

راهنمای مدیریت بهداشتی، اقدامات حفاظتی و پروتکل‌های خودمراقبتی در بیوتروریسم هوابرد



مرکز سلامت محیط و کار
مرداد ماه ۱۴۰۵

مقدمه.....	۳
بیوتروریزم از طریق هوا چیست و چرا اهمیت ویژه دارد؟.....	۳
سناریوهای کلی انتشار از طریق هوا.....	۳
چه ویژگی‌هایی یک عامل را در سناریوی هوابرد نگران‌کننده‌تر می‌کند؟.....	۴
طبقه‌بندی عوامل بیوتروریستی: دسته‌های A، B و C.....	۴
نمونه‌هایی از عوامل مهم در سناریوی هوابرد.....	۵
چرا تشخیص حمله هوایی دشوار است؟.....	۵
پیامدهای بهداشتی، اجتماعی و مدیریتی.....	۶
اصول مدیریت بهداشتی و بحران در مواجهه با رخداد مشکوک.....	۶
حفاظت فردی، جمعیتی و محیطی.....	۶
نقش مراکز درمانی در پاسخ.....	۶
مراقبت‌سندرمیک، گزارش‌دهی و ردیابی تماس.....	۷
حفاظت کارکنان سلامت.....	۷
ارتباطات خطر و اطلاع‌رسانی عمومی.....	۷
آمادگی پیش‌بینی نظام سلامت و بهداشت.....	۷
جمع‌بندی.....	۸
پیوست.....	۹

راهنمای جامع مدیریت و حفاظت در برابر بیوتروریزم هوابرد (نسخه تکمیلی: با تمرکز بر تجهیزات، حفاظت جمعی و

مدیریت رخدادهای هدفمند).....	۹
۱. تجهیزات حفاظت فردی (PPE) در سناریوهای هوابرد.....	۹
الف) حفاظت تنفسی (اولویت اول).....	۹
ب) حفاظت بدنی و چشم.....	۹
۲. راهبردهای حفاظت از مردم و جمعیت عمومی.....	۹

راهنمای آموزشی بیوتروریسم از طریق هوا

۳. حملات هدفمند به افراد خاص (VVIP) و گروه‌های خاص..... ۱۰
۴. مدیریت بحران: چک‌لیست و آیتم‌های مورد نیاز..... ۱۰
- الف) اقلام و تجهیزات ضروری (Stockpiling) ۱۰
- ب) مدیریت صحنه و عملیات ۱۱
- ج) پایش سیستم‌های تهویه (HVAC Management)..... ۱۱
۵. جمع‌بندی مدیریتی..... ۱۱
- خودمراقبتی ویژه زمان اعلام وضعیت اضطراری بیوتروریسم هوابرد ۱۲
۱. اقدامات فوری تنفسی (سپر اول دفاعی)..... ۱۲
۲. پناه گرفتن در محل امن (Shelter-in-Place)..... ۱۲
۳. تخلیه اضطراری و فرار از توده آلوده (در فضای باز)..... ۱۲
۴. دستورالعمل آلودگی‌زدایی فوری فردی (Decontamination)..... ۱۳
۵. رفتارهای ایمنی و مدیریت روانی (ترباژ اجتماعی)..... ۱۳
۶. مصرف ایمن آب و غذا..... ۱۴
- منابع و مراجع:..... ۱۴

مقدمه

بیوتروریسم به استفاده عمدی از عوامل زیستی مانند باکتری‌ها، ویروس‌ها، قارچ‌ها یا سموم میکروبی با هدف ایجاد بیماری، مرگ، اختلال اجتماعی، فشار بر نظام سلامت و ایجاد ترس عمومی گفته می‌شود. اگرچه انتشار عوامل زیستی می‌تواند از مسیرهای گوناگون مانند آب، غذا، تماس مستقیم، ناقل‌ها یا آلودگی محیطی رخ دهد، اما انتشار از طریق هوا یا آئروسل از مهم‌ترین و نگران‌کننده‌ترین اشکال آن به شمار می‌رود. دلیل این اهمیت آن است که در سناریوهای هوابرد، عامل زیستی می‌تواند بدون جلب توجه، در مدت کوتاه و در مقیاس نسبتاً وسیع بر جمعیت اثر بگذارد. ذرات معلق در هوا ممکن است در فضاهای بسته، نیمه‌بسته یا در برخی شرایط در محیط‌های پرتراکم پخش شوند و از راه استنشاق وارد بدن گردند.

از دیدگاه بهداشت عمومی، این نوع تهدید فقط یک موضوع عفونی یا میکروبیولوژیک نیست، بلکه یک مسئله چندوجهی در تقاطع اپیدمیولوژی، مدیریت بحران، بهداشت محیط، نظام مراقبت، ارتباطات خطر، و تداوم خدمات سلامت است. در بسیاری از موارد، عامل اصلی افزایش خسارت نه صرفاً خود پاتوژن، بلکه تأخیر در تشخیص، شناسایی دیر هنگام الگوهای غیرعادی، ازدحام مراکز درمانی، نبود ارتباطات بحران منسجم، و ناهماهنگی بین‌بخشی است. مرورهای جدید علمی نیز بر این نکته تأکید دارند که آمادگی در برابر بیوتروریسم باید مبتنی بر رویکرد all-hazards preparedness باشد؛ یعنی به جای تمرکز صرف بر یک عامل خاص، نظام سلامت باید از نظر ساختاری، عملیاتی و ارتباطی برای طیفی از تهدیدهای زیستی و شیمیایی آمادگی داشته باشد.

بیوتروریسم از طریق هوا چیست و چرا اهمیت ویژه دارد؟

در بیوتروریسم هوابرد، عامل زیستی به صورت ذرات ریز معلق در هوا منتشر می‌شود تا از راه تنفس وارد دستگاه تنفسی گردد. این ذرات ممکن است مستقیماً در هوا آزاد شوند، در فضاهای بسته باقی بمانند، از طریق جریان هوا جابه‌جا شوند یا در برخی سناریوها از طریق زیرساخت‌های تهویه و گردش هوا در بخش‌هایی از یک ساختمان یا مجموعه گسترش یابند. اهمیت این مسیر در آن است که دستگاه تنفسی یکی از مؤثرترین درگاه‌های ورود عوامل خطرناک به بدن محسوب می‌شود و در شرایطی که افراد زیادی در یک محیط مشترک حضور دارند، احتمال مواجهه دسته‌جمعی و هم‌زمان افزایش می‌یابد.

از سوی دیگر، در بسیاری از رخدادها هوابرد، نشانه‌های اولیه غیراختصاصی هستند مانند تب، سرفه، تنگی نفس، بدن‌درد، سردرد، ضعف عمومی یا علائم شبه‌آنفلوانزا. ممکن است در ابتدا هیچ نشانه واضحی از یک حمله عمدی مشاهده نگردد. همین ویژگی موجب می‌شود که رویداد در روزها یا حتی هفته‌های نخست، به صورت یک خوشه از بیماری‌های تنفسی معمولی دیده شود و تا زمان آشکار شدن الگوی غیرطبیعی، دامنه مواجهه گسترش یافته باشد. به همین دلیل، بیوتروریسم هوابرد بیش از آنکه صرفاً یک پدیده بالینی باشد، یک چالش جدی برای مراقبت‌سندرمیک، کشف زودهنگام، و تحلیل اپیدمیولوژیک است.

سناریوهای کلی انتشار از طریق هوا

در بحث آموزشی و آمادگی، شناخت سناریوهای کلی انتشار اهمیت دارد، زیرا به برنامه‌ریزان کمک می‌کند آسیب‌پذیری‌ها را بهتر درک کنند. یکی از شناخته‌شده‌ترین سناریوها، **انتشار در فضاهای بسته** است. در چنین محیط‌هایی، ذرات معلق می‌توانند مدت بیشتری باقی بمانند و به دلیل محدود بودن حجم هوا و تراکم جمعیت، احتمال مواجهه برای افراد بیشتر شود. سالن‌ها،

ایستگاه‌ها، واگن‌های مترو، مراکز خرید، ساختمان‌های اداری، فضاهای آموزشی، و برخی مراکز عمومی از نظر تنوریک در این دسته قرار می‌گیرند.

سناریوی مهم دیگر، **درگیر شدن سیستم‌های تهویه، گردش هوا و HVAC** است. از دیدگاه بهداشت محیط و مدیریت تأسیسات، این موضوع اهمیت بالایی دارد، زیرا جریان هوا در ساختمان‌ها می‌تواند بر الگوی جابه‌جایی ذرات اثر بگذارد. در راهنمایی‌های آمادگی، همواره توصیه می‌شود سیستم‌های تهویه در ساختمان‌های حساس از نظر طراحی، نگهداری، پایش و قابلیت کنترل اضطراری مورد توجه قرار گیرند. آنچه از منظر بهداشتی مهم است این است که هر رخداد مشکوک در یک ساختمان باید با ارزیابی فوری سیستم تهویه، مسیرهای هوا، فیلترها و الگوی جریان هوا همراه باشد، زیرا این مؤلفه‌ها می‌توانند بر دامنه مواجهه اثر بگذارند.

سناریوی دیگر، **رخداد در تجمعات عمومی و اماکن پرتردد** است. هرچه تراکم جمعیت بیشتر و مدت حضور طولانی‌تر باشد، پیامدهای اپیدمیولوژیک ممکن است پیچیده‌تر شوند. مدارس، دانشگاه‌ها، همایش‌ها، پایانه‌های مسافری، اجتماعات، ورزشگاه‌ها و فضاهای انتظار از جمله مکان‌هایی هستند که در ارزیابی آسیب‌پذیری باید مورد توجه قرار گیرند. در این محیط‌ها، علاوه بر مواجهه مستقیم، مسئله ردیابی افراد و مدیریت اطلاع‌رسانی نیز دشوارتر می‌شود.

در برخی متون، به **رهایش از طریق وسایل پخش‌کننده یا انتشار در مقیاس گسترده‌تر** نیز اشاره می‌شود، اما در متون آموزشی مسئولانه، از بیان جزئیات اجرایی این موارد باید پرهیز کرد. برای نظام سلامت، آنچه اهمیت دارد نه چگونگی سوءاستفاده، بلکه آمادگی برای شناسایی، مهار، پاسخ، و حفاظت از مردم است.

چه ویژگی‌هایی یک عامل را در سناریوی هوابرد نگران‌کننده‌تر می‌کند؟

همه عوامل زیستی برای انتشار از طریق هوا اهمیت یکسان ندارند. از دیدگاه علمی، عواملی در سناریوی هوابرد نگران‌کننده‌ترند که دوز عفونی پایینی داشته باشند، در شرایط آئروسل تا حدی پایدار بمانند، بتوانند بیماری شدید یا کشنده ایجاد کنند، و تشخیص اولیه آن‌ها دشوار باشد. در برخی موارد، اگر عامل قابلیت انتقال انسان به انسان نیز داشته باشد، پیچیدگی پاسخ چند برابر می‌شود، زیرا دیگر مسئله فقط مواجهه اولیه نیست، بلکه احتمال گسترش ثانویه نیز مطرح خواهد شد. همچنین هرچه دوره نهفتگی با تأخیر بیشتری همراه باشد، احتمال گسترش پنهان بیشتر می‌شود، زیرا افراد ممکن است پیش از تشخیص، در محیط‌های مختلف حضور پیدا کنند.

طبقه‌بندی عوامل بیوتروریستی: دسته‌های A، B و C

در آموزش‌های آمادگی زیستی، عوامل بیوتروریستی معمولاً در سه سطح یا سه دسته کلی طبقه‌بندی می‌شوند که این تقسیم‌بندی هنوز هم در بسیاری از منابع آموزشی معتبر مورد استفاده است.

دسته A شامل عواملی است که بیشترین اولویت را از نظر امنیت سلامت عمومی دارند. این عوامل معمولاً با مرگ‌ومیر بالا، پیامدهای اجتماعی شدید، توان بالقوه ایجاد وحشت عمومی و نیاز به آمادگی گسترده نظام سلامت دارند. در این دسته، نام‌هایی مانند *Bacillus anthracis* به‌عنوان عامل آنتراکس تنفسی، *Variola virus* به‌عنوان عامل آبله، *Yersinia pestis* در فرم طاعون پنومونیک، *Francisella tularensis* به‌عنوان عامل تولارمی، و **سم بوتولینوم** به‌عنوان یک تهدید شدید زیستی مطرح می‌شوند. برخی ویروس‌های تب‌های خونریزی‌دهنده نیز به‌دلیل شدت بیماری و بار بحران‌زایی در این مباحث مورد توجه قرار می‌گیرند.

هرچند در آموزش علمی باید میان «توان بحران‌زایی» و «الگوی انتقال معمول» تمایز گذاشت و از ساده‌سازی نادرست پرهیز کرد.

دسته B شامل عواملی است که از نظر تهدید، در سطح متوسط قرار می‌گیرند. این عوامل ممکن است از نظر قابلیت انتشار، مرگ‌ومیر یا نیاز به مدیریت گسترده بحران، شدت کمتری نسبت به دسته A داشته باشند، اما همچنان به آمادگی تشخیصی، آزمایشگاهی و اپیدمیولوژیک نیاز دارند. در این دسته، می‌توان به *Burkholderia mallei*, *Coxiella burnetii*, *Brucella spp.* و برخی ریکتسیاها اشاره کرد. برخی از این عوامل ممکن است در شرایط خاص، تظاهرات تنفسی یا ریوی قابل توجه داشته باشند و در صورت عدم توجه، خوشه‌های بیماری ایجاد کنند.

دسته C به عوامل نوظهور یا عوامل دارای پتانسیل تهدید آینده‌نگر اشاره دارد؛ یعنی پاتوژن‌هایی که ممکن است به‌طور طبیعی گسترده باشند یا در آینده با پیشرفت فناوری‌های زیستی، از نظر تهدیدپذیری اهمیت بیشتری پیدا کنند. این دسته به‌ویژه برای برنامه‌ریزی بلندمدت، رصد علمی، و سیاست‌گذاری سلامت زیستی اهمیت دارد. هدف از این طبقه‌بندی، افزایش آگاهی و اولویت‌بندی آمادگی است، نه ایجاد هراس یا ورود به جزئیات خطر آفرین.

نمونه‌هایی از عوامل مهم در سناریوی هوابرد

در میان عوامل کلاسیک، **آنتراکس تنفسی** یکی از مهم‌ترین نمونه‌هاست، زیرا اسپورهای آن پایداری بالایی دارند و بیماری شدید و بالقوه کشنده ایجاد می‌کنند. تشخیص زودهنگام در این مورد بسیار حیاتی است، زیرا تأخیر می‌تواند پیامدهای سنگینی داشته باشد. **آبله** نیز از نظر تاریخی اهمیت بسیار بالایی دارد و هر رخداد مشکوک به آن باید با حساسیت فوق‌العاده بالا بررسی شود. **طاعون پنومونیک** به دلیل درگیری ریوی و امکان انتقال از فردی به فرد دیگر، نیازمند واکنش بسیار سریع بهداشت عمومی است. **تولارمی** نیز می‌تواند به‌صورت آئروسل بیماری ریوی ایجاد کند و به دلیل دوز عفونی پایین، در آموزش‌های آمادگی مورد توجه قرار می‌گیرد. **سم بوتولینوم** از این جهت اهمیت دارد که اگرچه یک عامل عفونی کلاسیک نیست، اما از منظر تهدید زیستی و پیامدهای شدید بالینی، جایگاه ویژه‌ای در مباحث آمادگی دارد.

چرا تشخیص حمله هوایی دشوار است؟

از دشوارترین جنبه‌های بیوتروریسم هوابرد، تشخیص زودهنگام آن است. در مراحل نخست، بیماران ممکن است با علائمی مراجعه کنند که کاملاً شبیه عفونت‌های فصلی یا ویروسی معمولی است. اگر نظام مراقبت به این موارد تنها به‌صورت پرونده‌های منفرد نگاه کند، ممکن است الگوی کلی دیده نشود. در حالی که آنچه باید مورد توجه قرار گیرد، **الگوی تجمع** است: افزایش غیرمعمول موارد مشابه در یک بازه زمانی کوتاه، مراجعه هم‌زمان افراد از یک مکان مشترک، شدت غیرمنتظره بیماری، افزایش بستری‌های تنفسی، یا بروز موارد غیرعادی در کارکنان و مراجعان یک ساختمان.

از منظر اپیدمیولوژی، این تشخیص بیش از آنکه وابسته به مشاهده یک علامت خاص باشد، وابسته به **تشخیص یک الگوی غیرعادی** است. به همین دلیل، ارتباط تنگاتنگ بین بیمارستان، اورژانس، آزمایشگاه، اپیدمیولوژیست و شبکه بهداشت نقش تعیین‌کننده دارد.

پیامدهای بهداشتی، اجتماعی و مدیریتی

رخداد هوابرد می‌تواند هم‌زمان چندین لایه از نظام اجتماعی و سلامت را تحت تأثیر قرار دهد. در سطح بهداشتی، ممکن است موجی از مراجعات به اورژانس، افزایش بستری، نیاز به ایزولاسیون، و فشار بر مراقبت‌های ویژه ایجاد شود. در سطح اجتماعی، ترس عمومی، پخش شایعات، تعطیلی مراکز، کاهش اعتماد، و اختلال در رفت‌وآمد و فعالیت‌های روزمره رخ می‌دهد. در سطح مدیریتی، هماهنگی بین بهداشت، خدمات درمانی، مدیریت بحران، رسانه، بهداشت محیط، و گاه نهادهای امنیتی ضروری می‌شود. در چنین شرایطی، اگر ساختار فرماندهی روشن نباشد، حتی پاسخ‌های علمی درست نیز ممکن است در میدان عمل به نتیجه مطلوب نرسند.

اصول مدیریت بهداشتی و بحران در مواجهه با رخداد مشکوک

در اولین دقایق و ساعات پس از رخداد مشکوک، اصل اساسی **کنترل صحنه و جلوگیری از تشدید مواجهه** است. آرام‌سازی محیط، جلوگیری از تجمع، محدود کردن ورود و خروج غیرضروری، و هدایت افراد به‌صورت کنترل‌شده اهمیت زیادی دارد. اگر رخداد در محیط بسته یا درون یک ساختمان رخ داده باشد، ارزیابی فوری وضعیت تهویه و جریان هوا اهمیت ویژه پیدا می‌کند. تصمیم درباره کاهش، قطع یا مدیریت سیستم تهویه باید توسط تیم فنی و مسئولان ذی‌ربط و متناسب با شرایط اتخاذ شود، زیرا اقدام اشتباه‌زده یا غیرتخصصی می‌تواند وضعیت را پیچیده‌تر کند.

در همین مرحله، باید **زنجیره فرماندهی** فعال شود. یعنی معلوم باشد چه کسی مسئول صحنه است، چه نهادی مسئول هماهنگی بهداشتی است، چه کسی اطلاع‌رسانی می‌کند، و مسیر گزارش‌دهی به کدام بخش‌هاست. ثبت زمان، مکان، تعداد افراد حاضر، علائم اولیه و هرگونه شواهد محیطی برای ارزیابی بعدی ضروری است. بی‌نظمی در همین مرحله اولیه معمولاً هزینه‌های بعدی را چند برابر می‌کند.

حفاظت فردی، جمعیتی و محیطی

حفاظت در این رخدادها چند لایه دارد. در سطح فردی، افراد در معرض یا کارکنان پاسخگو باید از تجهیزات حفاظت تنفسی مناسب مطابق ارزیابی خطر استفاده کنند، بهداشت دست را رعایت کنند، از لمس صورت و تماس غیرضروری با سطوح مشکوک پرهیز نمایند و از مسیرهای کنترل‌شده جابه‌جا شوند. در سطح جمعیتی، مهم این است که مردم بدانند در صورت اعلام هشدار چه مواردی را باید رعایت نمایند، مانند ترک کنترل‌شده محل، پیروی از توصیه‌های بهداشتی رسمی، خودداری از هجوم به مراکز درمانی بدون نیاز، و توجه به علائم هشدار. همچنین در سطح محیطی، ساختمان‌ها و مراکز حساس باید از نظر سیستم تهویه، فیلتراسیون، مسیرهای جریان هوا، و قابلیت پاسخ اضطراری ارزیابی شوند. نگهداری مناسب تأسیسات، پایش دوره‌ای، و داشتن برنامه عملیاتی برای رخدادهای آلودگی احتمالی از مؤلفه‌های مهم آمادگی بهداشت محیط است. در برخی مراکز حساس، وجود امکان کنترل موضعی فضا، تفکیک مسیرها، و طراحی مناسب تهویه می‌تواند در کاهش دامنه مواجهه مؤثر باشد.

نقش مراکز درمانی در پاسخ

مراکز درمانی در رخدادهای بیوتروریسم هوابرد نه فقط محل درمان، بلکه بخش مهمی از ساختار کنترل بحران هستند. اگر این مراکز نتوانند تریاژ سریع و تفکیک صحیح بیماران را انجام دهند، خودشان ممکن است به کانون تشدید آشفته‌گی و حتی انتقال

راهنمای آموزشی بیوتروریسم از طریق هوا

ثانویه تبدیل شوند. بنابراین، باید از همان ابتدا مسیرهای اختصاصی برای بیماران تنفسی، فضاهای انتظار جداگانه، و ثبت دقیق سابقه مواجهه و زمان شروع علائم در نظر گرفته شود. اورژانس باید بتواند بین بیمار واقعی، فرد نگران، و مراجعه کننده بدون خطر فوری تمایز قائل شود، زیرا هجوم گسترده مردم نگران می تواند ظرفیت پاسخ را مختل نماید. در کنار این موضوع، آزمایشگاه ها نیز باید آماده باشند تا نمونه گیری، بسته بندی، انتقال و پردازش نمونه ها، با ایمنی کامل و مطابق پروتکل انجام شود. حفاظت کارکنان آزمایشگاهی در این شرایط نیز در این زمان حائز اهمیت است.

مراقبت سندرمیک، گزارش دهی و ردیابی تماس

یکی از پایه های اصلی پاسخ، **مراقبت سندرمیک** است. این نوع مراقبت کمک می کند پیش از قطعی شدن تشخیص عامل، الگوی بیماری های غیر معمول شناسایی شود. افزایش ناگهانی علائم تنفسی، خوشه های مکانی، موارد هم زمان در یک محل کار یا مرکز آموزشی، یا شدت غیر عادی بیماری باید فوراً به عنوان هشدار تلقی شود. سپس گزارش دهی سریع به مراکز خدمات جامع سلامت و ستاد معاونت بهداشتی، اپیدمیولوژیست، آزمایشگاه مرجع و مراکز تصمیم گیر انجام گیرد. پس از آن، ردیابی تماس ها و شناسایی افراد در معرض، نقش کلیدی پیدا می کند. این کار نه تنها برای پیشگیری از گسترش ثانویه، بلکه برای اطمینان بخشی عمومی نیز مهم است. مردم زمانی آرام تر می مانند که ببینند نظام سلامت می داند چه کسانی در معرض بوده اند و چه اقداماتی برای پیگیری آن ها در جریان است.

حفاظت کارکنان سلامت

در بسیاری از بحران های زیستی، بزرگ ترین سرمایه، نیروی انسانی سالم و آموزش دیده است. کارکنان سلامت، اورژانس، آزمایشگاه، بهداشت محیط و مدیریت بحران در معرض خطر مواجهه، فرسودگی و فشار روانی هستند. از این رو، حفاظت از آنان یک اولویت راهبردی است. آموزش استفاده صحیح از PPE، محدودسازی تعداد افراد در تماس مستقیم، ثبت مواجهه شغلی، پایش علائم، برنامه ریزی شیفت ها و حمایت روانی از آنان از مهم ترین اقدامات است. اگر کارکنان دچار ترس، خستگی یا بیماری شوند، کل نظام پاسخ تضعیف خواهد شد.

ارتباطات خطر و اطلاع رسانی عمومی

در رخدادهای مرتبط با بیوتروریسم، اطلاع رسانی باید به اندازه مداخله بالینی جدی گرفته شود. مردم نیاز دارند بدانند که چه اتفاقی افتاده، چه میزان خطر وجود دارد، چه کسانی باید پیگیری شوند، و چه اقداماتی باید انجام دهند. اگر این اطلاعات از مسیر رسمی، روشن و یکپارچه ارائه نشود، شایعه جای حقیقت را خواهد گرفت. در نتیجه، مراجعه های بی مورد، هراس عمومی و بی اعتمادی افزایش می یابد. اطلاع رسانی مؤثر باید دقیق، آرام، مبتنی بر شواهد و قابل فهم باشد. یک مرجع رسمی واحد یا هماهنگ باید پیام را منتقل کند و از تناقض گویی بین نهادها پرهیز شود. همچنین باید روشن شود که برخی اطلاعات ممکن است در مراحل اولیه ناقص باشد، اما این نقص نباید به پنهان کاری تعبیر شود؛ بلکه باید با صداقت و شفافیت مدیریت شود.

آمادگی پیش بینی نظام سلامت و بهداشت

پاسخ موفق به بیوتروریسم هوارد از روز حادثه آغاز نمی شود، بلکه از سال ها قبل با برنامه ریزی و ظرفیت سازی شکل می گیرد. نظام سلامت باید دارای برنامه پاسخ اضطراری، سناریوهای از پیش تدوین شده، تیم های آموزش دیده، ذخایر کافی PPE، سامانه

راهنمای آموزشی بیوتروریسم از طریق هوا

گزارش سریع، هماهنگی با آزمایشگاه‌های مرجع، و مانورهای دوره‌ای باشد. از سوی دیگر، بهداشت محیط باید در ارزیابی آسیب‌پذیری ساختمان‌ها، مراکز عمومی و زیرساخت‌های تهویه نقش فعال داشته باشد. دانشگاه‌های علوم پزشکی، بیمارستان‌ها، مراکز خدمات جامع سلامت، مدیریت بحران و سایر دستگاه‌های مسئول باید پیش از وقوع رخداد، مکانیسم مشترک همکاری داشته باشند. تجربه نشان داده است که نبود همین هماهنگی پیشینی، یکی از مهم‌ترین علل ناکارآمدی پاسخ در رخدادهای پیچیده است.

جمع‌بندی

بیوتروریسم از طریق هوا یکی از جدی‌ترین سناریوهای تهدید علیه سلامت عمومی است، زیرا می‌تواند به‌صورت پنهان، سریع و در مقیاس وسیع عمل کند. اهمیت آن تنها به ماهیت عامل زیستی محدود نمی‌شود، بلکه به توان آن در ایجاد آشفتنی اجتماعی، فشار بر نظام درمان، و اختلال در مدیریت عمومی وابسته است. به همین دلیل، نگاه به این موضوع باید فراتر از شناسایی عامل و درمان فردی باشد و به سمت آمادگی ساختاری، مراقبت سندرملیک، حفاظت از کارکنان، ارزیابی محیطی و تهویه، مدیریت صحنه، ردیابی تماس، و ارتباطات بحران گسترش یابد. همچنین باید توجه داشت که همه عوامل زیستی اهمیت یکسانی در سناریوهای هوابرد ندارند و طبقه‌بندی آن‌ها در دسته‌های A، B و C برای اولویت‌بندی آمادگی و آموزش مفید است. در کنار این شناخت، آنچه بیش از همه تعیین‌کننده است، کیفیت مدیریت بهداشتی و بحران است. اگر نظام سلامت بتواند الگوهای غیرعادی را زود تشخیص دهد، مراکز درمانی را سازمان‌دهی نماید، کارکنان را حفاظت کند، صحنه را کنترل نماید، و با مردم شفاف و علمی سخن بگوید، حتی در رخدادهای پیچیده نیز می‌توان دامنه آسیب را به‌طور قابل‌توجهی کاهش داد.

راهنمای جامع مدیریت و حفاظت در برابر بیوتوروریسم هوا بر (نسخه تکمیلی: با تمرکز بر تجهیزات، حفاظت جمعی و مدیریت رخدادهای هدفمند)

۱. تجهیزات حفاظت فردی (PPE) در سناریوهای هوا بر

در مواجهه با ذرات معلق (آئروسول)، حفاظت فردی باید بر اساس سطح خطر و نقش فرد (امدادگر، کادر درمان، یا فرد در معرض) انتخاب شود. اولویت اصلی در اینجا، جلوگیری از ورود ذرات به مجاری تنفسی و محافظت از غشاهای مخاطی است.

الف) حفاظت تنفسی (اولویت اول)

- ماسک‌های N95 و بالاتر (N99/N100): برای ذرات میکروبی که به صورت آئروسول هستند، ماسک‌های N95 استاندارد طلایی هستند. در صورت احتمال وجود عوامل با دوز عفونی بسیار پایین (مانند آنتراکس یا طاعون)، استفاده از ماسک‌های FFP2 یا FFP3 توصیه می‌شود.
- تجهیزات تنفسی تصفیه‌کننده هوای خودکار (PAPR): برای کادر درمان که در تماس طولانی با بیماران علامت‌دار هستند یا تیم‌هایی که وارد "منطقه حساس" (مرکز آلودگی) می‌شوند، این دستگاه‌ها که دارای فیلتر HEPA و موتور دمنده هستند، بالاترین سطح حفاظت را ایجاد می‌کنند.
- ماسک‌های تمام‌صورت (Full-face Respirators): این ماسک‌ها علاوه بر تنفس، از چشم‌ها نیز در برابر ذرات معلق محافظت می‌کنند.

ب) حفاظت بدنی و چشم

- شیلد و عینک حفاظتی: بسیاری از عوامل زیستی می‌توانند از طریق مخاط چشم جذب شوند. استفاده از عینک‌های کاملاً چسبیده (Goggles) در محیط‌های مشکوک ضروری است.
- گان‌های ضد آب و لباس‌های ایزوله (Tyvek): برای جلوگیری از نشستن ذرات روی لباس و بدن، لباس‌های یکپارچه نفوذناپذیر اهمیت دارند.
- دستکش‌های دو لایه: استفاده از دو لایه دستکش نیتریل برای تیم‌های پاسخگو الزامی است تا در صورت آسیب به لایه اول، ایمنی حفظ شود.

۲. راهبردهای حفاظت از مردم و جمعیت عمومی

در یک رخداد هوا بر، مدیریت جمعیت به اندازه درمان پزشکی اهمیت دارد. روش‌های اصلی عبارتند از:

راهنمای آموزشی بیوتروریسم از طریق هوا

- **سرپناه در محل (Shelter-in-Place):** اگر انتشار در فضای باز رخ داده باشد، بهترین اقدام برای مردم، ماندن در فضاهای بسته، بستن تمامی پنجره‌ها و درها، و خاموش کردن سیستم‌های تهویه مکنده (که هوای بیرون را به داخل می‌کشند) است.
- **تخلیه کنترل شده:** اگر مرکز آلودگی یک ساختمان خاص باشد، تخلیه باید در جهت **عمود بر باد** انجام شود تا افراد در مسیر حرکت توده آلوده قرار نگیرند.
- **پروتکل‌های بهداشتی فوری:** به مردم آموزش داده شود که در صورت مواجهه احتمالی، بلافاصله لباس‌های خود را در کیسه‌های پلاستیکی عایق کرده، دوش بگیرند (بدون خاراندن پوست) و از وسایل شخصی مشترک استفاده نکنند.
- **پروفیلکسی (پیشگیری دارویی/واکسیناسیون):** در صورت شناسایی عامل (مثلاً آنتراکس)، توزیع سریع آنتی‌بیوتیک‌های پیشگیرانه در جمعیت در معرض، از وقوع فاجعه جلوگیری می‌کند.

۳. حملات هدفمند به افراد خاص (VVIP) و گروه‌های خاص

بیوتروریسم همیشه برای کشتار جمعی نیست؛ گاهی به صورت **حملات هدفمند (Targeted Attacks)** علیه مقامات، دانشمندان یا افراد کلیدی انجام می‌شود.

- **روش‌های انتشار هدفمند:** ارسال پاکت‌های آلوده (مانند حادثه ۲۰۰۱ آنتراکس)، آلوده‌سازی سیستم تهویه اتاق‌های جلسات، یا استفاده از وسایل شخصی آلوده که ذرات را در فضای کوچک تنفسی فرد پخش می‌کنند.
- **پایش اختصاصی:** برای این افراد، سیستم‌های پایش مداوم هوای محیطی و بازرسی دقیق مرسولات پستی الزامی است.
- **تیم‌های واکنش سریع اختصاصی:** برای گروه‌های خاص، باید تیم‌های پزشکی آشنا به تاریخچه بالینی فرد و پروتکل‌های بیوتروریسم همواره در دسترس باشند تا کوچک‌ترین علائم غیراختصاصی را جدی بگیرند.

۴. مدیریت بحران: چک‌لیست و آیتم‌های مورد نیاز

برای مدیریت موفق یک بحران زیستی هوابرد، موارد زیر باید در طرح‌های عملیاتی (EOP) پیش‌بینی شوند:

الف) اقلام و تجهیزات ضروری (Stockpiling)

- **ذخیره استراتژیک دارو:** آنتی‌بیوتیک‌های وسیع‌الطیف (سیپروفلوکساسین، داکسی‌سایکلین) و واکسن‌های مربوطه (در صورت وجود).
- **کیت‌های تشخیص سریع:** برای شناسایی اولیه عوامل در محیط یا نمونه‌های انسانی.
- **کیت‌های آلودگی‌زدایی:** مواد شوینده خاص و محلول‌های هیپوکلریت برای ضدعفونی سطوح و تجهیزات.

ب) مدیریت صحنه و عملیات

- **زون بندی (Zoning):** تعیین دقیق ناحیه قرمز (آلوده)، زرد (پشتیبانی و آلودگی زدایی) و سبز (ایمن).
- **ایستگاه‌های آلودگی زدایی انبوه (Mass Decon):** ایجاد چادرهای مخصوص برای دوش گرفتن و تعویض لباس افرادی که از ناحیه آلوده خارج می‌شوند.
- **سیستم تریاژ اختصاصی:** جدا کردن "نگران‌های سالم" (Worried Well) از بیماران واقعی برای جلوگیری از فروپاشی ظرفیت بیمارستان‌ها.

ج) پایش سیستم‌های تهویه (HVAC Management)

- در ساختمان‌های حساس، باید امکان **قطع فوری تهویه مرکزی** یا تغییر حالت آن به فشار مثبت (برای جلوگیری از ورود هوا به اتاق‌های امن) وجود داشته باشد.
- استفاده از فیلترهای HEPA و سیستم‌های UVGI (اشعه فرابنفش درون کانالی) برای استریل‌سازی هوای گردش‌یافته.

۵. جمع‌بندی مدیریتی

مدیریت بیوتروریسم هوابرد یک زنجیره است که از **پایش محیطی** شروع شده، با **حفاظت فردی (PPE)** ادامه می‌یابد و با **ارتباطات بحران هوشمندانه** به پایان می‌رسد. در حملات هوابرد، ثانیه‌ها تعیین‌کننده‌اند. پوشیدن یک ماسک ساده توسط فرد در معرض، می‌تواند دوز استنشاقی را تا حد زیادی کاهش دهد و یک سیستم تهویه مجهز به فیلتر مناسب، می‌تواند جان صدها نفر را در یک مجتمع اداری نجات دهد.

آموزش مداوم کادر پاسخگو در مورد نحوه استفاده از PPE و مانورهای دوره‌ای برای مدیریت "مراجعات انبوه"، تنها راه تضمین کارآمدی این پروتکل‌ها در زمان وقوع حادثه واقعی است.

خودمراقبتی ویژه زمان اعلام وضعیت اضطراری بیوتروریسم هوابرد

۱. اقدامات فوری تنفسی (سپر اول دفاعی)

از آنجا که دستگاه تنفس و مخاط چشم، اصلی ترین درگاه های ورود عوامل زیستی هوابرد هستند، بلافاصله اقدامات زیر را انجام دهید:

- استفاده از ماسک مناسب: اگر ماسک های فیلتردار نظیر N95، FFP2 یا FFP3 در دسترس دارید، فوراً آن را روی صورت خود فیکس کنید. مطمئن شوید ماسک کاملاً روی بینی و دهان چسبیده و هیچ نشت هوایی از اطراف آن وجود ندارد.
- استفاده از ماسک های پارچه ای مرطوب (روش اضطراری): در صورت عدم دسترسی به هیچگونه ماسک استاندارد، یک قطعه پارچه نخی، حوله یا شالگردن را مرطوب کرده و جلوی دهان و بینی خود بگیرید. مرطوب کردن پارچه کارایی آن را در به دام انداختن ذرات معلق و اسپورها افزایش می دهد.
- حفاظت از چشم ها: از عینک های کاملاً چسبیده به صورت (Goggles) یا حداقل عینک طبی / آفتابی استفاده کنید تا از تماس آئروسول با مخاط چشم جلوگیری شود. لنزهای تماسی را فوراً خارج کنید.

۲. پناه گرفتن در محل امن (Shelter-in-Place)

اگر در زمان اعلام هشدار در خانه، اداره یا یک فضای بسته هستید، خارج نشوید. فضای داخل ساختمان امن تر از هوای آزاد است، مشروط بر رعایت موارد زیر:

- قطع کامل جریان هوا: بلافاصله کولرهای آبی، اسپلیت ها، هواسازها و هرگونه سیستم تهویه مطبوع یا هواکش (مانند هواکش آشپزخانه و سرویس بهداشتی) را خاموش کنید. این سیستم ها هوای آلوده بیرون را به داخل می کشند.
- مسدودسازی منافذ: تمامی پنجره ها و درها را ببندید. با استفاده از چسب های پهن، نایلون یا حوله های مرطوب، درز پنجره ها و فاصله زیر در ورودی را کاملاً مسدود کنید.
- پناه گرفتن در اتاق امن داخلی: به داخلی ترین اتاق ساختمان (که ترجیحاً بدون پنجره یا دارای کمترین پنجره به سمت بیرون باشد) بروید.
- پرهیز از استفاده از شومینه: دریچه (دمپر) شومینه را کاملاً ببندید تا مانع ورود جریان هوای بیرونی از طریق دودکش شوید.

۳. تخلیه اضطراری و فرار از توده آلوده (در فضای باز)

اگر در فضای باز هستید و اعلام خطر می‌شود:

- **حرکت عمود بر جهت باد:** جهت وزش باد را مشخص کنید (با نگاه به دود، پرچم‌ها یا حرکت برگ‌ها) و سریعاً در جهت عمود بر باد (۹۰ درجه نسبت به مسیر باد) حرکت کنید تا از مسیر حرکت ابر آلودگی خارج شوید. هرگز موافق یا مخالف جهت باد فرار نکنید.
- **پناه بردن به ارتفاع:** بسیاری از ذرات بیولوژیک معلق در هوا سنگین بوده و به سمت زمین نشست می‌کنند. در صورت امکان، به طبقات بالایی ساختمان‌های مرتفع پناه ببرید.
- **ورود به اولین ساختمان امن:** بدون اتلاف وقت به نزدیک‌ترین ساختمان عمومی، فروشگاه یا خانه‌ای که سیستم تهویه آن خاموش است وارد شوید.

۴. دستورالعمل آلودگی‌زدایی فوری فردی (Decontamination)

اگر گمان می‌کنید در معرض هوای آلوده قرار گرفته‌اید، پیش از ورود به بخش‌های پاک خانه یا مراکز درمانی، مراحل زیر را با دقت انجام دهید:

- **حذف پوشش آلوده:** لباس‌های بیرونی خود را به آرامی و بدون تکان دادن (تا ذرات روی لباس دوباره معلق نشوند) از تن خارج کنید. لباس‌ها را داخل یک کیسه پلاستیکی ضخیم قرار داده، درب آن را محکم گره بزنید و در محیطی خارج از فضای مسکونی (مانند تراس یا حیاط) قرار دهید.
- **استحمام بدون خارش:** با آب ولرم (نه داغ) و صابون فراوان حمام کنید.
- **نکته حیاتی:** به هیچ عنوان پوست خود را با لیف یا ناخن نخارائید. خراش‌های میکروسکوپی روی پوست، راه را برای نفوذ مستقیم باکتری‌ها (مانند اسپور آنتراکس) به داخل خون هموار می‌کند.
- **شستشوی مخاطی:** چشم‌های خود را با آب تمیز یا سرم نرمال سالین به مدت چند دقیقه شستشو دهید. بینی و دهان خود را نیز با آب تمیز قرقره و شستشو کنید.

۵. رفتارهای ایمنی و مدیریت روانی (ترباژ اجتماعی)

- **پرهیز از خوددرمانی و مصرف خودسرانه آنتی‌بیوتیک:** مصرف خودسرانه داروهایی مانند سیپروفلوکساسین یا داکسی‌سایکلین بدون تأیید نوع عامل بیولوژیک توسط وزارت بهداشت، منجر به مسمومیت دارویی، ایجاد مقاومت شدید میکروبی و تضعیف سیستم ایمنی بدن می‌شود.
- **مدیریت هجوم به مراکز درمانی (نگران‌های سالم):** بیمارستان‌ها و اورژانس‌ها باید برای پذیرش بیماران بدحال تنفسی خالی بمانند. اگر در معرض عامل نبوده‌اید و علائمی ندارید، صرفاً به دلیل ترس به

بیمارستان‌ها مراجعه نکنید تا ظرفیت درمانی کشور فلج نشود. در خانه بمانید و وضعیت خود را پایش کنید.

- **دنبال کردن اخبار از مراجع رسمی:** بیوتروریسم پیوند عمیقی با جنگ روانی و ایجاد هراس جمعی دارد. شایعات در فضای مجازی می‌توانند به اندازه عامل زیستی آسیب‌زا باشند. تنها به بیانی‌های رسمی وزارت بهداشت و ستاد ملی مدیریت بحران توجه کنید.

۶. مصرف ایمن آب و غذا

- در زمان وقوع حملات بیوتروریستی هواپرد، از مصرف آب چاه‌ها یا منابع روباز خودداری کنید. صرفاً از آب‌های بسته‌بندی شده و بطری‌شده یا آب لوله‌کشی شهری (تا زمانی که سلامت آن توسط مقامات تأیید شود) استفاده کنید.
- هرگونه مواد غذایی که در فضای باز بوده و پوشش محافظ نداشته‌اند را دور بریزید. مواد غذایی کنسرو شده یا بسته‌بندی‌های کاملاً پلمب شده ایمن هستند.

پیام نهایی:

در حملات هواپرد، مدیریت زمان اهمیت زیادی دارد. رعایت فاصله، استفاده از ماسک و آلودگی‌زدایی صحیح بدن، ریسک ابتلا را تا حد زیادی کاهش می‌دهد. آرامش خود را حفظ کنید و به یاد داشته باشید که سیستم‌های مراقبت بهداشتی برای پشتیبانی از شما در حالت آماده‌باش هستند.

منابع و مراجع:

1. NCBI Bookshelf (StatPearls). Comprehensive Review of Bioterrorism.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK570614/>
2. PubMed Central. Medical preparedness for bioterrorism and chemical warfare: A public health integration review.
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12055186/>
3. PubMed Central. A clinical approach to an unidentified aerosolized bioterrorism exposure.
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10350351/>



معاونت بهداشت

راهنمای آموزشی بیوتروریسم از طریق هوا

4. CDC. Bioterrorism and Anthrax: The Threat.

<https://www.cdc.gov/anthrax/bioterrorism/index.html>

5. CDC/MMWR. Biological and Chemical Terrorism: Strategic Plan for Preparedness and Response.

<https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/rr4904a1.htm>

6. Rural Health Information Hub. Emergency Preparedness and Response for Bioterrorism.

<https://www.ruralhealthinfo.org/toolkits/emergency-preparedness/4/bioterrorism>

۷. مرورهای علمی درباره biological weapons and bioterrorism preparedness و aerosolized exposure در منابع نمایه شده بین‌المللی.
