

دستورالعمل الگو جهت مقابله با شرایط اضطرار آلودگی هوا در شرایط جنگ و حملات هوایی

تیر ماه ۱۴۰۴

الحمد لله
الرحمن
الرحيم

عنوان: دستورالعمل الگو جهت مقابله با شرایط اضطرار آلودگی هوا در شرایط جنگ و حملات هوایی (ویرایش اول)

مرکز تحقیقات کیفیت هوا و تغییر اقلیم / دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی: ولنجک - میدان شهید شهریار - بلوار دانشجو - دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی - دانشکده بهداشت و

ایمنی - مرکز تحقیقات کیفیت هوا و تغییر اقلیم <https://aqcc.sbm.ac.ir>

دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله اعظم (عج): ونک - خیابان شیخ بهایی جنوبی - دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله اعظم (عج)

کمیته فنی تدوین راهنما

نام و نام خانوادگی	مرتبۀ علمی/سمت	محل خدمت
دکتر عباس شاهسونی	دانشیار مهندسی بهداشت محیط / عضو هیات علمی	دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی / مرکز تحقیقات کیفیت هوا و تغییر اقلیم
دکتر علیرضا رئیسی	استاد / معاون بهداشت	دانشگاه علوم پزشکی تهران
دکتر انوشیروان محسنی بندپی	استاد / عضو هیات علمی	دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی / مرکز تحقیقات کیفیت هوا و تغییر اقلیم
دکتر احمد جنیدی جعفری	استاد / عضو هیات علمی	دانشگاه علوم پزشکی ایران / مرکز تحقیقات تکنولوژی بهداشت محیط
دکتر جعفر جندقی	دکترای حرفه‌ای پزشکی / مدیر کل	دفتر مدیریت بیماری‌های غیرواگیر وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
دکتر نوروز محمودی	دکترای تخصصی مهندسی بهداشت محیط	دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله اعظم (عج)
دکتر مجید کرمانی	استاد / عضو هیات علمی	دانشگاه علوم پزشکی ایران / مرکز تحقیقات تکنولوژی بهداشت محیط
مهندس شهریار بزازپور	کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط	دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله اعظم (عج)
معصومه رحمتی نیا	استادیار / عضو هیات علمی	دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی / مرکز تحقیقات کیفیت هوا و تغییر اقلیم

مقدمه

در شرایط بحرانی ناشی از حملات نظامی، به‌ویژه حملات هوایی، شهرهای بزرگ با تهدیدات گسترده زیست‌محیطی مواجه می‌شوند که آلودگی شدید هوا یکی از مهم‌ترین آن‌هاست. انفجار تسلیحات نظامی، تخریب زیرساخت‌های صنعتی و شهری، آتش‌سوزی در مخازن سوخت، آزادسازی ذرات معلق، گازهای سمی و فلزات سنگین، می‌تواند کیفیت هوای تنفسی را به‌سرعت تا حد مرگبار کاهش دهد. این آلودگی‌ها به‌ویژه برای گروه‌های حساس مانند سالمندان، بیماران قلبی‌ریوی، کودکان و زنان باردار تهدیدی مستقیم و فوری به‌شمار می‌روند. از سوی دیگر، اختلال در خدمات درمانی و امدادی، ازدحام جمعیت در پناهگاه‌ها و محدودیت منابع بهداشتی، می‌تواند بحران سلامت عمومی را تشدید کند.

در چنین شرایطی، پدافند غیرعامل به‌عنوان رویکردی پیش‌نگرانه، غیرنظامی و کم‌هزینه برای کاهش آسیب‌پذیری مردم و زیرساخت‌ها، نقشی حیاتی ایفا می‌کند. در دل این رویکرد، اقدامات بهداشت محیط از جمله ارکان کلیدی حفاظت از سلامت جامعه محسوب می‌شود. پایش و کنترل آلودگی هوا، ایمن‌سازی منابع حیاتی مانند آب، غذا، دارو و امکانات بهداشتی، آموزش عمومی و آماده‌سازی زیرساخت‌های درمانی و امدادی، بلید در اولویت اقدامات اضطراری قرار گیرد. اهمیت این حوزه به‌ویژه در حملات با ماهیت زیستی، شیمیایی یا پرتویی چندبرابر می‌شود، جایی که مداخلات تخصصی و سریع می‌تواند مرز بین نجات یا فاجعه را رقم بزند.

بر همین اساس، این دستورالعمل تخصصی الگو با هدف ارتقاء آمادگی زیست‌محیطی شهرهای بزرگ کشور در برابر آلودگی‌های ناشی از حملات نظامی و حفاظت از سلامت مردم در شرایط اضطراری، در قالب ۱۴ گام عملیاتی تدوین شده است. این گام‌ها با رویکرد تلفیقی از علوم بهداشت محیط، مدیریت بحران، مهندسی پدافند غیرعامل و راهبردهای اجرایی قابل پیاده‌سازی در سطوح مختلف شهری، طراحی شده‌اند و زمینه‌ساز یک پاسخ هماهنگ، هدفمند و علمی در بحران‌های زیست‌محیطی جنگ‌محور خواهند بود.

جدول اختصارات

اختصار	عبارت گسترده	ترجمه فارسی
CBRN	Chemical-Biological-Radiological-Nuclear	شیمیایی-بیولوژیکی-رادیولوژیکی-هسته‌ای
CFD	Computational fluids dynamics	دینامیک سیالات محاسباتی
CIMS	Crisis information management system	سیستم مدیریت اطلاعات بحران
CRI	Composite risk index	شاخص ریسک ترکیبی
FTIR	Fourie transform infra-red	تبدیل فوریه مادون قرمز
GC-MS	Gas chromatography-mass spectrometry	کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی
GIS	Geographical information system	سیستم اطلاعات جغرافیایی
IDLH	Immediately dangerous limit for health	حدود خطرناک اضطراری برای سلامت
IoT	Internet of things	اینترنت اشیاء
MCDM	Multi criteria decision making	تصمیم‌گیری چندمعیاره
PARP	Powered air respiration protection	حفاظت تنفسی فشار مثبت
PCR	Polymerase chain reation	واکنش زنجیره‌ای پلیمراز
ppm	Part per milion	پی‌پی‌ام
qPCR	Quantitative polymerase chain reaction	واکنش زنجیره‌ای پلیمراز کمی
UV	Ultra-violet	ماورای بنفش

فهرست ۱۴ گام عملیاتی برای مقابله با آلودگی هوای ناشی از حملات هوایی و حفاظت از سلامت مردم در چارچوب پدافند غیرعامل

گام‌ها	صفحه
گام ۱. ایجاد مرکز فرماندهی و تصمیم‌گیری یکپارچه بحران‌های زیست‌محیطی از جمله آلودگی هوای ناشی از حملات هوایی	۷
گام ۲. شناسایی مناطق سیاسی، اقتصادی و نظامی با ریسک بالای حملات نظامی و آلودگی‌های ثانویه	۱۰
گام ۳. اطلاع‌رسانی و هماهنگی مناطق شناسایی‌شده با ریسک بالا به کلیه ارگان‌های مسئول	۱۳
گام ۴. تعیین وظایف اختصاصی هر یک از سازمان‌های مسئول در مدیریت بحران زیست‌محیطی ناشی از حملات	۱۵
گام ۵. افزایش ظرفیت نیروهای واکنش سریع آتش‌نشانی، مراکز درمانی و اورژانس در مناطق پرریسک	۱۷
گام ۶. تعیین و تجهیز پناهگاه‌های امن برای استفاده عمومی در زمان حملات نظامی و بروز آلودگی شدید هوا	۱۹
گام ۷. تجهیز پناهگاه‌ها به دستگاه‌های فیلتراسیون و تصفیه هوای پیشرفته مناسب شرایط اضطراری	۲۱
گام ۸. تهیه و توزیع تجهیزات حفاظت فردی مقابله با آلاینده‌های هوا برای عموم مردم در شرایط حاد	۲۳
گام ۹. ایجاد سامانه هشدار محلی برای اطلاع‌رسانی فوری به مردم و هدایت به پناهگاه‌های ایمن	۲۶
گام ۱۰. تعیین و استقرار گروه‌های پایش منطقه‌ای مجهز به دستگاه‌های پایش لحظه‌ای آلاینده‌های هوا	۲۸
گام ۱۱. آموزش عمومی مردم در خصوص واکنش به شرایط اضطراری آلودگی هوا از طریق رسانه‌ها و نهادهای آموزشی	۳۰
گام ۱۲. آماده‌سازی مسیرها و برنامه‌های تخلیه اضطراری برای جمعیت ساکن در مناطق پرخطر	۳۲
گام ۱۳. ایجاد اردوگاه‌ها و بیمارستان‌های اسکان موقت در مناطق امن خارج شهری برای پذیرش جمعیت تخلیه‌شده	۳۴
گام ۱۴. حفاظت و نگهداشت اقلام و تجهیزات ضروری شامل آب آشامیدنی، غذا و دارو	۳۶

۱. ایجاد مرکز فرماندهی و تصمیم گیری یکپارچه بحران‌های زیست محیطی از جمله آلودگی هوای ناشی از حملات هوایی

۱.۱. هدف اصلی:

ایجاد یک مرکز تخصصی، دائمی و چندسازمانی برای رصد، تحلیل، تصمیم‌سازی و فرماندهی عملیات‌های اضطراری در مواجهه با بحران‌های زیست‌محیطی، به‌ویژه آلودگی هوای ناشی از حملات جنگی یا بیوتروریستی.

۱.۲. ساختار سازمانی مرکز فرماندهی

نماینده ارگان	وظیفه اصلی	بخش
سازمان محیط‌زیست، هواشناسی	پایش، تحلیل و واکنش فوری به وضعیت آلودگی	اتاق عملیات مشترک
وزارت بهداشت، هلال احمر	پیش‌بینی پیامدهای بهداشتی، کنترل بیمارستان‌ها و اورژانس‌ها	اتاق سلامت و درمان
ارتش، سپاه، وزارت کشور	تحلیل تهدیدات، ارتباط با ارتش و نهادهای امنیتی	اتاق امنیت و اطلاعات
صداوسیما، شهرداری	اطلاع‌رسانی، مدیریت افکار عمومی، آموزش همگانی	اتاق رسانه و آموزش عمومی
وزارت نیرو، شهرداری، شرکت گاز	تأمین برق، آب، حمل‌ونقل، سوخت، لجستیک اضطراری	اتاق زیرساخت و لجستیک

۱.۳. اقدامات اجرایی مرحله‌ای

مرحله اول: طراحی و استقرار زیرساخت فیزیکی و دیجیتالی

- جانمایی مرکز در محل امن (مثلاً در اعماق یکی از مراکز فرماندهی استلنداری‌ها یا کلانشهرها)
- اتصال لحظه‌ای به:

- داده‌های ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوا
- تصاویر ماهواره‌ای و پهپادی
- داده‌های فوریتی مراکز درمانی، تماس‌های اورژانس، آتش‌نشانی
- داده‌های پدافند هوایی و راداری برای تطبیق موقعیت حملات
- استفاده از سامانه‌های تصویربرداری حرارتی و دود برای شناسایی نوع آلودگی (شیمیایی، ذره‌ای، ترکیبی)

- مرحله دوم: تعریف سناریوهای بحران
 - طراحی ۵ سناریو کلیدی شامل:
 - ۱. انفجار مواد شیمیایی در منطقه پرجمعیت
 - ۲. رهاسازی عامل بیولوژیک از طریق بمب یا پهپاد
 - ۳. تخریب پالایشگاه یا انبار سوخت
 - ۴. آزادسازی گازهای خفه کننده (کلر، آمونیاک)
 - ۵. حمله همزمان به زیرساخت + ایجاد ریزگردهای سمی
 - طراحی برنامه واکنش سریع متناسب با هر سناریو (Response Protocol)
- مرحله سوم: پایش مستمر و هشدار سریع
 - راه اندازی پنل کنترلی تحت وب با داده های زنده:
 - سطح آلاینده های ذرات معلق و گازهای هوای آزاد
 - شرایط باد، پایداری جو، دما
 - نرخ مراجعات بیمارستانی
 - تعریف آستانه های هشدار:
 - سطح هشدار زرد: افزایش تدریجی آلودگی
 - سطح هشدار نارنجی: آلودگی بحرانی + اثرات بهداشتی محسوس
 - سطح هشدار قرمز: تخلیه یا قرنطینه منطقه
- فعال سازی خودکار پیام هشدار برای مردم از طریق اپلیکیشن + پیامک + بوق شهری
 - ۴.۱. سایر پیشنهادات
 - استفاده از هوش مصنوعی برای پیش بینی گسترش آلودگی
 - بهره گیری از مدل های پیش بینی انتشار آلاینده ها با توجه به:
 - نوع انفجار
 - حجم ماده آزاد شده
 - الگوی باد و دما
 - تراکم شهری
 - نمونه مدل ها: CALPUFF، AERMOD، یا مدل سازی CFD برای مناطق پرتراکم
 - ایجاد اپلیکیشن هشدار مردمی
 - هشدار سطح آلودگی بر حسب موقعیت فرد
 - اعلام مسیرهای امن برای تخلیه
 - نمایش نزدیک ترین پناهگاه ها

- راهنماهای اولیه سلامت و کمک‌های اولیه

ادغام سامانه با آزمایشگاه‌های سیار زیست‌محیطی

- تحلیل نمونه‌های هوا از نقاط مختلف در زمان واقعی
- شناسایی عوامل شیمیایی یا بیولوژیکی خاص در صورت حمله تروریستی
- ساخت مدل نمونه (Pilot Center) برای تهران، تبریز و اصفهان
- آغاز پروژه با سه کلان‌شهر پرخطر و تعمیم به سایر شهرها

۱.۵. ملاحظات ویژه

- مرکز باید در زمان صلح نیز فعال باشد و مانورهای شبیه‌سازی شده ماهانه برگزار کند.
- لایه‌های حفاظتی (سایبری، فیزیکی، زیستی) برای این مرکز باید بسیار بالا باشد.
- مسئولیت هماهنگی این مرکز به عهده استانداری یا شورای پدافند غیرعامل استان باشد.

۲. شناسایی مناطق سیاسی-اقتصادی-نظامی با ریسک بالای حملات

۲.۱. هدف:

تهیه نقشه‌های جامع ریسک برای هر شهر و منطقه کلیدی ایران به منظور پیش‌بینی نقاط احتمالی هدف دشمن، طراحی پدافند غیرعامل شهری، و اولویت‌بندی مداخلات حفاظتی، تخلیه و پایش آلودگی.

۲.۲. مراحل اجرایی و زیرگام‌های عملیاتی

۲.۲.۱. تهیه فهرست زیرساخت‌های حساس و حیاتی شهری
دسته‌بندی اهداف بالقوه:

نوع زیرساخت	مثال‌ها
سیاسی	استانداری، فرمانداری، دفاتر امنیتی، مراکز فرماندهی بحران
اقتصادی	پالایشگاه‌ها، نیروگاه‌ها، بنادر تجاری، بورس، بانک مرکزی
نظامی	پادگان‌ها، فرودگاه‌های نظامی، انبارهای سلاح یا سوخت، مراکز شنود و رادار
زیربنایی	ایستگاه‌های برق، تصفیه‌خانه آب، خطوط گاز، مراکز داده اینترنت
بهداشتی	بیمارستان‌های مرجع، مراکز تحقیقاتی دارویی، انبار واکسن و خون

منبع اطلاعات:

داده‌های وزارت کشور، شهرداری‌ها، پدافند غیرعامل

تصاویر ماهواره‌ای (Sentinel, Landsat, Google Earth)

نقشه‌های GIS شهرهای بزرگ

۲.۲.۲. طراحی مدل تحلیلی ریسک حمله برای هر نقطه

فاکتورهای کلیدی در مدل:

ارزش راهبردی نقطه (نظامی، اقتصادی، سیاسی)

میزان آسیب‌پذیری (تراکم، فاصله از مناطق مسکونی، حفاظت فیزیکی)

امکان وقوع آلودگی ثانویه (نشت گاز، دود سمی، پسماند شیمیایی)

نزدیکی به مناطق پرجمعیت

روش پیشنهادی:

استفاده از مدل چندمعیاره (MCDM) در محیط GIS

فرمول ساده شده:

ریسک = (اهمیت × آسیب پذیری × احتمال حمله) ÷ (سطح حفاظت موجود)

۲.۲.۳. تهیه نقشه های ریسک شهری - نظامی - زیست محیطی ترکیبی

خروجی ها:

نقشه "نقاط هدف پذیر"

نقشه "گسترش آلودگی احتمالی پس از انفجار"

نقشه "نقاط بحرانی نیازمند پناهگاه"

نقشه "نقاط تخلیه سریع اولویت دار"

لایه های پیشنهادی در سیستم اطلاعات جغرافیایی

زیرساخت های بحرانی

مسیر باد غالب

تراکم جمعیت

ظرفیت تخلیه اضطراری

وضعیت زیرساخت های درمانی

۲.۲.۴. ایجاد سامانه مرکزی تحلیل ریسک و اولویت بندی مداخله

بارگذاری داده های تحلیل شده در یک سامانه آنلاین تحت نظر «مرکز فرماندهی

بحران»

به روزرسانی ماهانه با همکاری شهرداری، سپاه، ارتش، وزارت بهداشت و هواشناسی

تعیین نقاط نیازمند:

پایش مستمر آلودگی هوا

نصب پناهگاه

ذخیره تجهیزات حفاظت فردی و پزشکی

آموزش ویژه ساکنین منطقه

۲.۳. سایر پیشنهادات

۲.۳.۱. استفاده از پهپادهای نقشه بردار با دوربین های حرارتی و شیمیایی

بررسی وضعیت واقعی زیرساخت های هدف بالقوه

ارزیابی انتشار دود یا نشتی گاز در حملات شبیه سازی شده

۲.۳.۲. توسعه الگوریتم یادگیری ماشینی برای شناسایی اهداف محتمل دشمن

آموزش مدل بر اساس داده های تاریخی حملات نظامی اسرائیل به زیرساخت های

کشورهای منطقه (لبنان، سوریه، عراق)

- پیش‌بینی نوع هدف، نقطه حمله، و میزان پیامدهای آلودگی هوایی
- ۲.۳.۳. طراحی شاخص بومی = «CRI» شاخص ترکیبی ریسک زیست‌محیطی حمله امتیازدهی به هر منطقه از ۰ تا ۱۰۰ بر اساس:
- احتمال هدف‌گیری نظامی
- پیامد آلودگی هوا
- آسیب‌پذیری سلامت عمومی
- مثال: پالایشگاه جنوب تهران با شاخص ترکیبی ریسک زیست‌محیطی بسیار بالا
- ۲.۳.۴. مدل طبقه‌بندی اطلاعات
- سطوح دسترسی به نقشه‌ها بر اساس سطح امنیتی:
- عمومی (شهروندان)
- سازمانی (شهرداری‌ها، وزارت کشور)
- امنیتی (نیروهای نظامی)
- ۲.۳.۵. پیشنهاد بومی‌سازی برای کلان‌شهرها:

شهر	نقاط با اولویت بالا (بعنوان مثال)
تهران	پالایشگاه ری، مرکز داده‌ها، مراکز درمانی شریعتی و امام
تبریز	پالایشگاه تبریز، پادگان لشکر ۳۱، ایستگاه راه‌آهن
اصفهان	تأسیسات هسته‌ای نطنز، پالایشگاه اصفهان، مناطق صنعتی
اهواز	شرکت ملی حفاری، خطوط لوله، نیروگاه حرارتی

- ۲.۴. خروجی نهایی این گام:
- تهیه یک نقشه هوشمند و پویا از مناطق با ریسک بالای حمله و پتانسیل ایجاد آلودگی هوای حاد، که پایه‌ی تصمیم‌گیری همه‌گام‌های بعدی (تخلیه، پناهگاه، پایش، آموزش و...) خواهد بود.

۳. اطلاعیه و هماهنگی مناطق شناسایی شده با ریسک بالا به تمامی ارگان های مسئول مانند ارگان و سازمان های نظامی و امنیتی، هلال احمر، وزارت بهداشت، وزارت کشور، سازمان محیط زیست، سازمان هواشناسی و ...

۳.۱. هدف:

اطلاع رسانی دقیق، به موقع و منسجم به تمامی دستگاه های مرتبط جهت هماهنگی کامل و آمادگی عملیاتی مشترک برای مقابله با تهدیدات زیست محیطی ناشی از حملات هوایی، به ویژه آلودگی هوای ناشی از این حملات.

۳.۲. جزئیات اجرایی:

۳.۲.۱. تدوین پروتکل اطلاع رسانی و هماهنگی

تعریف مراحل اطلاع رسانی از زمان شناسایی مناطق پرخطر تا اعلام وضعیت بحرانی. تعیین کانال های ارتباطی رسمی و چندسطحی بین دستگاه های مختلف برای تضمین انتقال سریع و بدون نقص اطلاعات.

تدوین فرمت استاندارد گزارش ها و هشدارهای ارسالی با اطلاعات کلیدی مانند نوع تهدید، سطح ریسک، و اقدامات پیشنهادی.

۳.۲.۲. ایجاد ساختار هماهنگی بین دستگاهی

تشکیل کمیته هماهنگی متشکل از نمایندگان ارگان های نظامی، امنیتی، بهداشتی، محیط زیست، مدیریت بحران و سایر نهادهای مرتبط.

برگزاری جلسات دوره ای برنامه ریزی و هماهنگی، به ویژه پیش از شروع دوره های پرریسک یا شبیه سازی های عملیاتی.

تعریف وظایف و مسئولیت های مشخص برای هر دستگاه در فرایند اطلاع رسانی و واکنش.

۳.۲.۳. راه اندازی سامانه مدیریت اطلاعات بحران (CIMS)

توسعه یک سامانه متمرکز و آنلاین که داده های مناطق پرخطر را دریافت، ذخیره و به روز رسانی نماید.

قابلیت ارسال هشدارهای خودکار به دستگاه ها و کادرهای عملیاتی مرتبط.

دسترسی به اطلاعات نقشه ای، آماری و تحلیلی برای پشتیبانی تصمیم گیری.

۳.۲.۴. آموزش و تمرین های هماهنگی

برگزاری کارگاه ها و دوره های آموزشی برای مسئولان اطلاع رسانی و هماهنگی در دستگاه ها.

اجرای مانورهای مشترک اطلاع رسانی و واکنش به بحران های زیست محیطی به منظور

ارزیابی و بهبود کارایی فرایندها.

۳.۲.۵. تضمین امنیت اطلاعات

تعریف سیاست‌های حفاظت از اطلاعات حساس در فرایند اطلاع‌رسانی و هماهنگی. استفاده از بسترهای ارتباطی امن و رمزنگاری شده برای تبادل داده‌ها. تعیین سطوح دسترسی مناسب برای هر گروه از کاربران سامانه.

۳.۳. سایر پیشنهادات:

طراحی یک پروتکل اطلاع‌رسانی هوشمند مبتنی بر فناوری پیام‌رسانی چندکاناله (پیامک، اپلیکیشن، ایمیل و پیام‌رسان‌های داخلی) که بر اساس اولویت مخاطبین و شدت تهدید، پیام‌ها را با فوریت‌های مختلف ارسال کند. استفاده از سیستم هوش مصنوعی برای تحلیل داده‌ها و پیشنهاد اقدامات فوری به کمیته هماهنگی.

بهره‌گیری از فناوری بلاکچین جهت ثبت و رهگیری تمام رویدادهای اطلاع‌رسانی و تضمین شفافیت و عدم تغییر داده‌ها.

توسعه اپلیکیشن اختصاصی برای مدیران بحران که امکان دریافت هشدار، ارسال گزارش فوری و تعامل با سایر ارگان‌ها را فراهم کند. خروجی نهایی:

ایجاد یک ساختار اطلاع‌رسانی و هماهنگی یکپارچه، مستحکم و هوشمند که امکان واکنش سریع، هماهنگ و اثربخش تمامی ارگان‌های مرتبط را در مواجهه با آلودگی هوای ناشی از حملات هوایی فراهم می‌سازد. این ساختار باید به گونه‌ای طراحی شود که در شرایط واقعی بحران، ضمن تسهیل تصمیم‌گیری، از ایجاد هرگونه سردرگمی یا تعلل جلوگیری کند.

۴. تعیین وظایف هر یک از سازمان های مربوطه در خصوص رخداد حادثه

۴.۱. هدف:

تعریف دقیق و شفاف نقش ها، مسئولیت ها و وظایف سازمان ها و نهادهای ذیربط به منظور تضمین واکنش هماهنگ، کارآمد و بدون تداخل در مواجهه با حوادث ناشی از آلودگی هوای ناشی از حملات هوایی.

۴.۲. جزئیات اجرایی:

۱. تهیه و تدوین سند وظایف و مسئولیت ها
 - گردآوری و تحلیل شرح وظایف فعلی سازمان ها در زمینه مدیریت بحران و پدافند غیرعامل
 - تطبیق وظایف موجود با شرایط خاص ناشی از حملات هوایی و آلودگی هوا
 - تدوین سند جامع و تفصیلی مسئولیت های هر سازمان در قالب ماتریس (مسئول، پاسخگو، مشاور، اطلاع رسان)
۲. تقسیم وظایف بر اساس حوزه تخصصی و ظرفیت عملیاتی سازمان ها
 - سازمان های نظامی و امنیتی: تأمین امنیت، کنترل مناطق آسیب دیده، مدیریت دسترسی و جلوگیری از هرگونه فعالیت غیرمجاز
 - وزارت بهداشت و درمان: آماده سازی مراکز درمانی، افزایش ظرفیت پذیرش بیماران، نظارت بر سلامت عمومی، مدیریت دارو و تجهیزات پزشکی
 - سازمان محیط زیست: پایش و ارزیابی کیفیت هوای مناطق حادثه دیده، تحلیل آثار زیست محیطی و ارائه راهکارهای کاهش آلودگی
 - سازمان هواشناسی: پیش بینی شرایط جوی و الگوی پخش آلاینده ها جهت پشتیبانی تصمیم گیری
 - هلال احمر و سازمان های امدادی: امدادرسانی فوری، انتقال مصدومان، توزیع تجهیزات حفاظت فردی و مواد غذایی
 - وزارت کشور و مدیریت بحران: هماهنگی کلی، اطلاع رسانی به عموم، مدیریت تخلیه اضطراری و پناهگاه ها
۳. ایجاد کانال های ارتباطی مشخص بین سازمان ها
 - تعیین نقاط تماس مشخص در هر سازمان برای برقراری ارتباط سریع و موثر
 - استفاده از سامانه های ارتباطی امن و پایدار
 - تنظیم جلسات منظم هماهنگی قبل و حین بحران
۴. آموزش و تمرین وظایف محوله

- برگزاری دوره‌های آموزشی تخصصی برای کارکنان کلیدی هر سازمان
- اجرای مانورهای عملیاتی برای تمرین تعاملات بین‌سازمانی و بهبود فرایندهای همکاری

۵. ارزیابی و بازنگری دوره‌ای وظایف

- پس از هر تمرین یا حادثه، انجام جلسه بررسی عملکرد و اصلاح سند وظایف بر اساس بازخوردها
 - به‌روزرسانی مستمر وظایف با توجه به تغییرات شرایط و فناوری‌ها
- ۴.۳. سایر پیشنهادات:
- استفاده از نرم‌افزارهای مدیریت پروژه و رصد وظایف جهت پایش لحظه‌ای پیشرفت و مشکلات در اجرای مسئولیت‌ها
 - طراحی سیستم هشدار خودکار در سامانه مدیریت بحران برای اعلام نقض احتمالی وظایف یا تأخیر در اجرای آن‌ها
 - ایجاد بانک دانش دیجیتال حاوی دستورالعمل‌ها، استانداردها و بهترین شیوه‌ها برای هر سازمان
- ۴.۴. خروجی نهایی:

سندی دقیق و جامع از وظایف و مسئولیت‌های تمامی سازمان‌های ذیربط، که با هماهنگی کامل به‌روزرسانی و در شرایط بحران به‌صورت عملیاتی قابل اجرا باشد، به گونه‌ای که از هرگونه ابهام یا تعارض در نقش‌ها جلوگیری کند و زمینه‌ساز واکنش به موقع و مؤثر گردد.

۵. افزایش ظرفیت نیروهای واکنش سریع آتش‌نشانی، مراکز درمانی و اورژانس در مناطق شناسایی شده با ریسک بالا

۵.۱. هدف:

تقویت توان عملیاتی و پاسخگویی سریع نیروهای واکنش سریع شامل آتش‌نشانی، مراکز درمانی و اورژانس در مناطق پرخطر، به منظور کاهش تلفات انسانی و آسیب‌های زیست‌محیطی ناشی از حملات هوایی و آلودگی هوا.

۵.۲. جزئیات اجرایی:

۱. بررسی ظرفیت موجود و شناسایی کمبودها
 - انجام ارزیابی دقیق از نیروی انسانی، تجهیزات و امکانات موجود در آتش‌نشانی، مراکز درمانی و اورژانس در مناطق با ریسک بالا
 - شناسایی نقاط ضعف و نیازهای فوری برای بهبود پاسخگویی
۲. افزایش نیروی انسانی متخصص و آموزش دیده
 - جذب نیروی جدید با اولویت بومی مناطق پرخطر
 - برگزاری دوره‌های آموزشی تخصصی مرتبط با مدیریت بحران، مقابله با آلودگی‌های هوایی و آسیب‌های ناشی از مواد شیمیایی یا بیولوژیکی
 - تمرکز بر آموزش واکنش‌های سریع و هماهنگی بین بخش‌های مختلف عملیاتی
۳. تجهیز و به‌روزرسانی امکانات و تجهیزات
 - تامین تجهیزات حفاظتی فردی (ماسک‌های فیلتردار، لباس‌های ضدشیمیایی و ضدبیولوژیکی)
 - افزایش تعداد و کیفیت تجهیزات اطفاء حریق، دستگاه‌های تهویه و تصفیه هوای قابل حمل
 - تجهیز مراکز درمانی به دستگاه‌های تشخیص سریع آلودگی‌ها و امکانات درمانی تخصصی برای مسمومیت‌های شیمیایی و بیولوژیکی
۴. تقویت زیرساخت‌های ارتباطی و لجستیکی
 - ایجاد و بهینه‌سازی شبکه ارتباطی اختصاصی برای نیروهای واکنش سریع جهت تسهیل ارتباطات در شرایط بحرانی
 - توسعه سیستم‌های مدیریت اطلاعات پزشکی و عملیاتی برای تسریع در تصمیم‌گیری
 - طراحی و پیاده‌سازی نقشه‌های دسترسی سریع به مناطق حادثه‌دیده
۵. برگزاری تمرین‌های میدانی مشترک

- اجرای مانورهای هماهنگی بین آتش نشانی، اورژانس و مراکز درمانی در سناریوهای مختلف شامل آلودگی هوایی ناشی از حملات هوایی
- ارزیابی عملکرد و شناسایی نقاط قوت و ضعف برای بهبود مستمر
- ۶. برنامه ریزی جهت نگهداری و پایش مستمر تجهیزات
- ایجاد نظام پایش و نگهداری منظم تجهیزات و ملزومات واکنش سریع
- تضمین آمادگی تجهیزات در هر لحظه برای واکنش فوری
- ۵.۳. سایر پیشنهادات:
- استفاده از فناوری های نوین مانند پهپادها برای ارزیابی سریع مناطق آسیب دیده و شناسایی نیازهای فوری نیروهای واکنش سریع
- توسعه سیستم های هوشمند پایش سلامت و عملکرد نیروهای واکنش سریع با استفاده از حسگرها و فناوری های پوشیدنی
- ۵.۴. خروجی نهایی:
- ظرفیت عملیاتی نیروهای واکنش سریع به شکل قابل توجهی افزایش یافته و آماده پاسخگویی سریع، هماهنگ و موثر در مواجهه با حوادث آلودگی هوای ناشی از حملات هوایی در مناطق پرخطر باشد، به گونه ای که سلامت و امنیت مردم و محیط زیست حفظ گردد

۶. تعیین پناهگاه‌های امن در زمان حملات نظامی و وقوع حادثه

۶.۱. هدف:

شناسایی، تجهیز و اعلام مکان‌های امن به منظور حفاظت جمعیت در برابر آلاینده‌های هوایی و تهدیدات ناشی از حملات نظامی

۶.۲. جزئیات اجرایی:

۱. شناسایی پناهگاه‌های موجود
 - بررسی و دسته‌بندی پناهگاه‌های موجود در مناطق پرخطر با معیارهای فنی شامل استحکام سازه، تهویه، دسترسی و امکانات اضطراری
 - ارزیابی ظرفیت پذیرش جمعیت در هر پناهگاه و تناسب آن با جمعیت منطقه تحت پوشش
 ۲. تجهیز و به‌روزرسانی پناهگاه‌ها
 - نصب دستگاه‌های تصفیه هوا با فناوری فیلترهای HEPA و فیلترهای جذب گازهای سمی
 - تأمین منابع اضطراری شامل آب، مواد غذایی، تجهیزات پزشکی و ارتباطات داخلی
 - فراهم آوردن تجهیزات حفاظتی فردی در داخل پناهگاه‌ها
 ۳. تدوین دستورالعمل‌های بهره‌برداری از پناهگاه‌ها
 - تدوین شیوه‌نامه‌های ورود، اقامت و خروج از پناهگاه‌ها در شرایط مختلف بحران
 - آموزش نیروهای محلی و مدیران پناهگاه‌ها برای مدیریت حضور جمعیت و حفظ شرایط بهداشتی
 ۴. اطلاع‌رسانی به عموم مردم
 - اعلام دقیق موقعیت، ظرفیت و شرایط استفاده از پناهگاه‌ها از طریق رسانه‌های مختلف و سامانه‌های هشدار محلی
 - آموزش عمومی در مورد چگونگی دسترسی و استفاده بهینه از پناهگاه‌ها در زمان بحران
 ۵. نظارت و ارزیابی مستمر
 - بازدیدهای دوره‌ای برای تضمین آمادگی پناهگاه‌ها و عملکرد صحیح تجهیزات
 - به‌روزرسانی تجهیزات و امکانات بر اساس بازخوردهای دریافتی و شرایط جدید
- ۶.۳. سایر پیشنهادات:
- استفاده از فناوری اینترنت اشیا (IoT) برای پایش شرایط محیطی در پناهگاه‌ها به صورت آنلاین

- طراحی پناهگاه‌های سیار با قابلیت انتقال سریع به نقاط مورد نیاز
- توسعه سامانه هوشمند مدیریت حضور و ظرفیت پناهگاه‌ها با قابلیت رزرو و رهگیری افراد

۶.۴. خروجی نهایی:

شبکه‌ای از پناهگاه‌های امن، مجهز و قابل دسترس که در هنگام حملات نظامی و آلودگی هوایی امکان حفاظت بهینه از جمعیت را فراهم می‌آورد و با مدیریت علمی و فناوری‌های نوین پشتیبانی می‌شود.

۷. تجهیز پناهگاه‌ها به دستگاه‌های تصفیه هوا

۷.۱. هدف:

تأمین هوای سالم و عاری از آلاینده‌های شیمیایی، بیولوژیکی و ذرات معلق در پناهگاه‌ها به منظور حفظ سلامت ساکنان در زمان حملات هوایی و آلودگی هوا.

جزئیات اجرایی:

۱. بررسی نیازهای تصفیه هوا
 - ارزیابی حجم و تعداد ساکنان هر پناهگاه برای تعیین ظرفیت تصفیه هوا
 - شناسایی نوع آلاینده‌های محتمل (گازهای سمی، ذرات معلق، عوامل بیولوژیکی) و تعیین فناوری مناسب تصفیه
 ۲. انتخاب و نصب دستگاه‌های تصفیه هوا
 - اولویت‌بندی استفاده از سیستم‌های مجهز به فیلترهای HEPA، فیلترهای جذب گاز (مانند کربن فعال) و فناوری‌های ضد عفونی کننده مانند اشعه UV-C
 - نصب دستگاه‌ها در نقاط کلیدی پناهگاه به گونه‌ای که جریان هوای تصفیه شده به طور یکنواخت توزیع شود
 - اطمینان از قابلیت عملکرد بدون وقفه و در شرایط اضطراری
 ۳. نگهداری و پایش مستمر
 - تدوین برنامه زمان‌بندی منظم برای نگهداری، تعویض فیلترها و سرویس‌های فنی دستگاه‌ها
 - نصب سنسورهای کیفیت هوا داخل پناهگاه برای پایش لحظه‌ای عملکرد سیستم‌ها و اطلاع‌رسانی به مرکز فرماندهی
 ۴. آموزش کارکنان پناهگاه
 - آموزش روش‌های کارکرد، نگهداری و عیب‌یابی دستگاه‌ها به پرسنل مستقر در پناهگاه‌ها
 - آموزش نکات ایمنی و نحوه رفتار در شرایط کاهش یا قطع عملکرد سیستم‌های تصفیه
 ۵. تضمین منابع تامین انرژی
 - پیش‌بینی سیستم‌های پشتیبان برق (مانند ژنراتور و باتری‌های ذخیره) جهت حفظ عملکرد دستگاه‌ها در شرایط قطعی برق
- ۷.۳. سایر پیشنهادات:

استفاده از سیستم‌های هوشمند کنترل کیفیت هوا که به صورت خودکار تنظیمات تصفیه را بر اساس میزان آلودگی تغییر می‌دهند

- به کارگیری فناوری‌های نوین مانند فیلترهای نانویی و سیستم‌های پاک‌سازی مبتنی بر کاتالیزورهای فوتوکاتالیستی
 - توسعه سیستم‌های ترکیبی تصفیه هوا و ضدعفونی که علاوه بر حذف آلاینده‌ها، عوامل بیولوژیکی و ویروس‌ها را نیز از بین می‌برند
- ۷.۴. خروجی نهایی:

پناهگاه‌هایی با هوای سالم و ایمن که قادر به مقابله مؤثر با آلاینده‌های شیمیایی، بیولوژیکی و ذرات معلق در شرایط بحران می‌باشند و سلامت ساکنان را تضمین می‌کنند.

۸. تهیه تجهیزات حفاظت فردی مقابله با آلاینده‌های هوا برای عموم مردم در شرایط حاد

۸.۱. هدف:

تأمین و توزیع تجهیزات حفاظت فردی مؤثر برای تمامی اقشار جامعه به منظور کاهش مواجهه مستقیم با آلاینده‌های هوایی سمی و ذرات معلق در شرایط بحران و حملات هوایی.

۸.۲. جزئیات اجرایی:

۱. تعیین نیازمندی‌ها و اولویت‌بندی اقشار آسیب‌پذیر
 - شناسایی گروه‌های پرخطر مانند کودکان، سالمندان، بیماران تنفسی و افراد شاغل در محیط‌های پرخطر
 - برآورد تعداد تجهیزات مورد نیاز بر اساس جمعیت مناطق پرریسک و میزان آلودگی پیش‌بینی شده
 ۲. انتخاب تجهیزات استاندارد و مؤثر
 - تهیه ماسک‌های تنفسی با فیلترهای کلاس N95 و بالاتر که قابلیت فیلتر کردن ذرات معلق و آلاینده‌های شیمیایی را داشته باشند.
 - ارائه لباس‌ها و پوشش‌های محافظ شیمیایی و بیولوژیکی در صورت نیاز برای کارکنان اورژانس و افراد در معرض خطر بالا
 - تأمین کلاه، دستکش و عینک‌های محافظ مناسب در شرایط خاص
- جدول ۱. تجهیزات حفاظت فردی تنفسی مقابله با آلاینده‌های گازی و شیمیایی هوا

آلاینده	مقداری اضطراری خطرناک برای سلامت (IDLH)	کلاس ماسک تنفسی
ذرات معلق	-	N95, N99
ترکیبات و گازهای آلی	-	A
گازهای معدنی	-	B
آمونیاک	300 ppm	K
کلر	10 ppm	B/E
گوگرد دی‌اکسید	100 ppm	E
کربن مونوکسید	1200 ppm	تجهیزات تنفسی فشار مثبت (PARP)
نیتروژن	20 ppm	تجهیزات تنفسی فشار مثبت

دی اکسید	(PARP)	
کربن دی اکسید	40000 ppm	تجهیزات تنفسی فشار مثبت (PARP)
کلر دی اکسید	5 ppm	تجهیزات تنفسی فشار مثبت (PARP)
کربونیل کلرید (فسژن)	2 ppm	تجهیزات تنفسی فشار مثبت (PARP)
سیانیدها به شکل سیانوژن یا سیانوژن کلرید	25 mg/m ³ بر حسب سیانید	تجهیزات تنفسی فشار مثبت (PARP)

توجه شود در صورت وقوع حملات بیوشیمیایی، استفاده از ماسک‌های محافظ شیمیایی-بیولوژیکی-رادیولوژیکی-هسته‌ای (CBRN) بایستی در دستور کار قرار گیرد. باید توجه نمود که ماسک‌های CBRN موجود مجهز به کلاس‌های مختلف فیلتر مرتبط با حملات صورت گرفته باشند. برای نیروهای نظامی و امدادی بایستی تجهیزات تنفسی فشار مثبت (PARP) تدارک دیده شده باشد.

۳. تدارک و توزیع سریع تجهیزات

- ایجاد انبارهای مرکزی و منطقه‌ای برای ذخیره تجهیزات به منظور تضمین دسترسی سریع در زمان بحران
 - طراحی سامانه توزیع هوشمند جهت تحویل سریع تجهیزات به نقاط مورد نیاز و اقشار آسیب‌پذیر
 - همکاری با سازمان‌های مردمی و داوطلبان برای تسهیل توزیع در مناطق آسیب‌دیده
 - آموزش عمومی و تخصصی
 - آموزش نحوه صحیح استفاده، نگهداری و تعویض تجهیزات حفاظت فردی از طریق رسانه‌های جمعی و دوره‌های حضوری
 - ارائه دستورالعمل‌های واضح در خصوص زمان و شرایط استفاده از هر نوع تجهیزات
 - پایش کیفیت و به‌روزرسانی مستمر
 - کنترل کیفیت تجهیزات خریداری شده بر اساس استانداردهای بین‌المللی
 - به‌روزرسانی فناوری‌ها و تجهیزات بر اساس پیشرفت‌های علمی و تجربیات میدانی
- ۸.۳. پیشنهادات سایر:

- توسعه و به کارگیری ماسک‌های هوشمند با قابلیت پایش کیفیت هوا و اعلام زمان تعویض فیلتر

- ایجاد سامانه تلفن همراه و آنلاین جهت آموزش و راهنمایی سریع کاربران در نحوه استفاده بهینه از تجهیزات

۸.۴. خروجی نهایی:

تأمین تجهیزات حفاظت فردی با کیفیت و دسترس‌پذیر برای عموم مردم، همراه با آموزش کافی، به منظور کاهش ریسک‌های سلامت ناشی از مواجهه با آلاینده‌های هوایی در شرایط بحران و حملات هوایی.

۹. ایجاد سامانه هشدار محلی به عموم مردم به منظور پناهگاه های امن

۹.۱. هدف:

توسعه و پیاده سازی سامانه ای جامع و چند کاناله برای اطلاع رسانی سریع، دقیق و مؤثر به شهروندان در خصوص وقوع حملات هوایی، آلودگی هوا و راهنمایی های مربوط به پناهگاه های امن

۹.۲. جزئیات اجرایی:

۱. تحلیل نیازها و مخاطبان

- شناسایی گروه های مختلف مخاطب (ساکنان مناطق شهری، افراد دارای نیازهای خاص، سالمندان، کودکان و غیره)

- بررسی بهترین کانال های ارتباطی برای هر گروه (پیامک، اپلیکیشن موبایل، رادیو، تلویزیون، بلندگوهای محلی و غیره)

۲. طراحی و توسعه سامانه هشدار

- طراحی سامانه نرم افزاری با قابلیت ارسال هشدارهای فوری به صورت پیامک، اپلیکیشن و تماس تلفنی

- استفاده از فناوری های روز مانند پیام رسان های خودکار، سامانه های اعلان عمومی و شبکه های اجتماعی برای انتشار سریع اطلاعات

- ایجاد پنل مدیریت برای مسئولان جهت ارسال پیام ها و نظارت بر روند هشدارها

۳. اتصال به سامانه های پایش آلودگی و شرایط بحران

- یکپارچه سازی سامانه هشدار با داده های لحظه ای آلاینده های هوا، پیش بینی هواشناسی و اطلاعات نظامی جهت بهبود دقت هشدارها

- تعریف سناریوهای هشدار بر اساس شدت و نوع تهدید

۴. آموزش و اطلاع رسانی به جامعه

- برگزاری کمپین های آموزشی برای آشنایی شهروندان با سامانه هشدار و نحوه واکنش به پیام های دریافتی

- انتشار راهنمای استفاده و نکات ایمنی از طریق رسانه های جمعی

۵. آزمایش و بهینه سازی مداوم سامانه

- اجرای آزمون های دوره ای عملکرد سامانه در شرایط شبیه سازی شده

- جمع آوری بازخورد از کاربران و اصلاح نقاط ضعف سیستم

۹.۳. سایر پیشنهادات:

- بهره‌گیری از فناوری هوش مصنوعی برای تحلیل داده‌ها و پیش‌بینی دقیق‌تر تهدیدات و انتشار هشدارهای هدفمند
- استفاده از شبکه‌های ارتباطی پشتیبان مانند ماهواره‌ای یا رادیویی برای تضمین عملکرد سامانه در شرایط بحران شدید
- طراحی اپلیکیشن موبایل با قابلیت ارائه راهنمایی‌های صوتی و تصویری در زمان بحران

۹.۴. خروجی نهایی:

سامانه هشدار محلی چندکاناله، هوشمند و قابل اعتماد که به طور مؤثر شهروندان را در سریع‌ترین زمان ممکن از تهدیدات حملات هوایی و آلودگی هوا مطلع ساخته و آنها را به سمت پناهگاه‌های امن هدایت می‌کند.

۱۰. تعیین گروه‌های پایش منطقه ای تجهیز شده به دستگاه‌های پایش آنلاین آلاینده‌های گازی و ذره‌ای و عوامل بیوشیمیایی هوای آزاد

۱۰.۱. هدف:

ایجاد شبکه فعال، واکنش‌پذیر و علمی از گروه‌های تخصصی برای پایش مستمر و لحظه‌ای آلودگی هوای ناشی از حملات نظامی، انفجارها و انتشار مواد شیمیایی، با هدف اطلاع‌رسانی سریع، تصمیم‌سازی بهنگام، و حفاظت از سلامت عمومی در مناطق پرریسک.

۱۰.۲. جزئیات اجرایی:

۱. تشکیل ساختار سازمانی گروه‌های پایش منطقه‌ای

- شناسایی و سازماندهی تیم‌های علمی-عملیاتی در مناطق شهری و صنعتی کلان‌شهرها
- عضویت نمایندگان آموزش‌دیده از سازمان محیط‌زیست، مراکز تحقیقات، دانشگاه‌ها، سازمان هواشناسی، وزارت بهداشت و نیروهای مسلح
- تعیین فرماندهی میدانی برای هر تیم و اتصال به مرکز فرماندهی یکپارچه بحران

۲. تجهیز تیم‌ها به سامانه‌های پیشرفته پایش آلودگی

- تأمین دستگاه‌های قابل حمل و ثابت برای پایش آلاینده‌های گازی نظیر SO_2 ، NO_2 ، $PM_{2.5}$ و PM_{10} و ذره‌ای $VOCs$ ، H_2S ، CO ، NH_3 ، O_3
- تجهیز به حسگرهای کالیبره‌شده، ایستگاه‌های نمونه‌برداری قابل نصب سریع، و تحلیلگرهای فوری (آنالیزورهای طیفی، کروماتوگرافی گازی پرتابل و ...)
- تجهیز به GPS و ماژول‌های ارتباطی برای ارسال برخط داده‌ها به سرور مرکزی
- تجهیز به کیت‌های تشخیص سریع مواد جنگی شیمیایی (CWAs): کلر، فسژن، خردل، سارین، VX

- تجهیز به طیف‌سنج مادون قرمز (FTIR) و کروماتوگرافی گازی پرتابل (GC-MS)
- تجهیز به کیت PCR سیار (Real-Time qPCR) با قابلیت تشخیص DNA عوامل پاتوژن شناخته‌شده (مانند آنتراکس، طاعون، توברکلوزیس)

۳. ایجاد بستر ارتباطی و سامانه داده یکپارچه

- راه‌اندازی سامانه ابری (cloud-based) برای جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و تحلیل لحظه‌ای داده‌های آلاینده‌ها
- طراحی داشبوردهای تحلیلی و نقشه‌های هوشمند برای نمایش پراکندگی و شدت آلودگی در مناطق مختلف
- اتصال سامانه به سامانه هشدار محلی، مرکز فرماندهی بحران، و مراکز تصمیم‌گیری

پزشکی و شهری

۴. تدوین پروتکل عملیات میدانی و پایش اضطراری

- تعریف آستانه‌های هشدار سطح‌بندی‌شده (زرد، نارنجی، قرمز) بر اساس نوع و شدت آلاینده

- تهیه نقشه مسیرهای تردد، محل استقرار ایستگاه‌ها و مناطق اولویت‌دار برای هر تیم
- تعیین دوره‌های پایش عادی، فشرده، و اضطراری در شرایط عادی و پس از وقوع حملات

۵. آموزش، تمرین و ارزیابی مستمر عملکرد تیم‌ها

- اجرای برنامه‌های آموزشی تخصصی در حوزه پایش آلاینده‌های جنگی و صنعتی
- برگزاری مانورهای دوره‌ای برای ارزیابی آمادگی، هماهنگی و عملکرد تجهیزات
- تدوین گزارش‌های علمی از داده‌های به‌دست‌آمده و استخراج الگوهای انتشار در زمان بحران

۱۰.۳. سایر پیشنهادات:

- استفاده از پهپادهای پایش مجهز به حسگرهای گازی و ذره‌ای برای پوشش مناطق با دسترسی دشوار یا آلوده
- توسعه ایستگاه‌های پایش خودکفا با انرژی خورشیدی و قابلیت خودکالیبراسیون
- استفاده از هوش مصنوعی برای تحلیل پیش‌گویانه داده‌های پایش و هشدار زودهنگام به مناطق در معرض گسترش آلودگی
- اتصال سامانه به سیستم‌های بیمارستانی و فوریت‌های پزشکی برای پیش‌بینی افزایش مراجعات ناشی از آلودگی هوا

۱۰.۴. خروجی نهایی:

- استقرار شبکه‌ای پیشرفته و پاسخ‌گو از تیم‌های پایش تخصصی با قابلیت ارائه داده‌های دقیق، به‌موقع و قابل اتکا برای هدایت تصمیمات بحران، اطلاع‌رسانی سریع به مردم، و مداخله فوری برای کاهش اثرات آلودگی هوا در شرایط جنگی و تروریسم محیطی.

۱۱. آموزش عموم مردم در خصوص واکنش در شرایط اضطرار آلودگی هوا از طریق

رسانه‌های جمعی

۱۱.۱. هدف:

افزایش سطح آلودگی، آگاهی و واکنش صحیح مردم در مواجهه با شرایط اضطراری ناشی از آلودگی هوای حاصل از حملات نظامی، انفجارهای شهری، یا انتشار عمدی مواد شیمیایی و بیولوژیکی از طریق آموزش گسترده و مستمر رسانه‌ای.

۱۱.۲. جزئیات اجرایی:

۱. تدوین محتوای آموزشی استاندارد و تخصصی

- طراحی پیام‌های آموزشی با زبان ساده و کاربردی، متناسب با سن، سواد و اقشار مختلف جامعه

- تبیین اقدامات فوری در مواجهه با آلودگی شدید هوا مانند نحوه استفاده از ماسک، بستن درزها، خاموش کردن سیستم‌های تهویه، محل‌های امن جهت پناه‌گیری و محدود کردن فعالیت‌های بیرونی

- آموزش شناخت علائم مسمومیت با گازهای سمی یا ذرات مضر، اقدامات اولیه خانگی و زمان مراجعه به مراکز درمانی

- آگاه‌سازی درباره استفاده صحیح از تجهیزات حفاظت فردی، تجهیزات تصفیه هوای خانگی، و سامانه‌های هشدار محلی

۲. استفاده از تمامی ظرفیت‌های رسانه‌ای کشور

- تولید بسته‌های آموزشی تصویری و صوتی برای پخش در شبکه‌های ملی و استانی صدا و سیما

- راه‌اندازی کمپین‌های اطلاع‌رسانی در شبکه‌های اجتماعی، با کمک اینفلوئنسرها، سلبریتی‌های سلامت و نهادهای عمومی

- طراحی اینفوگرافیک‌ها، پادکست‌ها، و موشن‌گرافی‌های کوتاه برای توزیع در پلتفرم‌های دیجیتال و اپلیکیشن‌های شهری

- نصب بنرها، تابلوهای دیجیتال، و پیام‌های آموزشی در ناوگان حمل‌ونقل عمومی، مدارس، مساجد، بیمارستان‌ها و مراکز پرتردد

۳. ایجاد سامانه‌های واکنش سریع آموزشی در زمان وقوع بحران

- طراحی سامانه پیامکی و نوتیفیکیشن موبایلی برای ارسال فوری پیام‌های هشدار و راهنمایی عملیاتی به شهروندان در لحظه بحران

- راه‌اندازی خط تلفن پاسخگویی ۲۴ ساعته برای مشاوره و پاسخ به سؤالات عمومی در زمان وقوع آلودگی شدید
- استفاده از ظرفیت شبکه‌های داوطلبی (هلال احمر، سمن‌ها، شوراهای محلی) برای آموزش چهره‌به‌چهره و میدانی در مناطق کم‌برخوردار
- ۴. گنجاندن آموزش‌های پدافند غیرعامل در نظام آموزشی رسمی
- تدوین محتوای درسی در مقاطع ابتدایی، متوسطه و آموزش عالی برای آشنایی نسل جوان با واکنش صحیح در بحران‌های زیست‌محیطی
- اجرای مانورهای آلودگی هوا در مدارس، دانشگاه‌ها، و ادارات برای تمرین عملی دانش‌آموزان و کارکنان
- ۵. پایش اثرگذاری آموزشی و بهبود مستمر
- طراحی ابزارهای ارزیابی سطح آگاهی عمومی به‌صورت نظرسنجی، آزمون‌های مجازی و مصاحبه‌های میدانی
- تحلیل رفتار عمومی در مانورهای آموزشی و رخداد‌های واقعی به منظور به‌روزرسانی روش‌های آموزش
- ارائه گزارش‌های سالانه به ستاد ملی پدافند غیرعامل در خصوص اثربخشی آموزش‌های رسانه‌ای و عمومی
- ۱۱.۳. پیشنهادات خلاقانه و علمی:
- طراحی «اپلیکیشن آموزش در بحران» با محتوای تعاملی، بازی‌محور و قابلیت موقعیت‌یابی برای آموزش لحظه‌ای بر اساس شرایط محیطی کاربر
- استفاده از فناوری واقعیت افزوده (AR) در ایستگاه‌های مترو و پلتفرم‌های شهری برای شبیه‌سازی موقعیت اضطراری
- برگزاری جشنواره‌ها و چالش‌های ملی مجازی با محوریت "قهرمان پدافند غیرعامل" برای مشارکت جوانان و نوجوانان
- ۱۱.۴. خروجی نهایی:
- یک جامعه آگاه، آماده و واکنش‌پذیر که می‌تواند در کوتاه‌ترین زمان ممکن اقدامات حیاتی و مؤثر برای حفاظت از جان خود و دیگران را در شرایط آلودگی هوای ناشی از بحران‌های نظامی و زیستی انجام دهد، مبتنی بر آموزش هدفمند، گسترده و مبتکرانه رسانه‌ای.

۱۲. آماده‌سازی مسیرها و برنامه‌های تخلیه اضطراری در مناطق پرریسک

۱۲.۱. هدف:

طراحی و پیاده‌سازی برنامه جامع تخلیه اضطراری در مناطق شهری و نیمه‌شهری با ریسک بالای حمله، با هدف کاهش آسیب‌پذیری جمعیت در برابر آلودگی هوای ناشی از حملات هوایی و ایجاد امکان جابه‌جایی سریع، ایمن و سازمان‌یافته جمعیت به مناطق کم‌خطر.

۱۲.۲. جزئیات اجرایی:

۱. شناسایی مناطق پرریسک و تعیین ظرفیت جمعیتی هر منطقه
 - تهیه نقشه‌های شهری دقیق با شاخص‌بندی مناطق براساس ریسک نظامی-زیستی-محیطی
 - ارزیابی تراکم جمعیت، حساسیت زیرساخت‌ها، وضعیت راه‌ها و دسترسی‌ها در هر منطقه
 - تعیین اولویت تخلیه برای مناطق با تراکم جمعیت بالا، مجاورت با مراکز نظامی، صنعتی و حساس زیست‌محیطی
۲. تدوین سناریوهای متنوع تخلیه بر اساس نوع و مقیاس تهدید
 - سناریوی تخلیه سریع (حملات موشکی، حملات مواد شیمیایی یا رادیواکتیو)
 - سناریوی تخلیه تدریجی (آلودگی هوای فراگیر، تهدیدات دیررس)
 - سناریوهای شبانه‌روزی، حمل‌ونقل عمومی یا فردی، گروهی (کودکان، سالمندان) و با کمک نیروهای امدادی
۳. طراحی و علامت‌گذاری مسیرهای تخلیه ایمن و سریع
 - تعیین مسیرهای تخلیه اولیه، جایگزین و اضطراری در نقشه شهری
 - علامت‌گذاری مسیرها با علائم روشن و چندزبانه در سطح شهر، خصوصاً در اماکن عمومی، ایستگاه‌های حمل‌ونقل، بیمارستان‌ها و مدارس
 - استفاده از سامانه‌های هوشمند راهبری ترافیک (ITS) برای کنترل جهت جریان تخلیه در زمان بحران
۴. اختصاص ناوگان حمل‌ونقل اضطراری و پشتیبانی لجستیکی
 - تجهیز ناوگان حمل‌ونقل عمومی به سیستم‌های فیلتراسیون هوا، مسیرهای اضطراری و قابلیت تخلیه گروه‌های حساس
 - آماده‌سازی وسایل نقلیه امدادی برای انتقال سالمندان، بیماران، و افراد دارای معلولیت

- ذخیره سوخت، قطعات یدکی، و تجهیزات پشتیبانی در انبارهای منطقه‌ای برای تضمین عملکرد مداوم ناوگان

۵. ایجاد زیرساخت‌های پذیرش و اسکان در مناطق امن
- تعیین اردوگاه‌های اسکان موقت در مناطق کم‌خطر با دسترسی به آب آشامیدنی، غذا، مراقبت‌های بهداشتی و امنیتی
- تجهیز اردوگاه‌ها به سامانه‌های تصفیه هوا و تهویه با فیلترهای تخصصی در برابر گازهای سمی و ذرات معلق
- تعریف ظرفیت پذیرش هر اردوگاه، مسیر دسترسی، و زمان موردنیاز برای تخلیه هر واحد جمعیتی
۶. اطلاع‌رسانی، تمرین و مشارکت عمومی در اجرای طرح تخلیه
- اطلاع‌رسانی پیشگیرانه از طریق نقشه‌های دیجیتال، اپلیکیشن شهری، بروشورهای خانگی و تابلوهای شهری
- آموزش مردم در خصوص مسیرهای تخلیه، نقاط تجمع و نحوه پیوستن به کاروان‌های تخلیه
- اجرای مانورهای میدانی منطقه‌ای با مشارکت نیروهای امدادی، انتظامی و مردم برای آزمون عملی سناریوهای تخلیه
- ۱۲.۳. پیشنهادات خلاقانه و علمی:
- طراحی «اپلیکیشن تخلیه اضطراری» با نمایش مسیرهای هوشمند بر اساس ترافیک لحظه‌ای، آلودگی محیطی، و موقعیت مکانی کاربر
- استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای بهینه‌سازی تخلیه جمعیت و کاهش تراکم مسیرها در شرایط واقعی
- نصب تابلوهای دیجیتال واکنش سریع در سطح شهر که در زمان بحران به‌طور خودکار مسیرهای تخلیه و مراکز امن را نمایش دهند
- به‌کارگیری پهپادها برای هدایت جمعیت، پایش وضعیت مسیرها، و ارسال تجهیزات حفاظتی به گروه‌های محصور
- ۱۲.۴. خروجی نهایی:
- سامانه‌ای سازمان‌یافته، سریع و پایدار برای تخلیه هدفمند جمعیت از مناطق پرخطر، با اتکا بر مسیرهای ایمن، زیرساخت‌های مجهز و مشارکت فعال مردم، به منظور کاهش تلفات و

ارتقای تاب آوری شهری در برابر حملات هوایی و آلودگی شدید هوا.

۱۳. ایجاد اردوگاه‌ها و بیمارستان‌های اسکان موقت در مناطق امن خارج شهری به منظور تخلیه شهر در شرایط اضطراری

۱۳.۱. هدف:

ایجاد زیرساخت‌های اسکان و درمان اضطراری در مناطق کم‌خطر خارج از شهر به منظور پشتیبانی از جمعیت تخلیه‌شده در پی حملات نظامی و افزایش آلودگی هوا، و فراهم‌سازی امکانات بهداشتی، درمانی و ایمنی برای حفظ جان مردم در دوران بحرانی.

۱۳.۲. جزئیات اجرایی:

۱. شناسایی و آماده‌سازی مناطق امن برای اسکان موقت
 - انتخاب مکان‌های با شعاع مناسب از مراکز شهری، با فاصله امن از اهداف نظامی، صنعتی یا کانون‌های خطر
 - بررسی دسترسی به منابع حیاتی مانند آب سالم، برق، راه‌های ارتباطی، مخابرات و امکان ساخت سریع اردوگاه
 - لحاظ شرایط اقلیمی، توپوگرافی، و دسترسی جاده‌ای برای استقرار سریع و ایمن اردوگاه‌ها و مراکز درمانی
۲. طراحی و ساخت اردوگاه‌های اسکان اضطراری با ظرفیت مشخص
 - تهیه چادرهای امدادی، کانکس‌های پیش‌ساخته، یا سازه‌های سبک برای اسکان سریع خانوارها
 - تفکیک اردوگاه‌ها به بخش‌های خانوادگی، بیماران، سالمندان، کودکان، و افراد با نیازهای ویژه
 - احداث سرویس‌های بهداشتی، حمام، مکان‌های تغذیه، خدمات پسماند و تسهیلات امنیتی درون اردوگاه‌ها
۳. استقرار بیمارستان‌های صحرائی و مراکز مراقبت سلامت در اردوگاه‌ها
 - تجهیز بیمارستان‌های صحرائی با امکانات اولیه برای درمان بیماران تنفسی، مسمومیت با گازها و سایر صدمات ناشی از بحران
 - اختصاص کادر درمانی و بهداشتی تخصصی با آموزش قبلی در حوزه پاسخ به بلایای شیمیایی، بیولوژیکی و محیط‌زیستی
 - فراهم‌سازی آمبولانس‌ها، تجهیزات کمک‌های اولیه، دستگاه‌های تنفسی، و داروهای ضروری برای درمان‌های سریع
۴. ایجاد انبارهای راهبردی و لجستیکی در محل اردوگاه‌ها

- ذخیره آب آشامیدنی بسته‌بندی‌شده، غذای آماده، سوخت، دارو، تجهیزات بهداشتی، و وسایل خواب و پوشاک
- طراحی سیستم توزیع عادلانه اقلام و ثبت دیجیتال نیازها و وضعیت خانوارها
- پیش‌بینی مکان‌های ایزوله برای قرنطینه در صورت بروز همزمان تهدیدات بیولوژیکی
- ۵. سامانه ثبت و ساماندهی جمعیت اردوگاه‌ها
- ایجاد سامانه‌های دیجیتال برای ثبت ورود، خروج، نیازهای ویژه، و وضعیت سلامتی هر خانوار
- استفاده از کارت‌های شناسایی موقت یا QR-code برای دسترسی به خدمات درمانی، غذایی و پشتیبانی
- یکپارچه‌سازی اطلاعات اردوگاه با سامانه فرماندهی بحران در مرکز استان
- ۶. تأمین امنیت، نظم و پایداری اجتماعی اردوگاه‌ها
- حضور نیروهای انتظامی و حفاظت شهری برای حفظ نظم و جلوگیری از اغتشاش
- پیش‌بینی خدمات مشاوره روان‌شناسی، آموزش روانی-اجتماعی و فعالیت‌های فرهنگی برای کاهش تنش روانی
- استفاده از ظرفیت نیروهای داوطلب، سمن‌ها و گروه‌های جهادی در تأمین خدمات نرم‌افزاری
- ۱۳.۳. سایر پیشنهادات:
- طراحی «اردوگاه هوشمند اضطراری» با سامانه مدیریت انرژی خورشیدی، تصفیه هوا و کنترل کیفیت محیط داخلی
- استفاده از سازه‌های ماژولار قابل حمل که در زمان صلح به‌صورت ذخیره و در زمان بحران ظرف ۲۴ تا ۴۸ ساعت قابل راه‌اندازی باشند
- بهره‌گیری از پهپادها برای ارسال دارو، نقشه‌برداری وضعیت اردوگاه و بررسی ایمنی محیطی
- توسعه اپلیکیشن پشتیبانی اردوگاهی با امکانات ثبت نیاز، موقعیت مکانی، ارتباط با مراکز درمانی و درخواست کمک
- ۱۳.۴. خروجی نهایی:
- زیرساخت‌های آماده، چندمنظوره و مقاوم برای اسکان موقت و درمان اضطراری جمعیت شهری در شرایط حمله و بحران، که با مدیریت علمی و مشارکت‌محور، تاب‌آوری کشور را در برابر تهدیدات زیستی، شیمیایی و نظامی به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد.

۱۴. حفاظت و نگهداشت مواد و تجهیزات ضروری شرایط اضطرار مانند آب آشامیدنی، مواد غذایی، دارو و تجهیزات پزشکی، لوازم بهداشتی و ...
۱۴.۱. هدف:

ایجاد سازوکارهای جامع، ایمن و پایدار برای ذخیره‌سازی، نگهداری، محافظت و توزیع سریع اقلام حیاتی موردنیاز در شرایط اضطراری ناشی از حملات نظامی و آلودگی هوای شدید، به‌منظور تضمین تاب‌آوری زیرساخت‌های انسانی و حفظ سلامت و امنیت عمومی.
۱۴.۲. جزئیات اجرایی:

۱. ایجاد انبارهای راهبردی چندلایه در سطوح ملی، استانی و شهری
 - طراحی ساختار سلسله‌مراتبی انبارهای اضطراری شامل:
 - انبارهای ملی: ذخایر بلندمدت و پشتوانه راهبردی برای توزیع در شرایط بحرانی سراسری
 - انبارهای استانی: ذخایر میان‌مدت قابل انتقال سریع به مناطق همجوار
 - انبارهای شهری و محلی: ذخایر کوتاه‌مدت با هدف توزیع فوری در بحران‌های نقطه‌ای
 - تعیین مکان انبارها براساس معیارهای امنیتی، دسترسی به مسیرهای حمل‌ونقل و فاصله از کانون‌های خطر (نظامی، صنعتی، زلزله‌خیز و...)
 - ایجاد انبارهای ماژولار و سیار برای انتقال سریع منابع به نقاط حادثه‌دیده
۲. تدوین دستورالعمل‌های علمی برای ذخیره‌سازی ایمن و نگهداری بلندمدت
 - انبارش آب آشامیدنی در مخازن استیل یا پلی‌اتیلن با افزودنی‌های ضد رشد میکروبی
 - ذخیره مواد غذایی پراورژی، کم‌حجم و با ماندگاری بالا (مانند کنسروها، بسته‌های غذایی نظامی، مکمل‌های خشک‌شده)
 - تهیه داروهای اولیه و تجهیزات پزشکی عمومی و تخصصی برای بیماری‌های تنفسی، آسیب‌های شیمیایی و سوختگی
 - نگهداری اقلام بهداشتی مانند ماسک، دستکش، فیلترهای تنفسی، پوشش‌های ایزوله، محلول‌های ضدعفونی و بسته‌های کمک اولیه
 - رعایت اصول چرخش موجودی (FIFO)، پایش دما، رطوبت، تهویه، و استانداردهای بهداشت انبار
۳. ایجاد سامانه هوشمند مدیریت و ردیابی اقلام اضطراری
 - استقرار نرم‌افزارهای یکپارچه مدیریت موجودی، هشدار برای تاریخ انقضا، و ردیابی موقعیت اقلام

- استفاده از QR-code یا RFID برای ردیابی لحظه‌ای موجودی و پیش‌بینی کمبودها
- اتصال سامانه انبار به سامانه فرماندهی بحران و مراکز توزیع در سطح استانی و ملی
- ۴. تأمین امنیت فیزیکی و سایبری انبارها و اقلام راهبردی
- استقرار سیستم‌های حفاظتی (دوربین مداربسته، حسگرهای حرکتی، درب‌های ضدنفوذ)
- تخصیص نیروی حفاظت فیزیکی با آموزش ویژه در مقابله با خرابکاری و دسترسی غیرمجاز
- محافظت از سامانه‌های دیجیتال مدیریت موجودی در برابر نفوذ سایبری و حملات الکترونیکی
- ۵. تدوین پروتکل‌های توزیع اضطراری اقلام به مناطق آسیب‌دیده
- اولویت‌بندی گروه‌های پرخطر (سالمن‌دان، بیماران، کودکان، افراد دارای بیماری زمینه‌ای) در دریافت سریع منابع
- طراحی بسته‌های آماده توزیع (kit) شامل اقلام ضروری برای ۳ تا ۷ روز
- پیش‌بینی مسیرهای توزیع جایگزین، پایگاه‌های توزیع میدانی، و استفاده از پهپاد یا وسایل نقلیه زرهی در شرایط ناپایدار
- ۶. مشارکت‌سازی نهادهای مردمی و سمن‌ها در آماده‌سازی و توزیع منابع اضطراری
- آموزش گروه‌های داوطلب برای بسته‌بندی، نگهداری و توزیع ایمن اقلام حیاتی
- راه‌اندازی کارزارهای محلی برای ذخیره مشارکتی منابع در سطوح خانوادگی و محله‌ای
- تدوین پروتکل‌های قانونی برای استفاده از ظرفیت بخش خصوصی در بحران‌های سطح بالا
- ۱۴.۳. سایر پیشنهادات:
- استفاده از فناوری بلاک‌چین برای ثبت غیرقابل تغییر و شفاف موجودی و توزیع اقلام در سطح ملی
- استقرار کانتینرهای هوشمند خودایستا (Smart Containers) با توانایی تصفیه هوا، تنظیم دما و اتصال ماهواره‌ای برای ذخیره اقلام حساس
- توسعه کیت‌های زیست‌محیطی خانوادگی شامل: ماسک فیلتردار، چراغ اضطراری، آب تصفیه‌شده، غذا، دارو و دفترچه راهنما
- تهیه «کپسول‌های بقاء اضطراری» قابل دفن در حیاط یا پشت‌بام، با قابلیت نگهداری اقلام ضروری به مدت یک سال

۱۴.۴. خروجی نهایی:

ایجاد شبکه‌ای امن، علمی و قابل اعتماد برای ذخیره، نگهداری و توزیع منابع حیاتی در شرایط اضطراری که می‌تواند در کوتاه‌ترین زمان، نیازهای زیستی جمعیت آسیب‌پذیر را پاسخ دهد و مانع از بروز بحران‌های ثانویه ناشی از کمبود آب، غذا و دارو شود.

[۱-۳۸]

منابع:

۱. Almashat, S. and M. McDiarmid, *Toxic chemical exposures among civilians in armed conflicts: the need for research equity, justice, and accountability*. Inhalation Toxicology, 2024. **36**(5): p. 304-313.
۲. Alremeithi, R., et al., *A clinical approach to an unidentified aerosolized bioterrorism agent: a narrative review for emergency providers*. Clinical and experimental emergency medicine, 2023. **10**(2): p. 147.
۳. Altahaan, Z. and D. Dobsław, *Post-War Air Quality Index in Mosul City, Iraq: Does War Still Have an Impact on Air Quality Today?* Atmosphere, 2025. **16**(2): p. 135.
۴. Balachandar, K.G., *Management of chemical terrorism and chemical disasters*. International Journal of Disaster Management, 2021. **4**(3): p. 51-64.
۵. Bard, R.L., et al., *Interventions to Reduce Personal Exposures to Air Pollution: A Primer for Health Care Providers*. Global Heart, 2019. **14**(1): p. 47-60.
۶. Biggs, A.T. and L.F. Littlejohn, *A Hierarchy of Medical Countermeasures Against Biological Threats*. Military Medicine, 2022. **187**(7-8): p. ۸۳۶-۸۳۰ .
۷. Bourassa, S., et al., *Gaps in Prehospital Care for Patients Exposed to a Chemical Attack – A Systematic Review*. Prehospital and Disaster Medicine, 2022. **37**(2): p. 230-239.
۸. Brooks, S.K., J.M. Pearce, and B. Rogers, *Communicating with diverse populations before, during and after Chemical, Biological, Radiological and Nuclear (CBRN) events: Systematic literature review*. 2025.
۹. Carter, H., J. Drury, and R. Amlot, *Recommendations for improving public engagement with pre-incident information materials for initial response to a chemical, biological, radiological or nuclear (CBRN) incident: A systematic review*. International Journal of Disaster Risk Reduction, 2020. **51**: p. 101796.
۱۰. Ebrahim, A.M., et al., *Multimodal characterization of materials and decontamination processes for chemical Warfare protection*. ACS Applied Materials & Interfaces, 2019. **12**(13): p. 14721-14738.
۱۱. Ekzayez, A., et al., *Chemical weapons and public health: assessing impact and responses*. Journal of Public Health, 2020. **۴۲**(۳): p. e334-e342.
۱۲. Farhat, H., et al., *Preparedness and emergency response strategies for chemical, biological, radiological and nuclear emergencies in disaster management: a qualitative systematic review*. Journal of Contingencies and Crisis Management, 2024. **32**(3): p. e12592.

۱۳. Gikiewicz, M. and K. Bralewska, *Personal protective equipment for rescuers involved in CBRN incidents. Case study for selected hazard scenarios*. Scientific Reports of Fire University, 2021. **2**(80): p. 57-87.
۱۴. Green, M.S., et al., *Confronting the threat of bioterrorism: realities, challenges, and defensive strategies*. The Lancet Infectious Diseases, 2019. **19**(1): p. e2-e13.
۱۵. Güler, E., *Environmental control system (ECS) design approach for collective nuclear, biological, and chemical (NBC) protection in military aircraft: A review*. 2024.
۱۶. Gupta, R.C., *Chapter 1 - Introduction*, in *Handbook of Toxicology of Chemical Warfare Agents (Second Edition)*, R.C. Gupta, Editor. 2015, Academic Press: Boston. p. 3-5.
۱۷. Jabbour ,C.R., et al., *Chemical targets to deactivate biological and chemical toxins using surfaces and fabrics*. Nature Reviews Chemistry, 2021. **5**(6): p. 370-387.
۱۸. Jacobs, D. and A. Kovac, *The introduction of gas warfare and its medical response in world war one*. Journal of anesthesia history, 2020. **6**(4): p. 8-11.
۱۹. Kako, M., et al., *Existing approaches to chemical, biological, radiological, and nuclear (CBRN) education and training for health professionals: findings from an integrative literature review*. Prehospital and disaster medicine, 2018. **33**(2): p. 182-190.
۲۰. Kiani, S.S., et al., *Impregnation on activated carbon for removal of chemical warfare agents (CWAs) and radioactive content*. Environmental Science and Pollution Research, 2021. **28**(43): p. 6047-6049.
۲۱. Leary, P.E., et al., *Deploying portable gas chromatography–mass spectrometry (GC-MS) to military users for the identification of toxic chemical agents in theater*. Applied spectroscopy, 2019. **73**(8): p. 841-858.
۲۲. Ludovici, G., et al., *Bioterrorism and CBRNe threats: The role of Ebola in global security*. Ethics, Medicine and Public Health, 2025. **33**: p. 101138.
۲۳. Maček Hrvat, N. and Z. Kovarik, *Counteracting poisoning with chemical warfare nerve agents*. Arhiv za higijenu rada i toksikologiju :**۷۱**(۴): ۲۰۲۰, p. 284-284.
۲۴. Marrouch, W. and N. Sayour, *Are wars detrimental to the environment? Evidence from air pollution and land use*. Oxford Development Studies, 2024. **52**(2): p. 205-223.
۲۵. Nawala, J., P. Jóźwik, and S. Popiel, *Thermal and catalytic methods used for destruction of chemical warfare agents*. International Journal of Environmental Science and Technology, 2019. **16**: p. 3899-3912.
۲۶. Organization, W.H., *Personal interventions and risk communication on Air Pollution*.

2020. 2021.

۲۷. Pacsial-Ong, E.J., *High-threat chemical agents: Current trends and future perspective*. Handbook of Security Science, 2022: p. 709-737.
۲۸. Picard, B., et al., *Introduction to chemical warfare agents, relevant simulants and modern neutralisation methods*. Organic & Biomolecular Chemistry, 2019. **17**(27): p. 6528-6537.
۲۹. Qzih, E.S. and M.M. Ahmad, *Hospital-based preparedness measures for CBRNE disasters: A systematic review*. Environmental Health Insights, 2024. **18**: p. 11786302241288859.
۳۰. Razak, S., S. Hignett, and J. Barnes, *Emergency department response to chemical, biological, radiological, nuclear, and explosive events: a systematic review*. Prehospital and Disaster Medicine, 2018. **33**(5): p. 543-549.
۳۱. Ryan, J.R., *Introduction*, in *Biosecurity and Bioterrorism (Second Edition)*, J.R. Ryan, Editor. 2016, Butterworth-Heinemann. p. 241-242.
۳۲. Sharma, R.K., S. Rana, and N. Gopalan, *towards Protecting critical national Assets and Preparedness for response to Hazardous chemical, Biological and radiological Attacks*. Defence Life Science Journal, 2019. **4**(4): p. 256-265.
۳۳. Sheikhi, R.A., et al., *Emergency medical service provider's preparedness against CBRN accidents: a systematic review*. Disaster and Emergency Medicine Journal, 2025.
۳۴. Shumeiko, A.E. and N.I. Korotkikh, *Chemical warfare agents: Structure, properties, decontamination (part 1)*. Journal of Organic and Pharmaceutical Chemistry, 2024. **22**(2): p. 41-52.
۳۵. Shuvo, I.I. and P.I. Dolez, *Design of a military protective suit against biological agents*. Functional and technical textiles, 2023: p. 141-176.
۳۶. Titus, E., et al., *A review of CBRN topics related to military and civilian patient exposure and decontamination*. Am J Disaster Med, 2019. **14**(2): p. 137-149.
۳۷. Yahya, N.Y., et al., *Disaster Preparedness in Case of Chemical, Biological, Radiological, Nuclear and Explosive (CBRNE) events: A Review*. Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry, 2021. **12**(۶)
۳۸. Yutilova, K., et al., *Russia-Ukraine war impacts on environment: warfare chemical pollution and recovery prospects*. Environmental Science and Pollution Research, 2025. **32**(10): p. 5685-5702.



مرکز تحقیقات
کیفیت هوا و تغییر اقلیم



دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله



www.aqcc.sbmu.ac.ir