



وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

معاونت بهداشت

مرکز سلامت محیط و کار

# راهنمای مراقبت از سلامت عمومی و مدیریت مواجهه با ذرات معلق و غبارهای سمی ناشی از تخریب سازه ای و انفجار در دوران جنگ

نسخه اول - اسفند ماه ۱۴۰۴



## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱. ایمن سازی محیط مسکونی.....	۱
۲. مدیریت غبار تخریب.....	۳
۳. خودمراقبتی و مراقبت از گروه‌های آسیب پذیر.....	۳
۴. تجهیزات حفاظت فردی.....	۴
جدول ۱. کلاس های حفاظتی ماسک مطابق رفرنس NIOSH.....	۴
جدول ۲. کلاس های حفاظتی ماسک به تفکیک آلاینده مطابق رفرنس OSHA.....	۴
جدول ۳. کلاس های حفاظتی ماسک برای مقابله با آلاینده های گازی و شیمیایی.....	۵
۵. حمایت بیولوژیک و رژیم غذایی مناسب.....	۶
۶. اقدامات فوری پس از مواجهه.....	۶
منابع.....	۸

## مقدمه اجرایی

وقوع انفجارها و تخریب سازه‌های شهری در جریان جنگ، منجر به آزادسازی حجم انبوهی از آلودگی هوا می‌گردد. آلودگی ناشی از انفجارها با آلودگی هوا در فصول سرد سال متفاوت است. این آلودگی می‌تواند حاوی ترکیبات زیر باشد:

- ذرات معلق بسیار ریز  $PM_{2.5}$  و کمتر که مستقیماً وارد جریان خون می‌شوند.
- فلزات سنگین نظیر سرب، جیوه و کادمیوم و... ناشی از مهمات.
- ترکیبات آلی فرار (VOCs) ناشی از احتراق ناقص مواد شیمیایی.
- آزبست و غبار سیمان ناشی از تخریب ساختمان‌ها که باعث التهاب شدید ریه می‌شود.

این آلاینده‌ها توانایی ایجاد عوارض تنفسی حاد و مزمن را دارند و بر این اساس تأکید می‌شود در شرایط جنگی جز برای موارد ضروری از منزل خارج نشوید و حتی الامکان از تردد به صورت پیاپی خودداری نمایید.

این راهنما، پروتکل‌های حفاظتی را در چهار سطح محیطی، فردی، بیولوژیک و مراقبتی تبیین می‌نماید.

## ۱. ایمن سازی محیط مسکونی

در زمان وقوع انفجار، امن‌ترین مکان، داخلی‌ترین اتاق ساختمان است. اقدامات زیر جهت ایمن سازی محیط مسکونی توصیه می‌شود:

- مسدودسازی معابر هوا (عایق‌بندی مکانیکی): تمامی منافذ با نایلون‌های پلی‌اتیلن (ضخامت بالای ۱۰۰ میکرون یا نایلون ۱۰) و چسب‌های پهن مسدود شوند.
- مدیریت تهویه و فشار هوا: کولرهای آبی، فن‌های ساترفیوژ و هود آشپزخانه را کاملاً خاموش کنید. خاموش نمودن تمامی سیستم‌های مکنده برای جلوگیری از ایجاد فشار منفی و ورود آلاینده به داخل است. در زمان انفجارها با آلاینده‌گی بالا باید از هر نوع تهویه طبیعی یا مکانیکی هوا خودداری گردد. همچنین مراکز و موسسات دارای سیستم هواساز نسبت به روزرسانی فیلترها اقدام نمایند.
- تصفیه هوا: اگر دستگاه تصفیه هوا دارید، آن را در حالت حداکثری قرار دهید. فیلترهای هپا و کربن فعال سد دفاعی مناسبی در برابر ذرات میکرونی و بوهای شیمیایی هستند.

➤ کنترل گرد و غبار: از جاروبرقی معمولی استفاده نکنید (ذرات ریز را از فیلتر پشتی خارج و در هوا معلق می کند). فقط از تی کشی خیس و دستمال مرطوب استفاده کنید.

➤ خنثی سازی شیمیایی: استفاده از لایه های نخی مرطوب با محلول ۰.۵٪ بی کربنات سدیم (جوش شیرین) در مبادی نشت احتمالی جهت خنثی سازی گازهای اسیدی ناشی از احتراق مهمات.

➤ برای جلوگیری از آلودگی مواد غذایی و آب آشامیدنی استفاده از پوشش مناسب برای مواد غذایی آماده مصرف ضروری است. مواد غذایی قبل از نگهداری در یخچال از ذرات و گرد و غبار زدوده شوند.

**نکته:** در صورتی که انفجارها همزمان با زمان بارندگی باشند، علاوه بر موارد یاد شده، رعایت موارد ذیل توصیه می شود.

➤ در صورتی که در مجاورت محل های انفجار هستید، در زمان بارندگی و تا زمانی که دود و آلاینده های بین نرفته است از بازکردن پنجره ها خودداری نمایید. اگر شیشه ها دچار شکستگی شد از ماسک های N95, FFP2, FFP3 (یا مطابق جداول زیر) استفاده کنید.

➤ برای پاکسازی شیشه های شکسته، گرد و خاک و آلاینده های روی سطوح از دستکش مناسب و ماسک مطابق جداول همین راهنما استفاده نمایید.

➤ پس از قطع شدن باران، از منزل خارج نشوید؛ زیرا تبخیر قطرات اسیدی از روی زمین گرم یا سطوح، غلظت سموم در هوای تنفسی را تا چندین برابر افزایش می دهد (صبر کنید تا هوا کاملاً ساکن شده یا توسط باد جابه جا شود).

➤ اگر در تراس یا حیاط خانه مواد غذایی (مثل ترشیجات، برنج یا نان) دارید، حتی اگر دربسته هستند، پیش از انتقال به داخل خانه ابتدا ظرف آن ها را با دستکش و دستمال مرطوب کاملاً پاک کنید.

➤ پس از اتمام دوره بارش، بینی و گلوی خود را با محلول رقیق نمکی (سرم شستشو) غرغره کنید (این کار باعث دفع ذرات دوده نفتی معلق در هوا که به مخاط چسبیده اند، می شود).

## ۲. مدیریت غبار تخریب

غبار ناشی از تخریب بتن حاوی سیلیس کریستالی و آزبست است که طبق پروتکل WHO، روش برخورد با آن متفاوت است:

- عدم نظافت خشک: هرگونه استفاده از جارو یا دمنده‌های هوا اکیداً ممنوع است. نظافت سطوح صرفاً باید به روش Wet Method (تی کشی خیس) انجام شود.
- پایداری آلاینده: ذرات PM<sub>2.5</sub> ناشی از تخریب تا ۷۲ ساعت پایداری جوی دارند؛ لذا بازگشایی منافذ تا ۳ روز پس از فرونشست ظاهری غبار مجاز نیست.

## ۳. خودمراقبتی و مراقبت از گروه‌های آسیب‌پذیر

- اطفال و نوزادان: به دلیل قانون رسوب ذرات سنگین در سطح زمین، نوزادان باید حداقل در ارتفاع بالای ۵۰ سانتی‌متری از کف اتاق نگهداری شوند. بهتر است نوزادان را در گهواره‌های بلند قرار دهید و از سینه خیز رفتن آن‌ها روی فرش جلوگیری کنید.
- زنان باردار: جفت قادر به فیلتر کردن بسیاری از فلزات سنگین نیست. فلزات سنگین (سرب و جیوه) موجود در غبار جنگی، پتانسیل عبور از سد جفتی را دارند. محافظت تنفسی در این گروه باید با ماسک‌های بدون دریچه انجام شود. زنان باردار باید در محیطی با رطوبت کنترل شده بمانند و از هرگونه استرس فیزیکی که نرخ تنفس را بالا می‌برد پرهیز کنند.
- بیماران قلبی-عروقی و سالمندان: افزایش غلظت خون ناشی از آلودگی، ریسک تشکیل لخته را بالا می‌برد. لذا هیدراتاسیون (نوشیدن آب کافی) الزامی است.
- عدم استعمال دخانیات در فضای داخل خانه: استنشاق دود ناشی از دخانیات به همراه آلودگی هوای ناشی از انفجار، آسیب‌های بیشتری بر بدن وارد می‌نماید. استعمال دخانیات به ویژه قلیان به علت حجم دود بسیار زیاد شرایط بسیار دشوارتری را برای سیستم قلبی-ریوی فرد سیگاری و افراد مجاور او ایجاد می‌نماید.
- در صورت بروز علائمی مانند سوزش شدید مجاری تنفسی، سرفه خشک مداوم یا تاری دید، در اسرع وقت به مراکز درمانی مراجعه کنید و یا با پزشک مشورت نمایید.

## ۴. تجهیزات حفاظت فردی

➤ در مواجهه با گرد و غبار تخریب، استفاده از ماسک‌های با راندمان فیلتراسیون بالا الزامی است. ماسک‌های جراحی ساده فاقد توانایی فیلتراسیون ذرات میکرونی هستند. در جداول ذیل، کلاس‌های حفاظتی ماسک بر اساس منابع مختلف ذکر می‌گردد:

جدول ۱. کلاس‌های حفاظتی ماسک مطابق رفرنس NIOSH

ردیف	کلاس ماسک	راندمان فیلتراسیون	نوع آلاینده هدف	ملاحظات
۱	FFP1	حداقل ۸۰٪ ذرات	غبارهای ساختمانی درشت، گرده، سیمان	برای غبار ناشی از تخریب اولیه (آوار) مفید است اما در برابر دود سمی کارایی ندارد
۲	FFP2/N95	حداقل ۹۴٪ تا ۹۵٪ ذرات	ذرات معلق PM <sub>2.5</sub> ، غبارهای سمی، ویروس‌ها، باکتری‌ها	برای حفاظت عمومی در برابر ریزگردهای ناشی از انفجار و تخریب سازه
۳	FFP3/N99	حداقل ۹۹٪ ذرات	ذرات بسیار ریز رادیواکتیو، آزبست، دوده غلیظ نفت	مناسب برای افرادی که در کانون انفجار یا در مجاورت مستقیم دوده نفت قرار دارند

جدول ۲. کلاس‌های حفاظتی ماسک به تفکیک آلاینده مطابق رفرنس OSHA

ردیف	علت	ماسک مناسب	نوع آلاینده	ملاحظات
۱	غبار ناشی از تخریب سازه (آوار و سیمان)	FFP2/N95	ذرات جامد و آبروسول‌های غیرنفتمی (سیلیس، آهک، گچ)	این ذرات عمدتاً مکانیکی هستند و توسط فیلترهای الکترواستاتیک این ماسک‌ها به خوبی به دام می‌افتند
۲	دود ناشی از انفجار انبار نفت و مواد هیدروکربنی	ماسک‌های دارای لایه کربن فعال	دوده (Soot)، بخارات آلی، اکسیدهای گوگرد و نیتروژن	دود نفت حاوی بخارات آلی سمی است که ماسک‌های معمولی (حتی N95 ساده) نمی‌توانند بوی آن و گازهای سمی همراه را فیلتر کنند. لایه

کربن فعال برای جذب بوی گاز و ترکیبات آروماتیک نفت حیاتی است.				
در این سطح، فیلترهای پارچه‌ای کارایی ندارند و ماده شیمیایی داخل کارتریج باید گاز را خنثی کند.	گاز کلر، دی‌اکسید گوگرد (SO <sub>2</sub> )	ماسک‌های نیم‌صورت یا تمام‌صورت با فیلترهای کارتریج‌دار (رنگ زرد یا زیتونی)	گازهای اسیدی و بخارات شیمیایی (حریق‌های گسترده)	۳

**نکته:** استفاده از ماسک‌های دارای دریچه در محیط‌های آلوده به دوده چرب نفت، پس از چند ساعت باعث گرفتگی سوپاپ شده و تنفس را دشوار می‌کند. لذا برای عموم مردم در مواجهه با انفجار مخازن نفت، ماسک‌های FFP2 بدون دریچه توصیه می‌شود.

جدول ۳. کلاس‌های حفاظتی ماسک برای مقابله با آلاینده‌های گازی و شیمیایی

ملاحظات	نوع آلاینده هدف	رنگ نوار		
		دور کارتریج	کلاس	ردیف
انفجار مخازن نفت و سازه	گازها و بخارات آلی مانند بنزن، تولوئن، زایلن و مشتقات نفتی معلق در هوا	قهوه‌ای	A	۱
انفجار مخازن نفت و سازه	گازهای اسیدی و بخارات معدنی به جز CO، مانند گاز کلر، هیدروژن سولفید (H <sub>2</sub> S)، سیانید هیدروژن	خاکستری	B	۲
دی‌اکسید گوگرد ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی	گازهای اسیدی و دی‌اکسید گوگرد	زرد	E	۳
نشت مخازن آمونیاک در تاسیسات سرمایه‌گذاری صنعتی	آمونیاک و مشتقات آلی آمونیاک	سبز	K	۴
گازهای نارنجی رنگ ناشی از انفجار مهمات و موشک‌ها	اکسیدهای نیتروژن و ذرات معلق	آبی-سفید	No-P3	۵
آلودگی‌های خاص در برخی تجهیزات ابزار دقیق نفت	بخارات جیوه و ذرات معلق	قرمز-سفید	Hg-P3	۶

- مواد شیمیایی ناشی از انفجار (مانند فسفر سفید یا ترکیبات گوگردی) جذب پوست می‌شوند. استفاده از لباس‌های کاملاً پوشیده و الیاف نخی (که الکتریسیته ساکن جذب نمی‌کنند) توصیه می‌شود.
- تامین کلاه، دستکش و عینک‌های محافظ مناسب

## ۵. حمایت بیولوژیک و رژیم غذایی مناسب

در شرایط آلودگی هوا، بدن به شدت تحت استرس اکسیداتیو قرار می‌گیرد، لذا توصیه می‌گردد به:

- مصرف شیر و لبنیات کم چرب: کلسیم موجود در لبنیات، رقابت جذب با سرب در روده ایجاد کرده و مانع جذب فلزات سنگین می‌شود.
- مصرف پکتین: سیب و مرکبات حاوی پکتین هستند که می‌توانند با فلزات سنگین پیوند تشکیل دهند و از طریق گوارش دفع گردند.
- مصرف مکمل‌های ویتامین C و آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی که برای تقویت سد دفاعی ریه‌ها و کاهش استرس اکسیداتیو مناسب است.
- کاهش مصرف غذاهای چرب و غیر مفید: مصرف غذاهای چرب در زمان آلودگی هوا می‌تواند باعث تشدید کاهش توان بدنی و ذهنی افراد در طول روز شود. در صورت امکان و تازمانی که در مجاورت هوای آلوده هستید از مصرف مواد غذاهای کم ارزش مثل چیپس، پفک و نوشابه‌های گازدار، مواد غذایی سرخ کردنی خودداری نمایید.

## ۶. اقدامات فوری پس از مواجهه

اگر فردی در معرض غبار انفجار قرار گرفت:

- تعویض لباس: در بدو ورود به منزل، لباس‌ها را در یک کیسه نایلونی قرار داده و گره بزنید.
- شستشوی مخاط: شستشوی بینی و گلو با محلول نرمال سالین (سرم نمکی) غلظت ذرات وارد شده را تا ۷۰٪ کاهش می‌دهد.
- دوش آب ولرم: برای شستن ذرات از روی پوست و مو (بدون چنگ زدن شدید پوست که باعث نفوذ مواد می‌شود).

**نکته:** در صورت استشمام بوهای غیرعادی، بلافاصله به طبقات بالاتر ساختمان بروید، چرا که اکثر گازهای سمی جنگی از هوا سنگین تر بوده و در گودالها و طبقات همکف متمرکز می شوند. در صورت محبوس شدن آلاینده ها در طبقات بالا باز کردن درب ورود به پشت بام جریان هوا به تهویه سریع کمک می نماید.

## منابع

۱. CDC: پروتکل های Shelter-in-Place در زمان حوادث شیمیایی و انفجار.
۲. WHO: راهنمای سلامت عمومی در مواجهه با ذرات معلق هوایی در مناطق جنگی.
۳. EPA: استانداردهای فیلتراسیون هوا و حفاظت از ریه در برابر ذرات PM 2.5.
۴. پروتکل های پدافند غیرعامل علوم پزشکی: در زمینه مقابله با اثرات بیولوژیک و شیمیایی جنگ های نوین.