بسم الله الرحمن الرحیم

مرکز مطالعات و برنامه ریزی شهر تهران

مجموعه عملیات حفاظتی پیشنهادی برای زمان وقوع بحران

گزارش شماره ۲۵۵

معاونت مطالعات و برنامه‌ریزی امور زیرساخت و طرح جامع

مدیریت مطالعات معماری، شهرسازی و امور بحران

نویسندگان: مهندس محمدتقی آقابابایی، دکتر محمدرضا فرزادبهتاش، مهندس امید زارعی‌منش

داور: دکتر یاسمین ایزدخواه

معاونت علم و فناوری

چاپ و انتشارات: مدیریت فناوری اطلاعات و مرکز اسناد

نشانی: تهران، خیابان شریعتی، پل رومی، خیابان شهید اکبری، نبش خیابان شهید آقابزرگی، شماره ۳۲، کدپستی ۱۹۶۴۶۳۵۶۱۱

امور مخاطبین: ۳- ۲۲۳۹۲۴۸۴ داخلی ۳۰۸، نرگس آقایی http://rpc.tehran.ir

حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران است و استفاده از مطالب آن صرفاً با ذکر مأخذ بلامانع می‌باشد. ضمناً متن (WORD, PDF) بر روی سایت فوق قابل دریافت است.

سخن نخست

مدیریت شرایط اضطراری، به مجموعه توافقی از رفتارهای پشت سرهم که برای پاسخ دادن به شرایط اضطراری و بهبود آن تنظیم می‌شود، گفته می‌شود که مسئولیت‌ها، ساختارهای مدیریتی، استراتژی‌ها و منابع را در بر می‌گیرد. برنامه‌ریزی شرایط اضطراری برای حفظ جان و اموال مردم و محیط‌زیست تلاش می‌کند و از آثار زیانبار اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و فرهنگی سوانح و حوادث می‌کاهد.

سرزمین ایران با توجه به موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی آن، از جمله ده کشور سانحه‌خیز جهان به‌شمار می‌آید که همواره بر اثر وقوع سوانح طبیعی خسارات جانی و مالی قابل‌توجهی را متحمل شده است. همانگونه که می‌دانیم کلان‌شهر تهران به‌عنوان بزرگ‌ترین مرکز جمعیتی کشور به لحاظ خطرات و تهدیدات ناشی از سوانح و حوادث غیرمترقبه دارای مشکلات و نابسامانی‌های اساسی و جدی است که همین امر خود نشانگر ضرورت پرداخت به ابعاد متفاوت مدیریت بحران و ساماندهی آن در حوزه‌های مطالعاتی، برنامه‌ریزی و اجرایی در کلان‌شهر تهران می‌باشد.

از این رو مدیریت مطالعات معماری، شهرسازی و امور بحران مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران سعی دارد در راستای انجام وظایف خود، با انجام پژوهش‌ها و مطالعات راهبردی و نیز انتقال تجارب جهانی و در نهایت اجرایی‌شدن کاربست مطالعات و پژوهش‌ها شرایطی را فراهم آورد که در نهایت منجر به ارتقای وضعیت و عملکرد کیفی کلان‌شهر تهران در ابعاد مختلف شود. در گزارش حاضر، انواع مختلف برنامه‌های حفاظتی شناخته‌شده مورد بررسی قرار گرفته و روش‌ها و زمان مناسب برای استفاده از هرکدام از آن‌ها عنوان شده است. در نهایت، به دو شیوه‌ی معمول عملیات حفاظتی برای پناه‌گیری در زمان وقوع زلزله (روش DCH و مثلث حیات) پرداخته شده است.

بابک نگاهداری
رئیس مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران

چکیده

مجموعه عملیات حفاظتی جوامع در معرض خطر، مجموعه عملیاتی هستند که توسط افراد در معرض ریسک و برای کاهش و تعدیل میزان مواجهه با خطر انجام می‌شود و معمولاً شامل عملیات تخلیه، حفاظت در مکان و حفاظت تنفسی (این عملیات به‌صورت هم‌زمان با دیگر مجموعهٔ عملیات به‌کار برده می‌شود) است. مقابله‌گران، از برنامه‌های مجموعه عملیات حفاظتی به‌منزلهٔ یک راهنما استفاده می‌کنند، ولی براساس سرعت، دقت و اطلاعات تکمیلی می‌توانند بهترین مجموعه عملیات حفاظتی را انتخاب کنند. انتخاب نوع عملیات حفاظتی، در فاز مقابله انجام می‌گیرد؛ زمانی‌که مقابله‌گران بهترین و دقیق‌ترین اطلاعات را درمورد تهدید در اختیار دارند، اما طبیعی است که گزینه‌های عملیات حفاظتی باید در فاز آمادگی پیش‌بینی شوند، چراکه اجرای موفق عملیات حفاظتی نیازمند آنالیز دقیق وظایف، پرسنل و تجهیزات مورد نیاز است.

در گزارش حاضر، انواع مختلف برنامه‌های حفاظتی شناخته‌شده مورد بررسی قرار گرفته و روش‌ها و زمان مناسب برای استفاده از هرکدام از آن‌ها عنوان شده است. درنهایت، به دو شیوهٔ معمول عملیات حفاظتی برای پناهگیری در زمان وقوع زلزله (روش DCH و مثلث حیات) پرداخته شده است.

فهرست مطالب

مقدمه ۹

۱- تخلیه ۱۱

۱-۱- وسایل نقلیهٔ شخصی ۱۳

۱-۲- کاربران حمل‌ونقل عمومی ۱۴

۱-۳- دانش‌آموزان ۱۵

۱-۴- ساکنان فضاهای فیزیکی خاص ۱۶

۱-۵- رهگذران و عابران ۱۹

۱-۶- گروه‌های متفرق با نیازهای خاص ۱۹

۱-۷- خطرات امن در تخلیه ۲۰

۲- حفاظت در مکان ۲۳

۲-۱- پناهگیری درمورد خطرات استنشاقی ۲۶

۲-۲- ریسک‌های ایمن برای حفاظت در مکان ۳۳

۳- حفاظت تنفسی ۳۴

۴- روش‌های معمول پناهگیری در زمان وقوع زلزله ۳۷

نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۴۳

فهرست منابع ۴۴

فهرست اشکال

شکل ۱- پناهگیری زیر میز محکم و گرفتن پایه‌های آن ۳۸

شکل ۲- نشستن کنار دیوار داخلی ساختمان ۳۹

شکل ۳- نشستن روی زمین در فضای باز ۴۰

شکل ۴- پناهگیری در کنار تختخواب، مبل و اشیای دیگر در روش مثلث حیات ۴۲

شکل ۵- روش پناهگیری در مثلث حیات ۴۲

فهرست جداول

جدول ۱- لیست مرجع فضاهای فیزیکی خاص برای برنامه‌ریزی تخلیه ۱۸

جدول ۲- میزان کارایی حفاظت تنفسی مقتضی ۳۶

مقدمه

در برنامهٔ عملیاتی، شرایط اضطراری باید انعطاف‌پذیری کافی وجود داشته باشد تا پرسنل مقابله درصورت نیاز بتوانند اصلاحات و تغییراتی را انجام دهند. این انعطاف‌پذیری چیزی از ارزش استراتژی‌های از پیش برنامه‌ریزی‌شده نمی‌کاهد. همانطور که می‌دانیم تهدیدهای گوناگونی سلامت و ایمنی عمومی را به خطر می‌اندازد. بعضی از این تهدیدها از طریق تکنولوژی‌های ویژه‌ای شناسایی و بررسی می‌شوند. شناسایی این خطرات سبب می‌شود که فرصت کافی برای اخطار درمورد تهدید وجود داشته باشد و همچنین، فرصتی برای کاهش خسارات به‌وجود آورد. بااین‌حال همیشه عدم اطمینان درمورد زمان، مکان و شدت اثرات وجود دارد؛ بنابراین، یک عملیات مقابلهٔ غیرضروری گسترده و ساختاردهی‌شده می‌تواند باعث از دست دادن مکان‌های تحت تأثیر و نیز از دست دادن زمان مناسب شده و هزینه‌های زیادی را بدون نجات جان و اموال مردم برجای بگذارد. مقابله‌گران، از برنامه‌ها به‌مثابهٔ یک راهنما استفاده می‌کنند، ولی براساس سرعت، دقت و اطلاعات تکمیلی، می‌توانند بهترین عملیات‌های حفاظتی را انتخاب کنند.

انتخاب نوع عملیات حفاظتی[1] ویژه، در مرحلهٔ فاز مقابله انجام می‌گیرد، زمانی‌که مقابله‌گران بهترین و دقیق‌ترین اطلاعات را درمورد تهدید داشته باشند؛ اما طبیعی است که گزینه‌های عملیات‌های حفاظتی باید در مرحلهٔ فاز آمادگی پیش‌بینی شوند؛ چراکه اجرای موفق عملیات‌های حفاظتی نیازمند آنالیز دقیق وظایف، پرسنل و تجهیزات مورد نیاز است. درنتیجه، برنامه‌ریز باید با گزینه‌های عمومی حفاظت از اقشار[2]، آن هم با شرایطی که باعث افزایش کارایی می‌شود و همچنین، با سنجش کاربرد استراتژی‌ها آشنا باشد. در تمامی موارد، بسیار مهم و حائز اهمیت است که برنامه‌ریز شرایط اضطراری، ریسک‌های ایمنی[3] همراه‌شده با هر کدام از مجموعه عملیات حفاظتی را درک کند.

کیفیت و زمان‌بندی مجموعه عملیات حفاظتی بستگی به فاکتورهایی از قبیل نیروی انسانی، ساختار و آموزش اعضای سازمان‌های مقابله دارد. برنامهٔ عملیاتی باید به‌صورت واضح افرادی را که دارای مسئولیت هستند، مشخص کند. آن‌ها باید براساس اولویت‌های برنامه‌ریزی تصمیم‌گیری کرده و هماهنگی‌ها را میان سازمان‌های درگیر در عملیات‌های مقابله انجام دهند (Sorensen, 1988) و به‌صورت هم‌زمان، برنامهٔ عملیاتی باید فرایند اجرایی مجموعه عملیات حفاظتی را نیز هدایت کند (Mannan and Kirkpatrick, 2000).

---

[1] Protective Action Recommendation (PAR)
[2] Population protection
[3] Safety risks

مجموعه عملیات حفاظتی، مجموعه عملیاتی هستند که به‌وسیلهٔ افراد در معرض ریسک برای کاهش و تعدیل مواجه‌شان با خطر انجام می‌شود و معمولاً شامل موارد زیر است:

- تخلیه
- حفاظت در مکان
- حفاظت تنفسی (به‌صورت هم‌زمان با دیگر مجموعهٔ عملیات به‌کار برده می‌شود.)

در ادامه، شایان ذکر است که این مجموعه عملیات با دیگر مجموعه عملیات مقابله‌ای که برای یک خطر خاص اجرا می‌شود، نظیر ساخت خاکریزهای موقتی برای محدود کردن ریزش و انتشار مواد نفتی، متفاوت است. تخلیه، پناهگیری و حفاظت تنفسی به‌صورت مستقیم با حفاظت افراد در ارتباط است و هر کدام نیازمند برنامه‌ریزی از قبل پیش‌بینی‌شده‌ای است. اینگونه مجموعه عملیات درصورتی‌که پرسنل شرایط اضطراری و مردم در معرض ریسک، هر دو، برای اجرای آن‌ها آموزش‌های لازم را دیده باشند، مؤثرتر خواهد بود.

- **تخلیه:** تغییر مکان جمعیت تهدیدشده به مکانی خارج از منطقهٔ تحت تأثیر خطر است. تخلیه از طریق افزایش فاصله با عامل خطر، حفاظت را تأمین می‌کند.
- **حفاظت در مکان:** مردم را به یافتن پناهگاهی در منطقهٔ تحت تأثیر هدایت می‌کند. این عمل بعد از مجموعه عملیات نظیر درزگیری و مقاوم‌سازی ساختمان‌ها انجام می‌شود. این فعالیت تحت عنوان «پناهگیری در مکان»[۱] نیز شناخته می‌شود. حفاظت در مکان براساس ساختارهایی است که مردم را مقابل استنشاق، بلعیدن[۲] و تماس با مواد خطرناک محافظت می‌کند.
- **حفاظت تنفسی**[۳]**:** انجام عمل تنفسی از طریق یک فیلتر نظیر یک حولهٔ تَر که در تصفیه کردن ذرات خطرناک و مواد شیمیایی سمی بسیار مؤثر است.

خصوصیات اصلی که سبب تفاوت در مجموعه عملیات حفاظتی می‌شود؛ شامل:

- ریسک‌های القاشده از خطر[۴]
- ریسک‌های القاشده از مقابله[۵]
- هزینه‌های اقتصادی مستقیم و غیرمستقیم عملیات
- سطح اجابت مورد انتظار به‌وسیلهٔ جمعیت تحت تأثیر

---

[1] Sheltering in place
[2] Ingestion
[3] Expedient respiratory protection
[4] Hazard-induced risks
[5] Response-induced risks

زمانی‌که مجموعه عملیات حفاظتی انتخابی[1] مطرح می‌شوند، باید مدت‌زمانی که هر کدام از آن‌ها برای اجرا نیاز دارند، بررسی شود. بعضی از آن‌ها مدت‌زمان زیادی نیاز دارند. برای مثال، تخلیهٔ بیماران بیمارستان، ساکنان خانه‌های سالمندان و یا زندانیان نیازمند مدت‌زمان زیادی است. از سوی دیگر، انتقال افراد به‌دلیل شلوغی جاده به‌آرامی انجام می‌گیرد. در مواقعی که زمان اجرای مجموعه عملیات حفاظتی طولانی است، باید بلافاصله بعد از شناسایی و آگاهی از وقوع خطر، فرایند آغاز شود. متأسفانه، شناسایی و آگاهی درصورتی انجام می‌شود که مسئولان درمورد زمان، مکان و شدت اثرات حادثه اطمینان حاصل کند. طوفان‌ها در بعضی مواقع تغییر مسیر می‌دهند و به سمت دیگر مناطق حرکت می‌کنند. در انتشار مواد شیمیایی سمی، آگاهی از اندازهٔ دقیق میزان انتشار در محاسبهٔ مناطق در معرض مواد سمی بسیار مفید است؛ اما بلافاصله بعد از انتشار، زمان لازم برای تخلیهٔ بیمارستان‌ها و مدارس نزدیک محل وقوع بسیار کم است. درنتیجه، شرایط موجود در منبع خطر فقط یک فاکتور برای تصمیم‌گیری است.

عدم اطمینان درمورد اثرات خطر نیز یک فاکتور مهم در انتخاب مجموعه عملیات حفاظتی است، ولی تنها فاکتوری که باید در فرایند برنامه‌ریزی بررسی شود، نیست. سرعت وقوع و محدودهٔ اثر نیز باید بررسی شوند؛ اگر بر اثر خروج از ریل یک قطار با انتشار سریع و وسیع مواد شیمیایی سمی مواجه شویم، باید به‌سرعت تصمیماتی در این رابطه اتخاذ شود. علی‌رغم وجود عدم اطمینان درمورد فاکتورهای حادثه، اگر محدودهٔ اثر یک حادثه وسیع باشد، مجموعه عملیات حفاظتی ممکن است با همکاری تعداد زیادی از حوزه‌های عملیاتی و کارکردی انجام شود. درصورتی‌که تخلیه یا حفاظت در مکان به‌خوبی در برنامه‌ریزی، آموزش و مانور درنظر گرفته نشده باشد، احتمال اجرای موفقیت‌آمیز عملیات بسیار پایین است.

۱- تخلیه

تخلیه، شهروندان را در برابر دامنهٔ گسترده‌ای از شرایط اضطراری محافظت می‌کند که شامل طوفان‌های ساحلی، حوادث نیروگاه‌های هسته‌ای، سیل‌ها، حوادث مواد خطرناک و آتش‌سوزی‌ها است. تخلیه درمورد حوادث و رویدادهای گسترده می‌تواند پیچیده شود. برای شرایط اضطراری محدود و کوچک، معمولاً یک مکان امن سریع یافت می‌شود. در آتش‌سوزی حاصل از روغن در یک آشپزخانه فقط کافی است که ساکنان، خانه را ترک کنند، اما در دیگر مخاطرات، نزدیک‌ترین مکان امن ممکن است بسیار دورتر باشد. درمورد از ریل خارج شدن تانک‌های حامل کلروین، مناطقی به وسعت ۱۰ مایل درجهت وزش باد در معرض خطر هستند. برای طوفان‌های ساحلی، فاصله‌ای که باید طی شود، ۲۰ مایل یا بیشتر است. هرچه تعداد افراد و فاصلهٔ جابه‌جایی بزرگتر و بیشتر شود، ملاحظات برنامه‌ریزی مورد نیاز

[1] Optional protective action

برای موفقیت در عملیات تخلیه افزایش می‌یابد. به‌ویژه در شرایط اضطراری بسیار گسترده‌ای که ماشین‌ها، وانت‌ها و اتوبوس‌ها برای تخلیهٔ منطقهٔ تحت تأثیر مورد نیاز است.

برنامهٔ تخلیه درصورتی موفق خواهد بود که فقط چهار شرط اساسی زیر دیده شود؛ اول اینکه، باید پیش‌آگاهی کافی درمورد منطقه در معرض ریسک وجود داشته باشد. درمورد اغلب عامل‌های خطر، برای مردم تجربه مواجهه با خطر در وسیلهٔ نقلیه بسیار خطرناک‌تر از آن در یک ساختمان است. دوم اینکه، مسئولان باید به سیستم هشدار دسترسی داشته باشند. این سیستم برای هشدار دادن به آن‌هایی است که در ریسک واقع شده‌اند و باید تخلیه شوند. پیام هشدار متقاعدکننده‌ای باید آماده و منتشر شود. مسیرهای خروج و مقصدهای امن باید مشخص شود. سوم اینکه، مدیران شرایط اضطراری باید برای آن‌هایی که کمبود دسترسی به وسایل نقلیه دارند، پشتیبانی حمل‌ونقل را تأمین کند. بخش‌های مختلفی از جامعه هستند که به‌وسیلهٔ حمل‌ونقل شخصی دسترسی ندارند؛ آن‌ها عبارتند از:

- آن‌هایی که به حمل‌ونقل عمومی وابسته هستند.
- کودکان در مدارس
- کارمندان سازمان‌ها و مشاغل نظیر بیمارستان‌ها، آسایشگاه‌ها و زندان‌ها
- بخشی از غیرساکنین یا غیرمحلی‌ها (توریست‌ها و دیگر رهگذران)

تمهیدات خاصی برای اتوبوس‌ها و دیگر وسایل نقلیهٔ چندکاره نیاز است تا مسیرهای خاصی را برای سوار کردن اینگونه تخلیه‌شوندگان و رساندن آن‌ها به مراکز پذیرش در خارج از منطقهٔ تحت تأثیر طی کنند. چهارم اینکه، مدیران شرایط اضطراری باید مدیریت ترافیک را بر روی مسیرهای تخلیه، در مواقعی که وسایل زیادی مسافت طولانی را طی می‌کنند، تأمین کنند.

فاکتورهایی که زمان مورد نیاز برای تمیز کردن مناطق تحت تأثیر را افزایش می‌دهند، عبارتند از: موانع ایجادشده به دلیل مخاطره (نخاله‌ها)، موانعی که هم‌زمان با مخاطره به‌وقوع می‌پیوندد و موانع غیرعمدی (جاده‌های در دست ساخت یا تعمیر). فرایند برنامه‌ریزی باید نیاز به سوخت را مدنظر قرار دهد. همچنین باید احتمال خرابی وسایل نقلیه در جاده نیز درنظر گرفته شود. فوریت‌های ایمنی و سلامت که ممکن است در طول مسیر اتفاق بیفتد نیز باید درنظر گرفته شود. تعداد تخلیه‌شوندگان درصورتی‌که ظرفیت مسیرهای امن خروج از منطقهٔ تحت تأثیر، محدود باشد و جمعیت زیادی هم هم‌زمان قصد ترک منطقه را داشته باشند، ممکن است به‌عنوان مانعی مطرح شود. در چنین مواردی، حرکت به‌قدری کند می‌شود که افرادی که در ترافیک گیر افتاده‌اند ممکن است نتوانند خود را قبل از اینکه خطر حادث شود به یک مکان امن برسانند. بیش از یک میلیون نفر در سال ۲۰۰۵ از منطقهٔ هوستون، تگزاس، منطقه‌ای که با طوفان ریتا مواجه بود، تخلیه شدند. ظرفیت سیستم جاده‌ای به‌سرعت از حد مجاز فراتر رفت و زمان تخلیه به ساعت‌ها رسید. درنتیجه، مسئولین مجبور شدند سریعاً تدارکات سوختی را تعبیه کرده و

حوادث ترافیکی را مدیریت کنند. آن‌ها حتی مجبور شدند به فوریت‌های مربوط به سلامت افراد پاسخ دهند. بلبرینگ چرخ یک اتوبوس حامل تخلیه‌شوندگان آسایشگاهی شکست و آتش‌سوزی متعاقب آن سبب کشته شدن ۲۳ نفر شد (Korosec, 2005).

شما می‌توانید از بروز اینگونه مشکلات جلوگیری کنید. بدین منظور، باید از تحلیل خطر در تحلیل عملیات تخلیه استفاده کنید. تحلیل خطر، مناطقی را در جامعه مشخص می‌کند که نسبت به اثرات حادثه حساس هستند. تحلیل‌های تخلیه جهت بررسی تعداد جمعیت متأثر مورد استفاده قرار می‌گیرد و توانایی افراد در حمل‌ونقل شخصی را نیز ارزیابی می‌کند. این تحلیل‌ها همچنین، میزان ظرفیت مسیرهای جاده‌ای را بررسی می‌کند. موانع تخلیه و روش‌های حذف موانع و تسریع جریان ترافیک حتماً باید مورد بررسی قرار گیرد. مناسب است که چهار معیار را مدنظر قرار دهید که عبارتند از:

۱- تمامیت تخلیه (تعداد افراد درگیر)
۲- به‌جا بودن تخلیه[1]
۳- میزان اتکا به منابع موجود
۴- انعطاف‌پذیری روش‌های موجود برای جابه‌جایی افراد

تمامیت تخلیه[2]، به نسبت ساکنینی که می‌توانند تخلیه شوند برمی‌گردد. به‌جا بودن تخلیه، به دورهٔ زمانی مورد نیاز برای تکمیل تخلیه با توجه به زمان پیش‌بینی‌شدهٔ وقوع حادثه برمی‌گردد. اتکا به منابع موجود، به عدم نیاز به وسایل و پرسنل مازاد برمی‌گردد. انعطاف‌پذیری به موجودیت شیوه و طریقهٔ تخلیه برمی‌گردد؛ صرف‌نظر از اینکه چه زمانی نیاز می‌شود، آب‌وهوا به چه نحو است یا دیگر ملاحظات پشتیبانی به چه قرار است. هرکدام از این معیارها باید برای هر سه دسته وسایل نقلیهٔ مورد استفاده بررسی شود؛ یعنی اتومبیل‌های شخصی، اتوبوس‌ها و وسایل نقلیهٔ ویژه. هدف، شناسایی بهترین شیوهٔ جابه‌جایی نیست. بلکه، ارزیابی محدودیت‌های هر شیوه است. بعد از انجام اینگونه ارزیابی‌ها، موانع بالقوه در اجرای تخلیه شناسایی‌شده و روش‌های غلبه بر آن‌ها نیز عنوان می‌گردد.

۱-۱- وسایل نقلیهٔ شخصی

عملیات تخلیه در اغلب حوادث بر استفاده از وسایل شخصی متکی است. به‌جز استثناهایی در بعضی مناطق شهری، اغلب خانوارها دارای اتومبیل هستند یا دسترسی به اتومبیل دارند. ازآنجایی‌که اینگونه وسایل به‌واقع در محل وقوع حادثه وجود دارند، افراد قبل از اینکه حادثه اتفاق افتد، می‌توانند محل را ترک کنند. این موضوع به‌ویژه برای شرایطی که بدون هشدار فوری یا با کمی هشدار (۳۰ دقیقه یا کمتر) به‌وقوع می‌پیوندد، صحیح است. حتی زمانی‌که پیش‌هشدار بیشتری وجود دارد، تخلیه‌شوندگان

[1] Timeliness of the evacuation
[2] Evacuation completeness

ماشین‌های شخصی خودشان را ترجیح می‌دهند. چون آن‌ها دوست دارند در انتخاب زمان، مسیر و مقصد تخلیه آزاد و منعطف باشند. همچنین، استفاده از وسایل نقلیهٔ شخصی این اجازه را به تخلیه‌شوندگان می‌دهد که دارایی‌های شخصی بیشتری را بردارند، نظیر لباس، دارو و مدارک مهم؛ درنهایت، وسیله یا وسایل نقلیهٔ خانوادگی ممکن است باارزش‌ترین و یکی از سرمایه‌های مالی خانواده باشد. بنابراین، تخلیه به‌وسیلهٔ ماشین یکی از روش‌های حفظ اموال و دارایی‌ها است.

وسایل نقلیهٔ شخصی اغلب تخلیهٔ نسبتاً کاملی را سبب می‌شوند و روش بسیار دقیق و به‌موقعی است. بااین‌حال، همهٔ افراد دارای ماشین شخصی نیستند. شما نمی‌توانید بر این موضوع اطمینان کنید که آن‌هایی که فاقد ماشین هستند، با دوستان، خویشان و همسایگان‌شان خارج می‌شوند. در جریان تخلیهٔ طوفان کاترینا در سال ۲۰۰۵ در نیواورلئان، تقریباً یک‌صد هزار نفر بدون وسیلهٔ نقلیه در مسیرهای طوفان باقی مانده بودند (McQuaid and Schleifstein, 2005). در تمام برنامه‌ریزی‌های تخلیه، باید آن‌هایی که دسترسی به وسیلهٔ نقلیهٔ مشخصی ندارند را تخمین بزنید. براساس چنین تخمین‌هایی، شما می‌توانید نوع وسیلهٔ نقلیهٔ موجود را بررسی کنید و راهبردی را برای سوارکردن افراد آماده کنید. این راهبرد را قبل و در حین حادثه منتشر کنید.

۱-۲- کاربران حمل‌ونقل عمومی

شما می‌توانید از اتوبوس‌ها و دیگر وسایل نقلیه با ظرفیت بالا نظیر قطارها یا قایق‌ها برای تخلیهٔ آن‌هایی که وسیلهٔ نقلیه شخصی ندارند، استفاده کنید. جابه‌جا کردن افرادی که به‌طور معمول به حمل‌ونقل عمومی اتکا می‌کنند، به برنامه‌ریزی قابل‌توجهی نیاز دارد. زمانی‌که پیش‌اخطارها کافی باشد، اجرای تمهیداتی برای انتقال آن‌ها امکان‌پذیر می‌شود. دو نمونه از موفق‌ترین عملیات تخلیه، حادثهٔ نیروگاه هسته‌ای تری مایل آیلند[1] (Perry, 1985) و از ریل خارج شدن قطار در می‌سی سو گا[2] کانادا (Whyte, 1980) بوده است. در هر دو مورد، حوادث به‌تدریج وخیم‌تر شدند. این موضوع به مأموران فرصت اجرای برنامه‌ها را داد. آن‌ها توانستند افراد را با استفاده از دامنهٔ گسترده‌ای از عملیات تخلیه کنند.

بااین‌حال، یک حادثهٔ سریع‌الوقوع نیازمند پیش‌برنامه‌ریزی است تا تخلیهٔ به‌جا و به‌موقعی انجام گیرد. یک برنامهٔ موجز به تخمین دقیق تعداد افراد وابسته به حمل‌ونقل عمومی، احتیاج دارد. اگر تعداد افراد از حد ظرفیت سیستم اتوبوس‌رانی فراتر می‌رود، باید برای تدارک وسایل و راننده‌های مازاد قراردادهایی تنظیم شود. مسیریابی ویژه‌ای باید صورت گیرد؛ زمان‌ها، ایستگاه‌ها و محدودیت‌های فضایی باید به اطلاع عموم مردم برسد. توانایی انجام یک تخلیهٔ به‌موقع به فاکتورهای مختلفی وابسته است و از یک مکان به مکانی دیگر فرق می‌کند. یک فاکتور، تعداد و مکان تخلیه‌شوندگان است؛ فاکتور دیگر،

[1] Three Mile Island
[2] Mississauga

زمان مورد نیاز برای تخلیه است که به‌سرعت رسیدن اتوبوس‌ها به ایستگاها و روانه شدن آن‌ها به سمت مراکز پذیرش بستگی دارد. مدت‌زمان طی‌شده به موجودیت اتوبوس‌ها و رانندگان بستگی دارد. اگر تخلیه در بعد از ظهرها یا آخر هفته‌ها باشد، می‌توان از اتوبوس‌های مدارس نیز برای تخلیه استفاده کرد. در ساعات درسی، اتوبوس‌ها از سازمان‌های دولتی و خصوصی گرفته می‌شود.

۱-۳- دانش‌آموزان

در جابه‌جایی دانش‌آموزان، چالش‌های برگرداندن آن‌ها به خانواده‌هایشان مطرح می‌شود. سه ابزار مختلف برای مواجهه با اینگونه مشکلات بررسی شده است. یکی از آن‌ها، تخلیهٔ مدارس به مراکز پذیرش در خارج از منطقه تحت تأثیر است. دومین رویکرد، بستن مدرسه‌ها و برگرداندن دانش‌آموزان به مکان‌های تحت نظارت در نزدیکی خانه‌هایشان است. سومین گزینه، برگرداندن دانش‌آموزان مستقیماً به خانه‌هایشان است. تمام این روش‌ها به وضعیت اتوبوس‌های مدارس برای برگرداندن دانش‌آموزان از مدارس‌شان وابسته است.

میزان کارایی هرکدام از این گزینه‌ها به شرایط محلی بستگی دارد. تخلیهٔ مستقیم به مراکز پذیرش در خارج از منطقهٔ تحت تأثیر، سریع‌ترین و قابل‌اعتمادترین روش برای اطمینان از تخلیهٔ دانش‌آموزان است. این تاکتیک در زمانی‌که والدین خارج از خانه کار می‌کنند و بنابراین، احتمالاً در زمان رسیدن کودکان آن‌ها در منزل نیستند، مفید است. عیبی که در این تاکتیک وجود دارد این است که تعدادی از والدین اعتماد کمی به توانایی مدرسه در انجام بدون نقص این برنامه دارند. ممکن است والدین از مکان مراکز پذیرش مطلع نباشند یا آن‌ها احتمالاً مستقیماً به دنبال بچه‌های‌شان به مدرسه بروند. اهمیت این نکته از طریق داده‌هایی مشخص می‌شود که از نمونه‌گیری از ساکنین (Lindell and Perry, 1992) یک منطقه‌بندی برنامه‌ریزی‌شده برای شرایط اضطراری ناشی از نیروگاه‌های هسته‌ای به‌دست آمد. آن داده‌ها نشان داد که ۹۲ درصد از آن‌هایی که پرسش‌نامه را پُر کرده بودند از مراکز پذیرشی که بچه‌هایشان در شرایط اضطراری به آنجا برده می‌شوند، اطلاع نداشتند. ۸۶ درصد نیز نمی‌دانستند که آیا با برنامه‌ها برای تخلیهٔ مستقیم به‌وسیلهٔ اتوبوس موافق هستند یا نه.

برگرداندن دانش‌آموزان مستقیماً به خانه‌هایشان دلالت بر ارجحیت خانواده‌ها به تخلیهٔ تمام افراد خانواده با هم دارد؛ بااین‌حال، این موضوع سبب اتلاف زمان زیادی شده و در پاک‌سازی منطقه خطر تأخیر ایجاد می‌کند. این رویکرد درصورت غیاب بزرگترها در خانه‌ها رضایت‌بخش نخواهد بود. غیاب بزرگترها می‌تواند سبب متفرق شدن کودکان در مکان‌های تحت نظارت شود. بااین‌حال، این راهبرد چیزی بیشتر از برگرداندن بچه‌ها از مدارس نیست. آن‌ها از یک مکان در محدودهٔ خطر به مکان‌های دیگری باز هم در محدودهٔ خطر می‌روند. هیچ‌کدام از وسایل تخلیهٔ دانش‌آموزان درصورتی‌که زمان وقوع حادثه کمتر از زمان مورد نیاز برای بازگشت دانش‌آموزان به خانه‌هایشان، پیوستن به خانواده‌هایشان و

خارج شدن از محدودهٔ ریسک باشد، مناسب نخواهد بود؛ حتی اگر دانش‌آموزان به‌سرعت به خانه برگردند تا با خانواده‌هایشان که آمادهٔ ترک محدوده هستند حرکت کنند، امکان دارد که انتشار سریع‌الوقوع، اجازهٔ تأخیرهای بی‌مورد را ندهد. اگر امکان تخلیهٔ سریع دانش‌آموزان از این طریق میسر نباشد، ایمنی عمومی الزام می‌کند که آن‌ها را به مراکز پذیرش در خارج از محدودهٔ خطر منتقل کرد یا مدارس باید قبل از وقوع حادثه تعطیل شده تا دانش‌آموزان به خانه‌هایشان برگردند.

بعضی از مسئولان محلی این مقوله را با انتخاب برگرداندن دانش‌آموزان به خانه‌هایشان حل کرده‌اند. در بعضی از قوانین، انجام هماهنگی با والدین دانش‌آموزانی که به خانه فرستاده می‌شوند الزامی است. تعطیلی مدارس برای مقابله با تعدادی از مخاطرات، به آماده‌سازی خانواده‌هایی که هیچ بزرگتری در طی روز در خانه نیست، نیاز دارد. تخلیهٔ تقاضاهای آماده‌سازی مشابهی را تحمیل می‌کند. تصمیم‌گیری راجع‌به تخلیهٔ یک مدرسه باید براساس مکان و موقعیت مدارس انجام گیرد. این تصمیمات همچنین، باید با توجه به موجودیت اتوبوس‌ها و رانندگان صورت پذیرد و درنهایت، شما باید تعداد کودکانی که هیچ‌کدام از والدین یا بزرگترشان در طول روز در خانه نیستند را مدنظر قرار دهید. جهت اطمینان از قبول برنامه‌های رسمی توسط والدین بسیار مهم است که مأموران سازمان مدیریت شرایط اضطراری محلی اطلاعات معتبر و به‌روزی را درمورد وضعیت خطر برای عموم مردم تهیه کنند. آن‌ها باید خلاصه‌ای از برنامه‌های تخلیهٔ مدارس تدارک ببینند. همچنین، باید دستورالعمل‌هایی در مراکز پذیرش، جایی که ساکنان محلی می‌توانند کودکان‌شان را سوار کنند، داشته باشند. کودکان در معرض تهدید، بیش‌ترین سطح نگرانی و اضطراب را در والدین موجب می‌شوند؛ بااین‌حال، والدین درمورد حوادث تا لحظه‌ای که به‌وقوع می‌پیوندد، فکر نمی‌کنند. به همین دلیل، سازمان‌های مدیریت شرایط اضطراری محلی به‌طور معمول با مسئولان مدارس هماهنگی‌های لازم را جهت انتشار دوره‌ای اطلاعات راجع‌به عملیات شرایط اضطراری انجام می‌دهند. اینگونه جلسات و فعالیت‌ها، جهت یادآوری اطلاعات پایه برای اجرای برنامه‌های تخلیه توسط سازمان‌های محلی است؛ حتی با اینگونه فعالیت‌ها و جلسات، لازم است که سازمان مدیریت شرایط اضطراری محلی برنامه‌ها را در زمانی‌که شرایط اضطراری اوج می‌گیرد، دنبال کند. آن‌ها باید برنامه‌ها را با اطلاع‌رسانی به‌موقع، انجام روندها، مراکز پذیرش مدارس و پیام‌های «کاملاً پاک»[1] تکمیل کنند.

۱-۴- ساکنان فضاهای فیزیکی خاص[2]

فقط بخشی از ساکنان هر جامعه‌ای در مکان‌هایی زندگی می‌کنند که نیازمند ملاحظات ویژه است. تمرکز بالایی بر روی آسایشگاه‌ها، مراکز توانبخشی[3] و بیمارستان‌ها وجود دارد. با این وجود، این بخش

[1] All clear
[2] Special Facilities Residents
[3] Assisted living facilities

کوچک جامعه، آمادگی‌های پیشرفتهٔ قابل‌توجهی را می‌طلبد و زمان زیادی نیز برای تخلیهٔ آن‌ها نیاز است. اصطلاح «قشر خاص»[1] که برای ساکنان اینگونه فضاها به‌کار برده می‌شود، به‌نوعی گمراه‌کننده است. این اصطلاح، گروهی همگن و متجانس را پیشنهاد می‌کند. درحقیقت، انواع گوناگون و متنوعی از قشرهای خاص وجود دارند. اینگونه فضاهای فیزیکی معمولاً شامل بیمارستان‌ها، آسایشگاه‌ها و زندان‌ها هستند. آن‌ها ممکن است تأسیسات نظامی را نیز شامل شود. جدول ۱ لیستی از فضاهای فیزیکی را ارائه می‌کند. بعضی از آن‌ها به‌وسیلهٔ ساکنانی اشغال شده است که قادر به رانندگی نیستند. بعضی از آن‌ها نیز به‌وسیلهٔ افرادی که کمبود وسیلهٔ نقلیه دارند، به‌صورت موقت اشغال می‌شود. درمورد بیمارستان‌ها و آسایشگاه‌ها، بسیاری از ساکنان غیرسرپایی هستند.

تحرک کاربران اینگونه فضاهای فیزیکی از دیگر خصوصیات مهمی است که باید بررسی شود. کمبود تحرک، نیاز به حمل‌ونقل ویژه، آمبولانس‌ها و اتوبوس‌های مجهزشده را نشان می‌دهد که باید از قبل تنظیم شده و قبل از شروع عملیات تخلیه در محدودهٔ ریسک وجود داشته باشد. دیگر مقولات مرتبط این است که آیا ساکنان دائمی هستند یا جمعیت سیار هستند. شما باید بررسی کنید که آیا فضای فیزیکی مورد نظر برای پناهگیری در مکان، امن است و درصورتی‌که تخلیه صورت نگیرد، چه نوع حفاظتی مورد نیاز است. اگر حفاظت در مکان از تمامی جنبه‌ها با تخلیه برابری می‌کند، جابه‌جایی غیرضروری است.

درصورت نیاز به جابه‌جایی، فضاهای فیزیکی خاص چالش‌انگیز هستند. آن‌ها اغلب به وسایل نقلیهٔ خاصی برای تخلیهٔ ساکنان نیاز دارند. آمبولانس‌ها برای تخلیه‌ب کسانی‌که به تجهیزات پزشکی خاصی نیاز دارند ضروری است. اتوبوس‌های با تجهیزات ایمنی و امنیتی بالا برای انتقال زندانیان نیاز است. برای آن‌هایی که سوار بر ویلچر هستند، اتوبوس‌های بدون صندلی باید مهیا شود. اینگونه وسایل نقلیهٔ خاص معمولاً مهمانداران آموزش‌دیده‌ای نیاز دارند؛ بنابراین، موجود بودن تجهیزات و پرسنل به ارادهٔ انجام یک مقابلهٔ به‌جا و به‌موقع کمک می‌کند. شما نیاز خواهید داشت که موقعیت و تعداد افراد نیازمند وسایل نقلیهٔ خاص را تخمین بزنید. تعداد، ظرفیت و موقعیت اینگونه وسایل نقلیه نیز باید مورد بازبینی قرار گیرد. شما باید مشخص کنید که آیا منابع موجود محلی کافی است؛ اگر نه، شما باید منابع یا پرسنل تکمیلی و تجهیزات درخواست‌شده را شناسایی کنید. تنظیم قراردادهایی برای به‌کارگیری آن‌ها باید صورت پذیرد. روندها باید برای فعال‌سازی سریع پرسنل و تجهیزات تدوین شود و گسترش یابد.

[1] Special population

جدول ۱- لیست مرجع فضاهای فیزیکی خاص برای برنامه‌ریزی تخلیه

درمانی	محل‌های تجمع و ورزشگاه‌ها
بیمارستان‌ها آسایشگاه‌ها خانه‌های بازپروری تیمارستان‌ها	تالارها سالن‌های تئاتر سالن‌های نمایش ورزشگاه‌ها و زورخانه‌ها زمین‌ها و استادیوم‌های ورزشی مراکز خرید
کیفری	دینی
زندان‌ها بازداشتگاه‌ها Reformatories	مساجد کلیساها/ کنیسه‌ها مراکز سایر گروه‌های مذهبی
تفریحگاه‌ها و مجتمع‌های پذیرایی	متصرفات پرجمعیت
ساحل‌ها مراکز کنفرانس/ کمپ‌ها پارک‌های تفریحی/ نمایشگاه‌ها/ زمین‌های مسابقه اردوگاه‌ها پارک‌ها/ دریاچه‌ها/ رودخانه‌ها پیست‌های اسکی مراکز تفریحی	هتل‌ها/ متل ها آپارتمان‌ها/ مجتمع‌های مسکونی پارک‌های خانه‌های سیار خوابگاه‌ها پایگاه‌های نظامی
حمل‌ونقل	تجاری
رودخانه‌ها/ دریاچه‌ها باجه‌های عوارض جاده ترمینال قایق‌های مسافربری/ قطارها/ اتوبوس‌ها	مناطق تجاری مجتمع‌های صنعتی/ تجاری
آموزشی	
مهدکودک‌ها کودکستان‌ها مدارس ابتدایی/ راهنمایی/ دبیرستان دانشگاه‌ها مراکز آموزشی	

Source: Perry and Lindell, 2007

برای سازمان‌های مدیریت، شرایط اضطراری محلی هدایت برنامه‌ریزی بالاسری[1] به سمت فضاهای فیزیکی خاص بسیار معمول است. هدف، حصول اطمینان از این است که متصدیان فضاهای

[1] Outreach

فیزیکی با شکل آسیب‌پذیری جامعه آشنا هستند؛ آن‌ها همچنین باید بدانند که چگونه آسیب‌پذیری، فضای فیزیکی‌شان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. پرسنل سازمان مدیریت شرایط اضطراری محلی مجموعه عملیات حفاظتی پیشنهادی را بررسی می‌کنند. بسیاری از مدیران فضاهای فیزیکی مشتاق انجام برنامه‌ریزی خصوصی یا مشترک با سازمان مدیریت شرایط اضطراری محلی هستند تا ایمنی ساکنان‌شان در حین حوادث حفظ شود.

۱-۵- رهگذران و عابران

رهگذران، بخش جمعیتی نامتجانسی هستند. در بسیاری از مناطق با ریسک بالا، تعداد رهگذران معدود خواهد بود. اغلب رهگذران مراکز تفریحی، به‌سرعت به وسایل شخصی خود دسترسی دارند. دیگر رهگذران –بازدیدکنندگان شهری– به حمل‌ونقل عمومی وابسته هستند. در مناطق تحت تأثیر معدودی، تعداد رهگذران، بسته به فصل، بسیار زیاد است. توریسم، یکی از منابع قابل‌توجه رهگذران در بسیاری از جوامع محسوب می‌شود. به‌ویژه در جوامع ساحلی آسیب‌پذیر در مقایسه با طوفان‌های ساحلی و نواحی کوهستانی مستعد آتش‌سوزی‌های گسترده، این موضوع بسیار قابل‌تأمل است. مناطق بالقوه تحت تأثیر مخاطرات که مراکز مهم تفریحی نظیر کمپ‌های تابستانی و سواحل نیز در آن مناطق مستقر شده‌اند، باید رهگذران را مدنظر قرار دهند. رهگذران ممکن است فقط برای بخشی از سال که معمولاً در طی ماه‌های تابستان است، ساکن آن منطقه باشند.

توریست‌ها و دیگر بازدیدکنندگان اغلب نقاط مهاری[1] دارند که می‌تواند در خلال فرایند برنامه‌ریزی مدنظر قرار گیرد. معمولاً بدون انجام تمهیدات خاصی به‌وسیلهٔ مدیران شرایط اضطراری، فضاهای توریستی درمورد مهمانانشان درحین حوادث مسئول هستند. در طرح‌های بالادستی سازمان‌های مدیریت شرایط اضطراری محلی، حق بیمه‌های مفیدی درنظر گرفته شده است که چنین رهگذرانی در قالب شبکه‌های هشدار و مقابله، پوشش داده می‌شوند. به‌طور مشابه، افرادی که در خانه‌های شخصی مستقر هستند، می‌توانند مجموعه عملیات حفاظتی انجام‌شده به‌وسیلهٔ میزبان را تبعیت کنند. ابزارهای اساسی برای مخاطب قرار دادن توریست‌ها، سیستم‌های هشدار و برنامه‌ریزی قبل از وقوع حادثه است.

۱-۶- گروه‌های متفرق با نیازهای خاص[2]

تعدادی از ساکنانی که در هیچ مجموعه یا گروهی قرار ندارند، نیازهای خاصی برای کمک دارند. در بسیاری موارد، خصوصیت و موقعیت اینگونه افراد می‌تواند شناسایی شود. این شناسایی می‌تواند از طریق عضویت‌شان در گروه‌های غیرساکن یا از طریق اتکاشان به خدمات پشتیبانی خاص انجام گیرد. تهیهٔ لیست یا شناسایی انفرادی اغلب ساکنان متفرق با نیازهای خاص غیرممکن است. در بسیاری از موارد،

[1] Anchor point
[2] Dispersed groups with special needs

خانواده یا دیگر گروه‌های پشتیبان در قبال چنین افرادی مسئول هستند. سازمان‌های اجتماعی و انجمن‌های داوطلبانه غالباً به اعضای جامعه با نیازهای خاص خدمات‌رسانی می‌کنند و از خصوصیات و موقعیت‌شان آگاه هستند. شما می‌توانید با سازمان‌هایی که افراد بدون کمک را می‌شناسند، همکاری کرده و وضعیت را به مسئولان در حین حوادث گزارش دهید.

۱-۷- خطرات امن در تخلیه

خطرات امن[1] به‌طور معمول در تخلیه وجود دارد. این خطرات معمولاً شامل خطراتی می‌شود که در حین عملیات تخلیه ممکن است به‌وقوع بپیوندد که معمولاً شامل مرگ و جراحات که می‌تواند به دلیل تصادفات جاده‌ای یا اختلال در ارائهٔ مراقبت‌های پزشکی باشد، می‌شود. در ادامه به تعدادی از ریسک‌ها یا خطرات امن تخلیه اشاره شده است.

ریسک‌های حوادث ترافیکی

چهار مطالعهٔ کلاسیک درمورد حوادث ترافیکی در حین تخلیه‌های بزرگ‌مقیاس انجام شده است. *هانس* و *سل* (۱۹۷۴) ۵۴ تخلیه بیش از یک میلیون نفر را برای سازمان حفاظت محیط‌زیست[2] آمریکا مورد مطالعه قرار دادند. *باستین* و همکارانش (۱۹۸۳) تخلیه‌ها در زمان فوران آتشفشان را بررسی کردند. *وایت* (۱۹۸۰) تخلیه در زمان از ریل خارج شدن قطار را در میسیسوگا[3] (آنتوریو) تشریح کرد. میلتی، *هارت سو* و *مدسون* (۱۹۸۲) الگوهای حوادث را بعد از واقعهٔ نیروگاه هسته‌ای تری مایل آیلند مورد بررسی قرار دادند.

داده‌های هانس و سل آشکار کرد که مرگ‌ومیر همراه شده با فرایند تخلیه، فقط در سه حادثه گزارش شده است. یک کشته به دلیل حملهٔ قلبی، دو کشته به دلیل غرق‌شدگی و هفت کشته به دلیل سقوط هلی‌کوپتر بود که غرق‌شدگی در اتومبیلی صورت گرفته بود. بازرسی‌ها مشخص کرد که تعداد کشته‌شدگان در فرد- مسافت[4] در حین عملیات تخلیه بالاتر از نرخ معمول در شرایط عادی رانندگی بوده، اما در هر دو صورت تعداد بسیار کم بوده است؛ زیرا تعداد مرگ‌ومیرها در نمونه‌های تخلیه بسیار کم بود. هانس و سل نتیجه گرفتند که ریسک مرگ به دلیل تخلیه از نظر آماری بیشتر از شرایط عادی رانندگی نخواهد بود.

تحقیقات بیشتر در تخلیه‌های اخیر اینگونه نتایج و پیامدها را حمایت کرده است. وایت (۱۹۸۱) گزارش داد که هیچگونه مرگ یا صدمات جدی به دلیل تخلیهٔ ۲۵۰،۰۰۰ نفر بعد از از ریل خارج شدن

[1] Safety hazards
[2] Environmental Protection Agency (EPA)
[3] Mississauga, Ontario
[4] Death per person-mile

قطار میسیسوگا وجود نداشته است. کل مساحت تخلیه‌شده تقریباً ۴۴ مایل مربع بود. باستین و همکارانش (۱۹۸۳) گزارشات دو تخلیه با شعاع تقریبی ۱۰ کیلومتر را به دنبال فوران آتشفشان در جزیرهٔ گوادالوپ[1] بیان کردند. اولین تخلیهٔ ۲۵،۰۰۰ نفر را درگیر کرد که به دلیل وجود خاکسترهای آتشفشانی حرکت با چراغ‌های روشن امکان‌پذیر بود. در دومین تخلیه، ۷۳،۰۰۰ نفر درگیر شدند و در هیچ‌کدام حادثهٔ جاده‌ای رخ نداد. *ملیتی* و همکارانش (۱۹۸۲) مرگ‌ومیر ترافیکی، جراحات و خسارت به اموال را در حین تخلیه حدود ۳۰۰،۰۰۰ نفری از محدودهٔ اطراف تری مایل آیلند مورد بررسی قرار دادند. هیچ‌گونه تصادف منجر به مرگی در ۱۰ مایلی تری مایل آیلند در آخر هفته تخلیه، گزارش نشد. اینگونه مطالعات نرخ تصادفات و خسارت به اموالی را که در تخلیه تجربه شده، با نرخ‌های قبل از وقوع حادثه مقایسه کرده است. آن‌ها بیان کردند که هیچ‌گونه افزایش معنادار آماری در جراحات یا خسارت اموال در حین تخلیه وجود نداشته است. اینگونه داده‌ها با تخلیه‌های طوفان کاترینا و ریتا در ۲۰۰۵ نیز سازگاری دارد. هیچ‌گونه کشته یا تصادفات جاده‌ای معناداری که منجر به جراحات فردی شده باشد در ارتباط با تخلیهٔ طوفان کاترینا در لوئیزیانا، آلاباما و یا می‌سی‌سی‌پی گزارش نشده است. داده‌های موجود درمورد تخلیهٔ طوفان ریتا در تگزاس نیز نشان می‌دهد که ۲۳ مسافر در تصادف یک وسیلهٔ نقلیه کشته شدند، اگرچه تصادف به دلیل خرابی و نه ترافیک بوده است. تعداد متنوعی از تصادفات کوچک نیز وجود داشته که جراحات قابل‌توجهی حاصل نشده بود.

نرخ تصادف وسایل نقلیهٔ شخصی در تخلیه‌ها قریب به یقین، نه بیشتر که احتمالاً کمتر از حالات عادی است، ترافیک تخلیه معمولاً کند و آرام است. در تخلیهٔ طوفان ریتا از هوستون، کمی بیش از نیمی از آن‌هایی که جابه‌جا شدند گزارش دادند که بیش از ۱۰ ساعت را در مسیر گذرانده‌اند (Stein and Murray, 2005). مسیرهای ترافیکی در تخلیه‌های گسترده و حجیم غالباً یک‌طرفه است (به سمت بیرون). هرگونه تصادفی که بخواهد رخ دهد، بسیار شدید و جدی نخواهد بود؛ بنابراین، بسیار بعید خواهد بود که مرگ‌ومیر یا جراحت یا انسداد شدید مسیر ترافیکی ایجاد گردد. داده‌های کافی برای بررسی اینکه آیا این یافته‌ها را می‌توان به شرایط مسیرهای معکوس نیز تعمیم داد، وجود ندارد. باستین و همکاران (۱۹۸۳) گزارش دادند که هیچ‌گونه تصادف ترافیکی در حین تخلیه از میان خاکسترهای آتشفشانی گزارش نشده است. این موضوع اشاره می‌کند که افت متعادلی در شرایط مسیر، نرخ تصادفات را تغییر نمی‌دهد. در بعضی شرایط، وضعیت مسیرها می‌تواند خطرناک باشد. پس ریسک‌های تصادفات ترافیکی حاصل از تخلیه می‌تواند از ملاحظات مهم باشد. درواقع، ریسک تصادفات به دلیل سطوح لیز و صیقلی جاده، میدان دید نامناسب، بادهای شدید یا آتش‌سوزی‌ها می‌تواند از ریسک‌های حاصل از حوادثی نظیر ریزش زمین ناشی از طوفان‌های ساحلی فراتر رود.

[1] Guadalupe

وخیم شدن وضعیت موجود پزشکی و درمانی[1]

مشکلات پزشکی با اثرات فیزیکی و روانی تخلیه می‌تواند وخیم‌تر شود. هانس و سل وضعیت افرادی را که دچار حملهٔ قلبی شده و فوت کرده‌اند، گزارش داده‌اند. متأسفانه هیچ‌گونه اطلاعات سیستماتیکی درمورد اثرات تخلیه بر سلامت تخلیه‌شوندگان وجود ندارد. اثرات منفی تخلیه یا دیگر عملیات‌های حفاظتی بر سلامت باید مشخص شود. روایت‌ها حاکی از آن است که تخلیه بعد از طوفان کاترینا، حذف پزشک‌ها را از منطقه به همراه داشته است. این موضوع مشکلاتی را در ادامه برای بیماران تحت مراقبت یا کسانی که نیاز به معاینه داشتند ایجاد کرد. تخلیهٔ پرسنل پزشکی، خارج شدن منابع پرسنلی را از تسهیلات پزشکی به همراه دارد. در طی تخلیهٔ میسیسوگا، وایت گزارش داد که هیچ‌کدام از ۶۰۰ بیماری که به دیگر بیمارستان‌ها منتقل شدند، اثرات منفی بر سلامت را تجربه نکردند. بیش از ۹۰۰ نفر از ساکنان آسایشگاه‌ها نیز در این زمان جابه‌جا شدند. تمام این موارد بدون هیچ‌گونه اثرات منفی بارزی بر سلامت بود.

حتی تخلیهٔ گسترده و حجیم بیماران نیز می‌تواند به‌سرعت و با کم‌ترین ریسک‌های ایمنی انجام گیرد. موانع قانونی مهمی وجود دارد که باید برطرف شود؛ مدیریت ترافیک و سطح نرمالی از مراقبت‌های پزشکی جهت اطمینان از ایمنی جمعیت تخلیه‌شونده کافی است. اصلی‌ترین المان برنامه‌ریزی که نمایان می‌شود، پیشنهاد شکل‌گیری مرکز ثبت‌نام پزشک‌های تخلیه‌شده است. لیست اطلاعات تماس یا پزشک‌های جایگزین باید مشخص شوند. رسانه‌های محلی می‌توانند موجود بودن این مراکز ثبت‌نام را اعلام کنند.

برای مثال: هوستون، تگزاس، تخلیه

در ابتدای طوفان ریتا در سال ۲۰۰۵، مسئولان تخلیه اغلب قسمت‌های شهرستان گالوستون و هاریس را اعلام کردند. شهرستان هاریس شامل شهر هوستون می‌شود. در آزادراه‌های به سمت شمال و غرب، ترافیک شدیدی ایجاد شده بود. بیش از نیمی از تخلیه‌شوندگان گزارش دادند که بیش از ۱۰ ساعت در جاده بودند. کمبود سوخت در بعضی موارد مشاهده شد. نمونه‌های کمی از افزایش قیمت[2] در ایستگاه‌های ارائهٔ خدمات وجود داشت. داوطلبان اسنک و آب را بین ماشین‌های درحال حرکت در آزادراه‌ها پخش می‌کردند. طوفان بعداً مسیرش را به سمت شرق تغییر داد و درنهایت، اثر کمی بر هوستون بر جای گذاشت. نمونه‌ای احتمالی از تخلیه‌شوندگان آشکار کرد که علی‌رغم تمام مشکلات، ۶۲ درصد مجددا در تهدیدی مشابه تخلیه خواهند کرد. همچنین، ۷۰ درصد از اجرای مسئولان محلی به‌صورت خوب یا عالی راضی بودند.

---

[1] Aggravation of existing health condition
[2] Price gouging

۲- حفاظت در مکان

حفاظت تأمین‌شده به‌وسیلهٔ پناهگیری در یک ساختمان از یک عامل خطر تا دیگری متفاوت است. میزان کفایت حفاظت به متعادل کردن دو خصوصیت زیر بستگی دارد:

۱- خصوصیات حفاظتی ساختمان
۲- انواع تقاضاهای برآمده از عامل

موضوع مهم در برنامه‌ریزی این است که چگونه یک خطر، امنیت و سلامت انسان‌ها را تهدید می‌کند. برای مثال، سیل‌های رودخانه‌ای و طوفان‌ها را درنظر می‌گیریم. ساختمان‌هایی با پی‌های خوب مهارشده، ارتفاعی را برای فرار از بالاآمدگی آب درنظر گرفته‌اند. آن‌ها همچنین در مقابل وزش باد و هجوم آب مقاوم‌سازی شده‌اند. دیگر خصوصیات حیاتی که برای یک ساختمان در برابر دیگر خطرات باید درنظر گرفته شود، شامل مقاومت در برابر بار باد، قدرت انفجار و لرزش زمین است. درمورد مواد شیمیایی، رادیولوژیکی و خاکسترهای آتشفشانی موضوع مهم عایق بودن یک ساختمان جهت حفاظت از افراد است. این حفاظت با جلوگیری از نفوذ هوای بیرون به داخل ساختمان انجام می‌شود. درنهایت، در مواردی که در معرض هاله‌ای از مواد رادیواکتیو هستیم، مصالح ساختمانی می‌توانند از نفوذ تشعشعات و آلودگی‌های سطحی جلوگیری کنند. پناهگیری در مکان به‌مثابهٔ یک اقدام مؤثر حفاظتی در آتش‌سوزی‌های ساختمان‌های بلند توصیه شده است. اما اینگونه حوادث معیارهای حوادث گسترده را ندارند. ما پناهگیری را در برابر دو دسته از تهدیدهای برآمده از عامل بررسی خواهیم کرد که شامل باد، لرزش زمین، آب و مواجهه با مواد شیمیایی خطرناک است.

پناهگیری در برابر باد

در انفجارها و طوفان‌های شدید، فشار زیاد و سرعت بالای باد سبب تشدید خطر می‌شود که جراحت و خسارت ساختاری را به‌وجود می‌آورد. قربانیانی که در فضاهای باز گیر می‌افتند به دلیل پرت شدن یا افتادن بر روی زمین و یا اصابت اشیای معلق در هوا مجروح می‌شوند. طبقه‌هایی که با استفاده از تعداد زیادی نی ساخته شده‌اند، همانند میخ‌هایی چوبی به‌وسیلهٔ نیروی طوفان و یا انفجار آتشفشان پراکنده می‌شوند؛ حتی زمانی‌که قربانیان به دنبال ایمنی در داخل ساختمان‌ها هستند، با تخریب و ریزش ساختمان‌ها مجروح می‌شوند.

به دلیل قدرت تخریب انفجارها، طوفان‌ها و گردبادها، پناه گرفتن در زیر سطح زمین معمولاً توصیه می‌شود. قطعاً در بعضی مناطق، اینگونه سرپناه‌ها موجود نیستند که معمولاً به دلیل بالا بودن سطح آب و یا نامناسب بودن شرایط خاک است. برنامه‌های شرایط اضطراری معمولاً به مردم توصیه می‌کند که در منازل به دیوارهای داخلی، چهارچوب درهای داخلی و یا در اتاق‌ها و سالن‌های طبقات پایینی پناه بگیرند. ساختمان‌های بتنی مسلح‌شده، در برابر باد ایمنی بیشتری دارند. ساختمان‌هایی نظیر باشگاه‌های ورزشی

که سقف‌های با دهانه‌های بزرگ دارند به دلیل احتمال زیاد ریزش آن‌ها خطرناک هستند. درمورد باد، تخلیه فقط در مواردی مناسب است که جوانب مثبت زیادی داشته باشد (مانند طوفان‌ها) و نه در همهٔ موارد (گردبادها). گردباد یک واگن ۸۳ تنی را به همراه ۱۱۷مسافرش از ریل خارج کرد؛ این مثال نشان می‌دهد که چرا باید خانه‌های متحرک نیز محکم شوند؛ ایمنی و حفاظت باید در پناهگیری دیده شود.

پناهگیری در برابر زلزله

با توجه به اینکه ریزش ساختمان‌ها یک تهدید عمده و جدی است، پیشنهادات متفاوتی برای پناهگیری درمورد زلزله داده می‌شود. خرابی ساختمان‌ها معمولاً به دلیل فشارهای جانبی نظیر لرزش زمین، گسل سطحی و شکست خاک ایجاد می‌شود. فشارها به‌گونه‌ای بر ساختمان وارد می‌شود که آن‌ها را برای مقاومت در برابر بارهای عمودی طراحی کرده‌اند. بارهای عمودی شامل نیروی وزن ساکنان، اثاثیه، طبقات فوقانی و سقف است. در لرزش زمین، ساختارهای صلب که با مصالح بنایی غیرمسلح ساخته شده‌اند، بسیار ضعیف عمل می‌کنند. درمجموع، شیشه‌های شکسته‌شده، آینه‌ها و عکس‌های افتاده، واژگونی اثاثیه‌های غیرمحافظ و دیگر نخاله‌های متحرک خطرات واضحی هستند که باید درنظر گرفته شوند. بهترین حفاظت در برابر خطرات ناشی از اجزای غیرسازه‌ای، قرار گرفتن زیر میز مطالعه، تخت خواب و یا میز است که همان روش DCH برای این مواقع مطرح می‌شود که در انتهای این گزارش به‌صورت اجمالی به آن پرداخته شده است. خطراتی که ما در خارج از خانه و در فضای شهری در معرض آن هستیم بیشتر است که به دلیل شکست در خطوط لولهٔ آب و گاز، سقوط خطوط برق، شیشه و مصالح بنایی است. ممکن است ساختمانی تحت تأثیر لرزش‌های اولیه به‌صورت واضح و مشخصی آسیب نبیند، ولی این بدان معنا نیست که در برابر آتش‌سوزی‌ها هم بتواند مقاومت کند. آتش‌سوزی ممکن است به دلیل سقوط خطوط برق یا انفجار به دلیل شکست خطوط لولهٔ گاز حتی بعد از لرزش‌ها اتفاق بیفتد که از حوادث ثانویهٔ رایج در زلزله‌ها است. بنابراین، تأسیسات برقی و گازی و به‌طورکلی ساختمان، باید قبل از استقرار مجدد به‌صورت کامل بازبینی شود تا از وقوع حوادث ثانویه جلوگیری شود.

پناهگیری در برابر سیلاب

خطر حاصل از سیل‌های رودخانه‌ای و طوفان‌ها، ریسک آب‌گرفتگی آن‌ها می‌باشد. درواقع، آب‌گرفتگی بیش‌ترین تلفات را به نسبت نُه به یک از بین دیگر فاکتورهای به‌وجودآورندهٔ خطر در طوفان‌های ساحلی دارد (Kramer and Bahme, 1992). حفاظت در مکان، درصورتی‌که ساختمان ارتفاع کافی را برای فرار از بالاآمدگی سطح آب ایجاد کند، مؤثر خواهد بود. ساختمان‌های بلند و همچنین ساختمان‌های عمومی کم‌ارتفاع که بر روی پشته‌های زمینی قرار گرفته‌اند، سرپناه‌های مناسبی هستند. تمایل به پناه گرفتن در ساختمان‌های عمومی که در مقابل سیلاب مقاوم هستند و دارای ارتفاع

مناسبی هستند وجود دارد. تخلیهٔ عمودی[1] (Ruch et al., 1991) به جابه‌جایی تخلیه‌شدگان طوفان‌های ساحلی به ساختمان مقاوم بلندمرتبه در منطقهٔ تحت تأثیر اطلاق می‌شود. برای اجرای موفقیت‌آمیز تخلیهٔ عمودی، مدیران شرایط اضطراری نیاز به ارزیابی موارد زیر دارند:

- مقاومت ساختمان
- ظرفیت ساختمان برای دربرگرفتن مردم
- تعیین سرپرست پناهگاه برای هر سایت
- مدت‌زمان لازم برای حفاظت
- راه‌هایی برای جابه‌جایی منظم افراد از مکان‌های تهدیدشده به مناطق امن

برای طوفان‌های ساحلی، ساختمان‌ها باید بتوانند در برابر اثرات مستقیم حاصل از موج و همچنین نیروی حاصل از بادهای شدید مقاومت کنند؛ البته، ساختمان‌ها باید در برابر طوفان‌ها و سیل‌گرفتگی‌ها به‌صورت محکمی پی‌ریزی شده باشند تا از آبشویی در کف ساختمان‌ها و واژگونی ساختمان جلوگیری شود. حفاظت‌های مازاد ممکن است از طریق ضد سیل کردن انجام گیرد که نیازمند:

- استفاده از مواد ضد آب
- بستن و چسباندن درزها
- تدارک شیرهایی در خطوط فاضلاب
- استفاده از اتاقک‌های فلزی برای بازشوها و پمپ‌های پایین‌تر از سطح برای خروج تراوش‌ها (FEMA, 1993a)

جریان‌های گِل ناشی از آتشفشان و سیل‌ها، فونداسیون و مقاومت ساختمان‌ها را به مبارزه می‌طلبد. سیل‌گرفتگی حاصل از فوران آتشفشان حاوی مقادیر زیادی از سنگ، خاکستر و دیگر نخاله‌ها می‌باشد. این جریان گل نیروی زیادی دارد. خوشبختانه، جریان‌های گل قابل‌پیش‌بینی هستند؛ چونکه آن‌ها نیز سیستم‌های رودخانه‌ای را دنبال می‌کنند. همچنین، تهدیدهای ثانویه‌ای به دلیل وقوع جریان‌های گل آتشفشانی وجود دارد. به‌عنوان مثال، فوران ۱۹۸۰ کوه سنت هلن نشان داد که ساختار سیلتی می‌تواند قدرت حمل رودخانه را افزایش دهد که سبب افزایش قدرت تخریب سیل می‌شود. این موضوع تهدیدهای فوری و بعدی سیلاب‌ها را ایجاد می‌کند (Perry and Lindell, 1990). نخاله‌های جمع‌شده نیز می‌توانند همانند سدی عمل کرده و مسیر جریان آب را تغییر دهند. این مورد سبب می‌شود که پناهگیری در مکان را گزینهٔ مناسبی برای آتشفشان‌ها ندانند. جمعیتی که در فاصلهٔ دوری از مخروط آتشفشانی قرار گرفته‌اند بهتر حفاظت می‌شوند و با مشکلاتی از قبیل خروج مواد مذاب، ابرها و خاکسترها و امواج فوران مواجه نخواهند بود. خوشبختانه، اغلب جریان‌های حاصل از فوران بعد از چندین مایل،

[1] Vertical Evacuation

تهدیدی برای منطقه نیستند. سازمان جهانی رصدخانه‌های آتشفشانی[1]، برنامه و اطلاعات هشدار را درمورد آتشفشان‌ها تهیه کرده است (http://www.volcano.und.rdu)

اثرات سونامی حتی بیشتر از سیل، طوفان‌های ساحلی و یا آتشفشان‌ها می‌باشد. این امواج لرزه‌ای دریا می‌توانند حتی ارتفاعات بالاتر از ۵۰ فوت از سطح دریا را در فاصله‌ای دورتر از محل وقوع سونامی و بالاتر از ۱۰۰ فوت را در نزدیکی محل وقوع مورد تهدید قرار دهند. در چنین مواردی، پناهگیری در مکان کارآمد نیست. توصیهٔ حفاظتی برای چنین مواردی تخلیهٔ پیش از وقوع به مکان‌های امن و فاصله‌دار می‌باشد. سونامی به دلیل وقوع زلزله یا لغزش زمین در کف دریا یا اقیانوس‌ها اتفاق می‌افتد. بنابراین، مناطق آسیب‌پذیر قابل‌ردیابی هستند. سرویس ملی آب‌وهواشناسی ایالات‌متحده[2]، مرکز هشدار سونامی آلاسکا و ساحل غربی (http://wcatwc.arh.noaa.gov) و همچنین سیستم هشدار سونامی در دریای آرام (http://prh.noaa.gov) از مراکزی هستند که سیستم‌های اکتشاف، ردیابی و هشدار را برای سونامی تهیه می‌کنند. چالش عملی و مهم برای مدیران شرایط اضطراری این است که مناطق تهدیدشدهٔ محلی باید توانایی و ظرفیت دریافت و بررسی چنین هشدارهایی را داشته باشند. آن‌ها باید توانایی ارائهٔ پیام به مسئولین محلی برای انجام مجموعه عملیات حفاظتی اولیه را داشته باشند. سونامی ۲۶ دسامبر ۲۰۰۴، امواجی به ارتفاع ۸۰ فوت ایجاد کرد و ۳۰۰۰۰۰ نفر را در ۱۸ کشور واقع در اقیانوس هند کشت. حداکثر نرخ تلفات در مکان‌هایی بود که با کمبود سیستم هشدار محلی مواجه بودند.

۲-۱- پناهگیری درمورد خطرات استنشاقی

بسیاری از عامل‌های خطر، گازها و ذراتی را منتشر می‌کنند که درصورت استنشاق، خطرناک هستند. مواد شیمیایی سمی و رادیولوژیکی از موارد واضح و مشخص در این زمینه هستند. خاکسترهای آتشفشانی نیز یک نوع تهدید محسوب می‌شوند. آن‌ها یک نوع چسب سیلیکاتی تولید می‌کنند که موتورها و سیستم‌های مکانیکی را از کار می‌اندازد. همچنین، می‌توانند یک‌سری از بیماری‌های ریوی را درصورت استنشاق سبب شوند (Perry and Godchaux, 2005). فوران آتشفشان، ابری از گازهای سمی را در نزدیکی مخروط آتشفشانی ایجاد می‌کند. این گازها می‌توانند به سمت پایین نیز جاری شوند. در آگوست ۱۹۸۶، آتشفشان آکو در غرب آفریقا، شهر کامرون، گاز سولفید هیدروژن (سنگین تر از هوا) را تولید کرد که سه روستا در معرض آن قرار گرفتند. این گاز ۱۷۰۰ نفر کشته و ۸۰۰ نفر مجروح به‌جای گذاشت. استنشاق گردوخاک‌های حاصل از نخاله‌ها که به دلیل واژگونی ساختمان‌ها و یا انفجارها رخ می‌دهد نیز می‌توانند مشکلاتی را به‌وجود آورد. به دنبال واژگونی برج‌های تجارت جهانی در ۱۱سپتامبر، مسئولان عملیات نجات و ساکنان آن منطقه در معرض هاله‌ای از مواد پودرشدهٔ ریزی قرار گرفتند که

[1] World Organization of Volcano Observatories
[2] U.S. National Weather Services

شامل شیشه، مصالح بنایی و تولیدات احتراقی بود. در فرایند مقابله، بسیاری از پرسنل وسایل حفاظت تنفسی نداشتند و آن‌هایی هم که داشتند و استفاده کردند، با آنگونه وسایل قادر به انجام حفاظت کافی و مناسب نبودند. مراکز کنترل بیماری‌ها در ایالات‌متحده، الگویی از مقابله‌گران، کارگران بازسازی و داوطلبان را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها دریافتند کسانی که در معرض آن حادثه بوده‌اند، عوارض تنفسی جدیدی را نشان می‌دهند. در بعضی از موارد، با بدتر شدن شرایط قبلی مواجه شدند. مدیران شرایط اضطراری باید میزان در معرض بودن را تشخیص دهند و حفاظت مورد نیاز درمورد آن عامل خطر را پیشنهاد کنند.

مکانیزم‌های مواجهه

تمام موادی که در فضا منتشر می‌شوند از قوانین فیزیک تبعیت می‌کنند، اما قوانین فیزیکی نمی‌توانند پیش‌بینی‌های خیلی دقیقی درمورد شرایط اضطراری داشته باشند. مشکل زمانی اوج می‌گیرد که فاکتورهای زیادی در پخش گازها دخیل باشد. بااین‌حال، پیش‌بینی‌های دقیق نیازمند اطلاعاتی درمورد مواد شیمیایی می‌باشد. امکان تعیین شرایط اتمسفری در اسرع وقت معمولاً وجود ندارد؛ بااین‌حال، کیفیت اطلاعات با وجود تکنولوژی‌های جدید بسیار افزایش یافته است. به‌عنوان مثال، آنالیزگر شیمیایی APD2000، ابزاری تحلیلی و کاوشگر است که محدودهٔ وسیعی از عامل‌های شیمیایی را بررسی می‌کند. این آنالیزگر، شناسایی مولکولی را انجام می‌دهد و به‌عنوان پایش‌گری به‌صورت مستمر نمونه‌برداری می‌کند. مشکل اینجاست که این تکنولوژی پرهزینه است و نیازمند آموزش دادن به تکنسین‌هایی برای کارکردن با اینگونه تکنولوژی‌ها و ابزارها است. همچنین شامل خطاهای اندازه‌گیری نیز می‌باشد. ابزارهای متنوع دیگری نیز برای مونیتور کردن هوا وجود دارد که آن‌ها هم نیازمند سرمایه‌گذاری در تجهیزات، آموزش و تمرین است و هر کدام هم درصد اشتباه مخصوص به خودش را دارد (Maslansky and Maslansky, 1993). در غیاب چنین تجهیزاتی، باید به‌صورت تخمینی و با درنظر گرفتن احتمالاتی، رفتار مواد شیمیایی سمی را حدس زد. چنین تخمین‌هایی به‌صورت عادی برای هدایت برنامه‌ریزی کافی است.

به دلیل تهدیدهایی که مواد خطرناک برای ایمنی و سلامت دارند، آن‌ها را در تانکرهای حفاظت‌شده‌ای برای ذخیره و یا حمل‌ونقل قرار می‌دهند. اگر در تانکرها درزی به‌وجود آید، مقداری از موادی که رها شده‌اند وارد هوا خواهند شد. اگر این مواد به‌صورت گاز باشند، به‌سرعت به شکل ابری خطرناک منتشر می‌شوند. گاز ابری‌شکل[1] به ابر یا مخلوطی از ذرات موجود در هوا و یا بخار اطلاق می‌شود. اگر مواد مایع باشند، بخاری را تشکیل خواهند داد که میزان آن به فشار بخار مواد، وزن

[1] Plume

مولکولی، دما، سطح تماس و سرعت باد در زمان ریزش بستگی دارد (Greenway, 1998). جامدات فقط درصورتی وارد هوا می‌شوند که یا بسیار گرم شوند و یا به دلیل انفجارها، بادهای شدید و یا آتش‌سوزی‌ها پخش شوند. اگر مواد سبک و یا گرم باشند، تمایل به بالا رفتن دارند، ولی اگر مواد سنگین و یا سرد باشند، در سطح زمین قرار می‌گیرند. در شرایط جوی بسیار آرام، مواد در تمام جهات منتشر می‌شوند؛ بنابراین، شکل انتشار آلودگی به‌صورت دایره‌هایی با یک نقطهٔ مرکزی که نقطهٔ انتشار است می‌باشد. زمانی‌که یک جریان باد به‌صورت آرام و ثابت داشته باشیم، ابر حاصل از مواد همانند دود حاصل از سیگار است که بر طبق سرعت و مسیر باد حرکت می‌کند.

پیش‌بینی دقیق مرکز انتشار در طول شرایط اضطراری بسیار مشکل است. همچنین تصویر کردن سطوح غلظت در فواصل دورتر از منبع انتشار بسیار مشکل است. به دلیل اینکه حتی یک تابع ساده‌شده نیز نیازمند اطلاعاتی است که در صحنهٔ حادثه موجود نیست. فاکتورهای مهم در تعیین نرخ انتشار، دمای مواد و میزان بازشدگی شکاف است. در بعضی شرایط اضطراری، امکان تعیین این موضوع که انتشار از طریق خرابی شیرها، یا لوله‌های شکسته‌شده و یا مجاری سوراخ‌شده رخ داده است، وجود ندارد. در بعضی موارد حتی نوع مواد رهاشده نیز نامعلوم است. اتمسفر و عوارض زمینی در اطراف منطقهٔ انتشار، پیچیدگی‌ها را دو چندان می‌کند. بادها همیشه تحت شرایط و سرعت ثابتی باقی نمی‌مانند، مسیرشان نیز تغییر می‌کند. تغییر در شرایط آب‌وهوایی منطقه با عوارض محلی نظیر تپه‌ها، دره‌ها، جنگل‌ها، مسیرهای آبی و ساختمان‌ها ترکیب می‌شود.

تمام این فاکتورها می‌توانند نوساناتی را در غلظت مواد خطرناک سبب شوند. حداکثر غلظت کوتاه‌مدت از غلظت میانگین طولانی‌مدت متفاوت است؛ اما این موضوع در پاسخ‌گویی به خطرات ازآنجایی‌که اثرات منفی بر سلامت تابعی از تماس تجمعی با مواد خطرناک است، تأثیری ندارد. بااین‌حال، تأثیر حداکثر تماس بر سلامت نیز مقوله‌ای بسیار مهم است. فرایند برنامه‌ریزی از ارزیابی آسیب‌پذیری برای پیش‌بینی داده‌های مورد نیاز برای تخمین میزان مواجهه استفاده می‌کند. این فرایند همچنین، میزان مواد منتقل‌شده و ذخیره‌شده و همچنین رفتارهایشان تحت شرایط مختلف را مشخص می‌کند.

حفاظت در مکان برای مواد شیمیایی و گازهای سمی

از مزایای تخلیه این است که با دور شدن از منبع انتشار مواد خطرناک، قدرت تهدید آن‌ها کم می‌شود. حفاظت در مکان براین‌اساس است که بتوانیم پناهگاهی به‌صورت موقتی با هوای پاک و مطبوع ایجاد کنیم. پناهگاه باید به‌صورت یک مانع در برابر ورود مواد خطرناک عمل کند و اکسیژن به اندازهٔ کافی داشته باشد تا افراد بدون هیچ‌گونه مشکلی تا رفع شدن خطر در آن باقی بمانند. اگر چنین مکان‌هایی به‌سرعت قابل‌دسترس باشند، از مضرات ناشی از تخلیه اجتناب می‌شود. متأسفانه، حفاظت در مکان نیز راه‌حل مناسبی نیست. اغلب ساختمان‌ها دارای درزهایی هستند و حتی درحالی‌که درها و

پنجره‌ها بسته باشند نیز نفوذ هوای آلوده را داریم؛ بااین‌حال، مواردی وجود دارد که حفاظت در مکان بسیار مناسب‌تر و مؤثرتر از تخلیه است. مدیران و مقابله‌گران شرایط اضطراری باید درمورد پناهگیری در مکان و یا تخلیه و میزان کارایی هرکدام از آن‌ها اطلاعات کافی داشته باشند. آن‌ها باید بدانند که در چه زمانی تخلیه و در چه زمانی حفاظت در مکان مناسب است. آن‌ها باید همچنین بدانند که چگونه افراد مزایای پناه گرفتن در مکان را درک می‌کنند و چنین توصیه‌هایی را قبول خواهند کرد.

گردش هوا[1] یا تصفیهٔ هوای داخل و خارج، نسبتی است که گردش هوا را بین فضای آلوده و فضایی که آلوده نیست، نشان می‌دهد. این نسبت معمولاً به‌صورت گردش هوا در ساعت (ACH) اندازه‌گیری می‌شود. این گردش از خروج هوای داخل به خارج و ورود هوای خارج به داخل حاصل می‌شود. نقاط اصلی خروج معمولاً لوله‌های بخاری و کانال‌های تهویهٔ هوا است. ورود هوا معمولاً از تعداد بی‌شماری ورودی‌های کوچک و پخش‌شده صورت می‌گیرد که شامل درزهای پنجره‌ها و درها، پریزهای برق و شکاف‌ها بین دیوارهای ساختمان و فونداسیون‌ها است. نرخ گردش هوا با توجه به تعداد درزها و فضاهای نفوذ، سرعت باد و اختلاف دمای بین محیط داخل و خارج افزایش می‌یابد.

مناسب است که گردش هوا را در مقولهٔ زمان بازگشت[2] بررسی کنیم؛ یک معاملهٔ ریاضی دوطرفه از نرخ گردش هوا و زمان مورد نیاز برای محصور کردن فضا چه برای آلوده شدن و چه برای پاک شدن. برای به‌دست آوردن تخمینی از زمان بازگشت، مقدار گردش هوا در ساعت (ACH) را به ۱٫۰ واحد تقسیم می‌کنیم. این تخمین به شما می‌گوید که چه نسبت از هوای آلوده جایگزین هوای پاک‌شده است. یک نرخ ورود محاسبه‌شده ۱٫۰ ACH به این معنا نیست که تمام هوای پاک در عرض ۱ ساعت خواهد رفت (Wilson, 1989). در عوض، بدین مفهوم است که هوای آلوده به‌تدریج افزایش یافته و در پایان ۱٫۰ واحد زمان از نرخ بازگشت ۶۳ درصد از هوای اصلی جابه‌جا شده است. تقریباً در انتهای ۳ واحد زمان از نرخ بازگشت، ۹۵ درصد از هوای اصلی جابه‌جا شده است. بنابراین، در ۱٫۰ ACH، بیش از ۳ ساعت زمان نیاز است تا تقریباً تمام هوای داخل آلوده شود.

تفسیر صحیح نرخ بازگشت در برنامه‌ریزی مهم است. تفسیر بالا نشان می‌دهد که برخلاف عقیدهٔ بسیاری از مردم، پناه گرفتن در مکان بسیار مؤثرتر است. محاسبهٔ دقیق‌تر نرخ بازگشت عنوان می‌کند که دورهٔ زمانی بیشتری از ایمنی نسبی در ساختمان‌ها نسبت به مقدار گردش هوا وجود دارد. به این دلیل که تصورات درمورد مکانیزم‌های گردش هوا اغلب نادرست است. تنها درصورتی‌که هوای آلوده به طریقی هوای پاک را به بیرون براند، یک ساعت زمان نیاز است. بااین‌حال، این چیزی نیست که اتفاق می‌افتد. علاوه‌برآن، هوای آلوده نیز با هوای پاک مخلوط است. به‌وضوح، خروج مخلوط هوای پاک و آلوده نیز

[1] Air exchange
[2] Turnover time

سبب می‌شود که زمان بیشتری برای خالی شدن ساختمان از هوای پاک به طول بینجامد نسبت به مواقعی که فقط خروج هوای پاک را داشته باشیم. درنتیجه، با به‌کارگیری نرخ تبادلات هوایی، پناهگیری در مکان حداقل سه برابر میزان استنشاق هوای آلوده را کاهش می‌دهد و مؤثرتر است.

تأخیر زمانی ناشی از هوای مخلوط بسیار مهم است؛ بااین‌حال، این تنها دلیلی نیست که پناهگیری در مکان می‌تواند اثرات منفی بر روی سلامت انسان را کاهش دهد. همچنین، ما اثر میرایی[1] را در کاهش میزان نوسانات در غلظت‌های گازی بررسی کرده‌ایم. اینگونه نوسانات از بی‌نظمی در آب‌وهوا و عوارض زمین ناشی می‌شود. غلظت حداکثر[2] به بالاترین سطح ناخالصی در هوا برمی‌گردد. یک درجه از غلظت حداکثر، میزانی (سطح ناخالصی) است که تقریبا بالغ بر ۱ درصد در واحد زمان است. ویلسون (۱۹۸۷) گزارش داد که در هوای (آلوده) خارج، ۱ درصد غلظت حداکثر، به اندازهٔ ۴۰۰ درصد میانگین غلظت کلی هوای خارج است. برای هوای داخل، غلظت حداکثر معادل، تنها ۵۰ درصد بزرگتر از غلظت میانگین است. برای مثال، شاید غلظت داخل بعد از ۶ ساعت به غلظت خارج برسد. بنابراین، غلظت حداکثر داخل ۱۵۰ قسمت در میلیون (PPM) انتظار می‌رود باشد، زمانی‌که غلظت حداکثر خارج ۴۰۰ PPM است. اینگونه اطلاعات و آگاهی‌ها در زمانی‌که غلظت حداکثر یک تهدید اصلی است و برای تعیین میزان اثرات مورد استفاده قرار می‌گیرد، بسیار حیاتی و مهم است.

غلظت حداکثر بعضی از مواد خطرناک به مردم آسیب می‌رساند. دیگر مواد، فقط اثرات منفی نظیر تماس تجمعی[3] دارند. تماس تجمعی، مقدار کلی دوز مواد رادیولوژیکی یا سمی است که یک فرد در یک دورهٔ زمانی مشخص دریافت می‌کند. زمانی‌که نگرانی درمورد اثرات ایمنی و سلامت حاصل از تماس تجمعی است، ما روش اجرای پناهگیری در مکان را تغییر می‌دهیم. افرادی که در مکان پناه گرفته‌اند، بعد از اینکه گاز ابری شکل عبور کرد نیز باید در داخل باقی بمانند و همچنان در معرض هوای آلوده‌ای که داخل شده است و هنوز خارج نشده بمانند (Rogers et al., 1990). در داخل ساختمان زمانی‌که گاز ابری‌شکل عبور کرده است، مسیرهای هوای آلوده و غیرآلوده معکوس می‌شود. در این حالت، هوای پاکی که با هوای آلوده مخلوط است داخل می‌شود. خروج مخلوط هوای پاک و آلوده نیز سبب می‌شود که خالی شدن هوای آلودهٔ داخل ساختمان بیشتر به طول بینجامد نسبت به زمانی‌که فقط هوای آلوده خارج می‌شود. حفاظت در مکان، تماس استنشاقی را بعد از اینکه گاز ابری‌شکل عبور کرد به تأخیر می‌اندازد. این موضوع سبب می‌شود که یک تماس تجمعی نظیر آنچه که در خارج از ساختمان بدون حفاظ در مواجهه با پرتوها اتفاق می‌افتد، حادث شود. مدیران شرایط اضطراری می‌توانند چنین مشکلی را با تدارک یک پیام کاملاً پاک[4] رفع کنند. این پیام به آن‌هایی که در مناطق خطر هستند این آگاهی را می‌دهد که

[1] Damping effect
[2] Peak concentration
[3] Accumulated exposure
[4] All clear

خارج شدن از ساختمان امن است و مردم باید درها و پنجره‌هایشان را برای تهویهٔ بهتر و سریع‌تر هوا باز کنند.

مدیران شرایط اضطراری با چالش‌های تصمیم‌گیری راجع‌به پناهگیری در مکان پیشنهادشده مواجه هستند. این پرسش که آیا غلظت هوای داخل به میزان کافی برای دورهٔ زمانی طولانی پایین خواهد ماند باید قبل از بروز چنین انفاق‌هایی مورد بررسی قرار گیرد. این پرسش به‌طور قطع فقط درصورتی‌که تصمیم‌گیرندگان عملیات‌های حفاظتی، اطلاعات کافی درمورد مواد خطرناک در زمان انتشار داشته باشند می‌تواند پاسخ داده شود. آن‌ها باید نرخ و مدت‌زمان انتشار را بدانند. آن‌ها نیاز به داده‌های هواشناسی جهت مدل‌سازی کامپیوتری انتشار گاز ابری شکل دارند. آن‌ها همچنین، باید از نرخ تبادلات هوایی برای ساختمان‌هایی که در منطقهٔ تحت تأثیر هستند، آگاه باشند. هر مدیر شرایط اضطراری باید به داده‌های هواشناسی دسترسی داشته باشد؛ بااین‌حال، شرایط زیادی وجود دارد که نرخ و مدت‌زمان انتشار را ناشناخته و مبهم می‌سازد؛ حتی نوع مادهٔ منتشر شده نیز ممکن است به‌طور قطع مشخص نباشد. بالاتر از همهٔ اینها، بسیار بعید به‌نظر می‌رسد که بتوان اطلاعات دقیقی درمورد محدوده‌های نشت به‌دست آورد.

درواقع، در بعضی موارد اطلاعات وجود ندارد. واضح‌ترین آن‌ها، آتش‌سوزی‌ها در مخازن شیمیایی و از ریل خارج شدن قطارها است. اینگونه حوادث مانع از این می‌شوند که مقابله‌گران بتوانند به میزان کافی برای شناسایی نشت مخازن به آن‌ها نزدیک شوند. بااین‌حال، موارد زیادی وجود دارد که نرخ و مدت‌زمان انتشار را می‌توان اندازه‌گیری کرد و تخمین زد. نمونه‌هایی نظیر ترکیدگی لوله‌ها و شیرهای تانک‌های با ظرفیت مشخص در مکان ثابت وجود دارد. همچنین، درمورد حوادث حاصل از حمل‌ونقل و ترابری مواد خطرناک نیز صدق می‌کند.

داده‌های درست و دقیقی درمورد میزان گردش هوا در خانه‌ها در مناطق تحت تأثیر خطر احتمالاً وجود ندارد؛ بااین‌حال، داده‌هایی برای تخمین میزان کارآمدی پناهگیری در مکان وجود دارد. *راجرز* و همکاران (۱۹۹۰) گزارش دادند که تحقیقات درمورد میزان حفظ انرژی، گردش هوا را در اغلب خانه‌های آمریکایی بین ۰٫۵ تا ۱٫۵ ACH تخمین زده است. این مقدار با توجه به کدهای ساختمانی و تکنیک‌های ساخت‌وساز در طی سالیان تغییر کرده است (Sorenson et al., 2002). این بدان معناست که سکونتگاه‌های ساخته‌شده از اوایل ۱۹۷۰، نرخ تهویهٔ کمتری دارند. ساختمان‌هایی که قبل از ۱۹۵۰ بنا شده‌اند، مسائل حفظ انرژی در آن‌ها رعایت نشده، مگر اینکه با مصالح درزگیر تعمیر شده باشند. *انگلمن* (۱۹۹۲) دریافت که ساختمان‌های اداری و دیگر ساختمان‌های مرتفع، میانگین تبادل هوای ۰٫۶۶ در ساعت را نشان می‌دهد. گردش هوا برای ساختمان‌های صنعتی با سیستم‌های گرمایشی، سرمایشی و تهویهٔ هوای خاموش برابر ۰٫۳۱ است. عایق‌های بخار هوا در دیوارها و سقف‌های ساختمان از فاکتورهای مهم مؤثر در میزان نفوذ است. عایق‌های بخار در خانه‌های ساخته‌شده در مناطق با هوای سرد بعد از ۱۹۶۰ بسیار معمول شد. بنابراین، با دانستن زمان ساخته شدن ساختمان‌ها این امکان وجود دارد که

کارایی حفاظت در مکان را تخمین زد. شما می‌توانید با مسئولان محلی درمورد نرخ گردش هوا در ساختمان‌های مسکونی، مدارس و تجاری موجود در جوامع‌شان مشورت کنید. تسهیلات و فضاهای فیزیکی خاص نیز باید به‌طور مجزا جهت تعیین نرخ گردش هوا بررسی شوند.

پناهگیری در مکان برای تهدیدات رادیواکتیو

مواد رادیواکتیو و سمی هر دو، مخاطرات استنشاقی را به‌وجود می‌آورند. گاز ابری‌شکل حاصل از مواد رادیواکتیوی همچنین می‌تواند به‌وسیلهٔ تشعشعات خارجی ناشی از ابر و آلودگی زمین آسیب مضاعف برساند. تروریست‌ها معمولاً تهدید به استفاده از بمب‌های کثیف[1] می‌کنند. انفجار حاصل از این بمب‌ها سبب انتشار قطعات رادیواکتیویته می‌شود. آن‌ها می‌توانند ذرات ابری‌شکل را ایجاد کنند. گازهای ابری‌شکل رادیواکتیوی به‌راحتی شناسایی می‌شوند؛ بااین‌حال، شناسایی به‌موقع آن‌ها توسط مسئولین و انجام عملیات‌های حفاظتی بسیار نامحتمل است. سه نوع اساسی از تشعشعات ساتع‌شده از اتم‌های رادیواکتیو وجود دارد که آلفا، بتا و گاما هستند. ذرات آلفا سنگین هستند و به‌ندرت بیشتر از چند فوت از منبع دور می‌شوند (Babcock and Rose, 2005:5). ذرات بتا سبک‌تر هستند و دورتر می‌روند. بااین‌حال، قدرت نفوذ کمی دارند (با مواد سبک نظیر آلومینیوم هم متوقف می‌شوند) و تهدید کمی را برای ارگان‌های درونی بدن انسان دارند (Emergency Management Institute, 2003). تشعشع گاما سبک است و مسافت قابل‌توجهی را طی می‌کند. این ذره دارای قدرت نفوذ بالایی است و احتمالاً قسمتی از گاز ابری محتوی گازها، ذرات و بخارات رادیواکتیو می‌باشد. درواقع، در حوادث مربوط به تأسیسات هسته‌ای از منابع اصلی می‌باشد (Emergency Management Institute, 2003:17). در مواجهه با اینگونه مکانیزم‌های تهدید، حفاظت در مکان جهت محافظت از افراد در برابر محتویات گازهای ابری‌شکل و به‌ویژه تشعشعات گاما طرح‌ریزی می‌شود.

مصالح ساختمانی متراکم نظیر بتن، آجر و سنگ پوششی در برابر تشعشعات خارجی گاما ایجاد می‌کند. آن‌ها، پایه و اساسی برای حفاظت در مکان در حین شرایط اضطراری ناشی از مواد رادیواکتیو می‌باشند. کارایی ساختمان‌ها در حفاظت رادیواکتیوی با توجه به نوع مصالح ساختمانی متفاوت است (Aldrich et al., 1982). حجم گسترده‌ای از مطالعات و تحقیقات راجع‌به اثرات رادیواکتیوی و هسته‌ای بر ساختمان‌ها در طی دوران جنگ سرد انجام شد. اینگونه مطالعات هنوز هم به‌مثابهٔ استانداردی برای تعیین میزان استحکام یا حفاظت پابرجاست. مطالعات حفاظت رادیواکتیوی، فاکتورهای کاهش دوز را برای سه مسیر مواجهه محاسبه می‌کند. این سه مسیر عبارتند از تشعشعات خارجی گاما ناشی از ابر، تشعشعات خارجی گاما ناشی از آلودگی زمین و استنشاق مواد رادیواکتیوی نفوذکرده به داخل ساختمان. *بورسون* و *پروفیو* (۱۹۷۷) دریافتند که پناه گرفتن در سکونتگاه‌های چوبی، کمی بیشتر از پناه

[1] Dirty bombs

گرفتن در وسایل نقلیه سبب حفاظت در برابر مواجهه با ابر و یا تشعشع از زمین آلوده می‌شود. پناه گرفتن در همکف خانه‌های بنایی بدون زیرزمین یا در زیرزمین خانه‌های چوبی، مواجهه با ابر را به حدود نیمی از سطح مورد انتظار کاهش می‌دهد. اینگونه روش‌ها، مواجهه با آلودگی‌های زمینی را به ۲۰ درصد سطوح بدون حفاظ کاهش می‌دهد. پناه گرفتن در زیرزمین خانه‌های بنایی، مواجهه با ابرهای تشعشعی را به ۴۰ درصد سطوح بدون حفاظ کاهش می‌دهد. درحالی‌که مواجهه با آلودگی زمینی را فقط به ۵ درصد سطوح بدون حفاظ کاهش می‌دهد. ساختمان‌های اداری بزرگ، مؤثرترین نوع پناهگاه در تمام این موارد است. چون مواجهه با ابر را به حدود ۲۰ درصد و با تشعشع زمینی را به ۱ درصد سطوح بدون محافظ کاهش می‌دهد.

مواجهه با ابر گازی‌شکل، بیش‌ترین دوز تشعشعی دریافتی به‌وسیلهٔ افراد پناه گرفته در خانه‌ها را شامل می‌شود. نفوذ به ساختمان فقط برای حدود ۵ درصد دوز تشعشعی گاما امکان‌پذیر می‌شود. دامنهٔ مورد قبول، ۰,۱۲۵ تا ۳ ACH گردش هوا در ساعت برای ساختمان‌هایی است که به‌مثابهٔ سرپناه‌های موقت مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای خانه‌ها، فاکتورهای کاهش دوز که برای نرخ پایین تبادل هوایی (۰,۱۲۵ ACH) محاسبه شد برابر بود با ۰,۳۳ تا ۰,۴. برای ساختمان‌های بزرگ، این مقدار برابر شد با ۰,۰۸.

حفاظت در برابر یک تهدید رادیواکتیو ممکن است شامل استعمال داروها نیز باشد. قرص‌های potassium Iodide جهت کاهش جذب ید رادیواکتیو توسط غدهٔ تیروئید به‌کار برده می‌شود. چنین قرص‌هایی درصورتی‌که قبل از مواجهه مورد استفاده قرار گیرد، مؤثرتر خواهد بود. بعضی از برنامه‌های شرایط اضطراری نیروگاه‌های هسته‌ای شامل ذخیره‌سازی این دارو می‌باشد. این دارو حتی ممکن است از قبل در مناطق مسکونی محدودهٔ خطر پخش شده باشد. مشکل این است که این دارو فقط از یک ارگان یا غده محافظت می‌کند؛ بااین‌حال، ممکن است افراد به‌طور کامل در معرض تشعشع قرار گیرند. داروی دیگر تحت عنوان Prussian Blue به‌وسیلهٔ FPA در سال ۲۰۰۵ تأیید شد. این دارو سیستم‌های حفاظتی مازادی را در برابر تشعشعات ایجاد می‌کند و بسیار گران است. تحقیقات ناقصی هم درمورد عوارض طولانی‌مدت آن نیز انجام شده است. موجودیت و در دسترس بودن آن نیز محدود می‌باشد. اینگونه فاکتورها از مقبولیت گستردهٔ آن می‌کاهد؛ درنهایت، برای ساختمانی که به میزان کافی درزگیری شده و از مصالح حفاظتی ساخته شده است، حفاظت در مکان گزینهٔ مناسبی است که حفاظت کافی را ایجاد می‌کند (Centers for Disease Control and Preventive, 2004).

۲-۲- ریسک‌های ایمن[1] برای حفاظت در مکان

ریسک‌های زیادی در پناه گرفتن وجود ندارد تا زمانی‌که دیگر مخاطرات در همان زمان به‌وقوع نپیوندند؛ اگر تخلیه بهترین روش عملیاتی برای یک مخاطره است، نظیر طوفان‌های ساحلی، پناه گرفتن

[1] Safety risks

از گزینه‌های کمتر حفاظتی خواهد بود. اینگونه مخاطرات نظیر سیل، آتش‌سوزی‌ها و انتشار بعضی مواد خطرناک است. مخاطرات دیگری وجود دارند که می‌توان برای آن‌ها ریسک‌های ماندن در داخل ساختمان‌های با درها و پنجره‌های درزگیری شده را ارزیابی کرد. آن‌ها شامل سطوح شدید آلودگی هوا، گرما/ رطوبت نسبی شدید و دماهای به‌شدت پایین است.

۳- حفاظت تنفسی

حفاظت تنفسی[1] یکی از عملیات‌های حفاظتی است که در دسته‌بندی تکنیکی «پوشش حفاظتی ویژه»[2] قرار می‌گیرد. ادارهٔ ایمنی و سلامت مشاغل (OSHA)[3] اینگونه استانداردها را برای حفاظت کارگران وضع کرده است. حفاظت مقتضی مشابه حفاظت تنفسی که به‌وسیلهٔ مقابله‌گران مورد استفاده قرار می‌گیرد، نیست. این نوع حرفه‌ای از حفاظت تنفسی به دلیل مشکلات ناشی از انبار کردن، بازرسی میزان سالم بودن تجهیزات، پیچیدگی استفاده از آن و دشواری‌های فنی در درزگیری مناسب قطعات صورت، به‌ندرت برای حفاظت عموم در دسترس است. حفاظت از مقابله‌گران یکی از مقولات ایمنی و سلامت مشاغل است نه ایمنی و سلامت عمومی.

حفاظت تنفسی برای شهروندان در ریسک پیشنهاد می‌شود که باید سریعاً با وسایل موجود حداقل حفاظت را انجام دهند. این روش یکی از راه‌های کاهش احتمال استنشاق یا جذب ذرات هوایی است. معمولاً اینگونه عملیات در کنار حفاظت در مکان یا تخلیه اجرا می‌شود. آن‌هایی که در ریسک هستند، در زمان تخلیه، حفاظت تنفسی را برای کاهش مخاطرات استنشاقی انجام می‌دهند. آن‌ها همچنین، این نوع حفاظت را به‌عنوان مکمل حفاظت تأمین‌شده به‌وسیلهٔ ساختمان، به‌کار می‌گیرند (Sorenson and Vogt, 2001).

این اقدام چندمنظوره است و می‌تواند حفاظت در برابر محدودهٔ وسیعی از تهدیدات را شامل شود. برای مثال، در آتش‌سوزی‌ها درصورتی‌که افراد صورت‌هایشان را در حین تخلیه با حولهٔ خیس بپوشانند، استنشاق دوده، دود و دیگر ذرات معلق در هوا کاهش می‌یابد. این نوع حفاظت می‌تواند برای تعدادی از مواد رادیولوژیکی و سمی نیز مؤثر باشد. برای مثال، بعد از حادثهٔ شیمیایی بوپال هند در ۱۹۸۴، افرادی جان سالم به در بردند که از طریق یک تکه پارچه یا لباس مملو از آب نفس کشیده بودند. دلیل آن این است که متیل ایزوسیانات منتشر شده، محلول آب است. درنتیجه، بخار متیل ایزوسیانات در لباس خیس‌شده بیشتر از مایعات درون چشم قربانیان و سیستم‌های تنفسی حل می‌شود. در یک وضعیت

[1] Expedient Respiratory Protection
[2] Specialized protective clothing
[3] Occupational Safety and Health Administration (OSHA)

رادیواکتیوی، حفاظت تنفسی استنشاق رادیوآیودین‌ها[1] را کاهش می‌دهد. میزان مؤثر بودن حفاظت تنفسی برای عاملان مختلف متفاوت است. همچنین، مواد مختلف نیز بر کارایی تأثیرگذار است.

به‌نظر می‌رسد که حفاظت تنفسی هیچ‌گونه تأثیری بر روی گازهای نجیب ندارد (Blewett et al., 1996). *گایتون*، *دکر* و *آنتون* (۱۹۵۹) دریافتند که اقدامات مقتضی می‌تواند بیش از ۹۰ درصد ذرات ۱ تا ۵ میکرون را در بعضی موارد فیلتر کند. در مطالعهٔ بعدی *کوپر*، *هیندز* و *پرایس* (۱۹۸۱) چندین وسیله را از جهت نفوذ ذرات با قطرهای ۰٫۴، ۱ و ۵ میکرون و همچنین بخار ید تست کردند. نتایج این بررسی‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

ماسک تنفسی در فیلتر کردن ذرات در تمام ابعاد بسیار مؤثر است. یک حولهٔ خیس باکیفیت بالا (۶لایه) به‌طرز قابل‌توجهی کمتر از حد استاندارد برای ذرات با قطر ۰٫۴ میکرون مؤثر است. از سویی دیگر، یک دستمال دو لایهٔ خیس‌شده تقریباً به‌طور کامل در برابر ذرات بسیار ریز ناکارآمد است، اما کاهش قابل‌توجهی درمورد ذرات بزرگتر مشاهده می‌شود. در به‌کارگیری روش‌های مختلف حفاظت تنفسی یک موضوع مهم، افت فشار به دلیل تنفس از طریق وسایل است. افت فشارهای بیشتر از ۱۰۰ پاسکال مشکلاتی را در تنفس سبب می‌شود و عموماً در حین شرایط اضطراری ممنوع است. افت فشارهای ۵۰ پاسکال برای وسایل ارزیابی‌شده در جدول ۲ به‌کار برده شده است که تنفس بدون عیبی را ممکن می‌سازد. وسایل خیس‌شده می‌توانند میزان کارایی فیلتر کردن را نظیر آنچه در حوله با کیفیت بالا نشان داده شده است، افزایش دهد؛ بااین‌حال، وسایل خیس‌شده با افت فشار بیشتر مشکلاتی را در تنفس ایجاد می‌کنند. رسیدن به یک نتیجهٔ کلی درمورد استعمال وسایل خیس در حین شرایط اضطراری مشکل است، چون داده‌های آزمایشگاهی موجود نشان نمی‌دهند که تمام وسایل در زمانی‌که خیس می‌شوند، مؤثرتر فیلتر می‌کنند. به‌نظر می‌رسد که برای همان افت فشار، وسایل ضخیم در زمانی‌که خیس می‌شوند، بسیار مؤثرتر از زمانی هستند که وسایل نازک هستند.

دانشکدهٔ سلامت عمومی دانشگاه هاروارد یک‌سری مطالعات درمورد تعیین مشخصات فیلترینگ وسایل مقتضی انجام داده است (Price et al., 1985). اینگونه آزمایشات ثابت کرد که وسایل خیس‌شده مؤثرتر از همان مواد در زمانی‌که خشک هستند عمل می‌کنند. همچنین، تمام وسایل در زمانی‌که اندازهٔ ذرات کوچکتر می‌شوند، کمتر مؤثر هستند. نفوذ کامل برای تمام وسایل مقتضی خشک از طریق بخار انجام می‌شود. همچنین مشخص شد که منبع اصلی نفوذ، نشت اطراف وسایل حفاظتی و عدم درزگیری مناسب آنها بوده است. کوپر و همکارانش (۱۹۸۳) دریافتند که میزان نشت در زمانی‌که یک جوراب زنانه بر روی صورت باشد، کاهش می‌یابد. درارتباط با استفاده از گاز عصب توسط تروریست‌ها، پال و همکارانش (۱۹۹۳) دریافتند که حفاظت تنفسی مقتضی نمی‌تواند از طریق هیچ‌کدام

[1] Radioiodines

از وسایل، در دسترس سریع مردم و شهروندان قرار گیرد. آن‌ها اظهار کردند که به‌کارگیری نوارچسب‌های درزگیر در درها و اطراف پنجره‌ها می‌تواند به‌مثابهٔ مانع مؤثری در برابر گاز عصب مطرح شود.

جدول ۲- میزان کارایی حفاظت تنفسی مقتضی[۱]

وسایل[۲]	تعداد لایه	قطر ذرات			بخار ید
		۰٫۴ میکرون	۱ میکرون	۵ میکرون	
ماسک تنفسی (Dust-Type)	۲	۰٫۰۳	۰٫۰۱	۰٫۰۱	–
حوله با کیفیت بالا (خیس)	۴	۰٫۲	۰٫۰۱	۰٫۰۱	۰٫۲۱
با سودای پخته‌شده[۳]	–	–	–	–	۰٫۱
حوله با کیفیت بالا	۶	۰٫۲۴	۰٫۱۳	۰٫۰۱	–
حوله با کیفیت پایین‌تر	۲۰	۰٫۵۳	۰٫۴۲	۰٫۰۱	–
ملافه	۲۰	۰٫۶۷	۰٫۶۳	۰٫۰۲	۱٫۰
ملافه (خیس)	۶	۰٫۹۱	۰٫۹۱	۰٫۲۲	۰٫۴۵
با سودای پخته‌شده	–	–	–	–	۰٫۱۵
دستمال	۱۴	۰٫۶۳	۰٫۵۳	۰٫۰۳	–
دستمال (خیس)	۲	۱٫۰۰	۰٫۹۱	۰٫۳۷	–
پیراهن	۱۵	۰٫۵۳	۰٫۵۹	۰٫۰۷	–
پیراهن (خیس)	۶	۱٫۰۰	۰٫۵۰	۰٫۰۲	–

Source: Perry and Lindell, 2007

حفاظت تنفسی مقتضی ریسک استنشاق را به‌طرز معناداری در مقایسه با هرگونه اقدام حفاظتی کاهش می‌دهد. مردم باید حوله‌های با کیفیت بالا را استفاده کنند. حوله‌های با کیفیت بالا آن‌هایی هستند که در جذب آب بهتر عمل می‌کنند. آن‌ها در کاهش میزان ریسک استنشاقی، مؤثرترین هستند. میزان کارایی اینگونه حوله‌ها در برابر رادیوآیودین در زمانی‌که حوله با ۵ درصد محلول سودای پخته‌شده خیس شود، بیشتر نیز می‌شود. این میزان تقریباً برابر با ۳/۴ فنجان سودا پخته‌شده در یک گالن آب است. حفاظت تنفسی مقتضی درصورتی‌که انتشار رادیواکتیو فقط شامل گازهای نجیب یا هرگونه ذرات

---

[۱] داده‌ها اقتباس شده از کوپر، هیندز و پرایس (۱۹۸۱). داده‌ها براساس افت فشار ۵۰ پاسکال و سرعت از روبه‌رو ۱٫۵ سانتی‌متر بر ثانیه

[۲] توصیف وسایل به‌کار گرفته شده در این مطالعه:

- ماسک تنفسی (Dust-Type)- ماسک تنفسی برند 3M
- حوله با کیفیت بهتر- لباس شسته- پارچهٔ حوله‌ای (۸۸٪ کتان و ۱۲٪ پلی استرداکران)
- حوله با کیفیت پایین‌تر- (۹۰٪ کتان و ۱۰٪ پلی استرداکران)
- ملافه- ۱۰۰٪ کتان، 161/in -thread count
- دستمال- پارچهٔ بزرگ سفید، ۱۰۰٪ کتان، 121/in -thread count
- پیراهن- ۴۰٪ پلی استر فورترل، ۶۰٪ کتان، 91/in -thread count

[۳] خیس‌شده با ۵٪ وزن محلول سودای پخته‌شده (تقریباً ۳/۴ فنجان از سودای پخته‌شده در یک گالن آب)

بسیار ریز باشد، مناسب نخواهد بود. شما باید همیشه چالش‌های ناشی از حفاظت را قبل از وارد کردن آن‌ها در برنامه، بررسی کنید. اولاً، خیس کردن و لایه‌بندی ضخیم‌تر بعضی از وسایل، نفس کشیدن را مشکل می‌سازد. مردم شاید این مشکل را با برداشتن موقت این وسایل جبران کنند یا ممکن است آن را به‌صورت شل بر روی صورت‌شان نگه دارند. این موارد، نشت را سبب می‌شود و مجموعه عملیات حفاظتی را بی‌فایده می‌سازد. استفاده از هرگونه ماسکی نیز توانایی افراد را برای برقراری ارتباط با دیگران با مشکل مواجه می‌سازد و درنهایت، نگهداشتن وسایل بر روی صورت‌هایشان، توانایی آن‌ها را در انجام دیگر عملیات‌های حفاظتی کاهش می‌دهد که شامل درزگیری درها و پنجره‌ها است و اینگونه عملیات‌های مازاد شاید حفاظت بیشتری را موجب شود.

برای نمونه، می‌توان به عملیات حفاظتی انجام‌شده در فوران آتشفشان کوه سنت هلن در ۱۸ می ۱۹۸۰، اشاره کرد. انفجار تقریباً یک مایل مکعب از آتشفشان را پودر کرد و مواد را به ارتفاع ۶۳۰۰۰ فوتی پرتاب کرد. ابر ناشی از خاکستر در نزدیکی سطح زمین به‌وسیلهٔ بادهای غالب جابه‌جا می‌شد و چندین فوت خاکستر را در نزدیکی مخروط آتشفشان قرار داد. خاکستر بر روی خانه‌ها، جاده‌ها و در رودخانه‌ها جمع شده بود. در ابتدا، خاکسترها تَر بوده و تعدادی از ساختمان‌ها بر اثر وزن آن‌ها تخریب شدند. با گذشت زمان، خاکسترها خشک شده و خود تبدیل به یک مخاطرهٔ جدید شدند که با وزش باد تشدید می‌یافت. شهروندان محلی انواع گوناگون حفاظت تنفسی مقتضی را پذیرفتند: ماسک‌های نقاشی، لباس‌های خیس، دستمال‌های خشک. حرکت در ابر خاکستر، بدون هیچ‌گونه وسیلهٔ حفاظت تنفسی، سرفه و اشکال در تنفس را به همراه داشت. سرانجام، بسیاری از خاکسترها با تجهیزات ساختمان‌سازی جمع‌آوری شده و در گودال‌هایی جهت جلوگیری از ایجاد ابر خاکسترهای خشک، دفن شد.

۴- روش‌های معمول پناهگیری در زمان وقوع زلزله

با توجه به بررسی‌های انجام‌شده در ارتباط با چگونگی رفتار هنگام زلزله در دنیا تا سال ۲۰۰۴، تنها یک مدل پذیرفته شده در کشورهای دنیا موجود بوده است؛ نام این مدل که به DCH مشهور است، برگرفته از سه کلمهٔ DROP (به سمت محل پناهگیری خیز برداشتن)، COVER (به معنای پناهگیری) و HOLD ON (به معنای صبر کردن تا اتمام تکان‌های زلزله) است. در برخی کشورها این مدل به نام Duck and Cover نیز شناخته می‌شود. همانگونه که از نام این مدل مشخص است در آن بر پناهگیری زمان زلزله در محلی که بتواند فرد را در مقابل اشیای پرتاب‌شده در زلزله محافظت کند، تأکید می‌شود.

در سال ۲۰۰۴، آقای *داگلاس کاپ* که مسئولیت یک تیم غیردولتی امداد و نجات را در آمریکا برعهده داشت با استناد بر مشاهدات خود در چند زلزلهٔ مختلف مدل DCH را رد کرده و مدلی دیگر را تحت عنوان مثلث حیات (Triangle of Life) را پیشنهاد داد (پارسی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲).

دو مدل فوق تاکنون در دنیا به‌مثابهٔ روش‌های پناهگیری در برابر زلزله پیشنهاد شده است که هر کدام از آن‌ها برای نوع خاصی از ساختمان و با توجه به نوع فروریزش ساختمان‌ها مناسب است. در ادامه هر دو روش و چگونگی اجرای آن ارائه شده است.

پیشینهٔ روش DCH

در بیشتر کشورهای لرزه‌خیز دنیا، برنامه‌های آمادگی در برابر زلزله مبتنی بر توصیهٔ «خیز برداشتن، پناه گرفتن و صبر کردن» است که به‌مثابهٔ توصیه‌ای قابل‌قبول و کارآمد به افراد آموزش داده می‌شود. درحقیقت، این توصیه با هدف جلوگیری از عملکرد نامناسب درجهت کاهش آسیب‌های جسمی در هنگام وقوع زلزله مطرح می‌شود. روش DCH تاکنون به‌عنوان ساده‌ترین و قابل‌اعتمادترین روش برای آموزش به افراد مطرح شده است (شکل ۱).

شکل ۱- پناهگیری زیر میز محکم و گرفتن پایه‌های آن

پارسی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲

در این روش به افراد توصیه می‌شود تا در هنگام زلزله برای حفظ تعادل خود بلافاصله به سمت محل پناهگیری خیز برداشته (Drop)، سپس به‌سرعت در مکان مناسبی (مانند زیر میز محکم، گوشهٔ دیوار داخلی) پناه گرفته و از سر و گردن خود محافظت کرده (Cover) و تا اتمام لرزش‌های زمین در این وضعیت باقی بمانند (Hold on).

گرچه نام این روش در ذهن، می‌تواند تنها تداعی‌کنندهٔ چگونگی رفتار هنگام زلزله باشد، ولی سازمان‌ها و نهادهایی که این روش را توصیه می‌کنند، معمولاً توصیه‌های واحدی را برای اقدامات قبل، هنگام و بعد از زلزله ارائه می‌دهند. در زیر به توصیه‌های مذکور به‌صورت خلاصه اشاره می‌شود.

بررسی مراکز مختلف دنیا حاکی از آن است که روش DCH در بیشتر منابع به توصیه‌های یکسانی در زمان وقوع زلزله می‌پردازد که اهم آن‌ها در زیر ارائه می‌گردد. در روش DCH، موارد زیر به‌عنوان عملکرد صحیح هنگام وقوع زلزله به افراد توصیه می‌گردد (پارسی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲):

چنانچه فرد در داخل ساختمان قرار دارد، بلافاصله در محلی مناسب مانند زیر میز محکم رفته و پایه‌های میز را گرفته و درصورت حرکت میز با آن حرکت کنند. در عین حال، می‌تواند در کنار دیوار داخلی ساختمان نشسته و درحالتی که با دست از سر و گردن خود محافظت می‌کند تا اتمام لرزش‌ها پناه بگیرد (شکل ۲). در این حالت، فرد باید سعی کند که حتی‌الامکان از آسیب به سر و گردن خود جلوگیری نمایند. پس از زلزله، فرد باید با احتیاط کامل و حفظ خونسردی ساختمان را ترک نماید.

شکل ۲- نشستن کنار دیوار داخلی ساختمان

پارسی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲

اگر در تختخواب قرار دارد، سر جای خود باقی مانده و بالش را بر روی سر و گردن خود گذاشته و از خود محافظت کند.

اگر درحال رانندگی است، اتومبیل خود را به کنار جاده یا خیابان دور از پل‌ها، تیرهای چراغ برق هدایت کرده و پس از توقف اتومبیل تا پایان لرزش‌ها در داخل آن باقی بماند.

اگر در سالن‌های عمومی مانند سینما، ورزشگاه و ... حضور دارد در همان حالتی که روی صندلی خود نشسته است، سر خود را به داخل بدن خم کرده و با دست‌ها و بازوها از سر و گردن خود محافظت کند.

اگر در فضای باز حضور دارد، سعی نماید درصورت امکان از ساختمان‌ها، تیرهای برق و سایر اجسامی که امکان سقوط دارند دور شده، روی زمین نشسته و دست‌ها را در کنار بدن قرار دهد (شکل ۳).

شکل ۳- نشستن روی زمین در فضای باز

پارسی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲

نظریهٔ مثلث حیات

در سال ۲۰۰۴، توصیهٔ دیگری تحت عنوان مثلث حیات توسط داگلاس کاپ رئیس امداد و مدیر بحران تیم بین‌المللی امداد و نجات آمریکا ارائه شد. به اعتقاد کاپ، روش DCH موجب نجات جان افراد نمی‌شود و آن‌ها را به کام مرگ می‌کشد. کاپ برای اثبات ادعای خود به اجساد افرادی که در زلزله‌ها بر اثر ریزش یکپارچهٔ سقف و خرد شدن میز، جان خود را از دست داده‌اند، اشاره می‌کند.

تئوری پیشنهاد شده از طرف کاپ با عنوان مثلث حیات به افراد توصیه می‌کند تا به جای پناه گرفتن در زیر میز، در کنار اجسام سنگین و متراکم مانند یخچال پناه گیرند. وی معتقد است هنگامی که ساختمان تخریب می‌شود، در کنار اجسام سنگین، فضای خالی مثلثی شکلی ایجاد می‌شود و افراد با قرار گرفتن در این فضا می‌توانند جان خود را از مرگ نجات دهند.

نظریات داگلاس کاپ در سال ۲۰۰۴ میلادی، در جهان گسترش یافت. اختلاف فاحش میان تئوری مثلث حیات و DCH، صلیب سرخ آمریکا را وادار به پاسخ‌گویی و رد نظریهٔ وی نمود و از آن پس نیز نقدهای بسیاری در رد روش مثلث حیات وارد گردیده است.

این تئوری در کشور ایران نیز بازتاب وسیعی را به دنبال داشت و با توجه به اینکه مانور سراسری «زلزله و ایمنی» در مدارس کشور بر پایهٔ DCH طرح‌ریزی گردیده است، نظریات و بحث‌های گوناگونی درزمینهٔ صحت اقدامات توصیه‌شده در مانور مطرح گردیده است (پارسی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲).

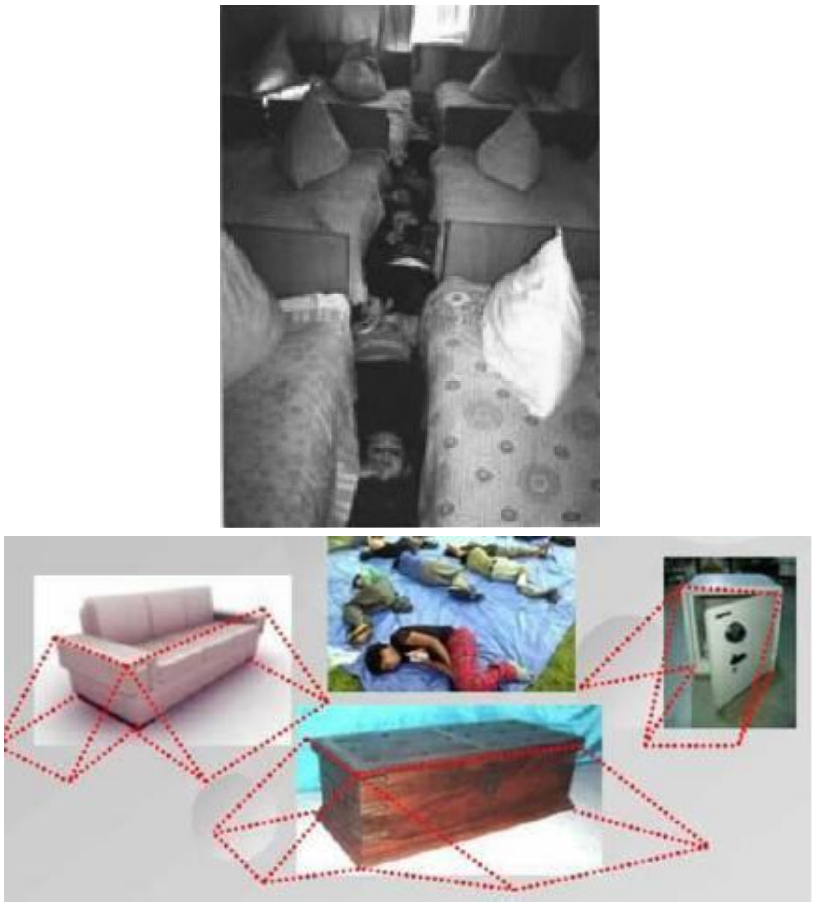
موارد زیر در مثلث حیات به افراد توصیه می‌شود:

- در زیر میز پناهگیری نکنند؛ چراکه این امر باعث مرگ آن‌ها می‌شود.
- اگر بر روی تختخواب هستند، از روی آن غلت خورده و در کنار آن پناه بگیرند (شکل ۴).
- اگر امکان خروج و فرار از پنجره یا در برای آن‌ها وجود ندارد، کنار وسایل سنگین مانند مبل یا صندلی بزرگ به‌صورت خوابیده پناه بگیرند.
- زیر چهارچوب‌های در پناه نگیرند.
- به سمت پله‌ها نروند.
- درصورت امکان به دیوارهای خارجی ساختمان نزدیک شوند. پناه گرفتن نزدیک دیوارهای خارجی بهتر از پناه‌گرفتن کنار دیوارهای داخلی است. هرچقدر به مرکز ساختمان و دیوارهای درونی آن نزدیک گردند، امکان بسته شدن راه‌های فرار بیشتر می‌شود.
- اگر درحال رانندگی هستند، بلافاصله اتومبیل را متوقف کرده، از آن خارج شوند و در کنار آن پناه گیرند.

در کل، مبنای توصیه‌ها در مثلث حیات برعکس DCH بر تخریب کامل سازه‌ها استوار است. در این توصیه‌ها فرض می‌شود سازه‌ها به شکل کتابی (Pancake) تخریب گردند و سقف به‌طور کامل و یکپارچه فرو ریزند (پارسی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲).

در روش مثلث حیات به مردم توصیه می‌شود که به جای اینکه به زیر میز بروند، بهتر است در کنار اجسام سخت و با قابلیت تراکم کم پناه گیرند. در این صورت، جان فرد نجات پیدا خواهد کرد؛ زیرا سقف به‌صورت یکپارچه می‌ریزد و یک فضای مثلثی شکل در کنار جسم تشکیل می‌شود (شکل ۵).

شکل ۴- پناهگیری در کنار تختخواب، مبل و اشیای دیگر در روش مثلث حیات



پارسی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲

شکل ۵- روش پناهگیری در مثلث حیات

پارسی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

مجموعه عملیات حفاظتی جوامع در معرض خطر، مجموعه عملیاتی هستند که توسط افراد در معرض ریسک و برای کاهش و تعدیل میزان مواجهه با خطر انجام می‌شود و معمولاً شامل مجموعه عملیات تخلیه، حفاظت در مکان و حفاظت تنفسی (این عملیات به‌صورت هم‌زمان با دیگر مجموعهٔ عملیات به‌کار برده می‌شود) است. هرکدام از این عملیات در برابر نوع خاصی از مخاطرات کارایی دارند و یا اینکه باید به‌صورت مجموعه‌ای واحد و درکنار هم و به‌صورت مکمل یکدیگر به‌کار گرفته شوند.

ازآنجایی‌که در زمان وقوع بحران، فرصت تنها برای تصمیم‌گیری دربارهٔ به‌کارگیری نوع عملیات حفاظتی و دستورالعمل‌های موجود است، ازاین‌رو شایسته است که مدیران و مسئولان مدیریت شرایط اضطراری کشور و خصوصاً تهران، در ابتدا نسبت به تدوین دستورالعمل حفاظتی افراد در برابر انواع سوانح محتمل، طبیعی و انسان ساخت، اقدام کنند تا درصورت بروز هرگونه سانحه‌ای، دستورالعمل‌ها و کتابچه‌های راهنما برای تمامی اقشار جامعه، از مدیران تا افراد عادی، در دسترس باشد و براساس آن عمل شود. در گام بعدی، ضروری است که برای فرهنگ‌سازی و آموزش اینگونه اقدامات نیز برنامه‌های اجرایی کارآمد و مؤثری اتخاذ شود.

فهرست منابع

- پارسی‌زاده و همکاران (۱۳۹۲)؛ *طرح پژوهشی مطالعه و بررسی الگوهای رفتاری مناسب شهروندان در برابر زلزله (با تأکید بر پناهگیری)*، مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران، گزارش پروژه.
- Blewett, W., D. Reves, V. Area, D. Fatkin, and B. Cannon. 1996. Expedient sheltering in place. Abredeen Province Ground, MD: Englewood Research, Development, and Engineering Center.
- Cooper, D., W. Hinds, and J. Price. 1981. Expedient methods of respiratory protection. Boston: Massachusetts Department of Environmental Health Science.
- Cooper, D., W. Hinds, J. Price, R. Weker, and H. Yee. 1983. Common materials for emergency respiratory protection. American Industrial Hygiene Association Journal 44(10):1-6
- Engelman, R. J. 1992. Sheltering effectiveness against plutonium by building. Atmospheric Environment 26(17):3119-3125
- Greenway, A. R. 1998. Risk management planning handbook. Rockville, MD: Government Institutes Press
- Guyton, H., H. Deker, and G. Anton. 1959. Emergency respiratory protection against radiological and biological aerosols. AMA Archives of Industrial Health 20:91-95
- Korosec, T. 2005. Fatal fire: Fault found in bus brakes and bearings. Houston Chronicle, October 5, A-1
- Mannan, M. S., and D. L. Kirkpatrick. 2000. The pros and cons of shelter-in-place. Process safety progress 19(4): 210-218
- Maslansky, C. J., and S. P. Maslansky. 1993. Air monitoring instrumentation. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Pal, T., G. Griffin, A. Miller, M. Doherty, and T. Vo-Dinh. 1993. Permeation measurements of chemical agent stimulants through protective clothing materials. Journal of Hazardous Materials 33:123-141.
- Perry, R. W. and J.D. Godchaux. 2005. Volcano hazard management strategies: Fitting policy to patterned human responses. Disaster Prevention and Management, 14(2):183-195
- Perry, Ronald W. and Lindell, Michael K., 2007, "Emergency Planning", Wiley.
- Price, J., D. Cooper, and H. Yee. 1985. Expedient methods of respiratory protection III: Submicron particle tests and summary of quality factors. Albuquerque, NM: Sandia National Laboratory.
- Rogers, G., A. Watson, J. Sorenson, R Sharp, and S. Carnes. 1990. Evaluating protective actions for chemical agent emergencies. Oak Ridge, TN: Oak Ridge National Laboratory.
- Sorenson, J. H. 1988. Evaluation of warning and protective action implementation for chemical weapons accidents. Oak Ridge: TN: Oak Ridge National Laboratory.
- Sorenson, J., and B. Vogt. 2001. Expedient respiratory and physical protection. Oak Ridge: TN: Oak Ridge National Laboratory.
- Sorenson, J., B. Shumpert, and B. Vogt. 2002. Planning protection actions decision-making: Evacuation or shelter-in-place? Oak Ridge: TN: Oak Ridge National Laboratory Environmental Services Division.
- Wilson, D. J. 1989. Variation of indoor shelter effectiveness caused by air leakage variability of houses in Canada and the USA, In Proceedings of the conference on in-place protection during chemical emergencies, ed. T. Glicjman and A. Ujihara, 41-73. Washington, DC: Resources for the Future.