابر مقداری است که برای از بین بردن همهٔ انسان‌ها در سطح جهان لازم است.

علاوه‌براین‌ها، تروریست‌ها ممکن است به آلوده کردن مواد غذایی با توکسین بوتولیسم نیز بپردازند و لذا سوء استفاده از این توکسین در مواد غذایی، ممکن است باعث یک همه‌گیری واحد در یک جمعیت محدود شود و یا موجب بروز طغیان‌های جداگانه و متعددی در بین افراد جامعه گردد. هوشیاری و نظارت دقیق پزشکان بالینی بر وقوع اینگونه موارد، مسئولین بهداشتی را در کنترل سریع همه‌گیری، یاری خواهد داد. کلوستریدیوم بوتولینیوم، باسیل بی‌هوازی مولد اسپوری است که به‌طور طبیعی در خاک یافت می‌شود و به آسانی از خاک قابل کشف می‌باشد. گونه کلوستریدیوم بوتولینیوم، از نظر ژنتیک، شامل چهار گروه مختلف می‌باشد؛ به طوری که فقط از نظر تولید توکسین، شبیه یکدیگر هستند و از نظر سایر ویژگی‌ها متفاوتند. توکسین

بوتولیسم از هفت تیپ آنتی‌ژنیک تشکیل شده است که آن‌ها را با حروف A تا G نامگذاری نموده‌اند.

### - پیشگیری و کنترل بوتولیسم

#### پیشگیری اولیه به منظور حفظ سلامتی افراد سالم

ارتقاء آگاهی‌های بهداشتی مردم در مورد این بیماری اعم از راه‌های انتقال و علائم بالینی اولیه آن و تاکید بر اینکه هرگز از مواد غذایی که یک بار حرارت دیده و سپس در محیط خارج، (یخچال یا داخل فریزر) سرد گردیده و یا به کنسرو تبدیل شده است بدون گرم کردن مجدد استفاده نکنند و با مشاهده اولین علائم بیماری هرچه سریع‌تر به مراکز بهداشتی - درمانی مراجعه کنند، از اهمیت بهداشتی والایی برخوردار است و حداقل از بروز بوتولیسم ناشی از مسمومیت طبیعی یا عمدی مواد غذایی می‌تواند پیشگیری کند؛ که اساس پیشگیری اولیه را تشکیل می‌دهد و در صورتی که خود بیماران با بهره‌گیری از آموزش‌های قبلی، با بروز اولین علائم بالینی در اسرع وقت به پزشکان آگاه، مراجعه کنند بدون شک، در اغلب موارد، موجبات نجات جان خود و سایر افراد جامعه در معرض خطر را فراهم خواهند نمود و به اهداف پیشگیری ثانویه نیز جامه عمل خواهند پوشاند. یخچال‌گذاری مواد غذایی، تاثیر ناچیزی بر سرکوب کلوستریدیوم بوتولینیوم اعمال می‌کند، به طوری که در دمای کمتر از ۳ درجه سانتیگراد، رشد همه سویه‌های باکتری متوقف می‌شود ولی در دماهای بالای ۱۰ درجه سانتیگراد به رشد خود ادامه می‌دهند. از طرفی اسپور و توکسین تولیدشده در دماهای پایین به مدت نامحدودی زنده و فعال باقی می‌مانند. پیشگیری از بوتولیسم در حضور آنتی‌بادی خنثی کننده در سرم انسان، امکان‌پذیر است و لذا ایمنی انفعالی را با تجویز آنتی‌توکسین اسبی یا ایمونوگلوبولین هیپر ایمیون انسانی و ایمنی فعال را با تجویز توکسوئید بوتولینیوم، می‌توان القا نمود.



استفاده از آنتی‌توکسین به‌منظور پروفیلاکسی بعد از تماس، با توجه به کمیاب بودن و حساسیت‌زایی این فراورده، محدود می‌باشد و لذا با عنایت به خطرات این فراورده در مورد اینکه آیا لازم است به‌منظور پروفیلاکسی بعد از تماس در افرادی که احتمال ورود توکسین بوتولیسم به بدن آن‌ها وجود دارد و هنوز دچار بیماری نشده‌اند، مورد استفاده قرار گیرد یا خیر، اطمینان کافی وجود ندارد. ولی طی مطالعه محدودی، تعداد هفت میمونی را که در معرض افشانه توکسین بوتولیسم قرار گرفته بودند قبل از بروز علائم بالینی، تحت پوشش آنتی‌توکسین قرار دادند و مشاهده کردند که همگی زنده ماندند در حالی که از چهار میمونی که در شرایط مشابهی آلوده گردیده و پس از ظاهر شدن علائم نرولوژیک، تحت درمان با آنتی‌توکسین مزبور قرار گرفتند دو مورد آن‌ها تلف شدند. از طرفی همه میمون‌هایی که آنتی‌توکسین را قبل از قرار گرفتن در معرض افشانه آلوده، دریافت کرده بودند نیز هیچیک از علائم این بیماری را نشان ندادند. در حال حاضر با توجه به منافع و مضرات آنتی‌توکسین بوتولیسم، طی طغیان‌های ناشی از مصرف مواد غذایی آلوده، افراد مواجه یافته بدون علامت را از نزدیک تحت نظارت قرار داده با ظهور اولین علائم بالینی بیماری، آنتی‌توکسین را سریعاً به آنان تجویز می‌کنند که چنین اقدامی را طی انتشار عمدی توکسین بوتولیسم نیز می‌توان انجام داد.

مرکز کنترل بیماری‌ها در ایالات متحده، نوعی توکسوئید پنج ظرفیتی (ABCDE) را برای استفاده اضطراری کارکنان آزمایشگاه‌ها و افراد ارتش آن کشور تهیه نموده و یک واکسن نو ترکیب را نیز در دست تهیه دارد. ضمناً توکسوئید پنج ظرفیتی به مدت بیش از ۳۰ سال به‌منظور ایمن‌سازی بیش از ۳۰۰۰ نفر از کارکنان آزمایشگاه‌ها در بسیاری از کشورهای جهان مصرف شده است. هرچند از نقطه نظر تئوریک، ایمن‌سازی مردم با توکسوئید بوتولیسم، باعث رفع خطر بوتولیسم ناشی از توکسین‌های A تا E می‌شود ولی ایمن‌سازی گسترده، نه آسان است و نه مطلوب؛ زیرا کمبود توکسوئید و

نادر بودن بیماری طبیعی، مصرف این فراورده را محدود می‌نماید و بنابراین در حال حاضر پروفیلاکسی قبل از تماس برای افراد جامعه، نه توصیه می‌شود و نه امکان‌پذیر است. یادآور می‌شود که توکسوئید بوتولیسم در عرض چند ماه باعث ایجاد مصونیت می‌شود و لذا به‌منظور پروفیلاکسی بعد از تماس، مناسب نمی‌باشد.

### - آلودگی زدائی

علیرغم قوی بودن توکسین بوتولیسم، مقاومت آن بسیار کم است و به‌سرعت خنثی می‌گردد، به‌طوری‌که در هوا در عرض ۱۲ ساعت و در مقابل تابش نور خورشید در عرض ۱-۳ ساعت خنثی می‌شود. ضمناً حرارت ۸۰ درجه سانتیگراد در عرض ۳۰ دقیقه و ۱۰۰ درجه سانتیگراد در عرض چند دقیقه باعث خنثی نمودن آن می‌گردد. همچنین در آب‌های حاوی ۳ میلی‌گرم لیتر کلر آزاد به فاصله ۲۰ دقیقه تا بیش از ۹۹/۷٪ و در آب‌های تصفیه شده معمولی که حاوی ۰/۴ درصد کلر آزاد هستند در عرض ۲۰ دقیقه تا ۸۴٪ آن خنثی می‌گردد. بر این اساس، غذاهای آلوده‌ای که حرارت کافی بینند قابل مصرف خواهند بود ولی با این وجود، توصیه شده است همه غذاهایی را که مشکوک به آلودگی هستند باید از دسترس مصرف‌کنندگان خارج نموده و به مسئولین بهداشتی تحویل داد تا مورد آزمایش قرار گیرند.

مدت دوام توکسین بوتولیسمی که از طریق افشانه‌های آلوده در محیط منتشر شده است، بستگی به شرایط جوی و اندازه ذرات افشانه‌ها دارد. به‌طوری‌که افزایش شدید دما و رطوبت، باعث کاهش مقدار توکسین می‌شود و افشانه‌های بسیار ریز نیز سرانجام در هوا پخش شده و رقیق و بی‌اثر می‌گردند و از آنجا که در هر دقیقه ۱٪ توکسین‌های آزاد شده به‌وسیله افشانه‌ها خنثی می‌گردد، کل توکسین آزاد شده در عرض ۲ روز خودبه‌خود خنثی خواهد شد. با توجه به اینکه توکسین‌های منتشر شده از طریق آئروسل در عرض ۲ روز خنثی می‌گردد و اینکه دوره کمون بیماری حدود ۲-۳ روز

است، انتشار مخفیانه افشانه‌های آلوده به توکسین بوتولیسم زمانی کشف می‌گردد که دیگر نیازی به پیشگیری از تماس‌های بعدی نخواهد بود. در صورت تماس با افشانه‌های مشکوک، می‌توان با استفاده از عرق‌گیر، پیراهن، شال‌گردن یا دستمال، بلافاصله جلو صورت را گرفت زیرا توکسین بوتولیسم به پوست سالم نفوذ نمی‌کند ولی قادر به نفوذ به غشاهای مخاطی می‌باشد. ضمناً پس از قرار گرفتن در معرض افشانه‌های آلوده باید به شستن لباس‌ها و پوست بدن با آب و صابون اقدام کرد و اشیاء و سطوح آلوده را در صورتی که نتوان به مدت چند روز به حال خود رها نمود با محلول سفید کننده هیپوکلریت ۰/۰۱ درصد تمیز نمود.

#### - کنترل عفونت

کارکنان پزشکی که در خدمت بیماران مبتلا به بوتولیسم هستند بایستی احتیاط‌های همه جانبه را مراعات کنند ولی نیازی به ایزوله کردن بیماران مبتلا به بوتولیسم نمی‌باشد.

#### - پیشگیری ثانویه به منظور بازگرداندن سلامتی افراد بیمار و جلوگیری از

##### بروز عوارض

کشف سریع طغیان ناشی از بوتولیسم طبیعی یا عمدی، مستلزم ظن قوی بالینی است. تشخیص طغیان بوتولیسم ناشی از رهاسازی افشانه‌های آلوده، کار مشکلی نیست، زیرا در این صورت با تعداد زیادی بیمار که از نظر زمان و مکان، تماس مشترک و مشابهی داشته و فاقد سابقه مصرف غذای مشترک هستند، مواجه می‌شویم؛ هرچند ممکن است شناسایی تماس‌های مشترک در ابتدا به دلیل جابه‌جایی انسان‌ها مشکل باشد.

توجه به نکات زیر ممکن است به تشخیص زودرس بیماری کمک نماید:

- ۱ - عدم وجود تب، مگر زمانی که یک عارضه عفونی حادث شود
- ۲ - قرینه بودن تظاهرات عصبی
- ۳ - هوشیاری و پاسخ‌دهی بیمار
- ۴ - عدم وجود اختلال حسی به استثناء تاری دید
- ۵ - طبیعی بودن ضربانات قلب یا کاهش ضربانات در صورتی که هیپوتانسیون وجود نداشته باشد.

تشخیص بالینی بوتولیسم، با انجام آزمایش‌های اختصاصی که اغلب نیاز به چندین روز وقت دارند تأیید می‌گردد و انجام آزمایش‌های روتین، معمولاً کمکی به تشخیص این بیماری نمی‌کند و بنابراین، تشخیص بالینی، اساس تشخیص زودرس و به‌موقع و پاسخ به یک حمله بیوتروریستی ناشی از بوتولیسم را تشکیل می‌دهد. لذا آزمایشات اختصاصی برای تأیید تشخیص بالینی ضروری است. اطلاع‌رسانی به سایر مراکز بهداشتی - درمانی و تحت نظر گرفتن افراد در تماس و در صورت بروز علائم، تجویز سریع آنتی‌توکسین برای کاهش آسیب‌پذیری مغزی ضرورت می‌یابد.

# فصل شانزدهم

مدیریت بحران تهدیدات  
زیستی



## ۱۶-۱- مقدمه

برنامه مدیریت بحران تهدیدات زیستی و بیوتروریسم بر اساس برنامه ملی تنظیم می‌گردد که داشتن این برنامه ملی سبب روشن شدن نقش سازمان‌های درگیر در مدیریت بحران تهدیدات زیستی است. با توجه به اینکه در برنامه مقابله با تهدیدات زیستی سازمان‌های بسیار متعددی مانند اورژانس، سیستم بهداشت و درمان، آتش‌نشانی، پلیس، هلال احمر، سازمان پدافند غیرعامل، سازمان مدیریت بحران، نیروهای امنیتی، بسیج، شهرداری‌ها و بر اساس نوع و محل حادثه سایر سازمان‌های تخصصی مانند آب و برق و سازمان دامپزشکی و کشاورزی و غیره نیز شرکت دارند، بنابر این ایجاد هماهنگی و مدیریت واحد در حضور این همه نیرو با وظایف مختلف بسیار حیاتی است؛ در غیر این صورت نه تنها بحران مدیریت نخواهد گردید بلکه مشکلات بسیاری بروز خواهد نمود.

برای حل این معضل، کشورهای مختلف مدل‌های متفاوتی را بر اساس شرح وظایف سازمان‌های مسئول و مرتبط در بحران زیستی طراحی نموده و با برگزاری مانورهای مختلف به‌طور ملی و یا منطقه‌ای با کشورهای همسایه اقدام به آزمایش مدل مدیریت بحران طراحی شده نموده و در طی این مانورها و پس از آن با برگزاری جلسات تخصصی و حضور اساتید و کارشناسان فن به بررسی و رفع نواقص احتمالی جهت طراحی برنامه مدیریت بحران نهایی و اجرای آن اقدام می‌نمایند.

در کشور ما نیز برنامه‌های مختلفی ضمن بررسی و بهره‌گیری از تجربیات کشورهای دیگر، برنامه‌های مختلفی توسط سازمان‌های مربوطه برای مدیریت بحران‌های زیستی ارائه شده است و با توجه به تنوع سازمان‌های موجود که می‌توانند در این بحران‌ها نقش ایفا نمایند، پیشنهادات مربوطه از طرف مجاری ذیصلاح مانند شورای امنیت ملی و رئیس جمهور به مراکز ذیربط ارسال شده است. ولیکن با توجه به تغییر مداوم چهره تهدیدات زیستی به دلیل رشد و توسعه شدید علوم و فناوری‌های زیستی

لازم است ضمن تدوین برنامه ملی مقابله با تهدیدات زیستی، برنامه مدیریت بحران مناسب آن نیز طراحی و مورد آزمایش و ارزیابی قرار گیرد. جهت اجرای این امر موارد زیر الزامی است:

- تدوین برنامه ملی دفاع زیستی و پدافند غیرعامل تهدیدات زیستی و بیوتروریسم
- مشخص شدن متولی اصلی برنامه دفاع زیستی
- مشخص شدن سازمان‌های مسئول در برنامه و نقش هر کدام در عرصه عملیات
- تنظیم دستورالعمل‌های عملیاتی هر سازمان و تعریف دقیق شرح وظایف تخصصی، امکانات، تجهیزات، آموزش و تربیت پرسنل تخصصی مقابله با تهدیدات زیستی
- مشخص شدن برنامه مدیریت بحران دفاع زیستی در دوسطح نیروهای غیر نظامی و نظامی
- تشکیل بانک ملی اطلاعات حوادث زیستی جهت رصد دائمی تحولات، اخبار و حوادث زیستی جهان به منظور شناسایی تهدیدات
- ایجاد سیستم و توسعه سیستم هشدار آنی تهدیدات زیستی در منطق حیاتی، حساس و مهم کشور
- ایجاد آزمایشگاه‌های مرجع ملی، استانی، و آزمایشگاه‌های سیار تشخیص عوامل زیستی
- تاسیس، تامین و تهیه تجهیزات و اقلام مورد نیاز برنامه
- تقویت اصول پدافند غیرعامل تهدیدات زیستی
- آموزش نیروها در مورد تهدیدات زیستی و روش‌های مقابله با آن و جنبه‌های تخصصی وظایف هر نیرو
- انجام مانورهای پیوسته و بررسی و آمایش آن
- رفع نواقص برنامه عملیاتی مدیریت بحران و انجام هماهنگی‌های بیشتر جهت مقابله با تهدید واقعی



با توجه به نقش حیاتی سیستم بهداشت و درمان و به خصوص اورژانس و هلال احمر به عنوان سنگر مقدماتی مقابله با تهدیدات زیستی انسانی، ضرورت آموزش مداوم و آمادگی مجموعه سیستم بهداشت و درمان جهت شرکت فعال در برنامه مدیریت بحران و اجرای گام‌های پیشگیری، تشخیص، درمان و بازتوانی و همچنین تجهیز بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی و درمانی به تجهیزات لازم مندرج در پیوست‌های برنامه ملی دفاع زیستی و برنامه‌های دفاع زیستی هر سازمان جزو ضروریات اصلی موفقیت در مقابله با بحران تهدیدات زیستی است.

تجربه وقوع همه‌گیری‌های مختلف در کشور در سال‌های گذشته نشان داده است که کشور ما واجد زیرساخت‌های بسیار ارزشمند و همچنین متخصصین، تجهیزات و امکانات مقابله با این تهدیدات در صورت داشتن برنامه ملی و سازمانی و تدوین دستورالعمل‌های لازم و همچنین اجرای مانورهای مشترک برای مقابله با این بحران‌ها می‌باشد.

توزیع گسترده شبکه‌های بهداشت و درمان در شهرها و روستاهای کشور و همچنین وجود شبکه، اورژانس بسیج جامعه پزشکی، هلال احمر و سایر نیروهای مرتبط با مقابله با بیماری‌های عفونی و سمی، زمینه مساعدی است تا با تدوین برنامه ملی مقابله با تهدیدات زیستی و به خصوص تنظیم برنامه و دستورالعمل‌های ویژه هر سازمان در قالب برنامه مدیریت بحران کشوری، زمینه و آمادگی کشور برای مقابله با بحران‌های زیستی وجود دارد. بدین منظور توصیه می‌گردد سازمان‌های مسئول در برنامه مدیریت بحران و پدافند غیرعامل ضمن تنظیم برنامه و دستورالعمل‌های عملیاتی خود، با آموزش و تربیت نیروها با افزایش آمادگی جهت مقابله با این تهدیدات سبب افزایش توان ملی و کاهش آسیب‌پذیری گردند. نهادینه کردن این امر در بدنه اجرایی بهداشت و درمان سبب توسعه و اجرای برنامه‌ها براساس مولفه‌های پدافند غیرعامل و در نهایت، کاهش آسیب‌پذیری این نهاد مهم در بحران‌های طبیعی و یا بروز جنگ می‌گردد.

به‌طور کلی هرگونه اقدامی که سبب افزایش بهداشت و سلامت فردی و اجتماعی، استمرار خدمات بهداشت و درمان و کاهش آسیب‌پذیری در مقابل بحران‌ها و خدمات‌رسانی مناسب در طی بحران‌ها و جنگ گردد، پدافند غیرعامل در نظام سلامت است. این اقدامات نه تنها شامل اصول اساسی پدافند غیرعامل است - که در ادامه به برخی از آنها اشاره خواهد شد - بلکه شامل همه اقدامات علمی، تحقیقاتی و فنی است که سبب توانمندی و اقتدار ملی در عرصه‌های علوم و فناوری، خوداتکایی در عرصه‌های پیشگیری، تشخیص، درمان و بازتوانی است. اقتدار و توانمندی هر کشوری نتیجه پیشرفت‌های علمی و فنی است. پیشرفت علمی در عرصه‌های بهداشت و درمان سبب کاهش صدمات و آسیب‌ها در نتیجه سوانح و حوادث و بحران‌ها می‌گردد. توسعه فرهنگ‌ایمنی فردی و جمعی و حفاظت، نقش مهمی در کاهش آسیب‌پذیری در حوادث و بلایا، حتی در سوانح انسان‌ساز مانند جنگ دارد.

به‌عنوان مثال ژاپن کشوری با بیشترین میزان وقوع زلزله به‌دلیل توسعه فرهنگ‌ایمنی فردی و جمعی و مقاوم‌سازی تاسیسات، کمترین میزان تلفات را در مقایسه با کشورهای دیگر دارد. این امر نشان‌دهنده اهمیت فرهنگ‌سازی ایمنی و نهادینه کردن آن در بین مدیران و مردم است.

ولی سؤال اساسی و مهم این است که با معرفی شاخص‌های ذکرشده به‌عنوان اصول پدافند عامل آیا همه آنان در تقویت ساختار و نظام بهداشت و درمان و استمرار خدمات در شرایط بحران نقش دارند و به‌طور مشخص‌تر، چه اصولی از پدافند غیرعامل جهت کاهش آسیب‌پذیری این نهاد مهم باید مد نظر مدیران، مسئولین، کادرهای اجرایی، متخصصین، پزشکان، پرستاران و سایر افراد مرتبط باشد.

در پاسخ به این سؤال، لازم به اشاره مجدد است که هدف از اجرای اصول پدافند غیرعامل، کاهش خسارات و آسیب‌پذیری به تاسیسات، تجهیزات و نیروهای انسانی در نتیجه بحران‌های طبیعی و تهاجم دشمن جهت استمرار ارائه خدمات

بهداشت و درمان و سایر وظایف محوله به نظام سلامت یک کشور است. حال هر اقدامی که بتواند ما را در دستیابی به این هدف مهم یاری نماید را می‌توان اصول و روش‌های پدافند غیرعامل دانست.

برای اجرای این تمهیدات ابتدا باید اقدام به شناسایی موارد زیر نمود:

- ۱- شناسایی تهدیدات
- ۲- اولویت‌بندی تهدیدات
- ۳- کاهش تهدیدات
- ۴- شناسایی آسیب‌پذیری‌ها
- ۵- کاهش آسیب‌پذیری‌ها

## ۱۶-۲- شناسایی تهدیدات

شاید مهم‌ترین گام در برنامه دفاعی هر کشور و همچنین در پدافند غیرعامل، شناسایی تهدیدات است. بدون شناسایی تهدیدات نمی‌توان برنامه‌ریزی برای آماده‌سازی و یا مقابله انجام داد. نظام بهداشت و درمان نیز در صورت بروز بحران - چه طبیعی و چه رخداد جنگ - با تهدیدات مختلفی مواجه است و باید بتواند به نحوی پیش‌بینی گردد که آمادگی لازم جهت برخورد و مدیریت بحران و استمرار خدمات و انجام وظایف خود را داشته باشد. به‌عنوان مثال، با بروز حوادث و سوانح طبیعی مانند سیل و زلزله، آسیب‌های جدی به تاسیسات، تجهیزات و انسان‌ها و همچنین منابع کشاورزی و دامی وارد می‌گردد.

از جمله این آسیب‌ها، خسارت به مراکز اصلی و یا فرعی خدمات بهداشت و درمانی است که خود سبب از هم گسیختن زنجیره خدمات‌رسانی به مردم می‌گردد. در صورت عدم آمادگی سیستم بهداشت و درمان، در چنین شرایطی نه‌تنها قادر به ارائه

خدمات نیست بلکه با آسیب دیدن تاسیسات، تجهیزات و نیروی انسانی، بحران تشدید می‌گردد.

پس در گام اول لازم است این تهدیدات در طراحی، تاسیس و احداث و نگهداری چنین مراکزی مد نظر قرار گیرند. در واقع اگر مطالعات علمی وجود تهدیدات طبیعی مانند سیل و زلزله را مسجل ساخته است باید از ساخت مراکز بهداشتی و درمانی در مکان‌های آسیب‌پذیر جلوگیری کرده و حتی المقدور از اصول مهندسی در مقاوم‌سازی سازه‌های آن جهت مقاومت در چنین حوادثی استفاده شود. بنابراین شناسایی تهدیدات - چه بحران‌های طبیعی و چه تهدیدات نظامی - در طراحی و ساخت تاسیسات اساسی نظام سلامت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با توجه به اینکه شناسایی تهدیدات یک کشور در حیطه وظایف سازمان‌های مختلفی قرار دارد باید هماهنگی لازم برای بررسی این تهدیدات و نقش آن در عرصه بهداشت و درمان صورت گیرد زیرا بدون هماهنگی بین نهادهای مختلف اجرای اصول پدافند غیرعامل عملاً با دشواری مواجه خواهد شد.

شناسایی تهدیدات دارای درجه‌بندی‌های مختلف، است در ابتدا شناسایی تهدیداتی است که مدیریت نظام سلامت یک کشور را تهدید می‌کند و ضعف در سیستم مدیریتی و در واقع، آسیب‌پذیری نظام مدیریتی و عدم وجود برنامه راهبردی و پیش‌بینی‌های لازم در سطح برنامه‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت می‌تواند خسارات جبران‌ناپذیری را در زمان بحران به کشور وارد نماید.

در مرحله بعد، تهدیداتی است که شبکه بهداشت و درمان و ارائه و استمرار خدمات آن را مورد تهدید قرار می‌دهد. تأمین و پشتیبانی، منابع، داروها و تجهیزات و همه آنچه که جهت استمرار خدمات بهداشت و درمان ضرورت دارد باید به‌طور برنامه‌ریزی شده‌ای مورد بررسی قرار گیرد و به نحوی باشد که در شرایط بحران مختل نشود.

آشنایی پرسنل بهداشت و درمان با تهدیدات و آموزش‌های لازم، از جمله مواردی است که در این برنامه مد نظر است. نکته مهمی که باید اشاره گردد این است که با توسعه علوم و فناوری‌ها و تغییرات سیاسی جهان، چهره تهدیدات نیز به‌طور مستمر در حال تغییر است. بنابراین نهادهای مربوطه نیز این تغییرات را در برنامه‌ریزی‌های پدافند غیرعامل خود لحاظ می‌کنند.

### ۱۶-۳- ارزیابی ریسک (خطر)

ریسک عبارت است از احتمال بروز سه مولفه:

#### ۱- تهدید Threat:

حوادث یا فعالیت‌های خارجی نسبت به مجموعه که در شرایطی می‌تواند با هدف قرار دادن نقاط ضعف موجود در مجموعه تاثیرگذار باشد.

#### ۲- آسیب‌پذیری Vulnerabilities:

نقاط ضعف درون مجموعه مورد بررسی که می‌تواند مورد تهدید واقع شود.

#### ۳- تاثیر Impacts:

عواقب کوتاه‌مدت و بلندمدت تاثیر تهدیدات بر نقاط ضعف. بنابراین برای محاسبه میزان خطر، لازم است اطلاعات دقیق ۳ بخش تهدیدات، آسیب‌پذیری و تاثیرات ناشی از آن را به دقت گردآوری و مورد ارزیابی قرار داد. به زبان ساده، ریسک را می‌توان بر اساس مولفه‌های فوق در فرمول زیر خلاصه کرد:

ریسک = تهدید + آسیب‌پذیری + تاثیر

این فرمول بدین معنی است که مجموعه‌ای با میزان تهدیدات، آسیب‌پذیری و یا تاثیرپذیری بالا را می‌توان مجموعه‌ای با ریسک بالا قلمداد نمود. برای محاسبه شدت ریسک لازم است میزان کمی این عوامل در هم ضرب کرد

ریسک = تهدید × آسیب‌پذیری × تاثیر

**Risk = Threat × Vulnerability × Consequences**

اگرچه ترکیب احتمال، تهدید و آسیب‌پذیری است که تاثیر را افزایش می‌دهد ولی میزان آسیب‌پذیری بستگی دارد به وقوع حادثه و میزان تاثیر آن. بنابراین، افزایش دو مولفه اصلی تهدید و آسیب‌پذیری، سبب افزایش جدی ریسک‌پذیری در مقایسه با مجموعه‌هایی با میزان کم یا متوسط دو مولفه اصلی تهدید و آسیب‌پذیری هستند که دارای ریسک پایین و متوسط می‌باشند و در صورتی می‌توان میزان ریسک یک مجموعه را به صفر رساند که حداقل یکی از این دو مولفه مهم صفر گردد.



شکل ۱۶-۱: تاثیر مولفه‌های تهدید و آسیب‌پذیری بر ریسک‌پذیری

### ۱۶-۳-۱- محاسبه میزان ریسک

برای اینکه بتوان از این مدل جهت محاسبه ریسک استفاده نمود، لازم است فاکتورهای موثر در آن (تهدید، آسیب‌پذیری و تاثیرگذاری) مورد بررسی قرار گرفته و به نحوی آنها را کمی نمود. بهترین روش آن است که میزان و یا رده‌بندی این عوامل بر اساس شدت درجه‌بندی و رقم داده شود به‌عنوان مثال:

۳= بالاترین میزان خطر

۲= متوسط

۱= کم

۰= فقدان خطر

بنابراین، میزان ریسک بین صفر تا حداکثر ریسک‌پذیری یا  $(3 \times 3 \times 3)$

خواهد بود.

روش‌های مختلفی برای ارزیابی ریسک یا خطر وجود دارد که عبارت‌اند از:

#### - روش Rolin Gersons

این روش، ارزیابی ریسک را فرآیند برآورد احتمال وقوع یک رویداد و اهمیت یا شدت اثرات زیان‌آور آن در نظر می‌گیرد. روش Sue Cox و Robin Tait، ارزیابی ریسک را در دو بخش تجزیه و تحلیل ریسک و ارزشیابی ریسک در نظر می‌گیرند که ماتریس ارزیابی ریسک بر اساس پیامد و احتمال وقوع خطر استوار است.

– روش Nick w.hurst

این روش ارزیابی ریسک را در قالب برآورد ریسک و ارزشیابی ریسک مورد مطالعه قرار می‌دهد؛ به طوری که در برآورد ریسک، بزرگی ریسک و در ارزشیابی، میزان اهمیت ریسک تعیین می‌شود.

– روش Vincent T.Covello، W.Merkhofer Milery

این روش، فرآیند ارزیابی ریسک را شامل ارزیابی آزادسازی (عوامل ریسک) ارزیابی تماس، ارزیابی پیامد و برآورد ریسک می‌داند.

– روش Ringdahl – Lars Harms

این روش، ارزیابی ریسک را تابعی از احتمال وقوع حادثه و پیامد ناشی از آن در نظر می‌گیرد و آن را به صورت سه دسته ارزیابی غیر رسمی، ارزیابی کیفی و ارزیابی کمی تقسیم‌بندی می‌کند.

۱۶-۴- ماتریکس محاسبه میزان و شدت خطر

در این روش، جدولی شامل دو محور شدت آسیب ناشی از تهاجم و محور آسیب‌پذیری ترسیم می‌گردد. هر محور بر اساس درجات بر حسب میزان از کمترین شدت اثر تا تخریب و ویرانگری شدید در محور شدت اثر تهاجم و در محور آسیب‌پذیری براساس اطلاعاتی که از میزان استحکامات زیرساخت‌ها و سایر عوامل موثر در آسیب‌پذیری، از کمترین میزان آسیب‌پذیری تا خیلی زیاد را وارد می‌کنیم. بنابراین، اگر تهدید جزو دسته و گروه پرخطر با میزان و شدت آسیب‌رسانی و گستره تاثیرات زیاد باشد براساس میزان آسیب‌پذیری کشور و یا سازمان، میزان آسیب وارده را می‌توان درجه‌بندی نمود.



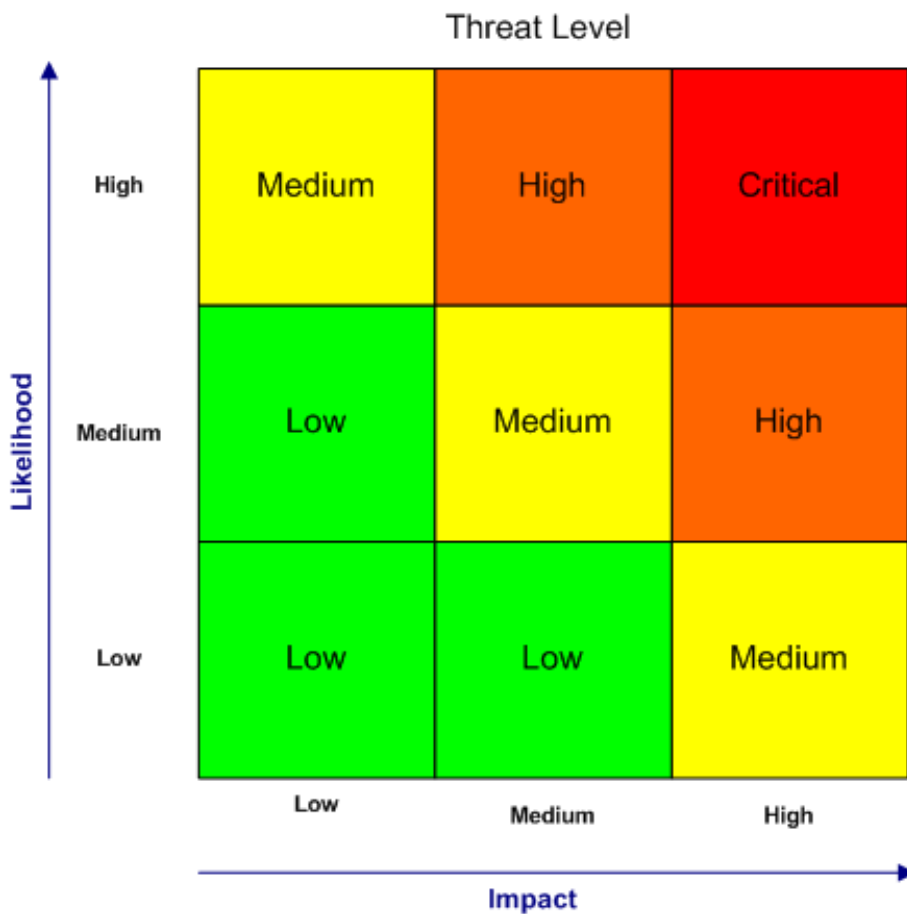
براساس این ماتریکس، میزان صدمات ناشی از تهاجم یا یک عامل خطرناک در مجموعه با آسیب‌پذیری بالا به حداکثر خواهد رسید که در جدول زیر در ستون تقاطع خیلی زیاد با ویرانگر به‌عنوان بالاترین میزان خطر ملاحظه می‌شود. البته رنگ‌های قرمز نشان‌دهنده خطر بالا و سپس رنگ زرد و در نهایت، رنگ سبز برای مجموعه‌هایی است که دارای میزان آسیب‌پذیری کم و در عین حال عامل تهاجم نیز شدت خفیفی دارد.

جدول ۱۶-۱: ماتریکس محاسبه خطر

شدت آسیب	آسیب‌پذیری		
	کم	متوسط	زیاد
ویرانگر	Red	Red	Yellow
شدید	Red	Yellow	Green
قابل توجه	Yellow	Yellow	Green
خفیف	Yellow	Green	Green

در جدول دیگری می‌توان میزان تهدید را با عناصر دیگر مانند شدت اثر و همچنین میزان احتمال وقوع یا تهاجم با این عوامل را قرار داد. احتمال به‌کارگیری، از موضوعاتی است که در ارزیابی خطر و محاسبه تهدید بسیار اهمیت دارد. اینکه چقدر احتمال دارد که بر علیه کشور و یا مجموعه‌ای تهاجم صورت گیرد، خود بخشی از موضوع تهدیدشناسی است. برای اینکه بدانید کشور یا مجموعه نظام سلامت با چه میزان تهدید روبروست این موضوع نیز باید به‌طور مداوم بررسی و مشخص گردد.

همچنان که در جدول دیده می‌شود یک محور به شدت آسیب و محور دیگر به احتمال تهدید و تهاجم اختصاص یافته است. هرچه احتمال تهدید بالاتر باشد و میزان آسیب تهاجم نیز بالا باشد، بنابراین تهدید بالاتر است و بالعکس.



نمودار ۱۶-۱: رابطه بین احتمال تهدید با شدت اثر جهت تعیین سطح تهدید

هرچه میزان توان دفاعی یا پدافند غیرعامل بالاتر باشد، میزان خطر کاهش می‌یابد؛ بنابراین، فرمول ارزیابی خطر را می‌توان به صورت زیر نیز نوشت:

$$\text{خطر} = \text{تهدید} + (\text{آسیب پذیری} - \text{اقدامات دفاعی}) \times \text{تاثیر}$$

### ۱۶-۵- مدیریت خطر

در مدیریت خطر باید تلاش نمود تا این موارد را به شدت مورد توجه قرار داد:

۱- کاهش آسیب‌پذیری (Lower Vulnerabilities)

۲- افزایش اقدامات پدافندی (Countermeasures)

۳- کاهش تاثیر تهاجم (Lower Impact of attack)

با توجه به اینکه عواقب ناشی از تهدید، رابطه مستقیمی با شدت تاثیر عامل و همچنین اهمیت اهداف مورد تهاجم دارد. بنابراین، پیامد یک تهدید معادل است با حاصلضرب این دو عامل مهم. در نتیجه:

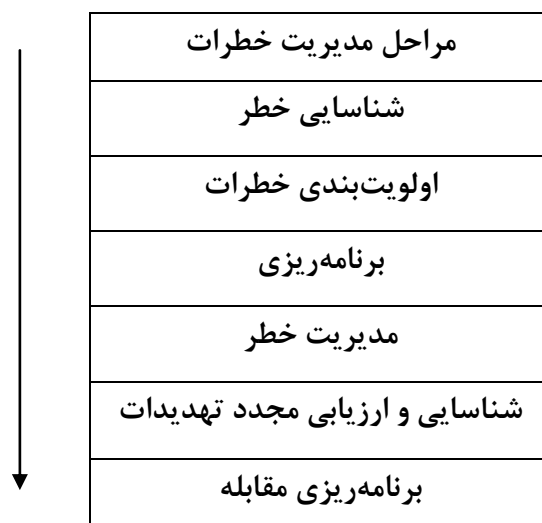
**پیامد تهاجم با حادثه = شدت تاثیر عامل تهدید  $\times$  میزان اهمیت هدف**

برای محاسبه میزان اهمیت هدف مورد نظر معیارهایی مطرح شده است.

بدیهی است اهداف حیاتی و استراتژیک، مراکز حساس و مهم یک کشور و یا یک سازمان از اهمیت بسیار بالایی برخوردارند و قطعاً جزو اهدافی هستند که دشمنان در برنامه تهاجم خود قرار داده‌اند. زیرا آسیب به این مراکز می‌تواند سبب توقف و یا اختلال در امور حیاتی کشور، صدمات اقتصادی شدید، آسیب به جان مردم و همچنین تاثیرات روانی و اجتماعی مهمی شود و این امور باید در برنامه پدافند عامل و همچنین پدافند غیرعامل به شدت مورد توجه باشند. عامل دوم، شدت اثر نوع و ابزاری است که از آن استفاده می‌شود. هرچه عامل خطرناکتر باشد قطعاً آسیب ناشی از آن بیشتر خواهد بود.

### ۱۶-۵-۱- برنامه مدیریت خطرات و اقدامات لازم

همچنان که توضیح داده شد هر کشوری و یا سازمان متولی ارائه خدمات به مردم برای بررسی آسیب‌ها و پیشگیری از آن باید اقدامات زیر را انجام دهد:



نمودار ۱۶-۲: الگوی مدیریت خطرات و اقدامات لازم

### ۱۶-۶- شناسایی آسیب‌پذیری‌ها

پس از شناسایی تهدیدات، لازم است مشخص گردد نظام سلامت کشور و سازمان‌ها و نهادهای وابسته و مراکز ارائه‌دهنده خدمات و منابع چقدر نسبت به این تهدیدات آسیب‌پذیرند. بنابر این لازم است سطوح مراکز شناسایی گردد و مراکز بر اساس حیاتی، حساس و مهم بودن تقسیم‌بندی و بر اساس اولویت مورد مطالعه قرار گیرند. هر مرکز حیاتی، حساس و مهم باید برنامه تهدیدشناسی و آسیب‌پذیری خود را انجام و اقدامات مورد نیازی که اشاره خواهد شد را جهت کاهش آسیب‌پذیری و استمرار خدمات خود در شرایط بحران را انجام دهد. در شناسایی آسیب‌پذیری‌ها باید

آسیب‌پذیری به تاسیسات، تجهیزات و نیروی انسانی مورد بررسی قرار گیرد و تمام مشخصه‌های آسیب سخت و نرم، مطالعه و شناسایی گردد.

آسیب‌های روحی و روانی ناشی از بحران‌ها و جنگ‌ها تاثیرات عمده‌ای در تشدید بحران دارد و جنگ روانی دشمن جهت تشدید تاثیر تهدیدات امری شناخته شده است. در برنامه پدافند غیرعامل نظام سلامت باید برنامه لازم و اقدامات مشخص جهت کاهش این آسیب صورت گیرد. به‌عنوان مثال، بخش مهمی از فعالیت‌های سیستم بهداشت و درمان، آموزش نیروهای انسانی و اطلاع‌رسانی است. آیا در یک بحران، این سیستم دچار نقص و توقف می‌گردد و یا با برنامه‌ریزی مناسب و اتخاذ روش‌های جایگزین در زمان بحران نیز این امر ادامه می‌یابد؟

البته شاید تصور گردد که وظیفه اصلی سیستم بهداشت و درمان در شرایط بحران، حفظ و استمرار خدمات به مصدومین و حادثه‌دیدگان و مردم عادی است؛ ولیکن در شرایط ایده‌آل، استمرار تمام فعالیت‌های آن مدنظر می‌باشد و با اتخاذ روش‌های پدافند غیرعامل می‌توان به این امر دست یافت.

## ۱۶-۷- کاهش آسیب‌پذیری نیروهای انسانی

نیروی انسانی متخصص سیستم بهداشت و درمان نقش حیاتی در ارائه خدمات را دارند. حفظ سلامت این نیروها از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است. در واقع در برنامه پدافند غیرعامل، کاهش آسیب‌پذیری این نیروها و حفظ سلامت آنان جهت استمرار خدمات‌رسانی بسیار مهم است. نقش عوامل متعدد در کاهش آسیب‌پذیری را به تفصیل بحـث خـواهیـم کـرد.

### ۱۶-۸- اقدامات اجرایی پدافند غیرعامل

مکان یابی مناسب و پراکندگی در مراکز حیاتی و حساس، یکی از اصول مهم دفاع غیرعامل جهت تقلیل خسارات آنهاست. مراکز حیاتی بهداشت و درمان باید به نحوی از این اصل استفاده نمایند که ضمن کاهش تهدیدات و آسیب پذیری در استمرار خدمات رسانی که به عهده دارند، موفق باشند. این امر، به خصوص نهادهای تخصصی مانند انتقال خون، صنایع دارویی و تجهیزات پزشکی حساس و موارد مشابه را شامل می‌گردد.

### ۱۶-۹- مقاوم سازی و استحکام

از نیازهای اساسی تاسیسات اصلی فرماندهی و کنترل در نظام سلامت و به خصوص فوریت‌های پزشکی، اورژانس‌ها و مراکز بهداشتی - درمانی است. البته بر اساس ویژگی بیمارستان‌های صحرایی و نظامی، این تاسیسات علاوه بر اقدامات فوق نیازمند اقدامات ویژه دفاع غیرعامل جهت مقاومت در تهاجمات نظامی سخت نیز می‌باشند.

### ۱۶-۱۰- ایجاد پناهگاه مناسب برای پرسنل و مردم

بر اساس معیارهای ایمنی، تمام مراکز تجمع باید واجد پناهگاه‌های مناسب بر اساس تعداد پرسنل و مراجعین باشند. این پناهگاه‌ها ضمن داشتن استانداردهای لازم و مقاوم در برابر تهدیدات می‌توانند به‌طور دومنظوره تهیه گردند تا در زمان صلح نیز کاربرد داشته باشند. بسیاری از کشورها، مراکزی عمومی چون متروها را به نحوی تهیه می‌کنند که به‌عنوان پناهگاه‌های مستحکم در شرایط بحران استفاده می‌کنند.

## ۱۶-۱۱- داشتن تجهیزات و منابع جایگزین

از مهم‌ترین تهدیداتی که سبب قطع خدمات می‌گردد آسیب به منابع آب، سوخت، برق، گاز، مخابرات و سایر تاسیسات حیاتی نظام سلامت و مراکز بهداشتی - درمانی است. در برنامه پدافند غیرعامل نظام سلامت لازم است جایگزین‌های مناسب برای این منابع، طراحی و لحاظ گردد تا در صورت آسیب و قطع و اتمام یکی از آنها از منبع جایگزین استفاده شود. طراحی و اجرای این تمهیدات ممکن است هزینه‌بر و غیر اقتصادی به نظر رسد در حالی که امنیت ملی، حفظ جان انسان‌ها و توان پایداری در مقابل تهدیدات چنان ارزشمند است که هر مقدار سرمایه‌گذاری در این نوع اقدامات امری است مفید و معقول.

## ۱۶-۱۲- ایجاد پوشش‌های مناسب در مناطق حساس

یکی از اقدامات مهم در کاهش آسیب‌پذیری تاسیسات حیاتی و حساس، ایجاد پوشش برای آنهاست که می‌تواند شامل پوشش‌های طبیعی و یا مصنوعی با روش‌های متنوع موجود است.

## ۱۶-۱۳- اعلام خبر و یا هشدار سریع

یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش آسیب در سیستم بهداشت و درمان، داشتن منابع سریع دریافت خبر حوادث و آسیب‌های بهداشتی و سلامتی است. شبکه بهداشت نظام سلامت باید ایمن نسبت به مخاطرات باشد. داشتن بانک‌های اطلاعات و پایش مداوم بیماری‌ها از شیوع بیماری‌ها جلوگیری می‌کند. بنابراین لازم است نظام سلامت دارای شبکه‌های متعدد ارتباطی، گردآوری فوری اطلاعات به روش‌های مختلف و جایگزین با کمترین آسیب باشد. پایش بیماری‌ها و داشتن آزمایشگاه‌های ثابت و سیار

که با اعزام به محل، اقدام به انجام آزمایشات مورد نیاز نمایند، از نیازهای این برنامه است. در صورت وقوع تهدیدات نامتعارف مانند پخش عوامل زیستی و شیمیایی و هسته‌ای، اقدامات ویژه خود را می‌طلبند.

### ۱۶-۱۴- حفاظت

حفاظت مداوم از تاسیسات و تجهیزات حیاتی و حساس، جزو برنامه‌های پدافند غیرعامل جهت کاهش آسیب‌های احتمالی توسط دشمن و اقدامات خرابه‌کاری است. توسعه اقدامات حفاظت فیزیکی با استفاده از فناوری‌های نوین برای این امور توصیه می‌گردد. توسعه روش‌های ایمنی زیستی و امنیت زیستی در آزمایشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی که با نمونه‌های بیمار، زیستی و شیمیایی سروکار دارند از اهمیت خاصی برخوردار است.

### ۱۶-۱۵- سیستم اطفاء حریق

داشتن سیستم‌های مجهز و آماده به‌کار اطفاء حریق در تاسیسات و مراکز بهداشتی - درمانی از اهمیت خاصی برخوردار است. این سیستم‌ها باید به نحوی باشند که ضمن اطمینان از کارایی آنها توان پوشش منطقه مورد نظر را داشته باشند. نکته مهم آموزش پرسنل جهت استفاده از این سیستم‌ها و برگزاری مانورهای مستمر جهت آزمایش کارایی سیستم اطفاء حریق و توان به‌کارگیری آن توسط پرسنل است.

### ۱۶-۱۶- آموزش و تربیت پرسنل

آموزش جزو حیاتی‌ترین بخش برنامه پدافند غیرعامل هر کشور و سازمانی است. آموزش مدیران اصلی، میانی، رده‌های تخصصی و پرسنل بخش‌های مختلف نظام



سلامت یک کشور جهت آشنایی با اصول پدافند غیرعامل، تهدیدشناسی، شناخت آسیب‌پذیری و روش‌های ایمنی فردی و جمعی، نقش مهمی در فرهنگ‌سازی ملی و اجرایی شدن برنامه‌های ارتقاء ایمنی و پایداری ملی می‌گردد. این آموزش باید مستمر همراه با اجرای مانورهای دوره‌ای در سطوح مختلف باشد. توسعه این آموزش به دانشجویان و دانش‌آموختگان رشته‌های مختلف پزشکی و پیراپزشکی می‌تواند در تربیت نسل آینده مدیران و کارکنان نظام سلامت نقش مهمی ایفا نماید. در این برنامه با تربیت متخصصین فوریت‌های پزشکی آشنا به موضوعات پدافند غیرعامل در بحران‌های طبیعی و انسان‌ساز آنها را آماده خدمت‌رسانی در این شرایط نمود.

#### ۱۶-۱۷- تربیت متخصصین طب دفاعی

با توجه به تهدیدات جدی ناشی از تهاجمات نظامی و آسیب‌های آن، وجود رشته‌ای به نام طب نظامی و تربیت پزشکانی جهت مقابله با اینگونه آسیب‌ها ضروری است. تجربیات گسترده پزشکان مجرب ما در طول دفاع مقدس، سرمایه‌ای گرانبهاست که باید به نسل جدید منتقل گردد و از این طریق، آمادگی لازم در بخش بهداشت و درمان جهت مقابله با این تهدیدات به‌طور مستمر ادامه یابد. توان متخصصین داخلی در درمان آسیب‌های ناشی از جنگ، توانمندی‌ای است که سبب افزایش اقتدار ملی و کاهش آسیب‌پذیری می‌گردد.

#### ۱۶-۱۸- توسعه بهداشت فردی و عمومی

یکی از تهدیداتی که سبب توسعه بیماری‌ها و افزایش آسیب‌پذیری در سلامت جامعه می‌گردد، عدم رعایت بهداشت فردی، جمعی و محیطی است. در صورت فقدان فرهنگ بهداشت فردی و جمعی و همچنین منابع بهداشتی آب و غذا، دفع بهداشتی

زباله و فاضلاب، شاهد توسعه بیماری‌های عفونی و مرگ‌ومیر در اثر وقوع بحران‌ها می‌باشیم. مقابله با این امر، نیازمند توسعه زیرساخت‌های مناسب تهیه و تأمین آب و غذای بهداشتی و اتخاذ روش‌های مناسب جایگزین برای شرایط بحرانی و همزمان توسعه فرهنگ بهداشتی در جامعه است. بحران‌های جدی مانند جنگ می‌تواند سبب کاستی آب و مواد غذایی گردد؛ در ضمن، قطع برق و گاز و سوخت و ارتباطات مخابراتی می‌تواند سبب مشکلاتی در حمل‌ونقل، نگهداری و تهیه آب و غذای بهداشتی گردد که در نتیجه، سبب توسعه بیماری‌های مختلف خواهد شد. پیشگیری از وقوع چنین فاجعه‌ای نیازمند آمادگی همه سازمان‌های مسئول و اجرای اقدامات پدافند غیرعامل در کاهش آسیب‌پذیری حوزه مورد نظر است. به نحوی که در صورت بروز سوانح و قطع یا کاهش انتقال مواد اساسی مورد نیاز مردم، به‌سرعت از روش‌های جایگزین برای تأمین آن استفاده و فعال گردد.

### ۱۶-۱۹- همکاری‌های سازمانی

با توجه به اینکه سلامت جامعه در گرو همکاری سازمان‌های مختلفی است، نمی‌توان از سیستم بهداشت و درمان جامعه به‌تنهایی انتظار داشت که با اجرای اصول پدافند غیرعامل سبب امنیت جامعه در مقابل حوادث و بلایا گردد. سازمان‌های اساسی که نقش مهمی در سلامت جامعه دارند شامل وزارت جهاد کشاورزی و سازمان‌های تابعه آن مانند سازمان دامپزشکی، موسسه واکسن و سرم‌سازی و دیگر نهادها که تأمین غذای جامعه را به‌عهده دارند، وزارت نیرو با تأمین انرژی و آب مورد نیاز جامعه، وزارت نفت با تأمین سوخت مورد نیاز جامعه، وزارت ارتباطات و مخابرات که نقش حیاتی در شبکه ارتباطی کشور ایفا می‌کند، صدا و سیما که نقش مهمی در اطلاع‌رسانی جامعه در شرایط بحران را ایفا می‌کند و سایر نهادهای دولتی و خصوصی می‌باشد.

## ۱۶-۲۰- نقش نهادهای خصوصی در پدافند غیرعامل

امروزه دولت‌ها بدون کمک مردم به‌تنهایی قادر به مقابله با بحران‌های بزرگ نیستند و نقش انجمن‌ها و بنیادهای مردم‌نهاد در اقدامات کمک‌رسانی امداد و نجات و مردم‌یاری روزبه‌روز در حال افزایش است. نظام بهداشت و درمان یک کشور، زمانی می‌تواند در توسعه برنامه پدافند غیرعامل خود موفق باشد که به نحو مطلوب بتواند این منابع مردمی را مدیریت و از آنها به نحو مناسب جهت مقابله با بحران‌ها استفاده نماید. این نهادها می‌توانند با حضور در بین مردم ضمن توسعه فرهنگ پدافند غیرعامل سبب کاهش آسیب‌پذیری جامعه گردند. در همین عرصه می‌توان به توان عظیم بسیج در عرصه‌های مختلف به‌خصوص بسیج جامعه پزشکی در برنامه پدافند غیرعامل بهداشت و درمان اشاره نمود. یک نمونه آشکار حضور بسیج در ایمن‌سازی ملی بر علیه بیماری‌های عفونی را در کشور شاهد بوده‌ایم و همچنین حضور گسترده آنان در دفاع مقدس و عرصه‌های سازندگی کشور، نشان‌دهنده نقش این نیروی عظیم در مقابله با بحران‌ها است.

## ۱۶-۲۱- تحقیقات علمی و فنی

همچنان که در مقدمه اشاره گردید، اقتدار ملی سبب کاهش تهدیدات و افزایش امنیت می‌گردد. اقتدار، حاصل توسعه علم و فناوری است. همه تلاش‌های علمی که در کشور در عرصه‌های بالینی و علوم پایه بهداشت و درمان صورت می‌گیرد، سبب کاهش نیاز ما به اقلام و تجهیزات پزشکی و خودکفایی در امور بهداشت و درمان است که نقش مهمی در پایداری ملی در شرایط بحران و احتمال اعمال تحریم دارد.

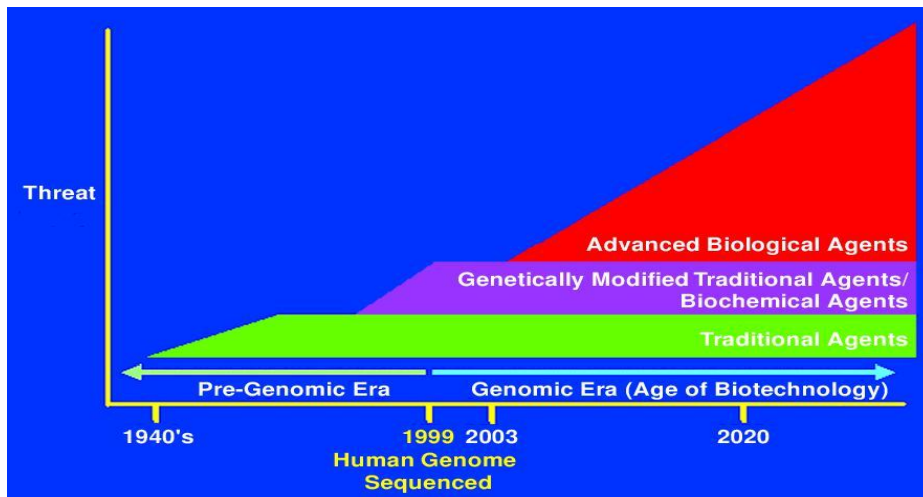
## ۱۶-۲۲- همکاری‌های بین‌المللی

کشور ما در منطقه بحران خیز خاورمیانه اسلامی و در محاصره کشورهای آسیب‌پذیر قرار گرفته است. بنابراین، جهت کاهش تهدیدات و آسیب‌پذیری‌ها نیاز به همکاری‌های منطقه‌ای جهت کاهش بحران‌ها و افزایش ثبات هستیم. افزایش میزان بهداشت و سلامت در کشورهای همسایه سبب کاهش بروز و شیوع بیماری‌ها در کشور است؛ زیرا هرازچندگاه شاهد بروز همه‌گیری‌هایی در انسان‌ها، دام‌ها و منابع کشاورزی کشور هستیم که منشاء آنها آنسوی مرزهاست. بنابراین، علاوه بر تقویت نظام بهداشت و درمان در کشور باید تلاش خود را از نظر سیاسی، فرهنگی و اجتماعی جهت افزایش بهداشت و سلامت در منطقه افزایش دهیم.

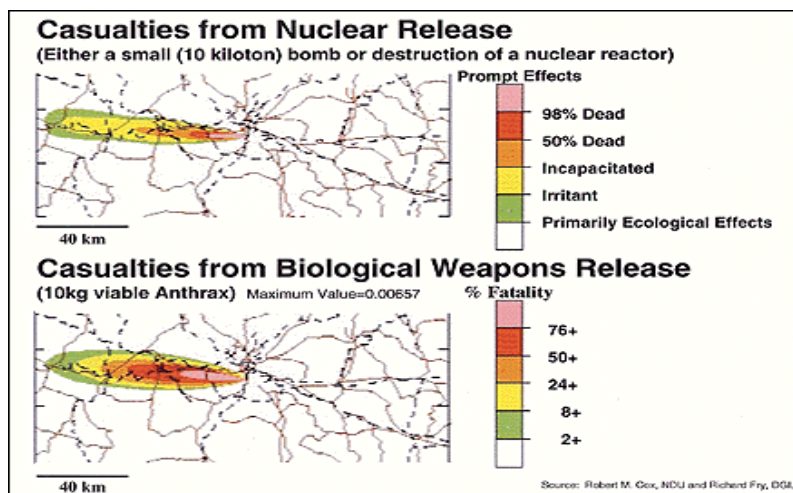
### سیاست بهداشتی و درمانی پدافند غیرعامل

خاتمه اینکه زمانی پدافند غیرعامل می‌تواند در نظام بهداشت و درمان یک جامعه نهادینه گردد که سیاست‌های بهداشتی و درمانی آن به‌عنوان عنصری کلیدی شناخته شده و مورد توجه قرار گیرد.

توجه: شماره و توضیحات عکس ها در زیر هر عکس آمده است:



شکل ۲-۲: روند تغییر چهره عوامل بیولوژیک با توسعه علوم و فناوری های زیستی



شکل ۲-۳: مقایسه قدرت آسیب رسانی بکارگیری سلاح بیولوژیک با سلاح هسته ای



شکل ۳-۱: نمونه ای از سیاه زخم پوستی



شکل ۳-۲: اولسر پوستی ایجاد شده توسط عامل تولارمی



شکل ۳-۳: غدد لنفاوی کشاله ران فرد مبتلا به طاعون



شکل ۳-۴: ضایعات نکروز عفونی پوست در فرد مبتلا به نوکاردیوزیس

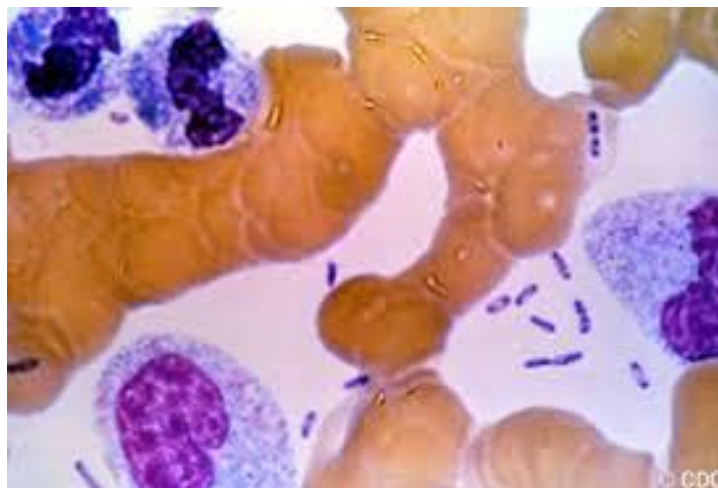


شکل ۳-۵: ضایعات پوستی ناشی از عامل تیفوس اپیدمیک



شکل ۳-۶: ضایعات ناشی از عامل آبله





شکل ۳-۸: رنگ آمیزی باسیل های طاعون با گیمسا



شکل ۳-۹: مشاهده اسپورهای باسیل های عامل آنتراکس با رنگ آمیزی مالاشیت گرین



شکل ۳-۱۰: استفاده از کشت جهت تشخیص عوامل عفونی



شکل ۳-۱۱: محیط کشت آگار خون گوسفند جهت کشت عامل آنتراکس



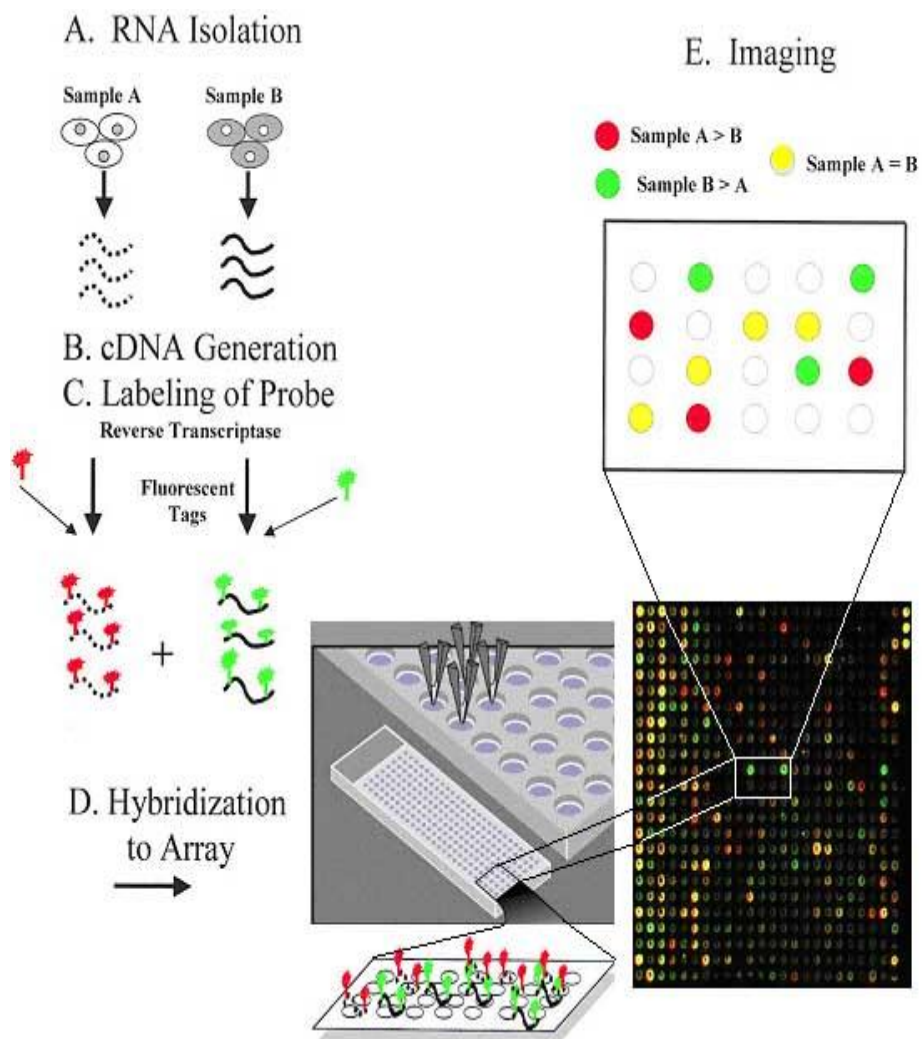
شکل ۳-۱۴: نمونه ای از دستگاه HANAA



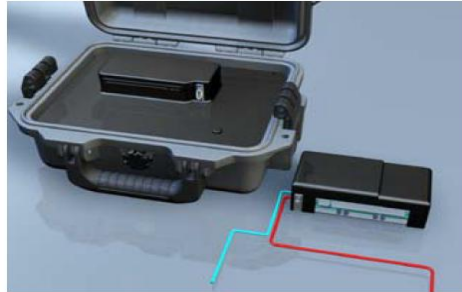
شکل ۳-۱۵: نمونه ای از دستگاه FilmArray



شکل ۳-۱۶: نمونه ای از دستگاه RapiDX



شکل ۳-۱۷: فرایند آزمایشگاهی میکروآرای



شکل ۳-۱۸: دستگاه NexSense B



شکل ۳-۲۱: نمای بیرونی و داخلی خودرو ارتش آمریکا (BIDS)





شکل ۳-۲۳: نمونه ای از دستگاه JBPDS و کاربری آن



شکل ۴-۵: ایزولاسیون بیمارن آلوده به عوامل بیولوژیک



شکل ۴-۹: نحوه مواجهه با عوامل بیولوژیک و رفع آلودگی



شکل ۵-۳: ساختمان ظاهری فیلتر یک ماسک NBC

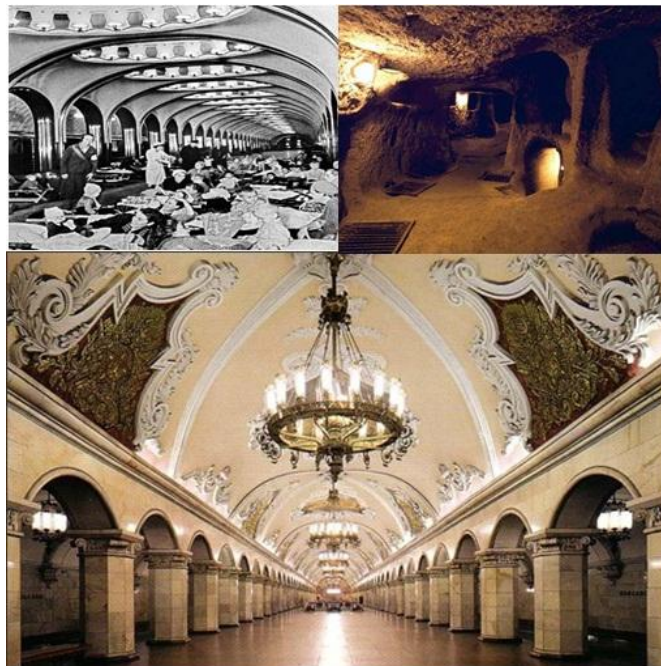


شکل ۵-۵: نمونه ای از فیلتر HEPA





شکل ۸-۱: نمونه هایی از پناهگاه های بیولوژیک- شیمیایی- هسته ای



شکل ۸-۲: پناهگاه های چند منظوره (مترو و پناهگاه)



شکل ۸-۴: نحوه برپاسازی یک پناهگاه غشایی نوع صحرائی



شکل ۸-۶: پناهگاه چند منظوره غشایی CBRN



شکل ۸-۷: نمونه هایی از پناهگاه NBC غشایی نوع داخلی



شکل ۸-۹: نمونه ای از پناهگاه کانتینری





شکل ۸-۱۱: نمونه ای از یک پناهگاه پیشرفته سیار



شکل ۸-۱۲: پناهگاه M8E1 سیار



شکل ۸-۱۳: نمونه هایی از پناهگاه های پیش ساخته دفنی

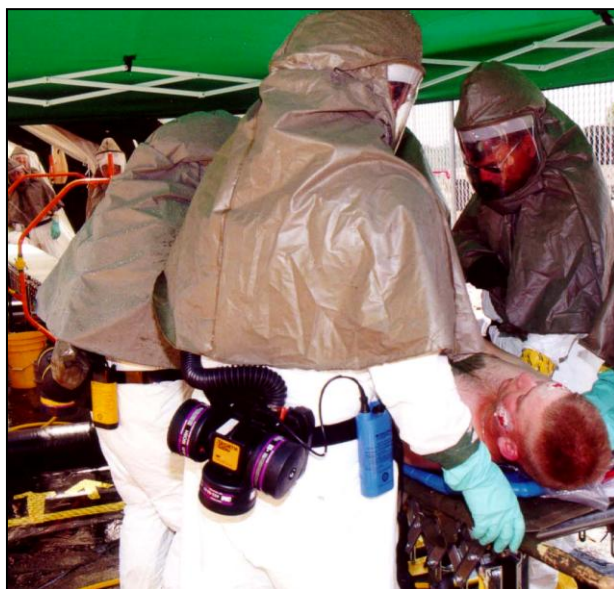


شکل ۸-۱۵: نمونه های از سیستمهای فیلتراسیون مورد استفاده در پناهگاه های

NBC



شکل ۸-۲۰: نمونه ای از طراحی سه بعدی نقشه یک پناهگاه NBC چند منظوره



شکل ۱۳-۲: نمونه ای از لباس‌های محافظت کننده بیولوژیک

## منابع:

۱. توکلی، حمیدرضا و همکاران. آب، غذا و بیوتروریسم. طب نظامی، ۱۳۸۴، سال هفتم شماره ۱ صفحه: ۸۲-۷۵.
۲. توکلی، حمیدرضا. تکنیک PCR و کاربرد آن. فصلنامه علمی و آموزشی دفتر توسعه آموزش (EDO)، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله (عج)، ۱۳۸۳.
۳. توکلی، حمیدرضا. عوامل بیماری‌زای قابل انتقال از طریق آب و مواد غذایی در جنگ نوین. همایش کشوری بهداشت و ایمنی مواد غذایی در یزد. ۱۳۸۳
۴. توکلی، حمید رضا؛ صراف‌پور، رضا. تهدیدات بیولوژیکی ناشی از آلودگی عمدی آب و مواد غذایی در شرایط عادی و نظامی. فصلنامه علمی و آموزشی دفتر توسعه آموزش (EDO)، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله (عج)، سال نهم - شماره ۳۳.
۵. جهانی، محمدرضا؛ شیرزاد، هادی. جنگ‌های نوین و بیوتروریسم. انتشارات به‌آموز. ۱۳۸۶
۶. حاتمی، حسین و همکاران. روش‌های نوین تشخیص سریع عوامل زیستی، اپیدمیولوژی بالینی و کنترل بیماری‌های مرتبط با بیوتروریسم. انتشارات وزارت بهداشت ۱۳۸۰.
۷. حاتمی، حسین. روش‌های نوین تشخیص سریع عوامل زیستی، اپیدمیولوژی بالینی و کنترل بیماری‌های مرتبط با بیوتروریسم. انتشارات وزارت بهداشت. ۱۳۸۰.
۸. حاتمی، حسین. نوپدیدی و بازپدیدی بیماری‌ها و سلامت حرفه‌ای پزشکی. انتشارات وزارت بهداشت ۱۳۸۲.
۹. حاتمی، حسین و همکاران. اپیدمیولوژی بالینی و کنترل بیماری‌های مرتبط بیوتروریسم. مرکز نشر صدا، تهران. چاپ اول ناشر، ۱۳۸۵.

۱۰. حاتمی، حسین. اپیدمیولوژی بیوتروریسم. اولین کنگره ملی بهداشت عمومی و طب پیشگیری، کرمانشاه، ۱۳۷۹، کتاب رایانه‌ای کنگره‌ها، معاونت تحقیقات و فناوری وزارت بهداشت، ویرایش ششم، ۱۳۸۰، صفحات ۶۲۶۹-۶۲۴۹.
۱۱. حاتمی، حسین. دفاع زیستی و اهمیت آن در بهداشت عمومی. کتاب جامع بهداشت عمومی. فصل نهم. گفتار پانزدهم.
۱۲. حسینی، محمد جواد؛ میرنژاد، رضا. واکسیناسیون و پیشگیری در نیروهای نظامی. ۱۳۸۵
۱۳. حسینی دوست، سید رضا. سلاح‌های زیستی. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله (عج). ۱۳۸۲.
۱۴. حسینی دوست، سیدرضا و همکاران. بیوتروریسم و سلاح‌های زیستی. تهران. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله (عج). ۱۳۸۱.
۱۵. شقاقی، غلامرضا؛ کردونی، هدی. دستورالعمل اقدامات بهداشت آب و فاضلاب به‌منظور پیشگیری و کنترل بیماری‌های منتقله از آب. مرکز سلامت محیط و کار اداره بهداشت آب و فاضلاب. ۱۳۸۹.
۱۶. شمسایی زفرقندی، فتح‌اله. فضاهاى امن پناهگاهی. فصلنامه علمی - نظامی دفاع نامتعارف (جنگ نوین). سال دوازدهم. شماره ۳۷ و ۳۸. تابستان و پاییز ۱۳۸۸.
۱۷. عباس‌پور، جمشید. مقدمه‌ای بر اصول و مبانی پدافند غیرعامل. سازمان پدافند غیرعامل، ۱۳۸۲.
۱۸. عطایی کجویی، رمضانعلی. اقدامات بهداشت عمومی در مقابله با سلاح‌های شیمیایی و زیستی. دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله (عج) - مرکز برنامه‌ریزی و تالیف کتاب‌های درسی. چاپ اول، زمستان ۱۳۸۴.



۱۹. عطایی کچویی، رمضانعلی. اقدامات بهداشت عمومی در مقابله با سلاح‌های شیمیایی و زیستی. دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله (عج) - مرکز برنامه‌ریزی و تالیف کتاب‌های درسی. چاپ اول، زمستان ۱۳۸۴.
۲۰. کرمی، علی. بررسی فهرست عوامل زیستی انسانی مرتبط با کنوانسیون خلع سلاح زیستی. مجله طب نظامی، سال ۷ شماره ۱ بهار ۱۳۸۴.
۲۱. کرمی، علی؛ احمدی، علی و سفیری، زهرا. تشخیص سریع عامل سالمونلا تیفی به روش مولتی‌پلکس PCR مجله کوثر، ۱۳۸۵.
۲۲. کرمی، علی. بررسی و تحلیل وقایع بیوتروریسم (سیاه‌زخم) مجله طب نظامی. سال چهارم شماره ۱ سال ۱۳۸۱.
۲۳. کرمی، علی. مهندسی ژنتیک و عوامل عفونی نوپدید، گفتار دوم در کتاب نوپدیدی و بازپدیدی بیماری‌ها و سلامت حرفه‌ای پزشکی. دکتر حاتمی و گروه نویسندگان، انتشارات وزارت بهداشت ۱۳۸۲.
۲۴. کرمی، علی؛ رنجبر، رضا؛ پورعلی، فاطمه. تشخیص سریع باسیلوس انتراسپیس به روش PCR. مجله پزشکی کوثر، سال هشتم شماره ۳، ۱۳۸۲.
۲۵. کرمی، علی. سیاه‌زخم، روش‌های ملکولی تشخیصی، جهت پزشکان و متخصصان بیماری‌های عفونی، انتشارات دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله (عج) ۱۳۸۰.
۲۶. معصوم‌بیگی، حسین. کسب آمادگی در مقابل حوادث غیر مترقبه. فصلنامه علمی و آموزشی دفتر توسعه آموزش (EDO)، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله (عج)، سال هفتم - شماره ۲۳.
۲۷. معصوم‌بیگی، حسین و کریمی زارچی، علی‌اکبر. بررسی نحوه بهره‌برداری از دستگاه‌های کلرزی آب شرب در مراکز نظامی، فصلنامه علمی - پژوهشی طب نظامی. پاییز ۱۳۸۴.

۲۸. معصوم‌بیگی، حسین و کریمی زارچی، علی‌اکبر. بررسی وضعیت گندزدائی آب آشامیدنی در مراکز آموزشی نظامی، فصلنامه علمی - پژوهشی طب نظامی، پاییز ۱۳۸۳.
۲۹. معصوم‌بیگی، حسین. بهداشت آب آشامیدنی در مناطق نظامی. فصلنامه طب نظامی - تابستان ۱۳۸۱.
۳۰. معصوم‌بیگی، حسین. روش‌های ساده تأمین آب شرب در شرایط اضطراری. همایش سلامت و بهداشت نظامی - اردیبهشت ۱۳۸۱.
۳۱. موحدی‌نیا، جعفر. دفاع غیرعامل. ستاد تدوین متون درسی دافوس، بهار ۱۳۸۳.
۳۲. میرنژاد، رضا. اصول دفاع زیستی و بیوتروریسم. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله (عج). ۱۳۸۶.
۳۳. مینایی، محمدابراهیم. محیط امن در برابر خطرات جنگ‌های شیمیایی، زیستی و هسته‌ای (پناهگاه جامع جنگ نوین). فصلنامه علمی - نظامی دفاع نامتعارف (جنگ نوین). سال دوازدهم. شماره ۳۹. بهار ۱۳۸۹.
۳۴. وحدانی، پرویز. بوتولیسم و مسمومیت غذایی، انتشارات نزهت، چاپ اول، صفحات ۱۱-۱۷۸.
۳۵. هاشمی‌فشارکی، سیدجواد؛ قرباغی، محسن. مبانی طراحی و ساخت فضاهای امن پناهگاهی. تهران. انتشارات نخبه‌سازان. ۱۳۹۰.
۳۶. یادگاری، داود؛ حاتمی، حسین. اسپور سیاه‌زخم به‌عنوان یک جنگ‌افزار زیستی قوی، کتاب اولین کنگره ملی بهداشت عمومی و طب پیشگیری، کرمانشاه، ۱۳۷۹.

37. Ackerman GA, Giroux J. A history of biological disasters of animal origin in North America. Rev Sci Tech. 2006; 25(1): 83-92.

38. Afshar D, Ranjbar R, et al. (2011). Molecular detection of Shigella by PCR. Iranian journal of infectious diseases and tropical medicine. 16(54): 27-31.

39. Anderson PD. Bioterrorism: toxins as weapons. *J Pharm Pract.* 2012; 25(2): 121-9.
40. Anvarinejad M, Farshad S, Alborzi A, Ranjbar R, Hoseini M. (2011). Pulsed field gel electrophoresis protocol for typing of uropathogenic *Escherichia coli*. *Journal of Jahrom University of Medical Sciences*; 9 (2):1-6.
41. Balali-Mood M, Moshiri M, Etemad L. Medical aspects of bioterrorism. *Toxicon.* 2013 Jan 20. pii: S0041-0101(13)00023-8.
42. Binder P, Attre O, Boutin JP, Cavallo JD, Debord T, Jouan A, Vidal D. Medical management of biological warfare and bioterrorism: place of the immunoprevention and the immunotherapy. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis.* 2003; 26(5-6): 401-21.
43. *Biological Incident Operations: A Guide for Law Enforcement.* 2004. Homeland Defense Business Unit Edgewood Chemical Biological Center U.S. Army Research, Development and Engineering Command. <http://www.ecbc.army.mil/hld>.
44. Biological warfare, bioterrorism, biodefence and the biological and toxin weapons convention Edgar J. DaSilva Director, Division of Life Sciences UNESCO, France. *EJB Electronic Journal of Biotechnology* ISSN:Vol.2 No.3. Issue of December 15, 1999.
45. Cello J, Paul AV, Wimmer E. (2002). Chemical synthesis of poliovirus cDNA: generation of infectious virus in the absence of natural template. *science.* 297, 1016–1018.
46. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *Bioterrorism: An Overview Bioterrorism, Bioterrorism Preparedness and Response Program.*

47. Cohen A. Israel and Chemical/Biological Weapons: History, Deterrence, and Arms Control', *The Nonproliferation Review*, Fall-Winter 2001, vol. 8, No. 3.
48. Coleman K (2004) Bioterrorism and the food supply, *Newsletter archive*.731-725: 5(12).
49. Crystal Franco and Tara Kirk Sell Federal Agency Biodefense Funding, FY2012-FY2013. *Biosecurity and Bioterrorism: Biodefense Strategy, Practice, and Science*. 2012;10(2).
50. Darren J. Carter and R. Bruce Cary. Lateral flow microarrays: a novel platform for rapid nucleic acid detection based on miniaturized lateral flow chromatography. *Nucleic Acids Research*, 2007, Vol. 35, No. 10.
51. Douglas L and Degnan H (2002) Impact of the bioterrorism threat on the food industries .*FDA archives*. 67(9): pp. 48 -841.
52. Fard- Sanei F, Seifi M, Eshraghi S, Zahraee- Salehi T, Pourmand MR, Ranjbar R, et al. (2011). Genotyping of *Salmonella enteritidis* strains isolated from human and food samples by ERIC-PCR and determination of their antibiotic resistance. *Iranian journal of infectious diseases and tropical medicine*; 15(51): 7-13.
53. Fee E, Brown TM (2001). Preemptive biopreparedness : Can we learn anything from history? *Am J Public Health* 91(5): 721-6.
54. Fidler DP. Facing the global challenges posed by biological weapons. *Microbes and Infection*. 1(12); 1999: 1059–1066.
55. Food-borne disease outbreaks. Guidelines for investigation and control – world health organization (WHO). 2008.
56. Franco C and Sell KT. Federal Agency Biodefense Funding, FY2011-FY2012 *Biosecurity and Bioterrorism*. 2011; 9(2).
57. Franco C. *Biosecurity and Bioterrorism: Biodefense Strategy, Practice and Science*. 2009. 7(3): 291-30.

58. Fraser CM, Dando MR. (2001) Genomics and future biological weapons: the need for preventive action by the biomedical community. *ature Genet.* 29, 253–256.

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

60. Grimont F, Grimont PAD. Ribosomal ribonucleic acid gene restriction pattern as potential taxonomic tools. *Annales de l'Institut Pasteur Microbiologie.* 137B .165-75.

61. Guidelines for drinking-water quality-second edition-volume 2-Health criteria and supporting information- world health organization (WHO).1996.

62. Guidelines for drinking-water quality-second edition-volume 3-Surveillance and control of community supplies- world health organization (WHO).1997.

63. Guidelines for drinking-water quality-Third edition-volume 1 – recommendations - world health organization (WHO). 2004.

64. Haines JD, Pitts K, Crutcher JM. Medical response to bioterrorism are we prepared?. *J Okla State Med Assoc* 2000;93(5):187-196.

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

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

67. Hosseini Doust R, Hajia M, Hosseini SMJ, Salimi SH, Ranjbar R, Abolghasemi H. *Bioterrosism & Biological weapons.* Andishmand publishing, 2002.

68. Hosseini Doust R, Hajia M, Hosseini SMJ, Salimi SH, Ranjbar R, Abolghasemi H. 2002. *Bioterrosism & Biological weapons.* Andishmand publishing.

69. Imani Fooladi A. Sattari M and Ranjbar R (2004). Biological effects of SEB. *Kowsar Medical journal*; 9(2):87-93(Persian).
70. Izadi M. Ranjbar R. et al. 2009. *International travel medicine*. Baqiyatallah University Publishing.
71. Karami A. Ranjbar R et al (2007). Rapid detection of different serovares of *Salmonella entrica* by multiplex PCR. *Iranian J Publ Health*; 36(2):38-42.
72. Karami A. Ranjbar R. Pourali F. and Mehrani HA (2003). Detection of *Bacillus anthracis* via PCR. *Kowsar Medical journal*; 8(3):197-20.
73. Karami A. Ranjbar R. Pourali F. and Mehrani HA (2003). Detection of *Bacillus anthracis* via PCR. *Kowsar Medical journal*; 8(3):197-20 (Persian).
74. Karwa Manoj. Bronzert Patricia. Kvetan Vladimir. *Bioterrorism and critical care*. *Critical Care Clinics*. 2003;19(2): 279–313.
75. Literathy P. *Emergencies in drinking water sources*. Institute for Water Pollution Control. Water Resources Research Centre. P: 1-10.  
Available from: [www.bvsde.paho.org/muwww/fulltext/aguabas/europa/Water8](http://www.bvsde.paho.org/muwww/fulltext/aguabas/europa/Water8).
76. Mark Weber Israel is Developing 'Ethnic Bomb' - Biological Weapon Sun Apr 13 05:27:03 2003.
77. Mark Wheelis. *Biotechnology and chemical weapons control Pure Applied Chemistry*. Vol.74. No.12. pp.2247–2251. 2002 .
78. Maslow J. Mulligan ME.1996. Epidemiologic typing systems. *Infect Control Hosp Epidemiol* 17: 595- 604.
79. McCally M. Garg A. Oleskey. C (2001). The challenges of emergeing illness in urban environments: an overview. *J urban health* 78 (2):350-80.
80. Meyer RF. Morse SA. *Bioterrorism preparedness for the public health and medical communities*. *Mayo Clin Proc*. 2002; 77(7): 619-21.

81. Minimum water quantity needed for domestic use in emergencies. Technical Note for Emergencies (WHO). 2005. Available from: <http://www.searo.who.int>.
82. Noah DL, Sobel AL, Ostroff SM, Kildem JA.(1998). Biological warfare training:infectious disease outbreak differentiation criteria .Mil Med 163 : 198-201.
83. O' Toole T (2001). Emerging illness and bioterrorism: Implication for public health. J Urban Health 78(2):396-402.
84. Olive DM and Bean PA (1999). MINIREVIEW: Principles and applications of methods for DNA-based typing of microbial organisms. J Clin Microbiol. 37: 1661–1669.
85. Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons. OPCW Annual Report for 2002. The Hague, OPCW, C-8/5 dated 22 October 2003. Annexes 6 and 7.
86. Pavlin, JA (1999). Epidemiology of Bioterrorism. Emerg Infect Dis;5(4):528- 530.
87. Petro JB, Plasse TR, McNulty JA. Biotechnology: Impact on Biological Warfare and Biodefense: Advanced Biological Warfare (ABW) Agents Biosecur Bioterror. 2003;1(3):161-8.
88. Raina M, Lan I, Charles P. Environmental microbiology. AP .2000; p: 448-449.
89. Ranjbar R (2002). The importance of epidemiologic studies in response to biologic threats. MMJ; 4(2):99-103.
90. Ranjbar R (2003). GMOs and their hidden hazards. MMJ; 5(3):227-232.
91. Ranjbar R (2008). A review of different methods used for detection of toxins. MMJ; 10(1): 1-10.
92. Ranjbar R (2008). Bacillary dysentery and its epidemiological pattern. MMJ; 9(4):241-247.
93. Ranjbar R et al (2007) Antimicrobial susceptibility and AP-PCR typing of Iranian isolates of Acinetobacter spp. strains. Iranian J Publ Health; 36(4): 50-56.

94. Ranjbar R et al (2007). An outbreak of gastroenteritis of unknown origin in Tehran, July 2003. *Pak J Biol Sci*; 10(7):1138-1140.
95. Ranjbar R et al (2007). Genetic relatedness among isolates of *Shigella sonnei* carrying class 2 integrons in Tehran, Iran, 2002-2003. *BMC Infect Dis*; 22:62.
96. Ranjbar R et al (2008). Molecular characterization of epidemic isolates of *Vibrio cholerae* O1 by Arbitrarily primed PCR (AP-PCR). *Iranian J Publ Health*; 37(2): 83-87.
97. Ranjbar R et al. (2007). Isolation of clinical strains of *Pseudomonas aeruginosa* harboring different plasmids. *Pak J Biol Sci*; 10(17):3020-3022.
98. Ranjbar R et al. (2008). Characterization of endemic *Shigella boydii* strains isolated in Iran by serotyping, antimicrobial resistance, plasmid profile, ribotyping and pulsed-field gel electrophoresis. *BMC Res Notes* 1:74.
99. Ranjbar R et al. (2008). Increased isolation and characterization of *Shigella sonnei* obtained from hospitalized children in Tehran, Iran. *J Health Popul Nutr*; 26(4):426-430
100. Ranjbar R et al. (2009). Evaluation of a PCR based approach to study the relatedness among *S. sonnei* strains isolated in Tehran. *Iranian J Clin Infect Dis*; 4(3):163-166.
101. Ranjbar R et al. (2010). An outbreak of Shigellosis due to serotype 3a in a prison in Iran. *Archives of Iranian Medicine*; 11:413-416.
102. Ranjbar R et al. (2010). The evaluation of accuracy of laboratory reports of typhoid fever. *MMJ*; 12(3): 149-152.
103. Ranjbar R et al. (2011). A cholera outbreak associated with drinking contaminated well water. *Archives of Iranian Medicine*. 14 (5): 339-340.
104. Ranjbar R et al. (2011). Antibiotic susceptibility and plasmid profiles of *Pseudomonas aeruginosa* strains isolated from burned patients hospitalized in a major burn center in Tehran, Iran. *Acta Medica Iranica*. 49(10): 675-679.
105. Ranjbar R et al. (2012). A study of ribotype patterns of *Salmonella enterica* serovar Enteritidis strains isolated in Tehran. *Journal of Isfahan Medical School*; 30 (180):1-10.



106. Ranjbar R et al. (2012). Determining of the variety of genotypes in *Salmonella typhimurium* by ERIC-PCR. *J Babol Univ Med Sci*.
107. Ranjbar R et al. (2012). The study of genetic diversity among clinical strains of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium. *Iranian Journal of Military Medicine*; 14 (2): 143-147.
108. Ranjbar R et al. 2003. *Anaerobic bacteria: Principles and laboratory diagnosis*. Teimourzadeh Publishing. Tehran.
109. Ranjbar R and Hosseini Doust R (2003). A review of molecular methods used for epidemiological studies. *MMJ*; 5(2):157-164 (Persian).
110. Ranjbar R. et al. (2012). Characterization of genetic diversity among clinical strains of *Salmonella enterica* serovar Infantis by ribotyping method. *The scientific Journal of Zanjan University of Medical*. 20(81):75-84.
111. Ranjbar R. et al. (2012). Molecular typing of *Salmonella enteritidis* strains isolated from several laboratory centers in Tehran by ERIC-PCR. *The Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences* (in press).
112. Ranjbar R. et al. *Textbook of laboratory Sciences*. Andishe Rafie publishing. 2008.
113. Ranjbar R. (2002). The importance of epidemiologic studies in response to biologic threats. *MMJ*; 4(2):99-103.
114. Ranjbar R. (2007). *Microbiology*. In: A review on infectious disease. Baqiyatallah University Publishing.
115. Ranjbar R. et al. (2005). Epidemiologic Study of *Shigella*. *JAUMS*;2 (8):457-462.
116. Rebecca Katz. *Biological Weapons: A National Security Problem that Requires a Public Health Response*. Working Paper 2001-04. <http://www.opr.princeton.edu/>
117. Rod B. Emergency water supply. P: 45-48. Available from: [http://firstaid.about.com/od/emergencypreparation/qt/07\\_water\\_supply.htm](http://firstaid.about.com/od/emergencypreparation/qt/07_water_supply.htm).
118. Rosengard. AM, Liu Y, Nie Z, Jimenez R. (2002). Variola virus immune evasion design: expression of a highly efficient inhibitor of human complement. *Proc. Natl Acad. Sci. USA*. 99. 8808–8813.

119. Ryan CA, et al (2002). Massive outbreak of antimicrobial resistant salmonellosis traced to pasteurized milk. *Jam Med. ASSOS*:27895-389.
120. Sadeghifard N, Ranjbar R, et al. (2010). Antimicrobial susceptibility, plasmid profiles, and RAPD-PCR typing of *Acinetobacter* bacteria. *Asian Biomedicine*; 4 (6):901-911.
121. Sambrook J, Fritsch EF, Maniatis T. *Molecular cloning- a laboratory manual*. 2nd ed. Cold Spring Harbor, NY: Cold Spring Harbr Press;1989.
122. Schwartz, D. C., and C. R. Cantor. 1984. Separation of yeast chromosomesized DNAs by pulsed field gradient gel electrophoresis. *Cell* 37:67-75.
123. Sedaghat, M, Dorrani S.S ,Pourshafie M.R ,Saifi M and Ranjbar R. (2006). Molecular Detection of pathogenic hly A gene and antibiotic susceptibility in 100 specimens from patients with cholera. *Scientific Journal of School of Public Health Research*; 4(3):53-60.
124. Shelokov A and Papova I. (1994). The Sverdlovsk antherax outbreak. 1208 – 266:1202.
125. Siegrist DW. The threat of biological attack: why concern now? *Emerg Infect Dis*. 1999 Jul-Aug; 5(4): 505-508.
126. Sobel J, et al. (2002) Threat of biological terrorist attack on the US food supply: The CDC perspective. *Lancet* 881-874: 359.
127. Stanley M, Lemon, Margaret A, Hamburg, P, Frederick Sparling, Eileen R, Choffnes, and Alison Mack, Rapporteurs. *Global Infectious Disease Surveillance and Detection: Assessing the ChallengesForum on Microbial Threats*. 2007. ISBN: 0-309-11115-3.
128. Stull TL, LiPuma JJ, Edlind TD. (1988). A broad-spectrum probe for molecular epidemiology of bacteria: ribosomal RNA. *J Infect Dis*.157:280-286.
129. Tavakoli HR. (2003) *C. botulinum* (Type A, B, E) in sediments North and South of Iranian *Journal of Public Health*.

130. Tenover FC, Arbeit RD, Goering RV. (1997). How to select and interpret molecular strain typing methods for epidemiological studies of bacterial infections: a review for healthcare epidemiologists. Molecular Typing Working Group of the Society for Healthcare Epidemiology of America. *Infect. Control Hosp. Epidemiol.* 18:426–39.
131. The Biological Threat Reduction Program of the Department of Defense: From Foreign Assistance to Sustainable Partnerships Committee on Prevention of Proliferation of Biological Weapons. Office for Central Europe and Eurasia. 2007. ISBN: 0-309-11159-5.
132. Torok TJ, Tauxe RV, Wise RP, Livengood JR, Sokolow R, Mauvais S, et al. (1997) A large community outbreak of salmonellosis caused by intentional contamination of restaurant salad bars. *JAMA* ;278:389-95.
133. Tucker JB. Historical trends related to bioterrorism: An empirical analysis. *Emerg Infect Dis.* 1999; 5(4): 498-504.
134. Van Aken JP and Hammond E. (2002). Closing loopholes in the Biological Weapons Convention. *Med.Confl. Surviv.* 18. 194–198.
135. Vanner CL, Combs WSJr, Bertrand T, Bandy V (2001). Identifying bacterial agents of bioterrorism: the pivotal role of the Laboratory response network.2. *Med health RI* 84(5):178-80.
136. Waskom R. Emergency water supplies and treatment. Colorado State University Extension. 2007; 6(704). Available from: <http://www.ext.colostate.edu/>.
137. Weeckeral JF, Seamans S, Whiteside M, et al. (2001). Executive summary: developiny objectives, content and competencies for the training of emergency medical Technician, emergency physicians and emergency nurses to care for casualties resulting from nuclear, biological and chemical incidents. *Ann Emerg Med* 37(6):587-601.
138. Werner GH (2001). The world wide challenges of new or reemerging communicable disease at the down of the 21st century. *Ann Pharm.* 59(4): 246-77.

139. Wetter DC, Daniell WE, Treser CD (2001). Hospital preparedness for victims of chemical or biological terrorism. *Am J Public Health* 91(5): 70-60.
140. White J. (2002). Epidemiology of biological terrorism. *Emerg Infect Dis.* 4(5) 415-419.
141. WHO. Environmental health in emergencies and disasters: A Practical Guide. Edited by B. Wisner and J. Adams. 2002; p92-125. Available from: [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/.../emergencies/em2002intro](http://www.who.int/water_sanitation_health/.../emergencies/em2002intro).
142. Williams JG, Kubelik AR, Livak KJ, Rafalsky JA, Tingey SV. (1990). DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful genetic markers. *Nucleic Acids Res.* 18:6531-6535.

## نمایه

- ابتلائی استنشاقی، ۲۰  
 ابولا، ۷، ۲۲، ۶۶، ۹۵  
 اپیدمی، ۳۷، ۱۷۹، ۲۲۴، ۲۴۱  
 اپیدمیولوژیک، ۳۵، ۳۶، ۴۰، ۴۴، ۷۶، ۲۵۸، ۲۶۳، ۲۶۴  
 اتر، ۳۸۱  
 ارگانسیم سلولی، ۱۸  
 ازن، ۲۲۳، ۳۸۱، ۳۸۵  
 استافیلوکوک، ۵، ۱۰۵، ۱۲۷، ۲۵۷  
 افیوژن پلور، ۴۶، ۴۷  
 امنیت، ۳، ۹، ۷، ۸، ۲۴۵، ۵۶۵  
 اندوکار دیت، ۴۵۹  
 آنکوباسیون، ۴۰، ۸۸، ۱۱۴  
 اوکولوگلاندولار، ۵۰  
 اولسروگلاندولار، ۵۰  
 ایمن سازی، ۳۳۹، ۵۳۱، ۵۳۴  
 ایمن سازی، ۳، ۸، ۱۸۴، ۲۷۳، ۴۴۲، ۴۴۳، ۵۴۰، ۵۵۹  
 آبله، ۴، ۸، ۲۴، ۵۹، ۶۰، ۹۵، ۱۱۸، ۱۴۰، ۱۷۵، ۱۷۸، ۱۹۷، ۱۸۱، ۱۹۷، ۲۶۸، ۴۲۶، ۴۵۵، ۴۶۰، ۴۶۷، ۴۶۸، ۴۶۹، ۵۰۸، ۵۳۸، ۵۳۹، ۵۴۰، ۵۴۱، ۵۴۲، ۵۴۴، ۵۴۵، ۵۹۰  
 آبورتوس، ۹۴، ۴۲۶  
 آرتراژی، ۵۱۰  
 آسیب پذیری، ۱۰، ۲۶۷، ۲۹۵، ۲۹۶، ۳۲۸، ۳۲۹، ۵۱۷، ۵۱۸، ۵۳۴، ۵۳۶، ۵۶۲، ۵۶۸، ۵۷۰، ۵۷۱، ۵۷۲، ۵۷۴، ۵۷۵، ۵۷۷، ۵۷۸، ۵۷۹، ۵۸۰، ۵۸۱، ۵۸۳، ۵۸۴، ۵۸۵  
 آسیب پذیری، ۳، ۲۷۰، ۵۶۷، ۵۷۱، ۵۷۲، ۵۷۳  
 آشکار ساز، ۳۶۹، ۳۸۷، ۴۰۵  
 آفند، ۳  
 آکری فلاوین، ۳۷۹  
 آنتراسیس، ۵، ۳۶، ۹۳، ۱۹۴، ۲۲۳، ۲۷۲، ۳۳۷، ۳۴۷، ۵۴۶، ۵۵۴، ۶۰۷  
 آنتراکس، ۶، ۷، ۲۰، ۳۰، ۴۱، ۱۸۴، ۱۹۷، ۲۶۸، ۳۹۷، ۴۴۴، ۴۵۲، ۴۵۹  
 بیوتیک، ۸، ۸۶، ۱۷۶، ۱۸۰، ۱۹۷، آنتی  
 ۲۱۶، ۲۲۸، ۵۰۳، ۵۵۴، ۵۵۵  
 الیگو، ۲۷ سنس آنتی  
 آنسفالیت، ۵، ۴۴۶، ۴۴۷  
 آنمی، ۵۰۶  
 آئروسول، ۲۰، ۴۵، ۸۰، ۱۲۹، ۱۳۱، ۱۳۳، ۱۳۶، ۱۳۷، ۱۳۹، ۱۵۵، ۱۶۳، ۱۶۸، ۱۸۰، ۱۹۳، ۱۹۴، ۱۹۵، ۱۹۷، ۱۹۸، ۲۰۰، ۲۰۱، ۲۰۲، ۲۱۳، ۲۶۷، ۲۷۰، ۳۲۰، ۳۲۹، ۳۳۹، ۳۴۶، ۳۵۷، ۳۸۵، ۳۹۸، ۴۵۵، ۴۵۶، ۵۰۹، ۵۳۹، ۵۵۰، ۵۵۴، ۵۶۰  
 باسیلوس، ۵، ۳۶، ۹۳، ۱۹۴، ۲۰۳، ۲۲۳، ۲۵۸، ۲۷۲، ۳۳۷، ۳۴۷، ۵۴۶، ۵۵۴، ۶۰۷  
 آنتراسیس، ۷، ۲۹۱، ۵۴۶ باسیلوس  
 بروسلا، ۵، ۲۲، ۴۷، ۴۸، ۹۴، ۱۱۸، ۱۲۶، ۱۴۲، ۴۲۶، ۴۵۹، ۵۱۱  
 بروسلوز، ۲۲، ۴۸، ۵۴، ۹۴، ۴۲۶، ۴۵۳، ۵۱۱  
 بمب اتمی، ۳۲

تیفوئیدال، ۵۰	بوتولینیوم، ۵، ۷، ۹۴، ۱۰۳، ۱۰۴، ۱۱۰،
جنگ زیستی، ۵، ۱۹، ۲۱، ۳۵، ۳۹۶،	۱۱۱، ۱۲۹، ۲۶۸، ۲۷۰، ۳۵۱، ۴۶۰،
۴۰۷، ۴۰۸، ۴۵۶، ۵۵۷	۵۵۸، ۵۵۷، ۵۵۶
جنگ نوین، ۱۷، ۴۰۵، ۴۰۷	بورخلدريا، ۲۳
حملات میکروبی، ۴، ۳۳۰	بورنتی، ۵، ۹۴
دام‌های آلوده، ۲۸۲	بیوتروریستی، ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۲۲، ۲۴۱،
دتول، ۳۸۰	بیوتروریسم، ۸، ۹، ۱۲، ۱۹، ۷۷،
دفاع زیستی، ۵، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۶۵،	۱۱۹، ۵۱۶، ۵۳۰، ۶۰۵، ۶۰۸،
۱۷۳، ۱۷۳، ۵۲۳، ۵۲۴، ۵۶۶،	بیماری‌های وراثتی، ۲۷
۵۶۷، ۶۰۶، ۶۰۸	بیوتروریستی، ۴، ۱۹، ۲۰، ۲۹، ۳۵، ۳۷،
رفع‌آلودگی، ۱۳، ۲۱۱، ۳۳۳، ۳۳۵، ۳۳۶،	۳۹، ۴۰، ۴۲، ۴۵، ۱۷۶، ۱۷۸، ۱۷۹،
۳۳۷، ۳۴۰، ۳۴۱، ۳۴۲، ۳۴۳، ۳۴۴،	۱۸۰، ۲۶۷، ۲۶۸، ۲۶۹، ۲۷۱، ۲۷۴،
۳۴۵، ۳۴۶، ۳۴۷، ۳۴۸، ۳۴۹، ۳۵۱،	۲۹۱، ۵۴۴، ۵۵۵، ۵۶۲
۳۵۳، ۳۵۴، ۳۵۵، ۳۵۷، ۳۵۸، ۳۵۹،	پدافند غیرعامل، ۴، ۹، ۱۱، ۱۲، ۱۴،
۳۶۰، ۳۶۱، ۳۶۲، ۳۶۳، ۳۶۴، ۳۶۶،	۵۶۵، ۵۶۶، ۵۶۷
۳۶۷، ۳۶۸، ۳۶۹، ۳۷۰، ۳۷۱، ۳۷۲،	پروفلاوین، ۳۷۹
۳۷۸، ۳۸۲، ۳۸۵، ۳۸۶، ۳۸۷، ۳۸۸،	پنومونی، ۴۳۴، ۵۵۰، ۵۵۲، ۵۵۳، ۵۵۴،
۳۸۹، ۳۹۰، ۳۹۱، ۳۹۲، ۳۹۳، ۳۹۴،	۵۵۵، ۵۵۶
۳۹۵، ۳۹۶، ۳۹۷، ۳۹۸، ۳۹۹، ۴۰۰،	تاسیسات حیاتی، ۹، ۳
۴۰۱، ۴۰۲، ۴۰۳، ۴۰۴، ۴۰۵، ۴۰۶،	تب هموراژیک کریمه، ۶۴
۴۰۷، ۴۰۸، ۴۰۹، ۴۱۰، ۴۱۱، ۴۱۲،	توبرکلوزیس، ۲۱۴، ۴۸۶، ۴۹۲
۴۱۳، ۴۱۴، ۴۱۵، ۴۱۶، ۴۱۷، ۴۱۸،	توکسین، ۵، ۹۳، ۹۴، ۹۵، ۹۹، ۱۰۱،
۴۱۹، ۴۵۵، ۴۵۷، ۴۵۸، ۴۸۷، ۴۹۴،	۱۰۲، ۱۰۳، ۱۰۵، ۱۰۶، ۱۰۷، ۱۰۸،
۵۰۴	۱۰۹، ۱۱۰، ۱۱۱، ۱۱۲، ۱۱۳، ۱۱۴،
زیرساخت‌های، ۹، ۳، ۵۶۷	۱۲۷، ۱۲۷، ۲۱۵، ۲۶۸، ۲۷۰، ۴۲۵، ۴۳۰،
سالمونلوز، ۴۲، ۲۷۲	۴۵۷، ۴۶۰، ۴۹۵، ۵۰۵، ۵۰۶، ۵۰۷،
سلاح‌های کشتار جمعی، ۹، ۱۰، ۳، ۴،	۵۰۸، ۵۱۰، ۵۵۶، ۵۵۷، ۵۵۸، ۵۵۹،
۳۰۶، ۵۱۵	۵۶۰
سلاح‌های زیستی، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۲۵،	تولارنسیس، ۵
۲۶، ۲۷، ۱۷۳، ۱۷۴، ۱۷۶، ۱۷۷،	تهدیدات زیستی، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۴، ۸، ۹، ۱۰،
۱۸۰، ۱۸۲، ۲۶۹، ۲۷۴، ۲۷۵، ۲۸۹،	۱۱، ۱۲، ۱۴، ۷۷، ۷۸، ۱۱۷، ۱۲۵،
۳۳۵، ۵۵۷، ۶۰۶	۱۲۷، ۱۳۵، ۱۳۸، ۱۳۹، ۱۶۵، ۲۰۲،
سلاح‌های ژنی، ۲۶	۲۱۱، ۳۰۵، ۴۲۱، ۵۱۳، ۵۳۶،
سلاح‌های عصبی، ۲۸	تیفوس، ۱۹۳، ۲۲۷، ۲۲۸،

کلمهگزیدین, ۳۶۱, ۳۷۶, ۳۸۰, ۳۸۵	سم سارین, ۴
کلستریدیوم, ۷, ۱۰۹, ۱۱۰, ۱۱۲, ۲۵۷	سموم زیستی, ۷
۳۵۱, ۵۰۶, ۵۰۷	سیاه‌زخم, ۴, ۶, ۸, ۱۷, ۲۴, ۹۳, ۱۷۸
کوکسیلا, ۵, ۲۲, ۹۴, ۴۴۲	۱۸۰, ۱۸۱, ۱۸۴, ۱۸۹, ۱۹۴, ۲۱۶
بر, ۳۷۷, ۳۷۸ گرد رنگ	۲۶۸, ۳۵۰, ۳۶۹, ۴۴۴, ۵۴۶, ۵۴۷
گلاندرز, ۵, ۲۳, ۵۵, ۹۴, ۴۵۴	۵۴۸, ۵۴۹, ۶۰۷, ۶۰۸
گلاندولار, ۴۹, ۵۰	شیمیوپروفیلاکسی, ۵۱۶, ۵۲۵, ۵۲۶
لاسا, ۲۲, ۶۹, ۱۹۷, ۵۰۹	۵۳۴, ۵۵۰
لیزول, ۳۸۰	شیگلا, ۲۳, ۲۱۷, ۲۶۸
ماربورگ, ۶۷, ۱۹۷	ضد عفونی کننده, ۳۵۷, ۳۶۰, ۳۶۳, ۳۷۴
ماکوپو, ۲۲	۳۷۷, ۳۸۰, ۳۸۱, ۳۹۳, ۳۹۵, ۳۹۶
ماکولوپاپولار, ۷۳	۳۹۷, ۳۹۸, ۴۰۱, ۴۰۲, ۴۱۴, ۴۵۳
مالئی, ۹۴, ۲۶۸	۵۴۷
متخصص طب دفاعی, ۵۲۷	طاعون, ۴, ۵۱, ۵۲, ۸۸, ۸۹, ۹۳, ۱۱۸
مراقبت‌های اولیه بهداشتی, ۵۱۸, ۵۳۱	۱۴۰, ۱۴۲, ۱۶۱, ۱۶۳, ۱۹۳, ۱۹۷, ۲۲۷
ومیر, ۲۲, ۲۳, ۳۶, ۴۸, ۵۱, ۵۲, ۵۴	۲۲۸, ۲۶۸, ۲۷۱, ۴۴۱, ۴۵۲, ۴۵۹
۵۴, ۵۸, ۵۹, ۶۱, ۶۳, ۶۴, ۶۷, ۶۸	۴۶۷, ۴۶۸, ۴۶۹, ۴۸۳, ۵۰۱, ۵۰۲
۶۹, ۷۱, ۷۲, ۱۷۹, ۱۹۶, ۱۹۷, ۲۱۶	۵۵۰, ۵۵۱, ۵۵۲, ۵۵۳, ۵۵۴, ۵۵۵
۲۲۸, ۲۹۴, ۴۳۳, ۴۹۵, ۵۰۷, ۵۴۶	۵۸۹, ۵۹۱
۵۵۳	عامل زیستی, ۱۷, ۱۸, ۲۶, ۳۲, ۳۶, ۳۹
مسمومیت غذایی, ۲۳, ۲۷۰, ۵۰۶	۱۲۴, ۱۲۸, ۱۵۵, ۱۷۹, ۱۹۷, ۲۶۹
ملی تنسیس, ۴۲۶	۲۷۰, ۳۶۴, ۳۸۶, ۳۸۷, ۴۵۹, ۴۶۰
مننژیت, ۷۴, ۴۳۷	۴۶۱, ۵۰۰
مواد شیمیایی, ۸	علایم بالینی, ۵۴۰, ۵۵۵, ۵۵۸, ۵۵۹
مهندسی ژنتیک, ۲۶, ۱۷۹, ۴۲۵, ۶۰۷	عدد لنفاوی, ۵۱, ۹۵, ۵۱۰
میکروارگانیسم, ۸۰, ۸۶, ۱۹۵, ۲۱۴	فرانسیسلا, ۵, ۲۲, ۹۳
۲۲۹, ۲۶۱, ۲۶۳, ۳۳۷, ۳۴۷, ۳۵۳	فرمالین, ۳۸۲, ۳۹۷, ۴۰۰, ۴۰۳, ۴۱۲
۳۵۸, ۵۰۶	فتولیک, ۳۷۹
میکروزیستی, ۴۱	فوتوفویا, ۶۶
میوکاردیت, ۷۴	قرص هالازون, ۳۷۸
نوکاردیا, ۵۲	قرنطینه, ۱۱, ۱۸۷, ۱۸۹, ۳۹۶, ۴۰۶
نیپاه, ۲۳	۴۰۷, ۵۰۳, ۵۴۲
واریولا مازور, ۲۲, ۳۰	کروزول, ۳۷۹, ۳۸۰
	کلامیدیا, ۲۳

هیأتیت, ۴۴۰, ۴۴۲	واکسیناسیون, ۵۲۵
هیپوتانسیون, ۵۶۲	وآنتی‌بادی, ۷۲
یرسینیا پستیس, ۹۳, ۱۱۵, ۲۶۸, ۵۵۰,	ویبریوکلا, ۲۳
۵۵۴	ویروس کشنده, ۷