جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه کشور

دستورالعمل مدیریت آوار

ضابطه شماره ۹۳۰

آخرین ویرایش: ۳۰-۱۱-۱۴۰۴

معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی

امور نظام فنی و اجرایی

nezamfanni.ir

پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله

www.iiees.ac.ir

۱۴۰۴

باسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
رئیس سازمان

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	**شماره :** ۱۴۰۴/۷۴۲۵۹۹
	تاریخ : ۱۴۰۴/۱۲/۲۸

به استناد ماده(۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور و تبصره ذیل بند(۳-۱) ماده(۴) «سند نظام فنی‌واجرایی یکپارچه کشور»، موضوع تصویب‌نامه شماره ۴۰۵۴۴/ت۶۳۷۱۹هـ مورخ ۱۴۰۴/۰۳/۰۶ هیئت وزیران؛ ضابطه پیوست با مشخصات زیر ابلاغ و در«سامانه نظام فنی‌واجرایی کشور» به نشانی Nezamfanni.ir منتشر می‌شود:

عنوان:	**دستورالعمل مدیریت آوار**
شماره ضابطه:	**۹۳۰**
نوع ابلاغ:	لازم‌الاجرا
حوزه شمول:	همه قراردادهای جدیدی که از محل وجوه عمومی ویا به صورت مشارکت عمومی-خصوصی منعقد می‌شوند.
تاریخ اجرا:	۱۴۰۵/۰۱/۱۵
متولی تهیه، اخذ بازخورد و اصلاح:	امور نظام فنی‌واجرایی سازمان برنامه‌وبودجه کشور
مرجع اعلام اصلاحات:	امور نظام فنی‌واجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور

- این ضابطه براساس جدول(۱۷) ذیل برنامه ملی بازسازی و بازتوانی موضوع بند ج ماده(۴) قانون مدیریت بحران کشور تهیه شده است.
- به منظور «تخریب ایمن» به جلد دوم ضابطه شماره ۵۵ با عنوان «مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی (بازنگری سوم)- تخریب-ژئوتکنیک» مراجعه شود.
- «شیوه‌نامه اجرایی عملیات تخریب و آواربرداری ساختمانهای آسیب‌دیده» در ذیل مستندات پیوست این ضابطه، باید برای اطلاعات تکمیلی مورد استفاده قرار گیرد.
- در صورت توافق طرفین پیمان، مفاد این ضابطه برای قراردادهایی که قبل از تاریخ اجرایی شدن این بخشنامه منعقد شده‌اند نیز، قابل استفاده است.

سیدحمید پورمحمدی

رونوشت:
معاونت حقوقی ریاست جمهوری – سامانه ملی قوانین و مقررات جمهوری اسلامی ایران
امور حقوقی قوانین و مقررات
مرکز روابط عمومی، امور بین‌الملل و مدیریت دانش
دبیرخانه مرکزی سازمان

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این ضابطه کرده و آن را برای استفاده به جامعه‌ی مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این‌رو، از شما خواننده‌ی گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هر گونه ایراد و اشکال فنی، مراتب را بصورت زیر گزارش فرمایید:

۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۲- ایراد مورد نظر را بصورت خلاصه بیان دارید.

۳- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال کنید.

کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه :

تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی‌شاه –

سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی و اجرایی

Email: nezamfanni@chmail.ir **web: nezamfanni.ir**

پیشگفتار

بلایای طبیعی و بحران‌های انسان‌ساخت پیامدهای جدی بر زیرساخت‌ها، محیط‌زیست، اقتصاد و سلامت عمومی دارند و یکی از نتایج آن تولید حجم قابل توجه آوار و پسماند است که مدیریت ناصحیح آن می‌تواند بحران را تشدید کند. در پاسخ به این چالش و به استناد تکلیف سازمان برنامه و بودجه طبق **جدول(۱۷) ذیل برنامه ملی بازسازی و بازتوانی (موضوع بند ج ماده(۴) قانون مدیریت بحران کشور)**، **«دستورالعمل مدیریت آوار»** تدوین شده است تا در کنار **فصل تخریب ذیل ضابطه شماره ۵۵ با عنوان «مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی (بازنگری سوم)»** و **«شیوه‌نامه اجرایی عملیات تخریب و آواربرداری ساختمانهای آسیبدیده»** چهارچوبی جامع و نظام‌مند برای مدیریت آوار در تمام مراحل چرخه بحران ارائه دهد؛ این دستورالعمل با رویکردی چندرشته‌ای و میان‌بخشی، جنبه‌های فنی، زیست‌محیطی، ایمنی، اجتماعی و اقتصادی را همزمان مدنظر قرار داده و شامل تعیین مکان‌های جمع‌آوری موقت، بازیافت، دپو، امحای آوار و مواد خطرناک، مسیرهای حمل آوار و شرح وظایف ذی‌نفعان است. این ضابطه با ارائه راهکارهای علمی برای تفکیک، جمع‌آوری، بازیافت و دفع آوار، تاب‌آوری جوامع محلی را ارتقا داده و روند بازسازی سکونتگاه‌های شهری را تسریع می‌کند.

با توجه به مطالب فوق، **پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله** تهیه ضابطه با عنوان **«دستورالعمل مدیریت آوار»** را با هماهنگی امور نظام فنی‌واجرایی سازمان برنامه‌وبودجه کشور در دستور کار قرارداد، که پس از نظرخواهی و اعمال نظرات رسیده(پیوست)، براساس نظام فنی‌واجرایی یکپارچه، موضوع ماده ۳۴ قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور و سند اجرایی آن تهیه و ابلاغ گردید.

با وجود تلاش، دقت و وقت زیادی که برای تهیه این مجموعه صرف گردید، این مجموعه مصون از وجود اشکال و ابهام در مطالب آن نیست. لذا در راستای تکمیل و پر بار شدن این ضابطه از کارشناسان محترم درخواست می‌شود موارد اصلاحی را به امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور ارسال کنند. کارشناسان سازمان پیشنهادهای دریافت شده را بررسی کرده و در صورت نیاز به اصلاح در متن ضابطه، با همفکری نمایندگان جامعه فنی کشور و کارشناسان مجرب این حوزه، نسبت به تهیه متن اصلاحی، اقدام و از طریق پایگاه اطلاع‌رسانی نظام فنی و اجرایی کشور به نشانی Nezamfanni.ir برای بهره‌برداری عموم، اعلام خواهند کرد. به همین منظور و برای تسهیل در پیدا کردن آخرین ضوابط ابلاغی معتبر، در بالای صفحات، تاریخ تدوین مطالب آن صفحه درج شده‌است که در صورت هرگونه تغییر در مطالب هر یک از صفحات، تاریخ آن نیز اصلاح خواهد شد. از اینرو همواره مطالب صفحات دارای تاریخ جدیدتر معتبر خواهد بود.

از همکاری مدیران، مجریان و کارشناسان همکار صمیمانه قدردانی می‌شود و امید است این دستورالعمل راهگشای مدیران و کارشناسان در مدیریت مؤثر بحران و بازسازی پایدار سکونتگاه‌های شهری باشد.

حمید امانی همدانی
معاون فنی، زیربنایی و تولیدی
زمستان ۱۴۰۴

تهیه و کنترل «دستورالعمل مدیریت آوار»

[ضابطه شماره ۹۳۰]

اعضای گروه تهیه‌کننده:

کامبد امینی حسینی	پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله	دکتری زمین‌شناسی مهندسی
عرفان فیروزی	پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله	دکتری زلزله-مدیریت بحران
دنیا ویس‌مرادی	پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله	دکتری مهندسی صنایع

اعضای گروه هدایت و راهبری (سازمان برنامه و بودجه کشور):

علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی و اجرایی
فرزاد پارسا	معاون امور نظام فنی و اجرایی
حمیدرضا خاشعی	کارشناس امور نظام فنی و اجرایی

و با تشکر از شرکت آب و فاضلاب قزوین، جمعیت هلال‌احمر استان فارس، بنیاد مسکن انقلاب اسلامی استان فارس، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان زنجان، جمعیت هلال‌احمر جمهوری اسلامی ایران و شهرداری تهران که با نظرات ارزشمند خود، در اصلاح و تکمیل این ضابطه کمک کردند.

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

فصل ۱ ..... ۱۳

۱- کلیات ۱

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- اهداف سند ۱

۱-۳- محدوده کاربرد ۲

۱-۴- تعاریف و واژگان کلیدی ۲

۱-۵- اصول و مبانی مدیریت آوار ۳

۱-۶- چارچوب حکمرانی مسئولیت ها و فرماندهی عملیاتی ۴

۱-۷- الزامات برنامه ریز و یکپارچگی اطلاعات ۵

۱-۸- ساختار دستورالعمل ۵

فصل ۲ ..... ۷

۲- انواع آوار و برآورد حجم و وزن آوار ۹

۲-۱- مقدمه ۹

۲-۲- انواع بلایای طبیعی و آوارهای ناشی از آن ها ۹

۲-۳- تاثیر کاربری اراضی بر نوع آوار ۱۱

۲-۴- روش های برآورد حجم آوار برای مدیریت بلایا ۱۱

۲-۵- برآورد حجم و وزن آوار ۱۳

۲-۵-۴- سایر روش های نوین برآورد حجم آوار ۱۹

فصل ۳ ..... ۲۱

۳- شناسایی آوار خطرناک و نحوه ی مدیریت و امحای آن ۲۳

۳-۱- مقدمه ۲۳

۳-۲- تعریف مواد خطرناک ۲۳
۳-۳- شناسایی آوار خطرناک و پایش آن ۲۴
۳-۴- مدیریت پسماندهای خطرناک ۲۶
۳-۵- روش های امحا و دفع ایمن مواد خطرناک ۲۹
۳-۶- الزامات ایمنی برای کارکنان ۳۰
۳-۷- پایش و ارزیابی اثرات زیست محیطی پس از امحای مواد خطرناک ۳۱
فصل ۴ ..... ۳۳
۴- فرآیند مدیریت آوار: از جمع آوری تا انتقال به محل های دپوی موقت و دائم ۳۵
۴-۱- مقدمه ۳۵
۴-۲- اصل تقدم نجات بر عملیات آواربرداری ۳۵
۴-۳- مراحل سه گانه مدیریت آوار ۳۶
۴-۴- مرحله اول: پاسخ اضطراری (نجات-محور) ۳۶
۴-۵- مرحله دوم: پاسخ تثبیتی (ایمنی-محور) ۳۷
4-6- اقدامات مربوط به مرحله سوم: مدیریت و بازیافت آوار ۳۸
۴-۷- ابزارها و روش های جمع آوری ۳۹
۴-۸- حمل و نقل ایمن و کارآمد آوار ۴۰
۴-۹- معیارهای مکان یابی محل دپوی موقت ۴۱
۴-۱۰- طراحی محل دپوی موقت ۴۳
۴-۱۱- ذخیره سازی و مدیریت آوار در محل دپوی موقت ۴۴
۴-۱۲- انتقال از دپوی موقت به محل دپوی دائم ۴۵
۴-۱۳- طراحی و مدیریت محل دپوی دائم ۴۵
۴-۱۴- پایش و کنترل محل های دپو ۴۶
فصل ۵ ..... ۴۹

۵- بازیافت به‌عنوان رویکردی پایدار در مدیریت آوار ۵۱

۵-۱- مقدمه ۵۱

۵-۲- انواع آوار قابل بازیافت ۵۱

۵-۳- مزایا و چالش های بازیافت آوار ۵۲

۵-۴- فناوری ها و روش های بازیافت ۵۳

۵-۵- اصول کلیدی در موفقیت عملیات بازیافت ۵۴

۵-۶- استانداردها، قوانین و مشوق های بازیافت ۵۴

۵-۷- توصیه‌های عملیاتی برای بازیافت آوار ۵۵

فصل ۶ ..... ۵۷

۶- تجهیزات و ماشین آلات مورد نیاز برای مدیریت آوار ۵۹

۶-۱- مقدمه ۵۹

۶-۲- دسته بندی تجهیزات و ماشین آلات بر اساس نوع کاربرد ۵۹

۶-۳- برآورد تعداد تجهیزات و ماشین آلات مورد نیاز ۶۲

۶-۴- نیروی انسانی (متخصص) برای عملیات آواربرداری ۶۳

۶-۵- برآورد مدت زمان لازم برای انجام عملیات آواربرداری ۶۴

۶-۶- ایجاد بانک اطلاعاتی، پیش موقعیت یابی و قراردادهای پیشینی ۶۴

۶-۷- جمع بندی و توصیه ها ۶۵

فهرست شکل‌ها

عنوان | صفحه

شکل ۲-۱: الگوریتم چهارمرحله‌ای تخمین حجم آوار ناشی از بلایای طبیعی ۱۲
شکل ۴-۱: فرآیند مدیریت آوار (از وقوع بلایا تا دفع نهایی آوار) ۳۹
شکل ۴-۲: پلان پیشنهادی برای سازماندهی مسیرهای ترافیکی در سایت های دپوی موقت آوار ۴۴

فهرست جدول‌ها

عنوان صفحه

جدول ۲-۱: انواع آوار قابل انتظار ناشی از مخاطرات مختلف بر اساس کاربری اراضی..... ۱۱
جدول ۲-۲: درصد آوار تولید شده اجزای سازه ای (یا نوع اول آوار) برای سطوح خرابی مختلف و تیپ های مختلف سازه ای ۱۴
جدول ۲-۳: درصد آوار تولید شده اجزای غیر سازه ای (یا نوع دوم آوار) برای سطوح خرابی مختلف و تیپ های مختلف سازه ای..... ۱۵
جدول ۲-۴: وزن پیشنهادی برای اجزای سازه ای و غیر سازه ای تیپهای مختلف ساختمانی بر حسب کیلوگرم مترمربع ۱۷
جدول ۳-۱: انواع خطرات ناشی از پسماندهای بلایا و تأثیرات آنها..... ۲۴
جدول ۳-۲: گروه بندی پسماندهای خطرناک به همراه ویژگیهای آن ها..... ۲۷
جدول ۵-۱: مهمترین گروه های پسماندهای قابل بازیافت ۵۲
جدول ۶-۱: دسته‌بندی تجهیزات آواربرداری به همراه کاربرد و ملاحظات عملیاتی ۶۱
جدول ۶-۲: ظرفیت عملیاتی و حجم قابل جابجایی تجهیزات آواربرداری..... ۶۲

فصل ۱

کلیات

۱- کلیات

۱-۱- مقدمه

حوادث و بلایای طبیعی و انسان‌ساخت در دهه‌های اخیر باعث بروز خسارات گسترده‌ای به زیرساخت‌ها، محیط‌زیست و زندگی اجتماعی و اقتصادی جوامع شده است. یکی از مهم‌ترین پیامدهای این حوادث، تولید حجم انبوهی از آوار و پسماندهای ناشی از تخریب ساختمان‌ها، زیرساخت‌ها و تاسیسات شهری و روستایی است که در صورت نبود مدیریت مناسب، می‌تواند فرآیند امداد، بازسازی و بازگشت جامعه به شرایط عادی را به شدت مختل کند.

مدیریت آوار به‌عنوان بخشی جدایی‌ناپذیر از چرخه مدیریت بحران و بازسازی، دربرگیرنده مجموعه‌ای از اقدامات هماهنگ شامل برآورد نوع و حجم آوار، جمع‌آوری، تفکیک، حمل‌ونقل، بازیافت، دفع و استفاده مجدد از مواد حاصل از تخریب است. تجارب بین‌المللی نشان می‌دهد که برخورداری از دستورالعملی جامع و یکپارچه در این حوزه، نقش مؤثری در کاهش پیامدهای زیست‌محیطی، ارتقای ایمنی، صیانت از زیرساخت‌های حیاتی و تسریع روند بازسازی ایفا می‌کند.

در کشور ما نیز، با توجه به وقوع مکرر حوادثی نظیر زلزله، سیل، رانش زمین و حوادث صنعتی، ضرورت تهیه و اجرای یک دستورالعمل ملی برای مدیریت آوار بیش از پیش احساس می‌شود. این دستورالعمل با هدف ایجاد چارچوبی منسجم و کارآمد برای برنامه‌ریزی، سازماندهی، اجرا و پایش عملیات مدیریت آوار تهیه شده و می‌تواند توسط دستگاه‌های مسئول در سطوح ملی، استانی و محلی مورد استفاده قرار بگیرد.

۱-۲- اهداف سند

این دستورالعمل با هدف ایجاد چارچوبی هماهنگ و کارآمد برای مدیریت آوار در حوادث و بلایای طبیعی و انسان‌ساخت تدوین شده و اهداف اصلی آن عبارت‌اند از:

- ایجاد نظام هماهنگ و شفاف برای مدیریت آوار در کلیه سطوح مدیریتی؛
- استقرار ساختار فرماندهی واحد در عملیات آواربرداری؛
- صیانت از سلامت عمومی و کاهش مخاطرات زیست‌محیطی؛
- تسریع در پاکسازی و تسهیل بازسازی؛
- ارتقای بهره‌وری منابع و توسعه بازیافت و استفاده مجدد؛
- تبیین چارچوب حقوقی و حدود اختیارات دستگاه‌ها در شرایط بحران؛
- تقویت برنامه‌ریزی پیشگیرانه و آمادگی پیش از حادثه.

۱-۳- محدوده کاربرد

این دستورالعمل به‌عنوان سند مرجع ملی، کلیه فعالیت‌های مرتبط با مدیریت آوار ناشی از حوادث و بلایای طبیعی نظیر زلزله، سیل، رانش زمین، طوفان و حریق‌های گسترده، همچنین حوادث انسان‌ساخت از جمله فروریزش سازه‌ها و انفجارهای صنعتی را در سطح کشور پوشش می‌دهد. این سند برای تمامی دستگاه‌ها و سازمان‌های مسئول مدیریت بحران در سطوح ملی، استانی و محلی، شامل نهادهای دولتی، شهرداری‌ها، سازمان‌های امدادی، نیروهای نظامی و انتظامی و بخش خصوصی قابل اجرا بوده و در کلیه مناطق شهری، روستایی و سکونت‌گاه‌های موقت کاربرد دارد. محدوده کاربرد این دستورالعمل تمامی مراحل چرخه مدیریت بحران شامل پاسخ اضطراری، پاکسازی، تفکیک، بازیافت و بازسازی را در بر گرفته و اقدامات پیشگیرانه و آماده‌سازی پیش از وقوع حادثه را نیز شامل می‌شود.

این دستورالعمل شامل مدیریت پسماندهای عادی شهری و صنعتی، بحران‌های زیستی و بهداشتی، حوادث ناشی از آلودگی‌های شیمیایی و هسته‌ای گسترده، و تخریب‌های کوچک‌مقیاس محلی که به‌صورت مستقل توسط نهادهای محلی مدیریت می‌شوند، نمی‌باشد.

۱-۴- تعاریف و واژگان کلیدی

به‌منظور وحدت رویه در استفاده از مفاهیم و اصطلاحات، تعاریف کلیدی به‌کاررفته در این دستورالعمل به شرح زیر ارائه می‌گردد:

- **بلایا (Disasters)** : رویدادهای طبیعی یا انسان‌ساخت که منجر به اختلال گسترده در عملکرد جامعه و ایجاد خسارات شدید به جان، مال، زیرساخت‌ها و محیط‌زیست می‌شوند و بازگرداندن شرایط عادی بدون کمک‌های ویژه دشوار است.
- **بحران(Crisis)**: وضعیتی اضطراری و غیرعادی ناشی از حوادث یا تهدیدات که موجب اختلال در نظام اجتماعی، اقتصادی یا امنیتی می‌گردد و نیازمند مدیریت فوری و هماهنگ است.
- **خطرات طبیعی (Natural Hazards)**: پدیده‌های طبیعی از جمله زلزله، سیل، رانش زمین، طوفان، آتش‌سوزی جنگل‌ها و سایر حوادث مشابه که پتانسیل ایجاد خسارت دارند.
- **خطرات انسان‌ساخت (Man-made Hazards)**: حوادثی ناشی از فعالیت‌های انسانی مانند انفجارهای صنعتی، حوادث حمل‌ونقل، تخریب‌های عمدی یا غیرعمدی و آلودگی‌های شیمیایی.
- **آوار (Debris)**: بقایای مصالح و مواد ناشی از تخریب ساختمان‌ها، زیرساخت‌ها و تاسیسات در اثر وقوع بلایا و حوادث.
- **پسماند (Waste)**: مواد زائد ناشی از فعالیت‌های انسانی که به‌صورت روزمره یا در فرآیندهای صنعتی تولید می‌شوند و ارتباطی مستقیم با حادثه ندارند.

- **مدیریت آوار (Debris Managment):** مجموعه اقدامات برنامه‌ریزی، جمع‌آوری، جداسازی، حمل، ذخیره‌سازی موقت، بازیافت، دفع و استفاده مجدد از آوار به‌منظور تسهیل بازسازی و کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی و بهداشتی.
- **محل دپوی موقت:** محل موقتی که به‌منظور جمع‌آوری، جداسازی، کاهش حجم، ذخیره‌سازی کوتاه‌مدت و انجام پردازش‌های اولیه بر روی آوار و نخاله‌های حاصل از حوادث مورد استفاده قرار می‌گیرد. این سایت‌ها پیش از انتقال مواد به مراکز بازیافت دائم یا محل‌های دفن نهایی به‌کار گرفته می‌شوند و نقش مهمی در تسریع عملیات مدیریت آوار دارند.
- **محل دپوی دائم:** محل‌های دائمی شامل مراکز بازیافت، دفن مهندسی‌شده یا تأسیسات پردازش نهایی که برای دفع ایمن، بلندمدت و پایدار آوار و پسماندهای باقی‌مانده پس از عملیات تفکیک و پردازش اولیه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۱-۵- اصول و مبانی مدیریت آوار

مدیریت آوار به‌عنوان یکی از ارکان اصلی پاسخ و بازسازی پس از وقوع حوادث، نیازمند رعایت اصول و مبانی مشخصی است که اجرای صحیح آنها موجب ارتقای ایمنی، کاهش اثرات زیست‌محیطی و تسریع روند بازگشت جامعه به شرایط عادی می‌گردد. مهم‌ترین اصول و مبانی این دستورالعمل عبارت‌اند از:

- **ایمنی و سلامت عمومی:** اولویت‌بخشی به حفاظت از جان انسان‌ها و رعایت اصول ایمنی و بهداشت در کلیه مراحل جمع‌آوری، حمل، تفکیک و دفع آوار.
- **حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی:** عملیات آواربرداری باید به‌گونه‌ای برنامه‌ریزی شود که از آسیب ثانویه به زیرساخت‌های حیاتی شامل شبکه‌های آب شرب، برق، گاز، فاضلاب، مخابرات، مراکز درمانی و شریان‌های حیاتی جلوگیری شود. هرگونه مداخله در مجاورت این تأسیسات صرفاً با هماهنگی دستگاه بهره‌بردار انجام می‌شود.
- **فرماندهی واحد عملیاتی:** کلیه عملیات آواربرداری در شرایط بحران باید تحت ساختار فرماندهی واحد و با تعیین صریح مسئولیت‌ها، سلسله‌مراتب تصمیم‌گیری و محدوده اختیارات هر دستگاه اجرا شود. هیچ دستگاهی مجاز به اقدام مستقل خارج از این چارچوب نیست.
- **هماهنگی بین دستگاهی و پرهیز از موازی کاری:** تفکیک دقیق سطوح سیاست‌گذاری، هماهنگی و اجرا به‌منظور جلوگیری از تعارض و خلأ مسئولیتی الزامی است.
- **کاهش، تفکیک و بازیافت:** کاهش حجم دفن، جداسازی در مبدأ و استفاده مجدد از مصالح از اولویت‌های عملیاتی است.
- **حفاظت از محیط‌زیست:** رعایت الزامات زیست‌محیطی و جلوگیری از آلودگی خاک، آب و هوا در فرآیندهای جمع‌آوری، پردازش و دفع آوار.

- **آمادگی پیش از بحران:** شناسایی سایت‌های دپو، برآورد منابع و تدوین برنامه عملیاتی استانی باید پیش از وقوع حادثه انجام شود.

۱-۶- چارچوب حکمرانی مسئولیت ها و فرماندهی عملیاتی

مدیریت آوار در شرایط بحران، مستلزم استقرار یک نظام حکمرانی منسجم است که به‌طور هم‌زمان سه مؤلفه اساسی را پوشش دهد: تقسیم شفاف سطوح مدیریتی، تعیین تکلیف حقوقی مداخله در اموال و آوار، و اعمال فرماندهی واحد در صحنه عملیات. این چارچوب با هدف جلوگیری از تعارض نهادی، موازی‌کاری و خلأ مسئولیتی طراحی شده و تضمین می‌کند که تصمیم‌گیری‌های راهبردی، هماهنگی بین‌بخشی و اجرای میدانی در امتداد یک ساختار سلسله‌مراتبی و پاسخگو انجام شود. بر این اساس، سطوح ملی، استانی و شهرستانی/شهری هر یک دارای نقش مشخص بوده و مداخله در مدیریت آوار، از حیث مالکیت، اجرا و توالی عملیات، صرفاً در چارچوب ضوابط قانونی و تحت فرماندهی واحد عملیاتی مجاز خواهد بود. این انسجام ساختاری، پیش‌شرط کارآمدی عملیات، صیانت از حقوق عمومی و خصوصی، و حفظ اولویت نجات جان انسان‌ها در مراحل ابتدایی بحران است.

۱-۶-۱- سطوح مدیریتی

مدیریت آوار در سه سطح سازماندهی می‌شود:

- **سطح ملی:** سیاست‌گذاری کلان، پشتیبانی فرابخشی و تأمین منابع راهبردی.
- **سطح استانی:** هماهنگی عملیاتی بین دستگاه‌ها و تخصیص منابع.
- **سطح شهرستان/شهر:** فرماندهی میدان و اجرای مستقیم عملیات.

۱-۶-۲- چارچوب حقوقی و مالکیت آوار

آوار ناشی از تخریب ساختمان‌ها و تأسیسات، در حالت عادی بخشی از اموال مالک محسوب می‌شود. با این حال، در شرایط بحران و پس از اعلام رسمی وضعیت اضطراری توسط مراجع صلاحیت‌دار، مدیریت، جابه‌جایی و تعیین تکلیف آوار با هدف تأمین ایمنی عمومی، تسهیل امدادرسانی و جلوگیری از مخاطرات ثانویه، در چارچوب قوانین و مقررات ملی، در اختیار مدیریت شهری و مراجع مسئول مدیریت بحران قرار می‌گیرد.

در این راستا، اقدامات شهرداری‌ها و سایر دستگاه‌های اجرایی در جمع‌آوری، انتقال و دپوی آوار، به‌منزله مداخله حاکمیتی در جهت حفظ نظم عمومی و ایمنی شهروندان تلقی شده و تابع ضوابط قانونی مربوط به مدیریت بحران، قوانین شهرداری‌ها و سایر مقررات بالادستی خواهد بود. بدیهی است تعیین تکلیف نهایی آوار (از حیث بازیافت، فروش مصالح قابل استفاده یا امحا) باید مطابق دستورالعمل‌های اجرایی مصوب و با رعایت حقوق قانونی مالکین انجام پذیرد.

۱-۶-۳- ساختار فرماندهی واحد

کلیه عملیات آواربرداری در شرایط بحران باید تحت ساختار فرماندهی واحد عملیاتی اجرا شود. این ساختار مبتنی بر نظام فرماندهی حادثه (Incident Command System – ICS) بوده و در چارچوب نظام مدیریت بحران کشور اعمال می‌گردد.

فرمانده میدان توسط مرجع مسئول مدیریت بحران تعیین می‌شود و کلیه دستگاه‌های اجرایی، امدادی، خدماتی و انتظامی موظف به تبعیت از سلسله‌مراتب فرماندهی واحد هستند. شهرداری به‌عنوان دستگاه اصلی مسئول خدمات شهری، مسئولیت اجرای عملیات آواربرداری، تأمین ماشین‌آلات، مدیریت سایت‌های دپو و ساماندهی لجستیکی را بر عهده دارد، لیکن آغاز، توقف یا توسعه عملیات در محدوده‌های دارای احتمال وجود مصدوم یا مفقود، صرفاً با هماهنگی فرمانده میدان و مسئول عملیات جست‌وجو و نجات انجام می‌شود. هرگونه اقدام موازی یا خارج از ساختار فرماندهی واحد، ممنوع بوده و می‌تواند موجب اختلال در عملیات امدادی و افزایش مخاطرات ثانویه گردد.

۱-۶-۴- توالی آواربرداری با عملیات جستجو و نجات

- اولویت مطلق در ساعات و روزهای نخست حادثه، نجات جان انسان‌هاست.
- در مرحله امداد، جابه‌جایی آوار صرفاً برای ایجاد دسترسی ایمن یا رفع خطر فوری انجام می‌شود.
- آواربرداری گسترده تنها پس از اعلام رسمی پایان عملیات جست‌وجو و نجات مجاز است.
- هرگونه تخطی از این توالی عملیاتی، موجب مسئولیت قانونی خواهد بود.

۱-۷- الزامات برنامه ریز و یکپارچگی اطلاعات

- کلیه استان‌ها موظف‌اند «برنامه عملیاتی مدیریت آوار» را تدوین و سالانه به‌روزرسانی نمایند.
- شناسایی و تثبیت مکان‌های دپوی موقت و دائم پیش از وقوع حادثه الزامی است.
- ایجاد سامانه یکپارچه ثبت، پایش و تبادل اطلاعات آوار میان دستگاه‌های مسئول ضروری است.
- تفکیک سطوح سیاست‌گذاری، هماهنگی و اجرا باید به‌گونه‌ای باشد که از موازی‌کاری و خلأ مسئولیتی جلوگیری شود.

۱-۸- ساختار دستورالعمل

این سند به‌گونه‌ای تدوین شده است که هم برای مدیران و برنامه‌ریزان و هم برای تیم‌های اجرایی و عملیاتی قابل استفاده باشد. در فصل‌های بعدی، ابتدا انواع آوار و روش‌های برآورد حجم و وزن آن تشریح شده است و سپس در مورد روش‌های شناسایی آوار خطرناک، نحوه‌ی مدیریت و امحای آن بحث شده است. در نهایت، فرآیندهای اصلی مدیریت آوار شامل برنامه‌ریزی، هماهنگی نهادی، عملیات جمع‌آوری، حمل، تفکیک، بازیافت و دفع آوار به همراه ضوابط ایمنی،

ملاحظات زیست‌محیطی، دستورالعمل‌های فنی و سازوکارهای نظارت و ارزیابی عملکرد ارائه شده است. همچنین در بخش‌های پایانی، در مورد ابزار و ماشین آلات مورد نیاز برای عملیات آواربرداری بحث شده است.

لازم بذکر است که ساختار این سند با هدف ایجاد رویکردی یکپارچه، هماهنگ و کارآمد در مدیریت آوار طراحی شده و امکان به‌روزرسانی و انطباق با شرایط و قوانین محلی را نیز فراهم می‌سازد.

فصل ۲

انواع آوار و برآرود

حجم و وزن آوار

۲- انواع آوار و برآورد حجم و وزن آوار

۲-۱- مقدمه

مدیریت آوار ناشی از بلایای طبیعی، یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در مراحل اولیه پس از بحران محسوب می‌شود. وجود حجم عظیمی از مصالح فروریخته، بقایای ساختمانی، تجهیزات تخریب‌شده و پسماندهای مختلف، نه‌تنها فرآیند امداد و نجات و دسترسی به مناطق آسیب‌دیده را دشوار می‌سازد، بلکه می‌تواند پیامدهای زیست‌محیطی و بهداشتی قابل‌توجهی به همراه داشته باشد. پراکندگی و ترکیب نامتجانس این مواد، مدیریت و ساماندهی آن‌ها را پیچیده و زمان‌بر می‌سازد. از این‌رو، ارزیابی نوع آوار و حجم و برنامه‌ریزی برای مدیریت مؤثر آن، از عناصر مهم در تسریع روند بازسازی، کاهش هزینه‌های اقتصادی و بازگرداندن شرایط ایمن و پایدار به جوامع آسیب‌دیده به شمار می‌رود.

در میان مخاطرات مختلف، حوادثی مانند زلزله که منجر به تخریب سازه‌ای گسترده می‌شوند، قابلیت مدل‌سازی کمی دقیق‌تری برای برآورد آوار دارند؛ زیرا ارتباط مشخصی میان سطح خرابی ساختمان و میزان تولید آوار برقرار است. در مقابل، در برخی مخاطرات دیگر، ترکیب آوار بیش از آنکه تابع خرابی سازه‌ای باشد، متأثر از رسوبات، احتراق، آلودگی یا پراکندگی سطحی مواد است و برآورد آن‌ها نیازمند رویکردهای میدانی و ضرایب اصلاحی ویژه خواهد بود.

۲-۲- انواع بلایای طبیعی و آوارهای ناشی از آن ها

نخستین گام در مدیریت آوار، شناسایی نوع و ترکیب پسماند است (در این سند، منظور از نوع آوار، ماهیت فیزیکی مواد باقی‌مانده پس از حادثه است و نه پیامد یا فرآیند ایجادکننده آن). نوع حادثه نقش تعیین‌کننده‌ای در ماهیت پسماندهای ایجادشده دارد و شناخت دقیق آن‌ها، مبنای برنامه‌ریزی برای جمع‌آوری، جداسازی، حمل و دفع ایمن محسوب می‌شود.

۲-۲-۱- زلزله

معمولا زلزله در مقایسه با سایر مخاطرات حجم آوار بیشتری تولید می‌کند. تخریب گسترده ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها باعث می‌شود تمام مصالح ساختمانی شامل بتن، آجر، فلز، چوب و شیشه همراه با لوازم خانگی و اداری آسیب‌دیده به نخاله تبدیل شود. در بسیاری از موارد، به دلیل شکستگی لوله‌ها و مخازن، مواد خطرناک شیمیایی یا آزبست نیز در میان آوار پراکنده می‌شوند. مهم‌ترین چالش مدیریت آوار در زلزله، محصور شدن بخش عمده پسماندها در داخل سازه‌های فروریخته است. این وضعیت موجب می‌شود تفکیک و شناسایی مواد خطرناک به‌سختی امکان‌پذیر باشد. انجام این فرایند به ماشین‌آلات سنگین و تجهیزات پیشرفته نیاز دارد که در روزهای نخست بحران معمولاً به‌صورت محدود در دسترس است.

۲-۲-۲- سیلاب

در سیلاب‌ها، ترکیب آوار متفاوت بوده و علاوه بر مصالح ساختمانی آسیب‌دیده، مقادیر زیادی گل‌ولای، رسوبات، بقایای گیاهی، وسایل خانگی خراب و پسماندهای ترکیبی ایجاد می‌شود. یکی از چالش‌های اصلی در سیل، آلودگی پسماندها به مواد شیمیایی و نفتی است که با آب مخلوط شده و پس از فروکش‌کردن سیلاب، به شکل لایه‌های ضخیم رسوبی در سطح منطقه باقی می‌مانند. این وضعیت خطر آلودگی آب‌های زیرزمینی و خاک را افزایش می‌دهد و نیازمند شناسایی و جداسازی سریع مواد خطرناک پیش از حمل و دفع آوار است.

۲-۲-۳- آتش سوزی گسترده

آتش‌سوزی‌های گسترده در مناطق شهری یا صنعتی باعث تخریب کامل یا جزئی سازه‌ها شده و بقایای سوخته‌ای شامل چوب، فلز، بتن، خاکستر و مواد شیمیایی سمی بر جای می‌گذارد. فرایند احتراق ممکن است موجب آزاد شدن گازهای سمی و تشکیل خاکسترهای حاوی فلزات سنگین شود که برای سلامت انسان و محیط‌زیست خطرناک هستند. در چنین شرایطی، مدیریت آوار باید با اولویت شناسایی نقاط آلوده، جمع‌آوری جداگانه خاکسترها و استفاده از تجهیزات حفاظت فردی ویژه برای نیروهای پاک‌سازی انجام شود.

۲-۲-۴- طوفان گردوغبار

در طوفان‌های گرد و غبار و بادهای شدید، آوار به‌طور گسترده در سطح منطقه پراکنده می‌شود. لایه‌های ضخیم خاک و شن بر روی معابر، ساختمان‌ها و تجهیزات ته‌نشین می‌شوند و در موارد شدید، تخریب سقف‌ها، شکستن درختان و پراکندگی قطعات فلزی و چوبی به حجم آوار اضافه می‌شود. همچنین ممکن است مواد شیمیایی ذخیره‌شده در منازل و انبارها در اثر تخریب به محیط نشت کرده و با رسوبات مخلوط شوند. این پراکندگی و آلودگی ترکیبی، شناسایی آوار خطرناک و پاک‌سازی کانال‌های زهکشی و شبکه‌های تخلیه آب را ضروری می‌سازد.

۲-۲-۵- درگیری‌های نظامی

درگیری‌های مسلحانه و جنگ‌ها منجر به تخریب ناگهانی و شدید مناطق شهری و صنعتی می‌شوند. آوار ناشی از انفجارها شامل نخاله‌های ساختمانی خردشده، بقایای سوخت و مواد شیمیایی خطرناک است و در بسیاری از موارد، مهمات منفجر نشده در میان آوار باقی می‌مانند. این شرایط نه‌تنها روند پاک‌سازی را پیچیده می‌کند بلکه تهدیدی جدی برای جان تیم‌های امدادی و ساکنان محلی محسوب می‌شود. در چنین حوادثی، شناسایی دقیق مناطق آلوده و حضور تیم‌های تخصصی برای خنثی‌سازی مهمات و ایمن‌سازی منطقه قبل از هرگونه عملیات جمع‌آوری و حمل آوار الزامی است.

۲-۳- تاثیر کاربری اراضی بر نوع آوار

تعیین نوع و ترکیب آوار تابعی از کاربری اراضی مناطق آسیب‌دیده است. زیرا ماهیت و شدت حادثه به‌تنهایی اطلاعات کافی برای پیش‌بینی کامل نوع پسماندها و انتخاب روش‌های مناسب جمع‌آوری، حمل‌ونقل و دفع آنها فراهم نمی‌کند. نقش کاربری زمین بسیار تعیین‌کننده است و می‌تواند به‌طور مستقیم بر ویژگی‌های فیزیکی، ترکیب آوار و حجم آنها تأثیر بگذارد. به همین دلیل، شناخت دقیق کاربری اراضی آسیب‌دیده، مبنایی مهم برای تدوین برنامه‌های مؤثر مدیریت آوار و تخصیص منابع لازم در عملیات پاک‌سازی و بازیابی مناطق بحران‌زده محسوب می‌شود. با توجه به این موضوع، تقسیم‌بندی مناطق آسیب‌دیده بر اساس کاربری اراضی، امکان پیش‌بینی بهتر و هدفمندتر نوع آوار را فراهم می‌کند و باعث می‌شود تا عملیات مدیریت پسماندها با بهره‌وری و ایمنی بالاتری اجرا شود. در **Error! Not a valid bookmark self-reference.**، نوع آوار قابل انتظار برای حوادث مختلف بر اساس کاربری اراضی ارائه شده است.

جدول ۲-۱: انواع آوار قابل انتظار ناشی از مخاطرات مختلف بر اساس کاربری اراضی

نوع مخاطره	شهری / مسکونی	روستایی / کشاورزی	صنعتی	مناطق باز و طبیعی
زلزله	نخاله ساختمانی (آجر، بتن، فلز)، لوازم خانگی، پسماند خطرناک خانگی	نخاله ساختمانی سبک، ضایعات چوبی و گلی	نخاله صنعتی، مواد شیمیایی و خطرناک	مصالح رانشی (خاک، سنگ، آوار ترکیبی طبیعی-ساختمانی)، سنگ‌ریزه، آوار طبیعی
سیل	لوازم خانگی، گل‌ولای، مصالح ساختمانی، زباله شهری	گل‌ولای، بقایای گیاهی و محصولات کشاورزی	پسماند شیمیایی، گل‌ولای آلوده، تجهیزات صنعتی آسیب‌دیده	رسوبات خاکی، گل و ماسه
آتش‌سوزی گسترده	آوار سوخته (چوب، فلز، بتن)، خاکستر، مواد خطرناک ناشی از احتراق	بقایای گیاهی و محصولات کشاورزی سوخته	پسماند صنعتی سوخته، دودزا، مواد شیمیایی سمی	خاکستر گیاهی، بقایای جنگلی
گردوغبار	رسوبات ریزگرد در سطح ساختمان‌ها و خیابان‌ها، زباله خشک سبک	گردوغبار روی محصولات کشاورزی، رسوبات خاکی	گردوغبار آلوده به مواد صنعتی	رسوبات ریزگرد در سطح زمین‌های باز
درگیری نظامی	نخاله ساختمانی تخریب‌شده، آوار ناشی از انفجار، مهمات منفجر نشده، پسماند خطرناک شیمیایی	نخاله ساختمانی، بقایای فلزی، بقایای تسلیحات، بقایای بتنی خردشده، بقایای تجهیزات و وسایل کشاورزی	تخریب تأسیسات صنعتی، مواد شیمیایی خطرناک، سوخت و بقایای نظامی	زمین‌های آلوده به مهمات، گودال‌های انفجار، آوار پراکنده

۲-۴- روش های برآورد حجم آوار برای مدیریت بلایا

برآورد مناسب حجم آوار، مبنایی برای تعیین میزان منابع انسانی، تجهیزات و ماشین‌آلات مورد نیاز جهت جمع‌آوری، حمل‌ونقل و دفع آوار فراهم می‌آورد. علاوه بر این، حجم برآورد شده نقش مهمی در تصمیم‌گیری درباره مکان‌های موقت ذخیره‌سازی آوار، طراحی مسیرهای بهینه حمل‌ونقل و برنامه‌ریزی عملیات بازیافت و دفع نهایی دارد.

روش‌های تخمین حجم آوار بر اساس نوع مخاطره، شرایط محیطی، و کاربری اراضی متغیر بوده و عمدتاً به صورت تجربی و بر پایه داده‌های میدانی شکل گرفته‌اند. الگوریتم زیر، رویکردی منطقی برای برآورد حجم آوار می‌باشد که می‌تواند پیش و پس از وقوع حادثه به کار رود. این الگوریتم شامل مراحل زیر است:

- **تعریف نوع مخاطره و پارامترهای مرتبط:** تعیین نوع بلای طبیعی (مانند زلزله، سیل، طوفان) و مشخص کردن پارامترهای فنی و محیطی مرتبط با آن؛
- **برآورد شدت مخاطره:** ارزیابی شدت و دامنه بلایا بر اساس سناریوهای محتمل و معیارهای فنی معتبر؛
- **تعیین سطح خرابی:** تحلیل میزان و گستردگی تخریب ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها در منطقه آسیب‌دیده با استفاده از داده‌های میدانی، تصاویر ماهواره‌ای و مدل‌های آماری؛
- **محاسبه حجم آوار:** استخراج میزان تقریبی حجم آوار بر اساس درصد خرابی، نوع سازه‌ها و ویژگی‌های منطقه.

شکل ۲-۱، روند محاسباتی برآورد حجم آوار را به‌صورت مرحله‌به‌مرحله نمایش می‌دهد.

شکل ۲-۱: الگوریتم چهارمرحله‌ای تخمین حجم آوار ناشی از بلایای طبیعی

الگوریتم ارائه‌شده در این بخش عمدتاً برای مخاطراتی مناسب است که در آن‌ها تخریب سازه‌ای، عامل اصلی تولید آوار محسوب می‌شود و امکان برآورد سطح خرابی بر اساس تیپ سازه‌ای وجود دارد. در سایر مخاطرات که سهم آوار غیرسازه‌ای، رسوبی یا سوخته غالب است، لازم است مرحله «تعیین سطح خرابی» با شاخص‌های متناظر آن مخاطره (مانند عمق آب‌گرفتگی، شدت سوختگی یا ضخامت رسوب) جایگزین یا تکمیل شود.

۲-۵- برآورد حجم و وزن آوار

در مدیریت آوار، علاوه بر برآورد حجم آوار، تعیین وزن کلی آوار نیز اهمیت ویژه‌ای دارد. برآورد وزن آوار به برنامه‌ریزان کمک می‌کند تا نیازمندی‌های لجستیکی، از جمله ظرفیت حمل‌ونقل و تجهیزات تخلیه را دقیق‌تر پیش‌بینی کنند. به همین ترتیب، در کنار حجم، تحلیل وزن آوار امکان طراحی مناسب برای محل‌های دپوی موقت، انتخاب روش‌های حمل‌ونقل و تعیین شیوه‌های دفع و بازیافت را فراهم می‌سازد. بنابراین، برآورد دقیق هر دو پارامتر حجم و وزن آوار، جزء مراحل مهم در فرآیند مدیریت جامع پسماندهای ناشی از بلایای طبیعی محسوب می‌شود.

۲-۵-۱- برآورد حجم آوار ساختمانی

برای برآورد حجم آوار در ساختمان‌ها و انبارها، می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد:

معادله ۲-۱

$$Deris\ Volume(m^3) = L \times W \times H \times 0.33$$

L: طول ساختمان بر جسب متر،

W: عرض ساختمان بر حسب متر،

H: ارتفاع ساختمان بر حسب متر است.

ضریب ۰/۳۳ برای فضای خالی ساختمان در نظر گرفته شده است. همچنین، حجم آوار ناشی از لوازم و اثاثیه یک واحد ساختمانی دارای زیرزمین حدود ۳۴ تا ۳۸ مترمکعب و برای ساختمان بدون زیرزمین حدود ۱۹ تا ۲۳ مترمکعب برآورد شده است.

این روش ساده و کاربردی یک ابزار مناسب برای تخمین حجم آوار می‌باشد و می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های اولیه مدیریت آوار مورد استفاده قرار گیرد.

۲-۵-۲- برآورد وزن آوار

برای برآورد وزن آوار می‌توان از روش زیر استفاده نمود. در این روش، آوار به دو دسته‌ی اصلی تقسیم می‌گردد:

- آوار درشت[1]: شامل اعضای سازه‌ای اصلی مانند تیرها و ستون‌های فولادی یا بتن‌آرمه که برای حمل‌ونقل نیاز به برش یا خردکردن دارند.
- آوار ریز[2]: شامل اجزای غیرسازه‌ای مانند آجر، چوب و سایر مصالح سبک‌تر که به‌صورت قطعات کوچک‌تر جدا می‌شوند.

درصد آوار تولید شده از هر نوع، با توجه به سطح خرابی اجزای سازه‌ای و غیرسازه‌ای ساختمان و نوع ساختمان، مطابق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

معادله ۲-۲

$$EDF_{S/NS}(i,k) = \sum_j [\, P_{S/NS}\,(\mathrm{j,k})\; DF_{S/NS}\,(\mathrm{i,j,k})]$$

[1] Large Debris
[2] Small Debris

در رابطه فوق تعریف هر یک از پارامترها بصورت زیر می‌باشد:

- $EDF_{N/NS}$[1]: درصد آوار تولیدشده نوع i در برای سازه با اسکلت از تیپ k ناشی از خرابی اجزای سازه‌ای (S) یا غیرسازه‌ای (NS).
- $P_{S/NS}$: احتمال وقوع سطح خرابی j برای اجزای سازه‌ای یا غیرسازه‌ای ساختمان با اسکلت نوع k
- $DF_{S/NS}$: درصد آوار نوع i در سطح خرابی j برای سازه با اسکلت تیپ k

برای تعیین سطح خرابی در ساختمان با اسکلت‌های مختلف میتوان از منحنی‌های شکنندگی متناسب با هر تیپ سازه‌ای استفاده شود. بر اساس ضرائب پیشنهادی در جداول زیر می‌توان درصد آوار تولیدشده را برای هر نوع آوار در گونه‌های مختلف سازه‌ای و در سطوح خرابی متفاوت برآورد نمود. لازم بذکر است که این ضرایب بر اساس استانداردهای بین‌المللی و برای برآورد اولیه لجستیکی در فاز اضطراری ارائه شده است، در صورتیکه مطالعات بومی در استان‌ها و یا سطح کشور انجام شده باشد میتوان این ضرایب را تغییر داد. بنابراین، در صورت وجود داده‌های تحلیلی مبتنی بر مدل‌سازی عددی، اولویت با داده‌های بومی است.

جدول ۲-۲: درصد آوار تولید شده اجزای سازه ای (یا نوع اول آوار) برای سطوح خرابی مختلف و تیپ های مختلف سازه ای

ردیف	نوع سازه	سطح خرابی اجزای سازه‌ای	سطح خرابی اجزای غیر سازه‌ای

		جزئی	متوسط	گسترده	تخریب کامل	جزئی	متوسط	گسترده	تخریب کامل
۱	ساختمان چوبی یک‌طبقه	۰	۵	۳۴	۱۰۰	۲	۸	۳۵	۱۰۰
۲	ساختمان چوبی چندطبقه	۰	۶	۳۳	۱۰۰	۲	۱۰	۴۰	۱۰۰
۳	قاب خمشی فولادی (ارتفاع کم)	۰	۰	۰	۱۰۰	۱	۷	۳۵	۱۰۰
۴	قاب خمشی فولادی (ارتفاع متوسط)	۰	۰	۰	۱۰۰	۱	۷	۳۵	۱۰۰
۵	قاب خمشی فولادی (ارتفاع زیاد)	۰	۰	۰	۱۰۰	۱	۷	۳۵	۱۰۰
۶	قاب فولادی با مهاربند هم‌محور (ارتفاع کم)	۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۰	۱۰۰
۷	قاب فولادی با مهاربند هم‌محور (ارتفاع متوسط)	۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۰	۱۰۰
۸	قاب فولادی با مهاربند هم‌محور (ارتفاع زیاد)	۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۰	۱۰۰
۹	قاب فولادی با مهاربند خارج از محور	۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۰	۱۰۰
۱۰	قاب فولادی با دیوار برشی (ارتفاع کم)	۰	۰	۰	۱۰۰	۱	۷	۳۵	۱۰۰
۱۱	قاب فولادی با دیوار برشی (ارتفاع متوسط)	۰	۰	۰	۱۰۰	۱	۷	۳۵	۱۰۰
۱۲	قاب فولادی با دیوار برشی (ارتفاع زیاد)	۰	۰	۰	۱۰۰	۱	۷	۳۵	۱۰۰
۱۳	سازه‌های فولادی سبک (ارتفاع کم)	۵	۲۵	۶۰	۱۰۰	۱	۷	۳۵	۱۰۰
۱۴	سازه‌های فولادی سبک (ارتفاع متوسط)	۵	۲۵	۶۰	۱۰۰	۱	۷	۳۵	۱۰۰
۱۵	سازه‌های فولادی سبک (ارتفاع زیاد)	۵	۲۵	۶۰	۱۰۰	۱	۷	۳۵	۱۰۰
۱۶	قاب بتنی خمشی (ارتفاع کم)	۰	۰	۰	۱۰۰	۱	۷	۳۵	۱۰۰
۱۷	قاب بتنی خمشی (ارتفاع متوسط)	۰	۰	۰	۱۰۰	۱	۷	۳۵	۱۰۰
۱۸	قاب بتنی خمشی (ارتفاع زیاد)	۰	۰	۰	۱۰۰	۱	۷	۳۵	۱۰۰
۱۹	قاب بتنی با دیوار برشی (ارتفاع کم)	۰	۰	۰	۱۰۰	۱	۷	۳۵	۱۰۰
۲۰	قاب بتنی با دیوار برشی (ارتفاع متوسط)	۰	۰	۰	۱۰۰	۱	۷	۳۵	۱۰۰
۲۱	قاب بتنی با دیوار برشی (ارتفاع زیاد)	۰	۰	۰	۱۰۰	۱	۷	۳۵	۱۰۰
۲۲	سازه بتنی پیش‌ساخته (ارتفاع کم)	۵	۲۵	۶۰	۱۰۰	۱	۷	۳۵	۱۰۰
۲۳	سازه بتنی پیش‌ساخته (ارتفاع متوسط)	۵	۲۵	۶۰	۱۰۰	۱	۷	۳۵	۱۰۰
۲۴	سازه بتنی پیش‌ساخته (ارتفاع زیاد)	۵	۲۵	۶۰	۱۰۰	۱	۷	۳۵	۱۰۰
۲۵	سازه‌های بتنی با سیستم صفحه‌ای	۰	۶	۳۲	۱۰۰	۲	۱۱	۴۲	۱۰۰
۲۶	سیستم‌های بتنی پیش‌تنیده (ارتفاع کم)	۰	۰	۰	۱۰۰	۱	۷	۳۵	۱۰۰
۲۷	سیستم‌های بتنی پیش‌تنیده (ارتفاع متوسط)	۰	۰	۰	۱۰۰	۱	۷	۳۵	۱۰۰
۲۸	سیستم‌های بتنی پیش‌تنیده (ارتفاع زیاد)	۰	۰	۰	۱۰۰	۱	۷	۳۵	۱۰۰
۲۹	ساختمان بنایی دیوارهای باربر (ارتفاع کم)	۴	۲۰	۵۰	۱۰۰	۲	۱۰	۴۰	۱۰۰
۳۰	ساختمان بنایی دیوارهای باربر (ارتفاع متوسط)	۴	۲۰	۵۰	۱۰۰	۲	۱۰	۴۰	۱۰۰
۳۱	ساختمان بنایی قاب پیرامونی (ارتفاع کم)	۵	۲۵	۶۰	۱۰۰	۱	۷	۳۵	۱۰۰
۳۲	ساختمان بنایی قاب پیرامونی (ارتفاع متوسط)	۵	۲۵	۶۰	۱۰۰	۱	۷	۳۵	۱۰۰
۳۳	ساختمان بنایی قاب پیرامونی (ارتفاع زیاد)	۵	۲۵	۶۰	۱۰۰	۱	۷	۳۵	۱۰۰
۳۴	ساختمان بنایی غیرمسلح (ارتفاع کم)	۵	۲۵	۵۵	۱۰۰	۲	۱۲	۴۵	۱۰۰
۳۵	ساختمان بنایی غیرمسلح (ارتفاع متوسط)	۵	۲۵	۵۵	۱۰۰	۲	۱۲	۴۵	۱۰۰
۳۶	ساختمان‌های موقت و سبک	۰	۵	۳۳	۱۰۰	۲	۸	۳۵	۱۰۰

جدول ۲-۳: درصد آوار تولید شده اجزای غیر سازه ای (یا نوع دوم آوار) برای سطوح خرابی مختلف و تیپ های مختلف سازه ای

ردیف	نوع سازه	سطح خرابی اجزای سازه‌ای				سطح خرابی اجزای غیر سازه‌ای			
		جزئی	متوسط	گسترده	تخریب کامل	جزئی	متوسط	گسترده	تخریب کامل
۱	ساختمان چوبی یک‌طبقه	۰	۳	۲۷	۱۰۰	۰	۰	۰	۱۰۰
۲	ساختمان چوبی چندطبقه	۰	۲	۲۵	۱۰۰	۰	۱۰	۲۸	۱۰۰
۳	قاب خمشی فولادی (ارتفاع کم)	۰	۴	۳۰	۱۰۰	۰	۸	۲۸	۱۰۰
۴	قاب خمشی فولادی (ارتفاع متوسط)	۰	۴	۳۰	۱۰۰	۰	۸	۲۸	۱۰۰
۵	قاب خمشی فولادی (ارتفاع زیاد)	۰	۴	۳۰	۱۰۰	۰	۸	۲۸	۱۰۰
۶	قاب فولادی با مهاربند هم‌محور (ارتفاع کم)	۰	۴	۳۰	۱۰۰	۰	۸	۲۸	۱۰۰
۷	قاب فولادی با مهاربند هم‌محور (ارتفاع متوسط)	۰	۴	۳۰	۱۰۰	۰	۸	۲۸	۱۰۰
۸	قاب فولادی با مهاربند هم‌محور (ارتفاع زیاد)	۰	۴	۳۰	۱۰۰	۰	۸	۲۸	۱۰۰
۹	قاب فولادی با مهاربند خارج از محور	۰	۵	۳۰	۱۰۰	۰	۱۰	۳۰	۱۰۰
۱۰	قاب فولادی با دیوار برشی (ارتفاع کم)	۲	۱۰	۴۰	۱۰۰	۰	۱۰	۳۰	۱۰۰
۱۱	قاب فولادی با دیوار برشی (ارتفاع متوسط)	۲	۱۰	۴۰	۱۰۰	۰	۱۰	۳۰	۱۰۰
۱۲	قاب فولادی با دیوار برشی (ارتفاع زیاد)	۲	۱۰	۴۰	۱۰۰	۰	۱۰	۳۰	۱۰۰
۱۳	سازه‌های فولادی سبک (ارتفاع کم)	۰	۴	۳۰	۱۰۰	۰	۱۰	۳۰	۱۰۰
۱۴	سازه‌های فولادی سبک (ارتفاع متوسط)	۰	۴	۳۰	۱۰۰	۰	۱۰	۳۰	۱۰۰
۱۵	سازه‌های فولادی سبک (ارتفاع زیاد)	۰	۴	۳۰	۱۰۰	۰	۱۰	۳۰	۱۰۰
۱۶	قاب بتنی خمشی (ارتفاع کم)	۰	۵	۳۳	۱۰۰	۰	۸	۲۸	۱۰۰
۱۷	قاب بتنی خمشی (ارتفاع متوسط)	۰	۵	۳۳	۱۰۰	۰	۸	۲۸	۱۰۰
۱۸	قاب بتنی خمشی (ارتفاع زیاد)	۰	۵	۳۳	۱۰۰	۰	۸	۲۸	۱۰۰
۱۹	قاب بتنی با دیوار برشی (ارتفاع کم)	۱	۸	۳۵	۱۰۰	۰	۱۰	۳۰	۱۰۰
۲۰	قاب بتنی با دیوار برشی (ارتفاع متوسط)	۱	۸	۳۵	۱۰۰	۰	۱۰	۳۰	۱۰۰
۲۱	قاب بتنی با دیوار برشی (ارتفاع زیاد)	۱	۸	۳۵	۱۰۰	۰	۱۰	۳۰	۱۰۰
۲۲	سازه بتنی پیش‌ساخته (ارتفاع کم)	۰	۴	۳۲	۱۰۰	۰	۱۰	۳۰	۱۰۰
۲۳	سازه بتنی پیش‌ساخته (ارتفاع متوسط)	۰	۴	۳۲	۱۰۰	۰	۱۰	۳۰	۱۰۰
۲۴	سازه بتنی پیش‌ساخته (ارتفاع زیاد)	۰	۴	۳۲	۱۰۰	۰	۱۰	۳۰	۱۰۰
۲۵	سازه‌های بتنی با سیستم صفحه‌ای	۲	۱۰	۳۵	۱۰۰	۰	۱۰	۳۰	۱۰۰
۲۶	سیستم‌های بتنی پیش‌تنیده (ارتفاع کم)	۲	۷	۳۵	۱۰۰	۰	۹	۳۰	۱۰۰
۲۷	سیستم‌های بتنی پیش‌تنیده (ارتفاع متوسط)	۲	۷	۳۵	۱۰۰	۰	۹	۳۰	۱۰۰
۲۸	سیستم‌های بتنی پیش‌تنیده (ارتفاع زیاد)	۲	۷	۳۵	۱۰۰	۰	۹	۳۰	۱۰۰
۲۹	ساختمان بنایی دیوارهای باربر (ارتفاع کم)	۰	۳	۲۵	۱۰۰	۰	۱۰	۳۰	۱۰۰
۳۰	ساختمان بنایی دیوارهای باربر (ارتفاع متوسط)	۰	۳	۲۶	۱۰۰	۰	۱۰	۳۱	۱۰۰
۳۱	ساختمان بنایی قاب پیرامونی (ارتفاع کم)	۰	۳	۳۱	۱۰۰	۰	۹	۳۰	۱۰۰
۳۲	ساختمان بنایی قاب پیرامونی (ارتفاع متوسط)	۰	۳	۳۱	۱۰۰	۰	۹	۳۰	۱۰۰
۳۳	ساختمان بنایی قاب پیرامونی (ارتفاع زیاد)	۰	۳	۳۱	۱۰۰	۰	۹	۳۰	۱۰۰
۳۴	ساختمان بنایی غیرمسلح (ارتفاع کم)	۰	۲	۲۵	۱۰۰	۰	۱۰	۲۹	۱۰۰
۳۵	ساختمان بنایی غیرمسلح (ارتفاع متوسط)	۰	۲	۲۵	۱۰۰	۰	۱۰	۲۹	۱۰۰
۳۶	ساختمان‌های موقت و سبک	۰	۳	۲۷	۱۰۰	۰	۰	۰	۱۰۰

برای محاسبه وزن آوار، کافیست مساحت ساختمان تیپ k بر حسب متر مربع در وزن مخصوص آوار و درصد آوار تولید شده ضرب گردد.

معادله ۲-۳

$$DB(i) = \sum_k [\, EDF_S(\mathrm{i,k}) \times W_S(\mathrm{i,k}) \; + \; EDF_{NS}(\mathrm{i,k}) \times W_{NS}(\mathrm{i,k})] \times \mathrm{SQ(k)}$$

در رابطه فوق تعریف هر یک از پارامترها بصورت زیر می‌باشد:

- W: وزن آوار نوع i برای اجزای سازه‌ای و غیرسازه‌ای ساختمان تیپ k
- SQ(k): مساحت کل ساختمان نوع k
- $DB(i)$: وزن آوار نوع i بر حسب تن

در جدول ۲-۴، وزن پیشنهادی برای هر یک از تیپ‌های ساختمانی ارائه شده است.

جدول ۲-۴: وزن پیشنهادی برای اجزای سازه ای و غیر سازه ای تیپ‌های مختلف ساختمانی بر حسب کیلوگرم مترمربع

ردیف	نوع سازه	آجر، چوب و سایر		بتن مسلح و فولاد	
		سازه‌ای	غیر سازه‌ای	سازه‌ای	غیر سازه‌ای

۱	ساختمان چوبی یک‌طبقه	۶۵	۱۲۱	۱۵۰	۰
۲	ساختمان چوبی چندطبقه	۴۰	۸۱	۱۵۰	۱۰
۳	قاب خمشی فولادی (ارتفاع کم)	۰	۵۳	۴۴۰	۵۰
۴	قاب خمشی فولادی (ارتفاع متوسط)	۰	۵۳	۴۴۰	۵۰
۵	قاب خمشی فولادی (ارتفاع زیاد)	۰	۵۳	۴۴۰	۵۰
۶	قاب فولادی با مهاربند هم‌محور (ارتفاع کم)	۰	۵۳	۴۴۰	۵۰
۷	قاب فولادی با مهاربند هم‌محور (ارتفاع متوسط)	۰	۵۳	۴۴۰	۵۰
۸	قاب فولادی با مهاربند هم‌محور (ارتفاع زیاد)	۰	۵۳	۴۴۰	۵۰
۹	قاب فولادی با مهاربند خارج از محور	۰	۰	۶۷۰	۱۵
۱۰	قاب فولادی با دیوار برشی (ارتفاع کم)	۰	۵۳	۶۵۰	۴۰
۱۱	قاب فولادی با دیوار برشی (ارتفاع متوسط)	۰	۵۳	۶۵۰	۴۰
۱۲	قاب فولادی با دیوار برشی (ارتفاع زیاد)	۰	۵۳	۶۵۰	۴۰
۱۳	سازه‌های فولادی سبک (ارتفاع کم)	۲۰۰	۵۳	۴۵۰	۴۰
۱۴	سازه‌های فولادی سبک (ارتفاع متوسط)	۲۰۰	۵۳	۴۵۰	۴۰
۱۵	سازه‌های فولادی سبک (ارتفاع زیاد)	۲۰۰	۵۳	۴۵۰	۴۰
۱۶	قاب بتنی خمشی (ارتفاع کم)	۰	۵۳	۹۸۰	۴۰
۱۷	قاب بتنی خمشی (ارتفاع متوسط)	۰	۵۳	۹۸۰	۴۰
۱۸	قاب بتنی خمشی (ارتفاع زیاد)	۰	۵۳	۹۸۰	۴۰
۱۹	قاب بتنی با دیوار برشی (ارتفاع کم)	۰	۵۳	۱۱۲۰	۴۰
۲۰	قاب بتنی با دیوار برشی (ارتفاع متوسط)	۰	۵۳	۱۱۲۰	۴۰
۲۱	قاب بتنی با دیوار برشی (ارتفاع زیاد)	۰	۵۳	۱۱۲۰	۴۰
۲۲	سازه بتنی پیش‌ساخته (ارتفاع کم)	۲۰۰	۵۳	۹۰۰	۴۰
۲۳	سازه بتنی پیش‌ساخته (ارتفاع متوسط)	۲۰۰	۵۳	۹۰۰	۴۰
۲۴	سازه بتنی پیش‌ساخته (ارتفاع زیاد)	۲۰۰	۵۳	۹۰۰	۴۰
۲۵	سازه‌های بتنی با سیستم صفحه‌ای	۵۵	۵۳	۴۰۰	۱۵
۲۶	سیستم‌های بتنی پیش‌تنیده (ارتفاع کم)	۰	۵۳	۱۰۰۰	۴۰
۲۷	سیستم‌های بتنی پیش‌تنیده (ارتفاع متوسط)	۰	۵۳	۱۰۰۰	۴۰
۲۸	سیستم‌های بتنی پیش‌تنیده (ارتفاع زیاد)	۰	۵۳	۱۰۰۰	۴۰
۲۹	ساختمان بنایی دیوارهای باربر (ارتفاع کم)	۱۷۵	۵۳	۲۸۰	۴۰
۳۰	ساختمان بنایی دیوارهای باربر (ارتفاع متوسط)	۱۷۵	۵۳	۲۸۰	۴۰
۳۱	ساختمان بنایی قاب پیرامونی (ارتفاع کم)	۱۷۵	۵۳	۷۸۰	۴۰
۳۲	ساختمان بنایی قاب پیرامونی (ارتفاع متوسط)	۲۴۵	۵۳	۷۸۰	۴۰
۳۳	ساختمان بنایی قاب پیرامونی (ارتفاع زیاد)	۲۴۵	۵۳	۷۸۰	۴۰
۳۴	ساختمان بنایی غیرمسلح (ارتفاع کم)	۳۵۰	۱۰۵	۴۱۰	۴۰
۳۵	ساختمان بنایی غیرمسلح (ارتفاع متوسط)	۳۵۰	۱۰۵	۴۱۰	۴۰
۳۶	ساختمان‌های موقت و سبک	۱۰۰	۱۸۰	۲۲۰	۰

۲-۵-۳- انطباق ضرایب با نوع مخاطره

ضرایب ارائه‌شده در جداول ۲-۲ تا ۲-۴ بر مبنای الگوی خرابی سازه‌ای و تبدیل آن به آوار تدوین شده‌اند. در مخاطراتی که الگوی تولید آوار تابع فروپاشی تدریجی یا سراسری سازه‌ها نیست (نظیر سیلاب، آتش‌سوزی گسترده یا طوفان‌های گردوغبار)، سهم اجزای غیرسازه‌ای، رسوبات یا مواد سوخته ممکن است غالب باشد. در چنین شرایطی استفاده مستقیم از ضرایب مبتنی بر خرابی سازه‌ای می‌تواند منجر به بیش‌برآورد یا کم‌برآورد شود و لازم است ضرایب اصلاحی منطقه‌ای یا داده‌های میدانی جایگزین گردد.

۲-۵-۴- سایر روش های نوین برآورد حجم آوار

علاوه بر روش‌های تجربی و سنتی، فناوری‌های نوین ابزارهای مؤثری برای برآورد حجم و پایش آوار در حوادث بلایایی فراهم کرده‌اند. از جمله این روش‌ها می‌توان به سنجش از دور با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، عکس‌های هوایی و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) اشاره کرد که امکان تخمین سریع و نسبتاً دقیق حجم و پراکندگی آوار را حتی در مناطق با محدودیت دسترسی میدانی فراهم می‌کنند. همچنین، پهپادهای مجهز به دوربین‌های تصویربرداری نوری و حرارتی به‌عنوان یکی از ابزارهای مؤثر نوین، با ثبت تصاویر هوایی و پردازش فتوگرامتری، امکان تولید مدل‌های سه‌بعدی دقیق از محدوده آسیب‌دیده را فراهم می‌کنند. با مقایسه مدل‌های دیجیتال سطح زمین پیش و پس از حادثه، می‌توان حجم آوار را با دقت بالا محاسبه کرد.

به‌کارگیری این فناوری‌ها، به‌ویژه در مراحل اولیه پس از وقوع حادثه، می‌تواند به تصمیم‌گیری سریع‌تر در مدیریت آوار و برنامه‌ریزی عملیات پاک‌سازی کمک کند.

فصل ۳

شناسایی آوار خطرناک و نحوه‌ی مدیریت و امحای آن

۳- شناسایی آوار خطرناک و نحوه ی مدیریت و امحای آن

۳-۱- مقدمه

مدیریت آوار پس از وقوع بلایای طبیعی و حوادث انسان‌ساخت، یکی از مهم‌ترین مراحل در بازسازی و بازگشت سریع به شرایط عادی است. در این میان، وجود مواد خطرناک در میان آوار و پسماندهای ناشی از تخریب ساختمان‌ها، زیرساخت‌ها و تأسیسات صنعتی می‌تواند چالش‌های جدی برای سلامت عمومی، ایمنی نیروهای امدادی و محیط‌زیست ایجاد کند.

تجربه حوادث گذشته نشان داده است که در بسیاری از مواقع، نبود شناسایی دقیق و به‌موقع این مواد منجر به حوادث ثانویه‌ای مانند آتش‌سوزی، انفجار، نشت مواد سمی در آب و خاک، و انتشار آلودگی‌های هوابرد شده است. برای مثال، در زمین‌لرزه‌های شهری، تخریب کارخانجات، بیمارستان‌ها یا انبارهای مواد شیمیایی می‌تواند موجب آزاد شدن موادی شود که در صورت عدم مدیریت صحیح، خسارات بلندمدت و جبران‌ناپذیری بر سلامت ساکنان و منابع طبیعی بر جای می‌گذارد.

این بخش با هدف ارتقای ایمنی عمومی و حفاظت از محیط‌زیست تدوین شده و راهکارهایی برای شناسایی، ارزیابی و مدیریت مواد خطرناک در میان آوار ارائه می‌دهد. اجرای صحیح این راهکارها علاوه بر کاهش خطرات فوری، از بروز مشکلات ثانویه و هزینه‌های بلندمدت ناشی از آلودگی محیطی جلوگیری می‌کند و امکان بازیافت و استفاده مجدد از مصالح سالم را نیز فراهم می‌آورد.

۳-۲- تعریف مواد خطرناک

پسماندهای ناشی از بلایا می‌توانند تهدیدی جدی برای سلامت انسان و محیط‌زیست باشند. برای آنکه یک پسماند به‌عنوان «خطرناک» شناخته شود، سه شرط باید به‌طور هم‌زمان برقرار باشد (۱) ماهیت آن ذاتاً خطرناک باشد، (۲) مسیر بالقوه‌ای برای انتقال آلودگی به یک گیرنده (مانند انسان، منابع آب یا خاک) وجود داشته باشد و (۳) گیرنده نسبت به ترکیب و ویژگی‌های آن پسماند آسیب‌پذیری نشان دهد. در صورتی که این سه عامل هم‌زمان وجود داشته باشند، اثرات منفی قابل‌توجهی بر سلامت عمومی و محیط‌زیست به‌جا خواهد ماند. شناخت این رابطه، مبنای اصلی شناسایی و اولویت‌بندی مدیریت پسماندها در مرحله پس از وقوع بلایا محسوب می‌شود. چنین رویکردی به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا تشخیص دهند کدام نوع پسماند باید در مراحل اولیه پاک‌سازی و مدیریت شود. با این حال، در شرایط بحرانی پس از فاجعه، حتی پسماندهایی که ذاتاً خطرناک نیستند، ممکن است به دلیل انسداد مسیرهای دسترسی و ایجاد مانع در عملیات امداد و نجات، نیاز به جابه‌جایی یا حذف فوری داشته باشند. در جدول ۳-۱ لیستی از خطرات پسماندهای ناشی از بلایا و تأثیرات آن‌ها بیان شده است.

جدول ۳-۱: انواع خطرات ناشی از پسماندهای بلایا و تأثیرات آنها

دسته خطر	نوع خطر/عامل	پیامد
شیمیایی	تماس مستقیم با روغن‌ها، اسیدها	سوختگی یا آسیب پوستی و چشمی
	مواجهه با آفت‌کش‌ها	مسمومیت‌های حاد یا مزمن
	استنشاق محصولات احتراق ناقص (دی‌اکسین، فلزات سنگین)	مشکلات تنفسی و سرطان‌زا
	الیاف آزبست	بیماری‌های ریوی (سرطان)
	بلع شیرابه آلوده (فلزات سنگین)	آلودگی آب و خطرات بهداشتی
	بوی ناشی از تجزیه مواد شیمیایی	اختلالات تنفسی و ناراحتی عمومی
بیولوژیکی	تماس با مدفوع و مایعات بدن	انتقال بیماری‌های انگلی و ویروسی
	زباله‌های پزشکی / بیمارستانی	خطرات عفونت و انتقال پاتوژن‌ها
	جوندگان (موش‌ها)	لپتوسپیروز، طاعون
	پشه‌ها	مالاریا، تب دنگی
	مگس‌ها	عفونت‌های باکتریایی
	حشرات و پرندگان جذب‌شده به زباله‌ها	گسترش بیماری و آلودگی محیط
فیزیکی	ریزش توده‌های زباله	مدفون شدن افراد یا انسداد مسیرها
	اجسام تیز در زباله‌ها	بریدگی‌ها، جراحات و خطرات بهداشتی
	مهمات منفجرنشده	خطر انفجار و تلفات انسانی
	آتش‌سوزی‌های کنترل‌نشده	گسترش حریق و تولید گازهای سمی
	تصادفات وسایل نقلیه جمع‌آوری زباله	آسیب‌های جسمی و ترافیکی
زیست محیطی	آلودگی خاک با مواد شیمیایی و میکروبی	کاهش کیفیت خاک و تهدید کشاورزی
	شیرابه آلوده‌کننده آب‌ها	تخریب منابع آب سطحی و زیرزمینی
	گاز محل دفن زباله (متان)	خطرات تنفسی و انفجار
	هجوم جوندگان و حشرات	تخریب تعادل اکوسیستم

۳-۳- شناسایی آوار خطرناک و پایش آن

شناسایی، جداسازی و پایش مواد خطرناک موجود در آوار، بخش کلیدی در مدیریت ایمن و مؤثر پس از وقوع بلایا محسوب می‌شود و هدف آن، تشخیص سریع نوع و میزان مخاطرات پیش از آغاز عملیات جمع‌آوری، تفکیک و امحای آوار است تا از بروز حوادث ثانویه و آسیب به نیروهای امدادی، شهروندان و محیط‌زیست جلوگیری شود. در این چارچوب، شناسایی و مدیریت پسماندهای خطرناک شامل مواد شیمیایی، دارویی، سوختی، الکترونیکی و سایر مواد بالقوه آلاینده باید توسط تیم‌های تخصصی آموزش‌دیده انجام گیرد و فرآیند انتقال، بی‌خطرسازی، امحا یا دفن این مواد تحت نظارت دستگاه‌های مسئول و با هماهنگی سازمان حفاظت محیط‌زیست صورت پذیرد. همچنین هرگونه اختلاط پسماندهای خطرناک با آوار عادی ممنوع است.

جزئیات اقدامات اجرایی در این زمینه شامل ارزیابی اولیه میدانی، نمونه‌برداری و آزمایشگاه، استفاده از تجهیزات و ابزارهای سنجش، پایش مداوم در طول عملیات و ثبت و گزارش‌دهی سیستماتیک، در زیربخش‌های بعدی تشریح شده است.

۳-۳-۱- ارزیابی اولیه میدانی

در ساعات و روزهای اولیه پس از حادثه، تیم‌های ارزیابی با استفاده از مشاهدات مستقیم و اطلاعات محلی، نقاطی را که احتمال وجود مواد خطرناک در آنها بیشتر است (مانند کارخانجات شیمیایی، بیمارستان‌ها، نیروگاه‌ها و انبارهای صنعتی) شناسایی می‌کنند. این ارزیابی می‌تواند شامل:

- مشاهده علائم ظاهری نشت یا انتشار مواد (بوی غیرمعمول، تغییر رنگ خاک یا آب، دودهای رنگی)
- بررسی برچسب‌ها و علائم هشدار موجود روی ظروف یا مخازن
- استفاده از نقشه‌های زیرساختی و داده‌های پیشین برای تعیین محل ذخیره‌سازی مواد خطرناک

۳-۳-۲- نمونه‌برداری و آزمایشگاه

در صورتی که احتمال وجود مواد شیمیایی، بیولوژیکی یا رادیولوژیکی مطرح باشد، نمونه‌برداری دقیق از خاک، آب، هوا و آوار انجام می‌شود. این نمونه‌ها در آزمایشگاه‌های تخصصی برای تعیین نوع و غلظت مواد مورد آنالیز قرار می‌گیرند. این اقدام به مدیریت دقیق‌تر، تعیین اولویت‌های پاک‌سازی و انتخاب روش مناسب امحا کمک می‌کند.

۳-۳-۳- استفاده از تجهیزات و ابزارهای سنجش

ابزارهای قابل حمل و سریع می‌توانند به تیم‌های امدادی و پاک‌سازی در تشخیص فوری خطرات کمک کنند:

- دتکتورهای گاز و بخارات سمی (مانندVOC meters ، H2S detectors)
- دستگاه‌های تشخیص مواد رادیواکتیو (رادیومترها و دوزیمترها)
- سنسورهای بیولوژیکی برای شناسایی عوامل میکروبی و پاتوژن‌ها
- پهپادهای مجهز به حسگر برای بررسی مناطق وسیع بدون نیاز به ورود افراد به مناطق پرخطر

۳-۳-۴- پایش مداوم در طول عملیات

شناسایی مواد خطرناک محدود به مرحله آغازین نیست؛ در حین عملیات تخلیه و جابجایی آوار نیز لازم است پایش مستمر انجام گیرد تا در صورت انتشار ناگهانی گاز یا مواد سمی، اقدامات حفاظتی و اضطراری به‌موقع اجرا شود. پایش مداوم شامل استفاده از ایستگاه‌های سنجش هوا، کنترل کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی، و بررسی دوره‌ای محل دپوهای موقت و دائمی است.

۳-۳-۵- ثبت و گزارش‌دهی سیستماتیک

تمامی اطلاعات مربوط به شناسایی مواد خطرناک باید در قالب گزارش‌های استاندارد ثبت شود. این اطلاعات نه‌تنها به تصمیم‌گیری سریع در بحران کمک می‌کند، بلکه برای برنامه‌ریزی بلندمدت بازسازی و بازتوانی محیطی نیز ضروری است.

۳-۴- مدیریت پسماندهای خطرناک

مدیریت پسماندهای خطرناک شامل مجموعه‌ای از اقدامات و فرآیندهای مرتبط با شناسایی، دسته‌بندی، جمع‌آوری، حمل‌ونقل، ذخیره‌سازی، تصفیه می‌باشد. دفع این نوع پسماندها خطرناک با هدف کاهش اثرات زیست‌محیطی و پیشگیری از خطرات بهداشتی انجام می‌شود. در شرایط بحران، این فرآیندها به‌صورت گام‌های مشخصی سازمان‌دهی می‌شود که در ادامه به تفصیل شرح داده شده است.

۳-۴-۱- شناسایی ، تفکیک و دسته بندی پسماندهای خطرناک

نخستین گام در مدیریت ایمن پسماندهای خطرناک، شناسایی، تفکیک و دسته‌بندی پسماندها است که باید توسط نیروهای متخصص و آموزش‌دیده انجام شود. فرایند شناسایی شامل تعیین وجود، نوع، موقعیت مکانی و میزان این پسماندها در میان آوار و سایر زباله‌های ناشی از بحران است. این فرایند باید بر پایه‌ی بررسی‌های میدانی دقیق برای شناسایی مواد مشکوک یا پرخطر، تحلیل‌های فنی همراه با بهره‌گیری از سامانه‌های GIS، استفاده از نشانه‌های هشداردهنده و داده‌های جمع‌آوری‌شده توسط تیم‌های امدادی، و همچنین اطلاعات موجود در صنایع، بیمارستان‌ها و پایگاه‌های داده محلی انجام گیرد. از سوی دیگر، شاخص‌های اصلی برای شناسایی پسماندهای خطرناک شامل سمیت، قابلیت انفجار، قابلیت اشتعال، خاصیت محرک یا خورندگی، عفونت‌زایی و بیماری‌زایی، و سمیت زیستی هستند که در ارزیابی‌های اولیه باید به‌طور کامل مورد توجه قرار گیرند.

در استانداردها و چارچوب‌های بین‌المللی پسماندهای خطرناک در ۹ گروه خطر اصلی بر اساس ماهیت خطر (نظیر سمیت، قابلیت انفجار یا اشتعال) دسته‌بندی می‌شوند. در جدول ۳-۲ نمای کلی این دسته‌بندی ارائه شده است.

جدول ۳-۲: گروه بندی پسماندهای خطرناک به همراه ویژگیهای آن ها

ردیف	کلاس خطر	توضیحات	نمونه‌ها و ملاحظات ایمنی
۱	مواد منفجره	موادی که از طریق واکنش شیمیایی سریع، فشار و گرمای زیادی آزاد می‌کنند.	دینامیت، TNT، مهمات استفاده‌نشده، مین‌ها و گلوله‌ها. شناسایی و ایزوله‌سازی باید توسط تیم‌های خنثی‌سازی انجام شود.
۲	گازها	مواد گازی فشرده یا مایع‌شده با ویژگی‌های اشتعال‌پذیری یا سمیت.	گازهای قابل اشتعال(LPG) ، گازهای غیرقابل اشتعال و غیرسمی (نیتروژن(، گازهای سمی (کلر، آمونیاک). در اثر زلزله یا انفجار ممکن است کپسول‌ها نشت کنند.
۳	مایعات قابل اشتعال	مایعاتی که در دمای پایین به‌سرعت آتش می‌گیرند.	بنزین، الکل‌ها، رنگ‌ها، تینر. معمولاً در آوار منازل و کارگاه‌ها یافت می‌شوند. دوری از منابع حرارت و جرقه ضروری است.
۴	جامدات قابل اشتعال	جامداتی با اشتعال‌پذیری بالا یا واکنش‌پذیری با آب.	فسفر قرمز، مواد خودآتش‌گیر، ترکیباتی که با آب گاز قابل اشتعال تولید می‌کنند. اغلب در انبارهای صنعتی یافت می‌شوند.
۵	مواد اکسیدکننده و پراکسیدهای آلی	موادی که احتراق را تقویت کرده و بدون اکسیژن هوا موجب آتش‌سوزی می‌شوند.	نیترات‌ها، پراکسید هیدروژن، سفیدکننده‌ها. باید از سوخت و منابع حرارت دور نگه داشته شوند.
۶	مواد سمی و عفونی	مواد شیمیایی سمی و پسماندهای عفونی زیستی.	سیانیدها، آرسنیک، زباله‌های بیمارستانی، سرنگ‌های آلوده. نیازمند تجهیزات حفاظت فردی (PPE) و دفع ویژه.
۷	مواد رادیواکتیو	موادی که پرتوهای یون‌ساز منتشر می‌کنند و خطرناک هستند.	تجهیزات رادیولوژی آسیب‌دیده، منابع پزشکی و صنعتی رادیواکتیو. نیازمند تیم‌های تخصصی و دستگاه‌های تابش‌سنج.
۸	مواد خورنده	موادی که باعث تخریب شدید بافت‌های انسانی و مواد می‌شوند.	اسیدها (سولفوریک)، بازهای قوی (سود)، شوینده‌های صنعتی. نشت آنها موجب سوختگی شدید می‌شود.
۹	سایر مواد خطرناک	موادی با خطرات متفرقه که در طبقات دیگر قرار نمی‌گیرند.	باتری‌های لیتیومی، آزبست، یخ خشک، تجهیزات الکترونیکی سمی. آزبست بسیار خطرناک و سرطان‌زا است.

* برای اطلاع از جزئیات اجرایی مرتبط با شناسایی و تفکیک پسماندهای خطرناک در شرایط بحران، به چک‌لیست‌های شماره ۱ تا ۵ مندرج در پیوست «الف» مراجعه فرمایید.

۳-۴-۲- ایزوله‌سازی و ذخیره‌سازی موقت

پسماندهای شناسایی و تفکیک‌شده باید تا زمان دفع نهایی در محلی کاملاً ایمن و ایزوله نگهداری شوند. هرگونه ذخیره‌سازی نادرست می‌تواند منجر به نشت مواد خطرناک، بروز آتش‌سوزی یا انفجار، و آلودگی گسترده محیطی شود.

نکات کلیدی در ذخیره‌سازی ایمن پسماندهای خطرناک:

- ظروف نگهداری: استفاده از ظروف مقاوم در برابر مواد شیمیایی، مانند پلاستیک سخت مقاوم یا فلز ضدزنگ با پوشش محافظ ویژه.
- برچسب‌گذاری: نصب برچسب‌های واضح و درج نمادهای بین‌المللی خطر بر روی تمامی بسته‌ها برای شناسایی سریع نوع پسماند.
- محل ذخیره‌سازی: نگهداری پسماندها در مکان‌های سرپوشیده، به‌دور از تابش مستقیم آفتاب، منابع آبی و محل اسکان بازماندگان، با تهویه مناسب و سیستم جمع‌آوری شیرابه.

- جلوگیری از واکنش‌های خطرناک: عدم اختلاط پسماندهای ناسازگار (به‌ویژه ترکیبات اسیدی و بازی، مواد اکسیدکننده و قابل اشتعال).
- اقدامات اضطراری: در صورت بروز نشت یا آسیب به ظروف، باید بلافاصله محدوده قرنطینه شود، نشت با خاک خنثی‌کننده یا ماسه پوشانده شود و موضوع به تیم تخصصی مدیریت پسماند گزارش گردد.

۳-۴-۳- حمل و نقل ایمن

حمل پسماندهای خطرناک از محل ذخیره‌سازی به مراکز پردازش یا محل‌های دفع نهایی باید صرفاً توسط تیم‌های مجاز و آموزش‌دیده انجام شود. انجام این فرایند بدون رعایت استانداردهای ایمنی می‌تواند منجر به انتشار آلودگی گسترده یا بروز حوادث جدی شود. در زیر لیستی از الزامات فنی حمل ایمن بیان شده است.

- استفاده از وسایل نقلیه مجهز به پوشش ضدنشت، سیستم تهویه مناسب و برچسب‌های هشدار استاندارد
- انتخاب مسیرهای حمل با کمترین خطر و اطلاع‌رسانی به ستاد مدیریت بحران محلی پیش از حمل
- همراه داشتن کیت واکنش اضطراری شامل مواد جذب‌کننده شیمیایی، تجهیزات حفاظت فردی اضافی و علائم هشدار ایمنی
- ثبت و گزارش دقیق اطلاعات شامل مسیر، زمان حمل و نوع پسماندهای منتقل‌شده

در صورت بروز نشت یا حادثه در طول مسیر، تخلیه فوری منطقه و استقرار تیم‌های واکنش اضطراری الزامی است.

۳-۴-۴- ملاحظات امنیتی سایت

با توجه به ماهیت بالقوه خطرناک پسماندهای شیمیایی، زیستی، رادیولوژیکی و سایر مواد پرریسک، محل‌های دپوی موقت یا دائم این مواد علاوه بر الزامات زیست‌محیطی و ایمنی فنی، باید مشمول تمهیدات امنیتی ویژه نیز باشند. این سایت‌ها به دلیل احتمال سوءاستفاده، سرقت مواد خطرناک، یا اقدامات خرابکارانه، در زمره نقاط حساس شهری محسوب می‌شوند و لازم است رویکردی مبتنی بر اصول پدافند غیرعامل در طراحی، بهره‌برداری و پایش آن‌ها اتخاذ گردد.

در این راستا، حداقل الزامات امنیتی شامل حصارکشی فیزیکی مستحکم پیرامون سایت، استقرار سامانه کنترل دسترسی، تعیین ورودی و خروجی مشخص و محدود، و استقرار نیروی نگهبانی آموزش‌دیده در تمامی ساعات شبانه‌روز است. ورود و خروج افراد، خودروها و محموله‌ها باید به‌صورت نظام‌مند ثبت و مستندسازی شده و سوابق مربوطه نگهداری گردد. همچنین نصب و بهره‌برداری از سامانه‌های پایش تصویری (دوربین مداربسته با قابلیت ضبط و بازبینی) برای نظارت مستمر بر محوطه و نقاط حساس سایت الزامی است.

علاوه بر تدابیر فیزیکی، هماهنگی مستمر با مراجع انتظامی و امنیتی محلی، برای پایش وضعیت تهدید، واکنش سریع در شرایط اضطراری و به‌روزرسانی تمهیدات حفاظتی ضروری است. پیشنهاد می‌شود پیش از بهره‌برداری از هر سایت دپوی مواد خطرناک، ارزیابی ریسک امنیتی و تحلیل سناریوهای تهدید احتمالی (از جمله خرابکاری، سرقت

سازمان‌یافته یا دسترسی غیرمجاز) انجام شده و سطح اقدامات حفاظتی متناسب با نتایج این ارزیابی تعیین گردد. اجرای این تمهیدات نقش مهمی در کاهش ریسک‌های ثانویه، حفظ امنیت شهری و صیانت از سلامت عمومی خواهد داشت.

۳-۴-۵- آموزش، ایمنی و مستندسازی

مدیریت پسماندهای خطرناک در شرایط بحران تنها زمانی می‌تواند به صورت ایمن، مؤثر و پایدار اجرا شود که تمامی افراد دخیل، اعم از پرسنل اجرایی، امدادگران، پیمانکاران و داوطلبان، از دانش کافی، مهارت‌های عملی و آگاهی کامل نسبت به الزامات قانونی برخوردار باشند. فقدان آموزش یا ناآگاهی نسبت به ماهیت این پسماندها می‌تواند منجر به بروز عواقب جدی برای سلامت فردی، امنیت عمومی، محیط زیست و همچنین نقض مقررات ملی و بین‌المللی شود. در زیر لیستی از اقدامات کلیدی برای آموزش و ظرفیت‌سازی بیان شده است.

- آموزش تیم‌های محلی و داوطلبان درباره شناسایی نشانه‌های پسماندهای خطرناک، اقدامات اولیه لازم و نحوه گزارش‌دهی دقیق.
- انجام کلیه مراحل شناسایی، نمونه‌برداری و جمع‌آوری پسماندها تنها با استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب.
- مستندسازی دقیق و منظم اطلاعات شامل نوع ماده، محل، زمان و مسئول مربوطه با استفاده از فرم‌های ثبت استاندارد.
- نگهداری سوابق کامل برای گزارش‌دهی به سازمان‌های نظارتی ملی و بین‌المللی.
- در مواجهه با هرگونه ابهام یا تردید، طبقه‌بندی ماده به عنوان پسماند خطرناک و ایزوله‌سازی آن تا انجام بررسی‌های تخصصی ضروری است.
- محدودسازی و ثبت دقیق ورود و خروج افراد به مناطق با سطوح خطر بالا به منظور کنترل امنیت و سلامت.
- پایش مستمر توسط تیم‌های ایمنی و بهداشت محیطی جهت شناسایی نشت‌ها یا آلودگی‌های احتمالی و گزارش فوری آن‌ها به مراجع ذی‌ربط.

۳-۵- روش های امحا و دفع ایمن مواد خطرناک

پس از شناسایی و تفکیک مواد خطرناک در میان آوار، مرحله بعدی امحا و دفع ایمن این مواد است که نقش حیاتی در جلوگیری از آلودگی‌های ثانویه و حفظ سلامت عمومی و محیط‌زیست دارد. انتخاب روش مناسب امحا باید بر اساس نوع ماده، امکانات موجود و الزامات قوانین زیست‌محیطی هر منطقه بستگی دارد. در زیر، روش‌های متداول دفع پسماندهای خطرناک ارائه شده است.

۳-۵-۱- دفن ایمن (Landfilling)

این روش برای پسماندهای جامد خطرناک که امکان بازیافت یا سوزاندن آنها وجود ندارد، مانند خاک آلوده، آزبست و برخی فلزات سنگین، به‌کار می‌رود. محل دفن باید به لایه‌های عایق ژئوممبران و سیستم جمع‌آوری شیرابه مجهز باشد تا از نشت مواد سمی به آب‌های زیرزمینی جلوگیری شود. همچنین، پایش دوره‌ای کیفیت خاک و آب‌های اطراف محل دفن ضروری است تا از بروز آلودگی طولانی‌مدت جلوگیری گردد.

۳-۵-۲- سوزاندن کنترل‌شده (Incineration)

این روش برای پسماندهای شیمیایی و بیولوژیکی مانند مواد عفونی، زباله‌های بیمارستانی و حلال‌های آلی مناسب است. در این فرآیند، مواد در دماهای بالا سوزانده می‌شوند که موجب کاهش حجم پسماند و نابودی عوامل بیماری‌زا می‌شود. کوره‌های سوزاندن باید به سیستم‌های کنترل گازهای خروجی مانند فیلترها و اسکرابرها مجهز باشند تا از انتشار دیوکسین‌ها و فلزات سنگین به هوا جلوگیری شود.

۳-۵-۳- خنثی‌سازی شیمیایی (Chemical Neutralization)

در این روش، پسماندهای اسیدی یا قلیایی با افزودن مواد شیمیایی مناسب به ترکیبات بی‌خطر تبدیل می‌شوند. این فرآیند باعث تبدیل سریع مواد خطرناک به مواد پایدار و کم‌خطر شده و هزینه‌های حمل‌ونقل و دفن را کاهش می‌دهد. به‌عنوان مثال، می‌توان از آهک برای خنثی‌سازی اسیدها یا از اسیدهای ضعیف برای خنثی‌سازی قلیاها استفاده کرد.

۳-۵-۴- فناوری‌های نوین امحا

روش‌های نوین مانند پلاسما، بیورمدیاسیون و تکنیک‌های سولیدفیکاسیون/استابیلایزیشن در برخی موارد جایگزین روش‌های سنتی می‌شوند. فناوری پلاسما با استفاده از دماهای بسیار بالا مولکول‌های پسماند را تخریب کرده و پسماند ثانویه کمی تولید می‌کند. در روش بیورمدیاسیون، میکروارگانیسم‌ها برای تجزیه و خنثی‌سازی آلودگی‌های نفتی و شیمیایی در خاک و آب به‌کار می‌روند. همچنین، در تکنیک سولیدفیکاسیون، مواد خطرناک با ترکیباتی مانند سیمان ترکیب و تثبیت می‌شوند تا از انتشار آلاینده‌ها قبل از دفن جلوگیری شود.

۳-۶- الزامات ایمنی برای کارکنان

نیروهای امدادی و کارکنان درگیر در عملیات شناسایی، تفکیک، حمل و امحای مواد خطرناک در آوار با خطرات جدی شیمیایی، بیولوژیکی و فیزیکی مواجه هستند. رعایت استانداردهای ایمنی و بهداشت حرفه‌ای، برای حفاظت از سلامت آنها و جلوگیری از حوادث ثانویه ضروری است.

اولین اصل در ایمنی کارکنان، آموزش و آگاهی‌بخشی است. تمامی نیروهای فعال در محل حادثه باید قبل از شروع عملیات، آموزش‌های لازم در خصوص شناسایی خطرات، روش‌های ایمن‌سازی و استفاده صحیح از تجهیزات حفاظت

فردی (PPE) را دریافت کنند. آموزش‌های دوره‌ای و مانورهای عملی نیز باید برای حفظ آمادگی و به‌روزرسانی مهارت‌ها برگزار شود.

تجهیزات حفاظت فردی بخش جدایی‌ناپذیر از عملیات ایمن‌سازی محسوب می‌شود. بسته به نوع خطر، کارکنان باید از لباس‌های ضدشیمیایی، ماسک‌های فیلتردار یا تنفسی، دستکش‌های مقاوم در برابر مواد شیمیایی، عینک‌های ایمنی، چکمه‌های ضدلغزش و کلاه‌های ایمنی استفاده کنند. همچنین، برای کار در محیط‌های دارای آلودگی رادیواکتیو، تجهیزات خاصی مانند دوزیمترهای فردی و پوشش‌های سربی ضروری است.

به‌منظور کنترل بهداشت و سلامت کارکنان، لازم است معاینات پزشکی پیش از شروع کار و بررسی‌های دوره‌ای در طول عملیات انجام گیرد. پایش سلامت شامل آزمایش‌های تنفسی، پوستی و خونی می‌شود تا اثرات احتمالی تماس با مواد سمی به‌موقع شناسایی و درمان شود.

استانداردهای کار ایمن شامل تعیین محدوده‌های خطر، محدود کردن زمان حضور در مناطق آلوده، ایجاد ایستگاه‌های ضدعفونی و شست‌وشو، و تأمین امکانات کمک‌های اولیه در محل عملیات است. همچنین، باید برنامه‌ای برای واکنش اضطراری در صورت وقوع حوادثی مانند نشت مواد سمی، آتش‌سوزی یا انفجار وجود داشته باشد.

نیروهای عملیاتی در مواجهه با حوادث، تحت فشارهای روانی شدید ناشی از مشاهده تلفات انسانی، تخریب گسترده و فعالیت در شرایط پرخطر قرار دارند. عدم توجه به سلامت روان این امدادگران می‌تواند پیامدهای جدی مانند بروز اختلالات استرسی پس از سانحه، فرسودگی شغلی و کاهش کارایی عملیاتی به دنبال داشته باشد. در این راستا، توصیه می‌شود تیم‌های حمایت روانی در مراحل پس از عملیات‌های سنگین مستقر شوند، جلسات تخلیه روانی پس از پایان مأموریت برگزار گردد، علائم استرس حاد میان نیروها به‌طور مستمر پایش شود و در صورت نیاز افراد به خدمات تخصصی روان‌شناسی ارجاع داده شوند. حفاظت از سلامت روان نیروهای امدادی، بخشی جدایی‌ناپذیر از مدیریت ایمن آوار محسوب می‌شود.

اجرای دقیق این استانداردها و الزامات، علاوه بر حفاظت از کارکنان، موجب افزایش کارایی عملیات، کاهش خسارات ثانویه و اطمینان از تکمیل موفقیت‌آمیز فرآیند مدیریت آوار خواهد شد.

۳-۷- پایش و ارزیابی اثرات زیست محیطی پس از امحای مواد خطرناک

پایش و ارزیابی اثرات زیست‌محیطی به‌منظور اطمینان از اجرای صحیح عملیات امحا و جلوگیری از پیامدهای بلندمدت زیست‌محیطی انجام می‌شود. این پایش شامل ارزیابی مستمر کیفیت خاک، آب و هوا در محل دفن یا امحای مواد خطرناک بوده و به تشخیص سریع آلودگی‌های احتمالی و اقدامات اصلاحی کمک می‌کند.

در مرحله نخست، باید شبکه‌ای از نقاط نمونه‌برداری در اطراف سایت‌های دفن یا محل‌های امحا ایجاد شود تا امکان سنجش تغییرات در غلظت آلاینده‌ها فراهم گردد. نمونه‌های خاک و آب‌های سطحی و زیرزمینی به‌صورت دوره‌ای جمع‌آوری و در آزمایشگاه‌های معتبر مورد تحلیل قرار می‌گیرند. همچنین، نصب ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوا در اطراف محل‌های سوزاندن یا دفن، به کنترل و شناسایی انتشار گازهای سمی و ذرات معلق کمک می‌کند.

پایش زیست‌محیطی تنها به شناسایی آلودگی‌ها محدود نمی‌شود، بلکه باید نتایج آن به‌صورت منظم تحلیل و گزارش‌دهی شود تا اقدامات اصلاحی و بازتوانی محیطی برنامه‌ریزی و اجرا گردد. در مواردی که آلودگی خاک یا منابع آبی تشخیص داده شود، روش‌های پاک‌سازی زیست‌محیطی مانند شست‌وشوی خاک یا تصفیه آب‌های آلوده به‌کار گرفته می‌شود.

در نهایت، ارزیابی اثرات زیست‌محیطی باید با مشارکت سازمان‌های نظارتی و ذی‌نفعان محلی انجام شود تا شفافیت و اعتماد عمومی حفظ گردد. این فرایند نه‌تنها به کاهش خطرات بلندمدت آلودگی کمک می‌کند، بلکه زمینه را برای احیای زیست‌بوم آسیب‌دیده و بازگشت ایمن و پایدار مردم به مناطق آسیب‌دیده فراهم می‌سازد.

فصل ۴

فرآیند مدیریت آوار: از جمع آواری تا انتقال به محل‌های دپوی موقت و دائم

۴- فرآیند مدیریت آوار: از جمع آوری تا انتقال به محل های دپوی موقت و دائم

۴-۱- مقدمه

مدیریت آوار پس از وقوع بلایای طبیعی یا حوادث انسان‌ساخت، فرآیندی پیچیده و چندمرحله‌ای است که از لحظه وقوع حادثه تا پاک‌سازی کامل منطقه و ذخیره‌سازی نهایی آوار ادامه می‌یابد. مدیریت غیراصولی آوار می‌تواند باعث انسداد راه‌های امدادرسانی، گسترش آلودگی‌های زیست‌محیطی، افزایش خطرات بهداشتی و کندی روند بازسازی شود. در این میان، اتخاذ رویکرد مدیریت مرحله‌ای که شامل جمع‌آوری سریع، حمل ایمن، ذخیره‌سازی موقت، جداسازی و بازیافت مصالح قابل استفاده، و در نهایت انتقال به دپوهای دائمی است، نقش مهمی در کاهش خسارات ثانویه و تسریع بازگشت جامعه به شرایط عادی دارد.

این فصل چارچوب اجرایی مدیریت آوار را از لحظه آغاز عملیات میدانی تا انتقال به دپوهای موقت و دائم تبیین می‌کند. تمرکز اصلی این فصل بر توالی عملیاتی، تفکیک مراحل پاسخ اضطراری، پاسخ تثبیتی و مدیریت بلندمدت آوار، و الزامات فنی هر مرحله است. در این فصل، مسئولیت‌ها، محدودیت‌های ایمنی، ضوابط حمل، معیارهای مکان‌یابی و اصول طراحی و بهره‌برداری از محل‌های دپو به‌صورت مرحله‌بندی‌شده ارائه می‌شود تا از تداخل عملیات، مخاطرات ثانویه و دوباره‌کاری جلوگیری گردد.

۴-۲- اصل تقدم نجات بر عملیات آواربرداری

وقوع حوادث مخرب مانند زلزله، انفجار و غیره که منجر به تخریب‌های گسترده میگردد، علاوه بر ایجاد حجم انبوهی از آوار، احتمال محبوس شدن افراد در زیر سازه‌های فروریخته را به همراه دارد. بر این اساس، پیش از ورود به هرگونه عملیات آواربرداری ـ به‌ویژه آواربرداری اضطراری ـ رعایت اصل تقدم نجات جان انسان‌ها الزامی است.

مدیریت آوار در مراحل اولیه پس از حادثه باید با رویکرد نجات‌محور انجام شود؛ بدین معنا که هرگونه جابجایی، برداشت، برش یا خردایش آوار در محدوده‌هایی که احتمال حضور افراد محبوس وجود دارد، صرفاً در چارچوب عملیات جستجو و نجات تخصصی و با هماهنگی مرجع فرماندهی میدان انجام می‌شود. در این چارچوب رعایت موارد زیر الزامی است:

- پیش از آغاز هرگونه آواربرداری، ارزیابی احتمال حضور مصدوم یا محبوس در محل انجام شود.
- در مناطق دارای احتمال نجات، اولویت مطلق با تثبیت سازه، ایجاد دسترسی ایمن و خروج مصدومین است.
- استفاده از ماشین‌آلات سنگین در مراحل اولیه تنها در صورت تأیید مسئول عملیات امداد و نجات و پس از ارزیابی خطر ریزش ثانویه مجاز است.
- از انجام پاکسازی حجمی و گسترده آوار تا پیش از اطمینان از پایان عملیات جستجوی زنده خودداری شود.

- فعالیت کلیه تیم‌های آواربرداری در محدوده‌های عملیاتی باید تحت نظام فرماندهی واحد انجام گیرد تا از تداخل اقدامات و ایجاد خطر برای نیروهای امدادی جلوگیری شود.

پس از اعلام رسمی پایان عملیات جستجو و نجات توسط مرجع ذی‌صلاح، فرآیند مدیریت حجمی آوار، انتقال به محل‌های دپو، تفکیک و بازیافت مطابق مراحل بعدی این دستورالعمل اجرا خواهد شد.

۴-۳- مراحل سه گانه مدیریت آوار

مدیریت آوار در شرایط پس از زلزله به‌منظور جلوگیری از تداخل مأموریت‌ها، حفظ اولویت نجات جان انسان‌ها و تضمین ایمنی عمومی، در قالب سه مرحله متوالی و هدفمند سازماندهی می‌شود. این مراحل اگرچه از نظر زمانی ممکن است همپوشانی محدود داشته باشند، اما از نظر هدف عملیاتی و ماهیت اقدامات، متمایز هستند.

- **مرحله اول، پاسخ اضطراری (نجات‌محور)**: هدف اصلی این مرحله، تسهیل عملیات جست‌وجو و نجات و ایجاد دسترسی ایمن به مصدومان، مناطق بحرانی و تأسیسات حیاتی است. تمرکز این مرحله بر مداخلات حداقلی و کنترل‌شده در آوار است.
- **مرحله دوم، پاسخ تثبیتی (ایمنی‌محور)**: در این مرحله، با کاهش احتمال وجود مصدوم زنده، اقدامات آواربرداری با هدف تثبیت شرایط شهری، رفع مخاطرات ثانویه و بازگشایی معابر اصلی توسعه می‌یابد.
- **مرحله سوم، مدیریت، تفکیک و بازیافت (لجستیکی و بازیافتی)**: پس از پایان رسمی عملیات جست‌وجو و نجات، مدیریت آوار وارد فاز ساماندهی گسترده، تفکیک، انتقال به دپوهای موقت و دائم و تعیین تکلیف نهایی می‌شود.

شرح الزامات اجرایی هر یک از مراحل فوق در بخش‌های بعدی ارائه می‌گردد.

۴-۴- مرحله اول: پاسخ اضطراری (نجات-محور)

این مرحله از زمان وقوع حادثه آغاز شده و تا زمانی ادامه می‌یابد که عملیات جست‌وجو و نجات فعال جریان دارد. اولویت مطلق در این بازه زمانی، نجات جان انسان‌ها است و هرگونه مداخله در آوار باید در راستای این هدف انجام شود. در این مرحله:

- جابه‌جایی آوار صرفاً برای ایجاد دسترسی ایمن به مصدومان یا تیم‌های امدادی مجاز است.
- استفاده از ماشین‌آلات سنگین تنها با تأیید مسئول عملیات جست‌وجو و نجات و تحت فرماندهی واحد انجام می‌شود.
- از تخریب ثانویه سازه‌های ناپایدار بدون ارزیابی فنی جلوگیری می‌شود.
- حفظ صحنه برای مستندسازی خسارات و بررسی‌های فنی مدنظر قرار می‌گیرد.

آواربرداری گسترده در این مرحله ممنوع بوده و هرگونه تخطی از تقدم عملیات نجات، موجب مسئولیت قانونی خواهد بود.

۴-۵- مرحله دوم: پاسخ تثبیتی (ایمنی-محور)

این مرحله پس از کاهش احتمال وجود افراد زنده در زیر آوار و با اعلام رسمی فرمانده میدان مبنی بر تغییر وضعیت عملیات آغاز می‌شود. هدف اصلی، تثبیت شرایط شهری و کاهش مخاطرات ثانویه است. در این مرحله اقدامات زیر انجام می‌شود:

- بازگشایی معابر اصلی و شریان‌های حیاتی شهری
- رفع خطر از ساختمان‌های در معرض ریزش
- پاکسازی محدوده تأسیسات حیاتی و مراکز امدادی
- آغاز جمع‌آوری نظام‌مند آوار از فضاهای عمومی

اولویت‌بندی عملیات در این مرحله بر اساس معیارهای زیر انجام می‌شود:

- دسترسی به مراکز درمانی و امدادی
- شریان‌های حیاتی (آب، برق، گاز، مخابرات)
- معابر اصلی حمل‌ونقل
- مناطق پرتراکم جمعیتی

در حوزه بازگشایی مسیرها و پاکسازی معابر، تعیین مسئولیت‌ها باید منطبق با قوانین و اسناد بالادستی کشور انجام شود. بر این اساس، بازگشایی معابر شهری در حیطه وظایف شهرداری‌ها قرار دارد، در حالی‌که بازگشایی راه‌های برون‌شهری و شریانی بر عهده وزارت راه و شهرسازی است. نیروهای مسلح جمهوری اسلامی ایران نیز صرفاً در صورت ابلاغ رسمی از سوی مراجع ذی‌صلاح می‌توانند نقش پشتیبانی مهندسی ایفا نمایند. همچنین جمعیت هلال‌احمر جمهوری اسلامی ایران مطابق مأموریت‌های قانونی خود مسئول عملیات جست‌وجو و نجات، امدادرسانی و اسکان اضطراری آسیب‌دیدگان بوده و وظیفه ذاتی در زمینه بازگشایی مسیرها ندارد. این تفکیک وظایف با هدف جلوگیری از تداخل مأموریت‌ها و در انطباق با ماده ۱۴ قانون مدیریت بحران کشور صورت می‌گیرد.

۴-۵-۱-الزامات ایمنی آواربرداری در مجاورت تأسیسات حیاتی

در مرحله پاسخ تثبیتی، با توجه به احتمال آسیب‌دیدگی، ناپایداری یا قطع عملکرد تأسیسات حیاتی، اجرای عملیات آواربرداری در مجاورت شبکه‌های زیرزمینی و روزمینی آب، گاز، برق، فاضلاب، سوخت، مخابرات و سایر زیرساخت‌های حساس، صرفاً با رعایت الزامات ایمنی ویژه و هماهنگی کامل با دستگاه‌های بهره‌بردار مجاز است. عدم رعایت این الزامات می‌تواند منجر به حوادث ثانویه نظیر نشت گاز، برق‌گرفتگی، آلودگی منابع آب، قطع ارتباطات و اختلال گسترده در خدمات‌رسانی گردد .در این چارچوب رعایت موارد زیر الزامی است:

- اخذ نقشه‌های به‌روز تأسیسات و مشخصات فنی شبکه‌ها از دستگاه بهره‌بردار پیش از آغاز عملیات و تطبیق آن با وضعیت موجود در محل حادثه؛
- انجام علامت‌گذاری میدانی دقیق مسیر خطوط و تأسیسات مدفون پیش از ورود ماشین‌آلات سنگین؛

- ممنوعیت استقرار یا تردد ماشین‌آلات سنگین در حریم خطوط حساس و رعایت فاصله ایمن اعلام‌شده از سوی دستگاه بهره‌بردار؛
- استفاده از ابزار دستی در شعاع حداقل یک‌متری خطوط حساس یا در نقاط دارای احتمال برخورد مستقیم با تأسیسات؛
- شناسایی و آماده‌سازی شیرها و کلیدهای قطع اضطراری پیش از شروع عملیات به‌منظور امکان واکنش فوری در صورت بروز حادثه.

رعایت این الزامات ضمن کاهش ریسک مخاطرات ثانویه، موجب حفظ پایداری خدمات حیاتی، ارتقای ایمنی نیروهای عملیاتی و تسریع در بازگشت شرایط عادی به منطقه آسیب‌دیده خواهد شد. چک‌لیست‌های ایمنی مرتبط در پیوست «ب» ارائه شده است.

با اعلام رسمی پایان عملیات جست‌وجو و نجات و تثبیت نسبی شرایط شهری، مدیریت آوار وارد مرحله سوم می‌شود که ماهیت آن عمدتاً لجستیکی، زیست‌محیطی و اقتصادی است. در این مرحله تمرکز اصلی بر آواربرداری کامل مناطق آسیب‌دیده، تفکیک مصالح، انتقال نظام‌مند به دپوهای موقت و دائم و تعیین تکلیف نهایی مواد بازیافتی و غیرقابل استفاده است. اقدامات اجرایی این مرحله در بخش بعدی تشریح داده شده است.

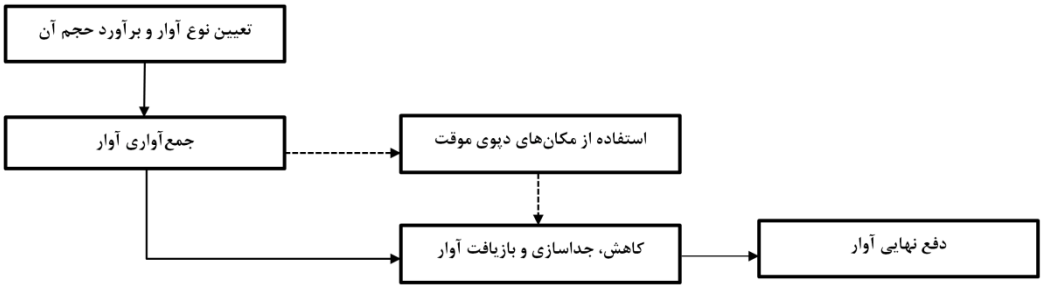
۴-۶- اقدامات مربوط به مرحله سوم: مدیریت و بازیافت آوار

فاز مدیریت و بازیافت آوار پس از تکمیل عملیات پاسخ آغاز می‌شود و تمرکز اصلی آن بر جمع‌آوری آوار باقی‌مانده، بازیافت، کاهش حجم، و دفع نهایی آن است. به‌منظور کاهش حجم دفن نهایی و بهره‌گیری مجدد از منابع، تفکیک اولیه مصالح قابل بازیافت باید حتی‌الامکان در محل حادثه یا در مبادی ورودی محل‌های دپو انجام شود. این اقدام علاوه بر کاهش هزینه‌های حمل و دفن، امکان مدیریت بهینه جریان مواد را فراهم می‌سازد. مصالح قابل بازیافت نظیر فلزات، چوب، پلاستیک و به‌ویژه بتن، باید به‌صورت مجزا جمع‌آوری و برای فرآوری به مراکز مجاز منتقل شوند. استفاده مجدد از مصالح بازیافتی، به‌خصوص بتن خردشده در زیرسازی راه‌ها و پروژه‌های عمرانی، منوط به انطباق کامل با استانداردهای ملی و ضوابط فنی مربوطه است تا ایمنی و دوام سازه‌های جدید تضمین شود. روند کلی مدیریت آوار در این مربخش شامل مراحل اصلی زیر است:

- در گام نخست، نوع و حجم آوار برآورد می‌شود تا امکان برنامه‌ریزی مناسب برای تخصیص ماشین‌آلات، نیروی انسانی، انتخاب مسیرهای حمل‌ونقل و ظرفیت‌سنجی دپوهای موقت و دائمی فراهم گردد. این برآورد شامل شناسایی مصالح قابل بازیافت، مواد خطرناک و پسماندهای غیرقابل استفاده خواهد بود.
- پس از این مرحله، عملیات جمع‌آوری آوار آغاز شده و این فرآیند در دو گام مشخص انجام می‌شود: (۱) کاهش، جداسازی و بازیافت آوار با هدف استفاده مجدد از مصالح و کاهش حجم نهایی پسماند؛ (۲) دفع نهایی آوار برای موادی که قابلیت بازیافت یا استفاده مجدد ندارند. در شرایطی که حجم آوار بسیار زیاد

باشد، به‌منظور تسریع در روند پاکسازی و بهینه‌سازی فرآیند حمل‌ونقل، از مکان‌های دپوی موقت به‌عنوان یک مسیر جانبی و مکمل استفاده می‌شود. این مکان‌ها که در نزدیکی مناطق آسیب‌دیده ایجاد می‌شوند، علاوه بر افزایش سرعت جمع‌آوری آوار، امکان جداسازی دقیق‌تر، بازیافت کارآمدتر و کاهش تعداد دفعات حمل به دپوهای دائمی را فراهم می‌کنند. پس از تکمیل فرآیند تفکیک و کاهش حجم در این مراکز، مواد غیرقابل استفاده به محل‌های دفن دائمی منتقل می‌شوند.

این رویکرد مرحله‌ای، مدیریت آوار را سریع‌تر، ایمن‌تر و کم‌هزینه‌تر کرده و به کاهش بار ترافیکی، کنترل آلودگی‌های زیست‌محیطی و استفاده بهینه از منابع بازیافتی کمک می‌کند. این فرآیند مرحله‌ای در فلوچارت زیر نمایش داده شده است.



شکل ۴-۱: فرآیند مدیریت آوار (از وقوع بلایا تا دفع نهایی آوار)

۴-۷- ابزارها و روش های جمع آوری

جمع‌آوری آوار یکی از مراحل کلیدی در مدیریت پس از بلایا است که تأثیر مستقیمی بر سرعت بازسازی، کاهش خطرات زیست‌محیطی و بهداشتی، و بهینه‌سازی فرآیند بازیافت و دفع نهایی دارد. انتخاب روش‌ها و فناوری‌های مناسب برای جمع‌آوری آوار به عواملی همچون حجم و نوع آوار، شرایط جغرافیایی و زیرساختی منطقه آسیب‌دیده، دسترسی به تجهیزات و ماشین‌آلات، و الزامات ایمنی بستگی دارد. این فرآیند معمولاً ترکیبی از ابزارها و تجهیزات مختلف و روش‌های متنوع جمع‌آوری را شامل می‌شود.

۴-۷-۱- ابزارها و فناوری های جمع آواری

- **روش‌های دستی و نیمه‌مکانیزه:** در مناطقی که امکان دسترسی ماشین‌آلات سنگین محدود است یا آوار در معابر باریک و بافت‌های متراکم شهری انباشته شده، استفاده از روش‌های دستی و ابزارهای سبک مانند بیل، کلنگ، و فرغون مؤثر خواهد بود. این روش برای جداسازی دستی مصالح قابل بازیافت و جمع‌آوری آوار سبک مناسب است اما سرعت عملیات پایین‌تری دارد و نیازمند نیروی انسانی بیشتر است.
- **روش‌های مکانیزه:** برای مناطق وسیع و حجم‌های بالای آوار، استفاده از تجهیزات سنگین مانند لودر، بیل مکانیکی، بولدوزر، کامیون‌های حمل پسماند، جرثقیل و ماشین‌های فشرده‌ساز ضروری است. این

روش سرعت جمع‌آوری را به‌طور چشمگیری افزایش داده و امکان جابجایی حجم زیادی از آوار را در مدت کوتاه فراهم می‌کند.

- **فناوری‌های نوین:** پیشرفت‌های اخیر در مدیریت بحران و بازیافت آوار شامل استفاده از پهپادها برای پایش هوایی و نقشه‌برداری سریع مناطق تخریب‌شده، سیستم‌های GIS و مدل‌سازی سه‌بعدی برای برآورد حجم آوار و بهینه‌سازی لجستیک، و تجهیزات مکانیزه پیشرفته مانند ربات‌های جستجو و بازوهای مکانیکی هوشمند برای دسترسی به مناطق خطرناک یا غیرقابل دسترس است. ترکیب این فناوری‌ها با روش‌های مکانیزه و دستی، مدیریت آوار را سریع‌تر، ایمن‌تر و مقرون‌به‌صرفه‌تر می‌سازد.

۴-۷-۲- روش های جمع آوری

جمع‌آوری آوار می‌تواند بر اساس شرایط منطقه و امکانات موجود، به دو روش اصلی زیر انجام شود:

- **جمع‌آوری در حاشیه معابر:** در این روش، ساکنان آوار و پسماندهای ناشی از حادثه را در حاشیه خیابان‌ها یا معابر عمومی قرار داده و دستگاه‌های مسئول اقدام به جمع‌آوری می‌کنند. این شیوه می‌تواند به‌صورت مختلط یا تفکیک‌شده اجرا شود، اما توصیه می‌شود از روش تفکیک‌شده استفاده شود. در روش تفکیک‌شده، ساکنان موظف‌اند انواع آوار (مانند مصالح ساختمانی، فلزات، پسماندهای خطرناک و لوازم خانگی سنگین) را به‌صورت جداگانه قرار دهند تا فرآیند بازیافت و استفاده مجدد از مصالح تسهیل شده و ارزش اقتصادی آوار افزایش یابد.
- **جمع آواری در مراکز:** در مناطقی که شرایط جغرافیایی یا پراکندگی جمعیت اجرای روش حاشیه معابر را دشوار می‌سازد، مراکز موقت جمع‌آوری آوار ایجاد می‌شود. ساکنان آوار خود را به این مراکز منتقل کرده و در محل‌های مشخص قرار می‌دهند. معمولاً تفکیک انواع آوار در همین مراکز انجام می‌شود که موجب افزایش بهره‌وری و کاهش زمان عملیات می‌گردد.

۴-۸- حمل و نقل ایمن و کارآمد آوار

حمل ایمن آوار سرعت پاک‌سازی مناطق آسیب‌دیده را افزایش می‌دهد و از ایجاد ترافیک‌های سنگین جلوگیری می‌کند. در ادامه لیستی از اقدامات مربوط به این مرحله بیان شده است.

۴-۸-۱- انتخاب مسیرهای حمل و انتقال

- مسیرهای حمل باید از پیش شناسایی و ارزیابی شوند. این مسیرها باید کوتاه‌ترین و کم‌خطرترین مسیرهای ممکن باشند.
- مسیرهای انتخاب شده باید توان عبور ماشین‌آلات سنگین و تریلرهای حمل آوار را داشته باشند.

- از مسیرهایی که احتمال ایجاد ترافیک سنگین یا تداخل با عملیات اضطراری وجود دارد، باید اجتناب شود.
- در صورت نیاز، مسیرهای ویژه برای حمل آوار ایجاد شود تا عملیات حمل و نقل روان و سریع انجام شود.
- در انتخاب مسیرهای حمل آوار، عبور از روی خطوط انتقال آب شرب و سایر زیرساخت‌های حساس باید به حداقل رسیده و در صورت اجتناب‌ناپذیری، ارزیابی فنی و تمهیدات حفاظتی پیش‌بینی شود.

۴-۸-۲- استانداردهای ایمنی در حمل آوار

- استفاده از تجهیزات ایمنی برای رانندگان و کارکنان مانند کلاه ایمنی، دستکش، لباس شبرنگ و ماسک گردوغبار.
- بارگیری صحیح آوار و استفاده از پوشش مناسب (مثل پارچه‌های ضدگردوغبار) جهت جلوگیری از پراکندگی ذرات در حین حمل.
- رعایت حداکثر ظرفیت بار مجاز در هر وسیله نقلیه.
- نظارت مستمر بر وضعیت فنی خودروها، شامل ترمزها، سیستم تعلیق و تایرها.

۴-۸-۳- مدیریت ترافیک و کاهش اثرات زیست‌محیطی

- هماهنگی با مراجع ترافیکی برای کنترل تردد و اولویت‌دهی به وسایل حمل آوار در مسیرهای کلیدی.
- برنامه‌ریزی زمان‌بندی حمل آوار به گونه‌ای که در ساعات اوج ترافیک کمتر انجام شود.
- استفاده از خودروهای به‌روز و کم‌آلاینده برای کاهش انتشار گازهای مضر.
- نصب فیلترهای گردوغبار و تجهیزات کاهش صدا بر روی ماشین‌آلات حمل و نقل.

۴-۸-۴- نکات تکمیلی و توصیه‌ها

- آموزش مستمر رانندگان و عوامل حمل و نقل درباره نکات ایمنی و نحوه بارگیری و تخلیه آوار.
- استفاده از سیستم‌های ردیابی و نظارت لحظه‌ای برای کنترل مسیر و سرعت وسایل نقلیه.
- طراحی و اجرای برنامه‌های واکنش سریع در صورت بروز حادثه در طول مسیر حمل.

۴-۹- معیارهای مکان یابی محل دپوی موقت

محل دپوی موقت آوار نقطه‌ای استراتژیک برای ذخیره‌سازی موقت آوارهای ناشی از سوانح تا زمان انتقال به محل‌های پردازش یا دپوی دائمی. طراحی و انتخاب مناسب این مکان نقش مهمی در کاهش خطرات بهداشتی و زیست‌محیطی، تسهیل بازیافت و سرعت‌بخشی به عملیات پاک‌سازی دارد. در ادامه لیستی از معیارهای مکان‌یابی محل دپوی موقت بیان شده است.

- **مالکیت:** مالکیت زمین نخستین و مهم‌ترین ملاحظه در انتخاب مکان دپوی موقت است. در اولویت اول، استفاده از زمین‌های عمومی و دولتی مانند اراضی بلااستفاده شهرداری، زمین‌های ورزشی، پارک‌ها یا املاک تحت تملک سایر نهادهای دولتی توصیه می‌شود، زیرا این رویکرد از بروز مشکلات حقوقی و مالی در مراحل بعدی جلوگیری می‌کند. در صورت اجبار به استفاده از اراضی خصوصی، لازم است قراردادهای اجاره به‌صورت شفاف و جامع تنظیم شود و جزئیاتی مانند مدت بهره‌برداری، تعهدات زیست‌محیطی، شرایط مرمت و آزادسازی محل پس از اتمام عملیات در آن لحاظ گردد. همچنین، هماهنگی و توافق بین‌نهادی برای استفاده از اراضی متعلق به نهادهای همکار می‌تواند به افزایش انعطاف‌پذیری فرایند کمک کند.
- **ظرفیت و ابعاد زمین:** ابعاد و ظرفیت دپوی موقت باید بر اساس برآورد حجم آوار و مدت زمان بهره‌برداری تعیین گردد. محل انتخابی باید فضای کافی برای تخلیه و جداسازی انواع آوار، پردازش و ذخیره‌سازی موقت و تردد ایمن کامیون‌ها و استقرار ماشین‌آلات سنگین داشته باشد. پیشنهاد می شود برای پردازش حدود یک میلیون یارد مکعب آوار (معادل تقریباً ۷۶۴،۶۰۰ متر مکعب حجم آوار) حدود ۲۵۴،۸۶۷ متر مربع زمین (با فرض ارتفاع انبارش سه متر) در نظر گرفته شود.
- **موقعیت مکانی و دسترسی:** سایت دپوی موقت باید دسترسی آسان و مناسبی به مسیرهای اصلی حمل‌ونقل داشته باشد تا عملیات تخلیه و انتقال آوار به صورت سریع و با کمترین هزینه انجام شود؛ همچنین، باید از ایجاد ترافیک سنگین و مزاحمت برای مناطق مسکونی، مدارس، مراکز درمانی و تجاری جلوگیری شود. علاوه بر این، زمین انتخاب‌شده باید از نظر پایداری ژئوتکنیکی و ظرفیت باربری دارای شرایط مناسب بوده و در معرض مخاطراتی نظیر سیلاب، زمین‌لغزش یا نشست خاک قرار نداشته باشد. همچنین، این زمین باید خارج از پهنه‌های سیلابی با دوره بازگشت حداقل ۱۰۰ ساله واقع شود؛ به‌گونه‌ای که این موضوع بر اساس نقشه‌های مصوب شرکت مدیریت منابع آب یا مطالعات طرح تفصیلی شهری تأیید شده باشد.
- **رعایت فاصله ایمن از تاسیسات حیاتی:** رعایت فاصله ایمن از تاسیسات حیاتی مانند خطوط انتقال آب، مخازن ذخیره آب، چاه‌های تأمین آب، خطوط انتقال گاز، ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز و حریم تأسیسات حیاتی شهری (حداقل بر اساس ضوابط دستگاه متولی).
- **الزام حداقل فاصله و محدودیتهای مکانی:** انتخاب محل‌های دپوی موقت آوار باید بر اساس معیارهای فنی، زیست‌محیطی و ایمنی انجام گیرد. حداقل فاصله پیشنهادی محل دپو از محدوده‌های مسکونی در شرایط عادی نباید کمتر از ۱۰۰۰ متر باشد، مگر در شرایط اضطراری و با تأیید مراجع ذی‌صلاح. استقرار دپو در حریم منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی، اراضی کشاورزی با ارزش بالا، پهنه‌های با خطر سیلاب، رانش زمین یا گسل‌های فعال ممنوع است.

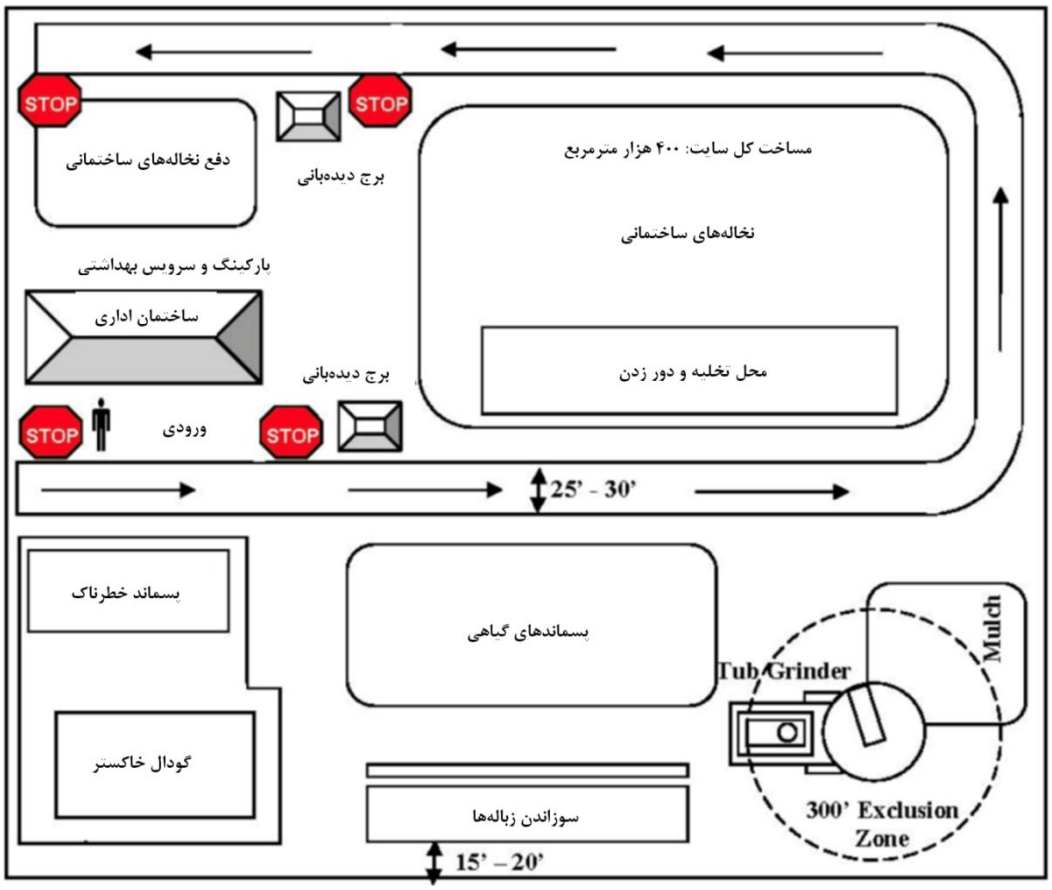
- **تحلیل شرایط اقلیمی و جهت باد غالب:** در انتخاب محل دپوی موقت آوار، تحلیل الگوی باد غالب منطقه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. استقرار سایت دپو در جهتی که گردوغبار ناشی از تخلیه و پردازش آوار به سمت مناطق مسکونی، مراکز درمانی یا منابع آب هدایت شود، می‌تواند مخاطرات زیست‌محیطی و بهداشتی قابل توجهی ایجاد کند. بنابراین، لازم است داده‌های اقلیم‌شناسی حداقل پنج‌ساله منطقه، جهت باد غالب سالانه و فصلی، فاصله ایمن از سکونتگاه‌ها در جهت پایین‌دست باد مورد بررسی و تحلیل قرار گیرد. بهره‌گیری از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی، تصاویر ماهواره‌ای و پهپاد برای شناسایی، ارزیابی و پایش مستمر محل‌های دپو توصیه می‌شود. در دپوهای با حجم بالا، پایش مستمر گردوغبار، کیفیت خاک و آب‌های زیرزمینی باید مطابق ضوابط زیست‌محیطی انجام پذیرد.

۴-۱۰- طراحی محل دپوی موقت

طراحی محل دپو باید بر اساس داده‌های پایه، محدودیت‌های توپوگرافی، نوع خاک، و شرایط کاربری زمین انجام شود. طراحی مناسب، امکان تفکیک مناطق مختلف عملیاتی مانند محل تخلیه، کاهش، بازیافت، انبار موقت پسماندها، محل سوخت، تجهیزات، برج‌های نظارتی و مسیرهای عبور و مرور را فراهم می‌کند. به‌منظور دستیابی به یک جریان حمل‌ونقل منظم و کارآمد در محل دپوی موقت آوار رعایت اصول زیر ضروری است:

- **تفکیک مسیرهای ورود و خروج:** باید مسیرهای مجزا و مشخصی برای ورود کامیون‌های حامل آوار و خروج کامیون‌های تخلیه‌شده در نظر گرفته شود تا از ایجاد ترافیک و تصادفات احتمالی جلوگیری گردد.
- **تعیین نقاط کنترل ورود و خروج:** در ورودی و خروجی سایت باید پست‌های کنترل مستقر شوند که توسط ناظران آموزش‌دیده اداره می‌شوند. این ناظران وظیفه ثبت اطلاعات کلیدی شامل شماره کامیون، وزن بار، نوع مصالح، و زمان ورود و خروج را بر عهده دارند.
- **کنترل و هدایت ترافیک داخلی:** برای جلوگیری از اختلال در روند عملیات و افزایش ایمنی، استفاده از پرسنل پرچم‌دار یا سیستم‌های علائم و تابلوهای هدایت ترافیک در داخل سایت توصیه می‌شود.
- **طراحی خطوط و مسیرهای ایمن:** مسیرهای داخلی باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که امکان مانور ایمن کامیون‌ها و ماشین‌آلات سنگین فراهم شده و نقاط برخورد احتمالی به حداقل برسد.

در شکل ۴-۲ پلان پیشنهادی برای نحوه سازماندهی مسیرهای ترافیکی در سایت‌های دپوی موقت آوار ارائه شده است که می‌تواند به‌عنوان الگوی طراحی مورد استفاده قرار گیرد.



شکل ۴-۲: پلان پیشنهادی برای سازماندهی مسیرهای ترافیکی در سایت های دپوی موقت آوار

۴-۱۱- ذخیره سازی و مدیریت آوار در محل دپوی موقت

پس از جمع‌آوری و انتقال آوار به محل‌های دپوی موقت، مدیریت صحیح این محل‌ها نقش کلیدی در تضمین ایمنی، بهداشت محیط و تسهیل مراحل بعدی پردازش و دفع آوار دارد. ذخیره‌سازی مؤثر آوار مستلزم رعایت اصول تفکیک، دسته‌بندی و کنترل دقیق عوامل زیست‌محیطی است که در ادامه توضیح داده می‌شود.

- **تفکیک و دسته‌بندی آوار:** آوارهای موجود باید بر اساس نوع و ماهیتشان تفکیک شوند تا امکان بازیافت، بازاستفاده یا دفع ایمن فراهم شود. دسته‌بندی معمول شامل مواد قابل بازیافت (فلزات، شیشه، پلاستیک، چوب)، مواد آلی و زیست‌پذیر، پسماندهای خطرناک (مواد شیمیایی، آسفالت، قیر، مواد نفتی) و پسماندهای غیرقابل بازیافت و دفنی است. ایجاد بخش‌های مجزا در محل دپو برای هر گروه، از آلودگی متقابل جلوگیری کرده و مدیریت بهینه را امکان‌پذیر می‌سازد.
- **کنترل نشت گردوغبار و آلودگی ثانویه:** برای کاهش گردوغبار و آلودگی‌های ناشی از ذخیره آوار، باید تدابیر کنترلی مانند استفاده از پوشش‌های پلاستیکی، آب‌پاشی منظم و نصب بادشکن‌ها اجرا شود. همچنین، کنترل و مدیریت شیرابه‌های ناشی از آوار با استفاده از سیستم‌های زهکشی و جمع‌آوری

مناسب ضروری است. پایش مداوم کیفیت هوا و آب اطراف محل دپو به منظور شناسایی و پیشگیری از آلودگی‌های ثانویه، از دیگر اقدامات مهم در این مرحله است.

- **نگهداری موارد قابل بازیافت و خطرناک:** نگهداری مواد قابل بازیافت در شرایطی که از آسیب دیدن و آلودگی جلوگیری شود اهمیت بالایی دارد تا امکان بازیافت و فروش مجدد آنها فراهم گردد. همچنین، پسماندهای خطرناک باید در محوطه‌های ایزوله با امکانات ویژه نگهداری شوند تا از نشت و آلودگی محیطی جلوگیری شود. تامین تجهیزات ایمنی و آموزش پرسنل جهت مدیریت این مواد و مقابله با خطرات احتمالی از نکات ضروری در این بخش به شمار می‌آید.
- **مدیریت ایمنی و بهداشت در محل دپوی موقت:** تامین امکانات بهداشتی و رعایت نکات ایمنی برای کارکنان و بازدیدکنندگان محل دپو، برقراری محدودیت دسترسی و نگهبانی جهت جلوگیری از ورود افراد غیرمجاز و سرقت مواد با ارزش، و آموزش مستمر پرسنل در زمینه اصول ایمنی و اقدامات اضطراری، از جمله ضروریات مدیریت ایمنی و بهداشت در محل دپو است. این اقدامات به کاهش اثرات زیست‌محیطی کمک کرده و زمینه‌ساز تسهیل عملیات پاک‌سازی و بازتوانی نواحی آسیب‌دیده می‌شوند.

۴-۱۲- انتقال از دپوی موقت به محل دپوی دائم

انتقال آوار از محل‌های دپوی موقت به دپوهای دائمی، یکی از مراحل حیاتی در مدیریت جامع آوار است که نیازمند برنامه‌ریزی دقیق، هماهنگی مؤثر و رعایت استانداردهای ایمنی و زیست‌محیطی است. زمان‌بندی انتقال باید به گونه‌ای تنظیم شود که ظرفیت دپوهای موقت تخلیه و آماده بهره‌برداری مجدد شود و از انباشت بیش از حد آوار جلوگیری گردد. معیارهای انتقال شامل برآورد حجم آوار موجود، وضعیت آماده‌سازی دپوهای دائمی و شرایط جوی و ایمنی می‌باشد.

قبل از انتقال، فرآیند کاهش حجم آوار با استفاده از روش‌های مکانیکی، شیمیایی یا حرارتی به منظور تسهیل حمل و کاهش هزینه‌ها اجرا می‌شود. این فرآیندها می‌توانند شامل خردکردن، فشرده‌سازی یا جداسازی مواد غیرضروری باشند که تاثیر مستقیم بر کارایی و اقتصادی بودن عملیات دارد.

مدیریت لجستیک حمل و نقل در این مرحله باید به گونه‌ای طراحی شود که انتقال ایمن، سریع و با حداقل خطرات زیست‌محیطی انجام گیرد. انتخاب مسیرهای مناسب، هماهنگی با مراجع ذی‌ربط برای مدیریت ترافیک و استفاده از تجهیزات استاندارد حمل و نقل از اصول کلیدی این بخش است. همچنین، نظارت مستمر بر عملکرد حمل و نقل و انجام اقدامات اصلاحی در صورت بروز مشکلات، تضمین‌کننده موفقیت این مرحله خواهد بود.

۴-۱۳- طراحی و مدیریت محل دپوی دائم

طراحی و مدیریت محل‌های دپوی دائمی آوار، مرحله نهایی در زنجیره مدیریت آوار پس از حوادث و سوانح است که هدف آن حفظ ایمنی محیط زیست، کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی و فراهم‌کردن شرایط پایدار برای انبارش بلندمدت

آوار می‌باشد. تعیین محل‌های دفن دائم آوار منوط به انجام ارزیابی اثرات زیست‌محیطی مطابق قوانین و مقررات ملی است. کنترل گردوغبار از طریق روش‌های مناسب از جمله آب‌پاشی یا مه‌پاشی و پایش مستمر کیفیت هوا در محل‌های دپو الزامی است. در محل‌های دفن دائم، تمهیدات لازم برای جلوگیری از نشت آلاینده‌ها به خاک و آب‌های زیرزمینی باید پیش‌بینی شود.

در طراحی این محل‌ها، زیرساخت‌های کلیدی مانند لایه‌های عایق زمین، سیستم‌های زهکشی پیشرفته برای جمع‌آوری و کنترل شیرابه، و سازه‌های محافظ در برابر نفوذ آلاینده‌ها اهمیت ویژه‌ای دارند. استفاده از تکنولوژی‌های نوین در ساخت و مدیریت محل‌های دپو باعث افزایش کارایی و کاهش ریسک‌های زیست‌محیطی می‌شود. علاوه بر این، باید تدابیری برای کنترل گردوغبار، جلوگیری از انتشار بو و محدودسازی دسترسی غیرمجاز اتخاذ گردد.

مدیریت محل‌های دپوی دائمی شامل برنامه‌ریزی برای پایش و کنترل بلندمدت کیفیت خاک، آب و هوا، و همچنین اجرای برنامه‌های نظارت زیست‌محیطی مستمر است. اقدامات بازتوانی و احیای محیطی پس از پر شدن محل دپو، از اهمیت بالایی برخوردار است تا با بازگرداندن کاربری‌های مناسب به زمین، اثرات منفی ناشی از انباشت آوار کاهش یابد و به توسعه پایدار منطقه کمک شود.

در نهایت، گزارش‌دهی دقیق و مستندسازی تمامی مراحل طراحی، ساخت، بهره‌برداری و پایش محل‌های دپوی دائمی، ابزار مهمی برای تضمین شفافیت، پاسخگویی و ارتقای کیفیت مدیریت آوار به شمار می‌رود.

۴-۱۴- پایش و کنترل محل های دپو

پیش از آغاز هرگونه عملیات اجرایی در محل‌های دپوی آوار، اقدامات زیر به منظور پایش و کنترل فعالیت‌ها انجام می‌شود:

- **مطالعات پایه و مستندسازی در آغاز فعالیت‌ها:** انجام مطالعات پایه و مستندسازی دقیق شرایط زمین از نظر فیزیکی، زیست‌محیطی و مالکیتی ضروری است. این فرآیند شامل ثبت وضعیت توپوگرافی، پوشش گیاهی، منابع آب و نمونه‌برداری‌های مهندسی و زیست‌محیطی است تا مبنایی برای ارزیابی اثرات احتمالی و برنامه‌ریزی اقدامات اصلاحی فراهم گردد.
- **پایش و مستندسازی در حین فعالیت‌ها**: در طول فعالیت سایت، پایش مستمر محیطی شامل کنترل کیفیت هوا و آب، مدیریت نشت‌ها، یا آسیب احتمالی به تأسیسات زیرزمینی مجاور، و کنترل انتشار گردوغبار و نظارت بر ذخیره‌سازی مواد خطرناک انجام می‌گیرد تا سلامت محیط و ایمنی عملیات تضمین شود. همچنین مستندسازی تغییرات عملیاتی و اصلاح روش‌ها به بهبود مدیریت کمک می‌کند.
- **اخذ مجوزهای قانونی و زیست محیطی:** دریافت مجوزهای قانونی و زیست‌محیطی پیش از شروع عملیات، از جمله مجوزهای کنترل کیفیت هوا و آب، ذخیره‌سازی پسماندهای خطرناک و تغییر کاربری زمین، امری حیاتی است که از بروز تأخیرهای عملیاتی جلوگیری می‌کند.

- **مدیریت سایت و نقش‌های کلیدی:** مدیریت سایت باید ساختارمند بوده و نقش‌های کلیدی مانند مدیر سایت، ناظران آوار و پرسنل ایمنی با وظایف مشخص تعیین شوند تا هماهنگی، نظارت و پاسخگویی به حوادث به بهترین نحو انجام شود.
- **برنامه‌ریزی برای تعطیلی و پایان فعالیت‌ها:** پس از پایان عملیات، برنامه‌ای مدون برای تعطیلی و بازسازی سایت شامل پاک‌سازی تجهیزات و نخاله‌ها، انجام آزمایش‌های محیطی و اجرای اقدامات اصلاحی در صورت آلودگی ضروری است تا زمین به وضعیت اولیه یا قابل استفاده مجدد بازگردد و تعهدات زیست‌محیطی رعایت شود.

فصل ۵

بازیافت به عنوان رویکردی پایدار در مدیریت آوار

۵- بازیافت به‌عنوان رویکردی پایدار در مدیریت آوار

۵-۱- مقدمه

بازیافت به‌عنوان یکی از ارکان اصلی مدیریت پایدار آوار در بحران‌های طبیعی و انسانی (مانند زلزله، سیل، طوفان یا جنگ) نقش کلیدی در کاهش خسارات ثانویه و تسریع بازسازی ایفا می‌کند. در چنین شرایطی حجم عظیمی از نخاله‌های ساختمانی، فلزات، چوب و سایر پسماندها در مدت کوتاهی تولید می‌شود که در صورت مدیریت نامناسب، می‌تواند موجب اشغال فضاهای عمومی، انسداد مسیرهای امدادی، آلودگی زیست‌محیطی و افزایش هزینه‌های مدیریت بحران شود.

رویکرد بازیافت‌محور در مدیریت آوار، به جای دفن صرف پسماند، امکان کاهش حجم دفنی، استفاده مجدد از منابع، صرفه‌جویی اقتصادی، ایجاد فرصت‌های شغلی محلی و ارتقای ایمنی محیطی را فراهم می‌کند و به بهبود پایداری بازسازی پس از بحران کمک می‌نماید. علاوه بر این، بازیافت موجب کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و کاهش نیاز به استخراج مواد اولیه جدید شده و با اصول توسعه پایدار و کاهش اثرات کربنی همسو است. بنابراین، بازیافت صرفاً یک اقدام فنی نیست بلکه بخشی ضروری از برنامه‌های ملی و محلی مدیریت بحران محسوب می‌شود که نیازمند طراحی نظام‌های پشتیبان، شاخص‌های شناسایی و بازارهای جذب محصولات بازیافتی است.

۵-۲- انواع آوار قابل بازیافت

شاخص‌های شناسایی پسماندهای قابل بازیافت را می‌توان در سه دسته‌ی اصلی فنی، اقتصادی و نهادی طبقه‌بندی کرد. در بُعد فنی، ماهیت و ترکیب ماده (مانند فلز، بتن، چوب یا مصالح ساختمانی)، سلامت ساختاری و قابلیت جداسازی فیزیکی، عدم آلودگی با مواد شیمیایی یا خطرناک، و امکان استفاده از فرآیندهای ساده بازیافت (مانند خرد کردن، الک و تراشه‌سازی) مورد توجه قرار می‌گیرد. در بُعد اقتصادی و بازار، وجود تقاضای محلی یا منطقه‌ای برای محصولات بازیافتی، حضور خریداران واقعی و امکان عقد قراردادهای پیش‌فروش، توان رقابت با هزینه دفن زباله و همچنین حجم کافی مواد برای توجیه سرمایه‌گذاری اهمیت دارد. در بُعد اجرایی و نهادی، دسترسی به تجهیزات و فناوری‌های بازیافت در محل یا نزدیکی آن، وجود پیمانکاران دارای مجوز و آموزش‌دیده، ظرفیت مناسب برای ذخیره‌سازی، حمل، نظارت و گزارش‌دهی، و همچنین حمایت نهادی از سوی شهرداری‌ها یا فرمانداری‌ها به‌عنوان عوامل کلیدی در موفقیت عملیات بازیافت مطرح هستند.

در جدول ۵-۱ مهم‌ترین گروه‌های آوار قابل بازیافت بیان شده‌اند.

جدول ۵-۱: مهمترین گروه های پسماندهای قابل بازیافت

نوع ماده	شرایط قابل بازیافت بودن	کاربرد نهایی
فلزات آهنی و غیرآهنی	در صورت جداسازی و عدم سوختگی شدید، فاقد آلودگی	ذوب مجدد، ساخت مجدد تجهیزات یا اسکلت فلزی
بتن، آسفالت، مصالح بنایی	قابل خردشدن و فاقد آلودگی شیمیایی یا روغنی	زیرسازی جاده، پرکننده ترانشه، خاکریز
خاک و گل	مشروط به پایش آلودگی (فلزات سنگین، آفت‌کش، فاضلاب)	کاربرد کشاورزی، پوشش نهایی دفن زباله، اصلاح خاک
چوب سالم	در صورت خشک بودن، عدم رشد قارچ و آلودگی	تولید سوخت زیستی، تراشه، MDFبازیافتی
وسایل برقی و الکترونیکی	تفکیک‌پذیر، بدون آسیب حرارتی شدید، دارای بردها و قطعات سالم	بازیافت فلزات گران‌بها، بازسازی جزئی

۵-۳- مزایا و چالش های بازیافت آوار

بازیافت آوار به‌عنوان بخشی از مدیریت پایدار پسماندهای ناشی از بحران‌ها، دارای مزایای قابل‌توجهی است اما اجرای آن با چالش‌های عملیاتی و ساختاری نیز همراه می‌باشد.

از مهمترین مزایای بازیافت میتوان به موارد زیر اشاره نمود.

- **کاهش فشار بر مراکز دفن زباله:** بازیافت باعث کاهش حجم پسماند دفنی و افزایش عمر مراکز دفن می‌شود.
- **بهره‌وری منابع:** با فرآوری آوار و استفاده مجدد از مصالح، نیاز به مواد اولیه جدید کمتر شده و منابع حفظ می‌شوند.
- **صرفه‌جویی اقتصادی:** فروش مواد بازیافتی می‌تواند بخشی از هزینه‌های مدیریت آوار را جبران کرده و گزینه‌ای مقرون‌به‌صرفه باشد.
- **ایجاد اشتغال محلی:** فعالیت‌های مرتبط با بازیافت فرصت‌های شغلی برای جوامع آسیب‌دیده فراهم می‌کند.
- **ارتقای ایمنی و بهداشت محیطی:** بازیافت سریع از انباشت پسماند، انتشار آلودگی و تهدیدات بهداشتی جلوگیری می‌کند.
- **کاهش اثرات زیست‌محیطی و کربنی:** با کاهش دفن زباله و نیاز به تولید مواد نو، انتشار گازهای گلخانه‌ای کاهش یافته و اهداف توسعه پایدار محقق می‌شود.
- از چالش‌های بازیافت نیز می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود.
- **کمبود تجهیزات و فناوری:** نبود دستگاه‌های پیشرفته برای تفکیک و فرآوری می‌تواند سرعت و کیفیت بازیافت را کاهش دهد.
- **اختلاط و آلودگی مواد:** آوارهای مختلط و وجود پسماندهای خطرناک مانند مواد شیمیایی یا آزبست فرایند بازیافت را پیچیده‌تر و پرهزینه‌تر می‌کند.
- **نیاز به زیرساخت‌های حمایتی:** برای موفقیت بازیافت، نیاز به مراکز جمع‌آوری، خطوط پردازش و بازارهای جذب محصولات بازیافتی وجود دارد که ممکن است در مناطق بحران‌زده در دسترس نباشد.

- **هزینه‌های اولیه بالا:** سرمایه‌گذاری در تجهیزات و آموزش نیروی انسانی ممکن است در کوتاه‌مدت پرهزینه به نظر برسد.
- **موانع قانونی و مدیریتی:** عدم وجود مقررات شفاف یا هماهنگی بین نهادهای مسئول می‌تواند مانع اجرای مؤثر برنامه‌های بازیافت شود.

۵-۴- فناوری ها و روش های بازیافت

بازیافت آوار و پسماندهای ساختمانی در مدیریت بحران نیازمند فناوری‌ها و روش‌های تخصصی است تا مواد مختلف به‌طور مؤثر جداسازی، پردازش و به چرخه مصرف بازگردانده شوند. این فرآیند به‌طور کلی شامل سه مرحله اصلی جداسازی و تفکیک اولیه، پردازش، و بازتولید و استفاده مجدد است.

- **جداسازی و تفکیک اولیه:** این مرحله نخستین گام در بازیافت آوار محسوب می‌شود و شامل جداسازی مواد مختلف از یکدیگر برای جلوگیری از آلودگی متقاطع و افزایش کارایی مراحل بعدی است. تفکیک می‌تواند به‌صورت دستی توسط نیروی انسانی انجام شود یا با بهره‌گیری از فناوری‌های مکانیکی مانند نوار نقاله، سرندهای لرزشی، دستگاه‌های مغناطیسی و سیستم‌های جداساز هوایی صورت گیرد. همچنین ایجاد ایستگاه‌های تفکیک در محل آواربرداری (تفکیک در مبدأ) نقش مهمی در کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل و افزایش راندمان بازیافت ایفا می‌کند.
- **فناوری‌های پردازش:** پس از تفکیک، مواد جداسازی‌شده وارد مرحله پردازش می‌شوند تا به شکل مناسبی برای بازیافت یا استفاده مجدد تبدیل گردند. فناوری‌های پردازش شامل خردکردن و آسیاب مصالح سنگی و بتنی برای تولید دانه‌بندی‌های مختلف، غربال‌گری و طبقه‌بندی ذرات، استفاده از پردازش حرارتی برای کاهش حجم یا بازیافت فلزات، و به‌کارگیری روش‌های شیمیایی برای جداسازی مواد خاص مانند فلزات سنگین است. این فناوری‌ها با توجه به نوع پسماند و هدف نهایی انتخاب و ترکیب می‌شوند.
- **بازتولید و استفاده مجدد:** در این مرحله مواد پردازش‌شده به محصولات جدید یا مصالح قابل استفاده تبدیل می‌شوند. به‌عنوان نمونه، نخاله‌های خردشده می‌توانند به شن و ماسه بازیافتی، بلوک‌های بتنی یا آسفالت بازیافتی تبدیل شوند. فلزات استخراج‌شده مانند آهن، فولاد، آلومینیوم و مس نیز پس از ذوب مجدد در صنایع فلزی استفاده می‌شوند. چوب و پلاستیک بازیافتی قابلیت تبدیل به تخته‌های فشرده، سوخت جایگزین یا مواد خام برای صنایع پلاستیک را دارند. علاوه بر این، فناوری‌های نوین نظیر بازیافت سرد آسفالت، فناوری‌های نانویی و استفاده از افزودنی‌های شیمیایی به بهبود کیفیت محصولات بازیافتی و افزایش ارزش اقتصادی فرآیند کمک می‌کنند.

۵-۵- اصول کلیدی در موفقیت عملیات بازیافت

برای اثربخشی عملیات بازیافت در مدیریت آوار، رعایت چند اصل اساسی ضروری است:

- **تحلیل بازار و تقاضا:** پیش از آغاز بازیافت باید بازار مصرف مواد بازیافتی شناسایی و ظرفیت فروش آن بررسی شود تا از انباشت مجدد پسماندهای فرآوری‌شده جلوگیری گردد.
- **ارزیابی فنی مواد:** بررسی ترکیب، میزان آلودگی و ارزش افزوده مواد کمک می‌کند تا منابع محدود به موادی اختصاص یابد که قابلیت بازیافت و سودآوری بالاتری دارند.
- **مدیریت ریسک‌های زیست‌محیطی:** شناسایی و کنترل آلودگی‌های شیمیایی، زیستی و فیزیکی برای حفظ سلامت کارگران، محیط زیست و مصرف‌کنندگان نهایی الزامی است.
- **تحلیل اقتصادی و زمانی:** هزینه و زمان بازیافت باید با دفن بهداشتی مقایسه شود تا گزینه‌ای انتخاب گردد که از نظر زیست‌محیطی و اقتصادی بهینه باشد.
- **رعایت استانداردها و ایمنی:** پایبندی به مقررات زیست‌محیطی، ایمنی کار و دریافت مجوزهای قانونی برای پیشگیری از خسارات انسانی و زیست‌محیطی ضروری است.

۵-۶- استانداردها، قوانین و مشوق های بازیافت

توسعه و موفقیت برنامه‌های بازیافت آوار در مدیریت بحران نیازمند چارچوبی مشخص از استانداردها، قوانین و سیاست‌های حمایتی است. این چارچوب تضمین می‌کند که فرآیندهای جمع‌آوری، تفکیک، حمل‌ونقل و فرآوری مواد بازیافتی به‌صورت ایمن، پایدار و اقتصادی انجام شود.

در سطح استانداردها، دستورالعمل‌های فنی برای شناسایی، جداسازی و پردازش مواد بازیافتی تدوین می‌شوند تا کیفیت محصولات نهایی تضمین شده و خطرات زیست‌محیطی و بهداشتی کاهش یابد. این استانداردها شامل روش‌های ایمنی در برخورد با مواد خطرناک، دستورالعمل‌های کاهش آلودگی، و معیارهای کیفی برای استفاده مجدد از مصالح بازیافتی در ساخت‌وساز هستند.

در حوزه قوانین و مقررات، دولت‌ها باید ضوابط روشنی برای مدیریت آوار، صدور مجوزهای لازم برای بازیافت‌کنندگان و کنترل‌های زیست‌محیطی تعیین کنند. قوانینی مانند الزام تفکیک پسماند در مبدا، محدودیت‌های دفن مواد قابل بازیافت، و استانداردهای حمل و دفع پسماندهای خطرناک، نقش مهمی در هدایت فعالیت‌های بازیافتی ایفا می‌کنند.

برای تقویت انگیزه‌ها، مشوق‌های اقتصادی و حمایتی همچون معافیت‌های مالیاتی، یارانه برای احداث مراکز بازیافت، تسهیلات بانکی کم‌بهره، و تضمین خرید محصولات بازیافتی می‌تواند سرمایه‌گذاری در این بخش را افزایش دهد. همچنین سیاست‌هایی نظیر اعمال هزینه‌های اضافی برای دفن پسماند و ارائه تخفیف به پروژه‌های بازسازی که از مصالح بازیافتی استفاده می‌کنند، موجب رونق چرخه بازیافت خواهد شد.

به‌طور کلی، وجود استانداردهای فنی شفاف، قوانین الزام‌آور و مشوق‌های اقتصادی، سه رکن اساسی در شکل‌گیری نظام بازیافت مؤثر و پایدار در مدیریت آوار پس از بحران‌ها محسوب می‌شود.

۵-۷- توصیه‌های عملیاتی برای بازیافت آوار

اجرای مؤثر بازیافت در شرایط بحران نیازمند برنامه‌ریزی پیشگیرانه، سازمان‌دهی میدانی، قراردادهای شفاف و ظرفیت‌سازی نیروی انسانی است.

در مرحله پیش از بحران باید مواد قابل بازیافت شناسایی، بازار فروش ارزیابی، پیمانکاران متخصص انتخاب، مکان‌های ذخیره موقت آماده و توافق‌نامه‌های قانونی برای پشتیبانی لجستیکی و مجوزها منعقد شود.

مکان‌های دپوی موقت نقش محوری در فرآیند بازیافت دارند و باید امکان تفکیک اولیه، حذف آلودگی‌ها، پردازش فیزیکی و بسته‌بندی ایمن برای انتقال به واحدهای بازیافت را فراهم کنند.

برای اطمینان از کیفیت عملیات، قراردادهای الزام‌آور با پیمانکاران شامل تعهدات فنی، الزامات ایمنی و زیست‌محیطی، سازوکارهای گزارش‌دهی و مشوق‌های عملکردی ضروری است.

همچنین، آموزش و توانمندسازی تیم‌های محلی از طریق دستورالعمل‌های ساده، دوره‌های آموزشی کوتاه‌مدت، جذب داوطلبان و آموزش تخصصی تیم‌های بازرسی، به افزایش بهره‌وری و ایمنی عملیات کمک می‌کند.

فصل ۶

تجهیزات و ماشین‌آلات مورد نیاز برای مدیریت آوار

۶- تجهیزات و ماشین آلات مورد نیاز برای مدیریت آوار

۶-۱- مقدمه

برآورد مناسب تجهیزات مورد نیاز برای عملیات آواربرداری، نقش تعیین‌کننده‌ای در سرعت، ایمنی، و اثربخشی مداخله دارد. این فرآیند باید با در نظر گرفتن عواملی همچون حجم، نوع و پراکندگی آوار، وضعیت دسترسی، ظرفیت‌های لجستیکی، و توان نیروی انسانی، به‌گونه‌ای طراحی شود که اجرای عملیات در کوتاه‌ترین زمان و با حداکثر ایمنی صورت گیرد.

عملیات آواربرداری، به‌ویژه در ساعات اولیه پس از وقوع بحران، نیازمند به‌کارگیری ترکیبی از ماشین‌آلات سنگین، نیمه‌سنگین و ابزارهای سبک است که بتوانند در شرایط متغیر و گاه بسیار دشوار محیط حادثه، عملکرد مؤثری داشته باشند. نوع حادثه (مانند زلزله، سیل، رانش زمین یا انفجار)، موقعیت جغرافیایی، تراکم شهری و ویژگی‌های کالبدی منطقه، همگی بر انتخاب نوع تجهیزات و نحوه استقرار و بهره‌برداری از آن‌ها اثرگذارند.

از این‌رو، این فصل با هدف شناسایی و دسته‌بندی ماشین‌آلات و تجهیزات مورد نیاز برای عملیات آواربرداری، بررسی ویژگی‌های فنی هر دسته، تبیین الزامات بهره‌برداری ایمن، و ارائه چارچوبی برای برنامه‌ریزی و استقرار آن‌ها تدوین شده است. همچنین، به ملاحظات اجرایی، الزامات لجستیکی، و ظرفیت‌سازی برای بهره‌برداری بهینه از منابع موجود نیز پرداخته خواهد شد.

۶-۲- دسته بندی تجهیزات و ماشین آلات بر اساس نوع کاربرد

در عملیات آواربرداری، دسته‌بندی مناسب و کاربردی تجهیزات، پایه‌ای برای تخصیص بهینه منابع، تصمیم‌گیری سریع، و مدیریت مؤثر عملیات می‌باشد. تجهیزات مورد استفاده در عملیات آواربرداری، بسته به نوع عملکرد، درجه تخصص، قابلیت مانور، و سطح ایمنی مورد نیاز، به گروه‌های مختلفی تقسیم می‌شوند. این دسته‌بندی کمک می‌کند تا متناسب با هر فاز عملیاتی، از برداشت آوار تا خردکردن، بارگیری و انتقال، تجهیزات مناسب، در زمان و مکان درست مورد استفاده قرار گیرند.

شناخت صحیح این دسته‌ها، علاوه‌بر بهینه‌سازی استفاده از منابع، امکان برنامه‌ریزی انعطاف‌پذیر در شرایط متغیر بحرانی، آموزش هدفمند نیروهای عملیاتی، **و** تسریع در واکنش اضطراری را نیز فراهم می‌کند. به‌طور کلی، تجهیزات آواربرداری را می‌توان به سه دسته اصلی تقسیم کرد:

۶-۲-۱- ماشین‌آلات سنگین

ماشین‌آلاتی مانند بیل مکانیکی، لودر، بولدوزر، جرثقیل، و کامیون کمپرسی در این گروه قرار دارند. این تجهیزات عمدتاً برای جابجایی احجام بزرگ آوار، تخریب سازه‌های ناپایدار، و بازگشایی مسیرهای اصلی به‌کار گرفته می‌شوند و به

نیروی انسانی متخصص و فضای عملیاتی نسبتاً باز نیاز دارند. در مراحل میانی تا پایانی عملیات، ماشین‌آلات سنگین نقش محوری در افزایش سرعت و حجم برداشت دارند.

۶-۲-۲- تجهیزات نیمه‌سنگین و متوسط

این گروه شامل تجهیزاتی است که ترکیبی از قدرت و قابلیت مانور بالا را ارائه می‌دهند، مانند مینی‌لودر (بابکت)، لیفتراک، پیکور و دستگاه‌های مکنده غبار یا برش بتن. این تجهیزات برای محیط‌های نیمه‌محدود، مناطق متراکم شهری، یا عملیات‌هایی با دقت بالا بسیار مفید هستند.

۶-۲-۳- ابزارهای سبک و قابل‌حمل

در فازهای اولیه جست‌وجو و نجات، یا در فضاهایی با دسترسی بسیار محدود، ابزارهای سبک نقش اصلی را ایفا می‌کنند. اره‌های موتوری، کمپرسورهای دستی، دیلم، طناب نجات، ابزارهای برش و تجهیزات تشخیص حیات در این گروه قرار می‌گیرند. این ابزارها معمولاً توسط تیم‌های امداد و نجات، داوطلبان یا نیروهای واکنش سریع مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در جدول ۶-۱، دسته‌بندی تجهیزات مورد استفاده در عملیات آواربرداری به‌همراه کاربرد اصلی، ملاحظات عملیاتی و توضیحات تکمیلی ارائه شده است، که می‌تواند به عنوان مبنایی برای برنامه‌ریزی تجهیزاتی و تصمیم‌گیری میدانی مورد استفاده قرار گیرد. همچنین در جدول ۶-۲، حجم قابل جابجایی و ظرفیت عملیاتی تعدادی از تجهیزات کلیدی مورد استفاده در عملیات آواربرداری ارائه شده است، تا در برآورد توان اجرایی و برنامه‌ریزی عملیاتی مورد استفاده قرار گیرد. استفاده از این تجهیزات بخصوص در مجاورت تأسیسات زیرزمینی حساس باید در اولویت باشد.

جدول ۶-۱: دسته‌بندی تجهیزات آواربرداری به همراه کاربرد و ملاحظات عملیاتی

دسته‌بندی تجهیزات	نوع ماشین‌آلات	کاربرد اصلی	ملاحظات عملیاتی	توضیحات تکمیلی
تجهیزات سنگین	بولدوزر، بیل مکانیکی، لودر، جرثقیل، گریدر، دریل واگن، بیل بکهو	جمع‌آوری، بارگیری، تخریب ساختارهای ناپایدار	نیازمند اپراتور مجاز، پایش مصرف سوخت	مناسب برای تخریب ساختمان‌های بزرگ، بازگشایی مسیرهای اصلی، و بارگیری احجام زیاد آوار. لودر چرخ‌زنجیری برای زمین‌های ناهموار، بیل مکانیکی برای حفاری و بارگیری انتخاب می‌شود. جرثقیل برای بلند کردن قطعات بزرگ سازه‌ای ضروری است.
تجهیزات حمل و نقل	کامیون کمپرسی، تریلر، تانکر آب، خودروهای چندمنظوره امدادی	حمل آوار، مواد خطرناک یا قابل بازیافت	باید دارای GPS، تهویه، پوشش ضد نشت باشد	کامیون کمپرسی برای انتقال سریع آوار به سایت‌های دفع، تریلر برای حمل ماشین‌آلات یا قطعات حجیم، تانکر آب برای مهار گردوغبار یا پشتیبانی خدمات بهداشتی. مجهز بودن به سیستم مکان‌یابی و ارتباطی الزامی است.
تجهیزات ویژه	خردکن آوار، بالابر، سیستم غربالگری، مکنده صنعتی، دستگاه برش بتن، چکش هیدرولیکی	بازیافت در محل، تخلیه زیرسطحی	بسته به نوع آوار، نیاز به آموزش دارد	شامل دستگاه‌های تخصصی مانند خردکن بتن برای کاهش حجم آوار، مکنده صنعتی برای جمع‌آوری مواد پودری یا آلاینده، سیستم غربالگری برای جداسازی مصالح قابل بازیافت. نیازمند اپراتور آموزش‌دیده و نگهداری دقیق هستند.
تجهیزات پشتیبان	ژنراتور، نورافکن سیار، تانکر سوخت، مخازن موقت، کانکس سیار فرماندهی	پشتیبانی لجستیکی، عملیات شبانه	تأمین انرژی اضطراری و خدمات پشتیبان	در مواقع قطعی برق یا عملیات شبانه حیاتی‌اند. نورافکن سیار برای روشن‌سازی مناطق وسیع، ژنراتور برای تأمین برق اضطراری، تانکر سوخت جهت پشتیبانی تجهیزات سنگین. باید در هر پایگاه عملیات پیش‌بینی شود.
تجهیزات دستی/سبک	فرغون، بیل، اره دستی، کپسول آتش‌نشانی، نردبان، طناب نجات، دستگاه هشدار حیات	عملیات دقتی، جمع‌آوری دستی یا در فضای محدود	در توزیع مشارکتی جوامع مؤثر است	برای عملیات موضعی یا کار در فضاهای بسته مانند زیرزمین‌ها یا بافت‌های فرسوده مناسب هستند. می‌توان به ابزارهای امداد و نجات، نردبان، انبر، طناب نجات، دستگاه‌های هشداردهنده و وسایل حفاظت فردی نیز اشاره کرد.

جدول ۶-۲: ظرفیت عملیاتی و حجم قابل جابجایی تجهیزات آواربرداری

نوع تجهیزات	ظرفیت عملیاتی تقریبی (در روز)	حجم قابل جابجایی (مترمکعب/روز)	توضیحات فنی
لودر چرخ‌لاستیکی	۸۰ تا ۱۵۰ سرویس کامیون	۳۰۰ تا ۶۰۰	کاربرد عمومی در بارگیری و انتقال آوار در معابر باز؛ متناسب با سطح زمین و نوع مصالح
بیل مکانیکی	۵۰ تا ۱۰۰ سرویس کامیون	۲۵۰ تا ۵۰۰	قابل استفاده برای حفاری، جمع‌آوری آوارهای سنگین و قطعات بتنی
بولدوزر	۳۰۰۰ تا ۵۰۰۰ مترمربع زمین	بسته به ضخامت آوار	مؤثر در پاک‌سازی مسیرهای اصلی، صاف‌سازی زمین و جابجایی لایه‌های ضخیم
کامیون کمپرسی	۸ تا ۱۲ سرویس در روز	۸۰ تا ۱۵۰	مناسب برای انتقال آوار به محل دفن یا بازیافت؛ وابسته به حجم اتاق بار
دستگاه خردکن آوار	۱۰۰ تا ۳۰۰ تن مصالح	-	برای کاهش حجم آوار در محل و استفاده مجدد از مصالح خردشده در زیرسازی
نقاله انتقال آوار	۱۰۰ تا ۵۰۰ مترمکعب آوار	-	قابل استفاده در مراکز موقت پردازش آوار جهت انتقال مصالح به خط تفکیک
جرثقیل متحرک	تا ۲۰ بار جابجایی	بسته به تناژ سازه	ضروری در بلند کردن اجسام سنگین یا قطعات سازه‌ای در مناطق متراکم
تانکر آب‌پاش	۵۰ تا ۱۰۰ هزار لیتر	-	پاشش آب برای کنترل گردوغبار و کاهش آلایندگی محیطی در محل آوار
بالابر سیار	۲۰ تا ۴۰ عملیات	بسته به ظرفیت بالابر	موردنیاز در سایت‌هایی با محدودیت دسترسی یا کار در ارتفاع
ماشین فشرده‌ساز آوار	۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ مترمربع سطح	-	جهت متراکم‌سازی آوار در محل دفن یا سایت‌های ذخیره‌سازی موقت
مینی‌لودر (بابکت)	۳۰ تا ۶۰ سرویس موضعی	۱۰۰ تا ۲۰۰	مناسب برای کار در فضاهای محدود و بافت‌های متراکم شهری
چکش هیدرولیکی	۵۰ تا ۱۰۰ مترمکعب تخریب موضعی	بسته به سختی مصالح	تجهیزات تخریب موضعی برای بتن یا آوارهای مقاوم

۶-۳- برآورد تعداد تجهیزات و ماشین آلات مورد نیاز

برآورد دقیق تعداد ماشین‌آلات و تجهیزات مورد نیاز برای عملیات آواربرداری از اهمیت بالایی برخوردار است تا برنامه‌ریزی منابع بهینه و موثر انجام شود. در این راستا، تعداد ماشین‌آلات مورد نیاز بر اساس ظرفیت کاری و حجم آوار قابل جابجایی محاسبه می‌شود. در ادامه، روابطی برای تخمین ظرفیت روزانه ماشین‌آلات و تعداد مورد نیاز ارائه شده است. با استفاده از این روابط، مدیران و برنامه‌ریزان قادر خواهند بود با توجه به شرایط خاص هر عملیات، تعداد دقیق ماشین‌آلات مورد نیاز را تخمین زده و منابع خود را بهینه تخصیص دهند.

- **ظرفیت روزانه هر ماشین (بار خروجی)**

معادله ٦-١

$$Q = R \times H \times E$$

در رابطه فوق تعریف هر یک از پارامترها بصورت زیر می‌باشد:

Q: ظرفیت روزانه (متر مکعب)

R: نرخ بارگیری در ساعت

H: تعداد ساعات کاری روزانه

E: ضریب بهره‌وری واقعی (بین ۰/۶ تا ۰/۸)

- **تعداد ماشین آلات مورد نیاز**

معادله ٦-٢

$$N = \frac{DV \times F}{Q \times D}$$

N: تعداد تجهیزات مورد نیاز

DV: حجم کل آوار (متر مکعب)

F: ضریب سختی آوار (برای بتن معمولاً ۱/۲ ، چوب ۰/۸)

D: تعداد روزهای برنامه‌ریزی شده برای عملیات

۶-۴- نیروی انسانی (متخصص) برای عملیات آواربرداری

در عملیات آواربرداری، هماهنگی دقیق و موثر میان ماشین‌آلات و نیروی انسانی از عوامل اساسی برای افزایش کارایی و حفظ ایمنی محسوب می‌شود. هر نوع تجهیزات، از بیل مکانیکی و لودر گرفته تا بولدوزر، کامیون کمپرسی و دستگاه‌های تخصصی، نیازمند تیمی متشکل از رانندگان ماهر، تعمیرکاران، مسئولان ایمنی، کارشناسان زیست‌محیطی و اپراتورهای ثبت و پایش اطلاعات است. برای مثال، یک بولدوزر متوسط معمولاً به یک راننده اصلی، یک کمک برای پشتیبانی ایمنی و در مواردی یک تعمیرکار اختصاصی نیاز دارد. علاوه بر این، در شرایط مختلف و بسته به نوع آوار، تیم‌های پشتیبانی چند نفره مسئول هماهنگی عملیات، بررسی مسیرها و ثبت داده‌ها هستند.

همزمان با تناسب تعداد نیروها با ماشین‌آلات، تخصص و مهارت نیروی انسانی اهمیت ویژه‌ای دارد. نیروهای عملیاتی باید پیش از شروع بحران آموزش دیده و با نحوه استفاده از تجهیزات، اصول ایمنی و فرآیندهای کاری آشنا شوند. این آموزش‌ها موجب افزایش آمادگی، کاهش خطرات و بهبود کیفیت عملکرد در شرایط اضطراری می‌شود.

برای حفظ بهره‌وری و جلوگیری از خستگی، برنامه‌ریزی شیفت‌های کاری مناسب اهمیت دارد. با توجه به شرایط، استفاده از شیفت‌های ۳ گانه ۸ ساعته یا ۲ شیفت ۱۲ ساعته می‌تواند به حفظ سلامت کارکنان و افزایش کارایی کمک کند.

از نظر نسبت نیروی انسانی به تجهیزات، توصیه می‌شود هر دستگاه آواربردار حداقل توسط یک راننده و یک تا دو نفر نیروی پشتیبان همراهی شود. این نسبت در شرایط دشوارتر و محیط‌های پرخطر، مانند مناطق شهری متراکم، باید افزایش یافته و دقیق‌تر مدیریت شود تا عملیات به صورت روان و ایمن پیش برود.

۶-۵- برآورد مدت زمان لازم برای انجام عملیات آواربرداری

تخمین مناسب مدت زمان مورد نیاز برای عملیات آواربرداری، یکی از پارامترهای مهم در برنامه‌ریزی منابع، تخصیص نیروی انسانی و انتخاب ناوگان ماشین‌آلات است. این زمان به عوامل متعددی بستگی دارد که مهم‌ترین آن‌ها در زیر بیان شده است.

- حجم آوار
- نرخ پاکسازی روزانه هر تجهیز
- تعداد تجهیزات فعال
- میزان دسترسی به محل عملیات، که به عنوان ضریب کاهشی در نظر گرفته می‌شود و تحت تأثیر عواملی مانند انسداد مسیر، شیب زیاد یا محدودیت فضای کاری قرار می‌گیرد
- ضریب کارایی عملیاتی که برای لحاظ کردن وقفه‌هایی نظیر سوخت‌گیری، تعمیرات و سایر عوامل غیرمستقیم مورد استفاده قرار می‌گیرد

بر اساس فاکتورهای فوق مدت زمیان مورد نیاز برای عملیات آواربرداری را میتوان بصورت زیر برآورد نمود.

معادله ۶-۳

$$Time\ Required(day) = \frac{DV}{Q \times N \times OE \times AC}$$

در رابطه فوق تعریف هر یک از پارامترها بصورت زیر می‌باشد:

N: تعداد تجهیزات مورد نیاز

DV: حجم کل آوار (متر مکعب)

Q: ظرفیت پاکسازی روزانه هر تجهیز (متر مکعب)

OE: ضریب کارایی (بین ۰/۶ تا ۰/۸، معمولاً ۰/۸ در شرایط عادی)

AC: ضریب دسترسی (بین ۰/۵ تا ۱، بستگی به نوع معبر دارد)

۶-۶- ایجاد بانک اطلاعاتی، پیش موقعیت یابی و قراردادهای پیشینی

یکی از عوامل حیاتی در موفقیت عملیات آواربرداری، دسترسی سریع و سازمان‌یافته به ماشین‌آلات و تجهیزات در ساعات اولیه بحران است. هرگونه تأخیر در تأمین این تجهیزات می‌تواند به افزایش خسارات ثانویه، کاهش اثربخشی امداد و حتی تهدید جان بازماندگان منجر شود. بر این اساس، تدوین یک راهبرد جامع برای ذخیره‌سازی و پیش‌موقعیت‌یابی تجهیزات، در کنار تنظیم قراردادهای پیشینی با تأمین‌کنندگان، امری اجتناب‌ناپذیر است.

- **ایجاد بانک اطلاعاتی تجهیزات و ظرفیت‌های عملیاتی:** به‌منظور کاهش زمان واکنش در حوادث گسترده، ایجاد بانک اطلاعاتی جامع از تجهیزات و ظرفیت‌های عملیاتی در سطح ملی و استانی ضروری است. این بانک‌ها می‌توانند شامل تجهیزات سنگین، نیمه‌سنگین و ابزارهای سبک مورد نیاز در بحران باشند. این سامانه باید به‌صورت دوره‌ای به‌روزرسانی شده و در دسترس مرکز عملیات اضطراری (EOC) قرار گیرد.

- **قراردادهای پیشینی با بخش خصوصی:** با توجه به اینکه تمامی تجهیزات و ماشین‌آلات مورد نیاز در زمان بحران معمولاً در اختیار نهادهای دولتی یا امدادی نیست، انعقاد قراردادهای همکاری از پیش تعیین‌شده با شرکت‌های خصوصی، پیمانکاران محلی و مالکان ماشین‌آلات سنگین می‌تواند نقش مؤثری در جبران این کمبود ایفا کند.
- این قراردادها باید شامل موارد همچون نوع و تعداد تجهیزات تعهدشده برای تأمین، مدت زمان پاسخ‌گویی پس از اعلام نیاز، شرایط نگهداری، بیمه، راننده، سوخت و پشتیبانی، و نرخ کرایه و شرایط مالی شفاف و از پیش تعیین‌شده باشد. وجود چنین توافق‌نامه‌هایی موجب می‌شود تا در لحظه بحران، بدون نیاز به مذاکرات زمان‌بر، بتوان از ظرفیت‌های بخش خصوصی بهره گرفت.
- **مدیریت دسترسی در ساعات اولیه:** دسترسی فوری به تجهیزات، به‌ویژه در ساعات اولیه بحران، عامل تعیین‌کننده در آغاز سریع عملیات امداد و نجات و جلوگیری از انباشت آوار در مسیرهای حیاتی است. بنابراین، سامانه‌ای متمرکز و لحظه‌ای برای مدیریت موجودی تجهیزات، رهگیری موقعیت و تعیین وضعیت آماده‌باش آن‌ها باید توسعه یابد. این سامانه همچنین شفافیت و سرعت تصمیم‌گیری در شرایط بحرانی را افزایش دهد.

۶-۷- جمع بندی و توصیه ها

عملیات آواربرداری، به‌عنوان یکی از مراحل مهم در مدیریت بحران، نیازمند برنامه‌ریزی دقیق، هماهنگی منابع و استفاده مؤثر از تجهیزات و ماشین‌آلات است. تجربیات میدانی و مطالعات تخصصی نشان می‌دهند که کارایی و اثربخشی عملیات به میزان زیادی به نحوه انتخاب، نگهداری، به‌کارگیری و مدیریت تجهیزات وابسته است.

به‌روزرسانی مداوم تجهیزات، چه از نظر فنی و چه از نظر ایمنی، از جمله اقدامات ضروری برای تضمین آمادگی عملیاتی در شرایط بحرانی است. استفاده از فناوری‌های نوین مانند سیستم‌های پایش لحظه‌ای، دوربین‌های دید در شب، تجهیزات هوشمند مکانیکی، سامانه‌های خودکار تشخیص مانع، و سیستم‌های موقعیت‌یاب پیشرفته (GPS) می‌تواند ضمن ارتقاء ایمنی، موجب افزایش بهره‌وری و کاهش خطای انسانی در عملیات شود.

همچنین، اولویت‌بندی نیازهای تجهیزاتی بر اساس تحلیل ریسک منطقه‌ای اقدامی کلیدی برای تخصیص بهینه منابع محسوب می‌شود. این رویکرد کمک می‌کند تا نقاط پرریسک شناسایی شده و تجهیزات لازم متناسب با ویژگی‌های آن مناطق (نظیر بافت شهری متراکم، مناطق کوهستانی یا صنعتی) تأمین و پیش‌موقعیت‌یابی شوند.

در کنار آن، آموزش مستمر و هدفمند نیروهای اپراتور و تیم‌های پشتیبان اهمیت زیادی دارد. این آموزش‌ها باید نه تنها شامل کار با تجهیزات متداول، بلکه شامل سناریوهای عملیاتی، مدیریت شرایط بحرانی، اصول ایمنی پیشرفته و نگهداری ماشین‌آلات نیز باشد. تمرین‌های دوره‌ای و مانورهای شبیه‌سازی بحران به درک بهتر وظایف، هماهنگی تیمی و تصمیم‌گیری سریع در شرایط واقعی کمک می‌کند.

در نهایت، توصیه می‌شود که:

- سازوکار منظمی برای پایش عملکرد تجهیزات و بازنگری دوره‌ای در کفایت ناوگان موجود ایجاد شود.
- مستندسازی عملیات، استخراج درس‌آموخته‌ها و بازخوردگیری از تیم‌های میدانی به‌عنوان یک فرآیند یادگیرنده در دستور کار قرار گیرد.
- همکاری میان‌بخشی بین نهادهای دولتی، شهرداری‌ها، نیروهای امدادی و بخش خصوصی تقویت شده و چارچوب‌های قانونی برای مشارکت آن‌ها از پیش تعریف شود.
- ذخایر راهبردی تجهیزات و ماشین‌آلات به صورت منطقه‌ای سازماندهی و با سامانه‌های مدیریت بحران یکپارچه‌سازی شوند.

با اتخاذ رویکردی جامع، فناورمحور و انسان‌محور در مدیریت تجهیزات آواربرداری، می‌توان ظرفیت پاسخگویی به بحران‌ها را به‌طور معناداری افزایش داده و از بروز اختلالات ثانویه جلوگیری کرد.

تعریف واژگان کلیدی دستورالعمل

به‌منظور وحدت رویه در استفاده از مفاهیم و اصطلاحات، تعاریف کلیدی به‌کاررفته در این دستورالعمل به شرح زیر ارائه می‌گردد.

A

بحران ***Crisis***

وضعیتی اضطراری و غیرعادی ناشی از حوادث یا تهدیدات که موجب اختلال در نظام اجتماعی، اقتصادی یا امنیتی می‌گردد و نیازمند مدیریت فوری و هماهنگ است.

آوار ***Debris***

بقایای مصالح و مواد ناشی از تخریب ساختمان‌ها، زیرساخت‌ها و تاسیسات در اثر وقوع بلایا و حوادث

مدیریت آوار ***Debris Managment***

مجموعه اقدامات برنامه‌ریزی، جمع‌آوری، جداسازی، حمل، ذخیره‌سازی موقت، بازیافت، دفع و استفاده مجدد از آوار به‌منظور تسهیل بازسازی و کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی و بهداشتی.

محل دپوی دائم ***Disposal Site***

محل‌های دائمی شامل مراکز بازیافت، دفن مهندسی‌شده یا تأسیسات پردازش نهایی که برای دفع ایمن، بلندمدت و پایدار آوار و پسماندهای باقی‌مانده پس از عملیات تفکیک و پردازش اولیه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

بلایا ***Disasters***

رویدادهای طبیعی یا انسان‌ساخت که منجر به اختلال گسترده در عملکرد جامعه و ایجاد خسارات شدید به جان، مال، زیرساخت‌ها و محیط‌زیست می‌شوند و بازگرداندن شرایط عادی بدون کمک‌های ویژه دشوار است.

خطرات انسان‌ساخت ***Man-made Hazard***

حوادثی ناشی از فعالیت‌های انسانی مانند انفجارهای صنعتی، حوادث حمل‌ونقل، تخریب‌های عمدی یا غیرعمدی و آلودگی‌های شیمیایی.

مخاطرات طبیعی ***Natural Disaster***

پدیده‌های طبیعی از جمله زلزله، سیل، رانش زمین، طوفان، آتش‌سوزی جنگل‌ها و سایر حوادث مشابه که پتانسیل ایجاد خسارت دارند.

محل دپوی موقت ***Temporary Debris Storage Site***

محل موقتی که به‌منظور جمع‌آوری، جداسازی، کاهش حجم، ذخیره‌سازی کوتاه‌مدت و انجام پردازش‌های اولیه بر روی آوار و نخاله‌های حاصل از حوادث مورد استفاده قرار می‌گیرد. این سایت‌ها پیش از انتقال مواد به مراکز بازیافت دائم یا محل‌های دفن نهایی به‌کار گرفته می‌شوند و نقش مهمی در تسریع عملیات مدیریت آوار دارند.

پسماند ***Waste***

مواد زائد ناشی از فعالیت‌های انسانی که به‌صورت روزمره یا در فرآیندهای صنعتی تولید می‌شوند و ارتباطی مستقیم با حادثه ندارند.

پیوست

نظامنامه تدوین و ابلاغ مستندات، راهنماها و ضوابط

نسخه ۳۰-۱۱-۱۴۰۴

پیوست الف: چک لیست های مربوط به شناسایی و تفکیک پسماندهای خطرناک

چک‌لیست ۱: شناسایی پسماندهای خطرناک پس از زلزله

ردیف	مورد ارزیابی	شرح / نشانه‌ها	اقدام توصیه‌شده
۱	آوار حاوی مواد مشکوک (مانند آزبست، جیوه)	سقف‌ها، دیوارهای داخلی یا عایق‌های قدیمی	شناسایی سازه‌های قدیمی، نمونه‌برداری و ثبت محل خطر
۲	تجهیزات شکسته‌شده صنعتی یا پزشکی	دستگاه‌های آزمایشگاهی، منابع رادیواکتیو، مخازن گاز	گزارش فوری به تیم‌های ایمنی ویژه و ایزوله‌سازی منطقه
۳	مواد ریخته‌شده در کارگاه‌ها، مغازه‌ها یا انبارها	رنگ‌ها، تینر، شوینده‌های صنعتی، باتری‌ها	استفاده از تجهیزات جفاظت فردی و تفکیک با برچسب پسماند خطرناک
۴	مدفوع انسانی یا حیوانی در بین آوار	نشانه شیوع بیماری در نقاط بدون سرویس بهداشتی	آهک‌پاشی، قرنطینه محدود و اطلاع‌رسانی به تیم بهداشت محیط
۵	وسایل برقی له‌شده یا سوخته	پتانسیل آلودگی فلزی و شیمیایی	جمع‌آوری در ظروف مجزا، بدون فشرده‌سازی یا شکستن

چک‌لیست ۲: شناسایی پسماندهای خطرناک پس از سیل

ردیف	مورد ارزیابی	شرح / نشانه‌ها	اقدام توصیه‌شده
۱	ظروف نشت‌کرده یا شناور حاوی مواد ناشناس	حضور بطری‌ها، گالن‌ها یا مخازن بدون برچسب	جمع‌آوری احتیاطی، نمونه‌برداری و ایزوله‌سازی در محل موقت
۲	لجن، گل یا رسوبات غیرطبیعی با بوی شیمیایی	بوی نفت، رنگ، مواد شوینده یا پسماند صنعتی	بررسی ترکیب لجن قبل از انتقال؛ نیاز به آزمایش نمونه
۳	لوازم خانگی آب‌خورده (یخچال، اجاق، لباس‌شویی)	احتمال نشت روغن، گاز، مایعات تمیزکننده	برچسب‌گذاری و تفکیک از زباله عمومی
۴	آفت‌کش‌ها، سموم یا مواد شوینده بیرون‌ریخته‌شده از منازل، انبارها یا مزارع	ظروف خالی، متورم یا شکسته‌شده در آب یا در حاشیه ساختمان‌ها	ثبت محل، تخلیه کنترل‌شده، و بسته‌بندی مجزا با هشدار خطرناک
۵	زباله خانگی مخلوط با لجن، فاضلاب یا مدفوع	آلودگی میکروبی و زیستی	انتقال به محل تفکیک ثانویه با رعایت استانداردهای بهداشتی

چک‌لیست ۳: اجرایی شناسایی پسماندهای خطرناک پس از آتش‌سوزی

ردیف	مورد ارزیابی	شرح / نشانه‌ها	اقدام توصیه‌شده
۱	خاکسترها و مواد سوخته‌شده با رنگ غیرطبیعی (خاکستری تیره، سبز، آبی یا زرد)	احتمال وجود فلزات سنگین، باتری یا مواد شیمیایی	نمونه‌برداری و ارسال برای آزمایش در آزمایشگاه محیط‌زیست
۲	بقایای تجهیزات الکترونیکی و سیم‌کشی سوخته	احتمال وجود فلزات سنگین مانند سرب، جیوه و کادمیوم	جمع‌آوری با احتیاط، بسته‌بندی ایمن و انتقال به محل نگهداری موقت زباله‌های خطرناک
۳	ظروف پلاستیکی، فلزی یا شیشه‌ای ذوب‌شده یا شکسته‌شده دارای باقیمانده	احتمال باقی‌ماندن مواد قابل اشتعال، سمی یا خورنده	استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب و برچسب‌گذاری جهت جداسازی فوری
۴	بوی تند شیمیایی در محل آتش‌سوزی	نشانه نشت یا احتراق ناقص مواد شیمیایی یا سوخت	تهویه منطقه، پرهیز از تماس مستقیم، استفاده از دستگاه‌های سنجش گاز
۵	پسماندهای کشاورزی یا صنعتی نیم‌سوخته (مثلاً بقایای کود، آفت‌کش یا روغن‌های صنعتی)	آلودگی بالقوه خاک و هوا	شناسایی منبع، تفکیک در محل و بسته‌بندی با رعایت الزامات ایمنی شیمیایی
۶	مواد سوخته‌شده با اثرات زیست‌محیطی خاص (نشت به آب یا خاک)	خطر انتشار آلودگی ثانویه	اطلاع‌رسانی فوری به کارشناسان محیط‌زیست و آب و فاضلاب برای اقدامات مهارکننده
۷	پسماندهای قابل انفجار یا واکنش‌زا (مانند کپسول گاز، حلال‌ها)	خطر انفجار ثانویه یا ترکیب شیمیایی	دورسازی از منطقه، ایزوله‌سازی محیط و ارجاع به تیم خنثی‌سازی تخصصی

چک‌لیست ۴: شناسایی پسماندهای خطرناک پس از طوفان

ردیف	مورد ارزیابی	شرح / نشانه‌ها	اقدام توصیه‌شده
۱	مواد تخریب‌شده سقف یا دیوار حاوی آزبست یا مواد مشابه	تکه‌های فایبرسمنت، لایه‌های عایق، بام‌های قدیمی	نمونه‌برداری، ایزوله‌سازی و ارجاع به تیم تخصصی
۲	درختان یا تیرهای برق شکسته با کابل‌های پاره	خطر برق‌گرفتگی و آلودگی فلزی یا حرارتی	گزارش فوری به شبکه برق؛ عدم جابه‌جایی تا ایمن‌سازی
۳	مخازن گاز، کپسول یا مواد شیمیایی جابه‌جا شده در طوفان	پیدا شدن در فضاهای باز، خودروها یا اطراف خانه‌ها	ثبت موقعیت و تخلیه ایمن توسط تیم تخصصی مواد خطرناک
۴	آلودگی‌های ناشی از نشت مخازن سوخت	لکه‌های روغنی، بوی تند هیدروکربنی	ایجاد سد خاکی موقت و نمونه‌برداری از خاک و آب مجاور
۵	تجهیزات خورده‌شده یا مخدوش الکترونیکی	احتمال نشت فلزات سنگین	جداسازی کامل و انتقال به بخش مدیریت زباله‌های الکترونیکی

چک‌لیست ۵: اجرایی شناسایی پسماندهای خطرناک پس از درگیری‌های نظامی

ردیف	مورد ارزیابی	شرح / نشانه‌ها	اقدام توصیه‌شده
۱	مهمات منفجر نشده یا مین‌های زمینی	بقایای خمپاره، گلوله، راکت یا مین قابل مشاهده یا نیمه‌مدفون	ایزوله‌سازی فوری محل، اطلاع به تیم خنثی‌سازی مواد منفجره، عدم جابجایی تا پاک‌سازی کامل
۲	تجهیزات نظامی آسیب‌دیده یا رهاشده	خودروهای نظامی سوخته، تجهیزات زرهی، بقایای سلاح‌های سنگین	مستندسازی محل، استفاده از تجهیزات حفاظت فردی، ارجاع به تیم تخصصی تسلیحات و ایمنی میدان نبرد
۳	آلودگی‌های شیمیایی یا فسفری	بوی تند، دود سفید/زرد، مایعات ناشناخته در اطراف سایت‌های بمباران‌شده	تهویه محیط، عدم تماس مستقیم، ثبت محل، استفاده از تجهیزات تشخیص آلودگی شیمیایی
۴	تأسیسات صنعتی یا نظامی آسیب‌دیده	انبارهای سوخت، کارگاه‌های تولیدی، پادگان‌ها	ارزیابی ترکیب آوار، تفکیک مواد خطرناک، ارسال نمونه برای آزمایشگاه تخصصی
۵	مواد قابل اشتعال یا انفجار	مخازن، کپسول‌های گاز، بشکه‌های سوخت یا مواد شیمیایی	ایمن‌سازی شعاع اطراف، حمل با احتیاط بالا، ثبت برچسب خطر انفجار
۶	خاک و نخاله آلوده به بقایای سوخت یا مواد شیمیایی	لکه‌های روغنی، تغییر رنگ خاک، نشت مایعات ناشناخته از آوار	نمونه‌برداری از خاک، جداسازی و دفع بر اساس دستورالعمل پسماندهای آلوده
۷	زباله‌های ترکیبی اردوگاه‌های آوارگان	پسماندهای پزشکی، دارویی، باتری، ظروف شوینده یا ضدعفونی‌کننده	تفکیک اولیه در محل اردوگاه، استقرار مخازن تفکیکی و آموزش به ساکنان

پیوست ب: چک لیست ایمنی آواربرداری در مجاورت تأسیسات حیاتی

این چک‌لیست در خصوص کلیه تأسیسات حیاتی زیرزمینی شامل خطوط انتقال آب شرب، گاز، برق، مخابرات و فاضلاب کاربرد داشته و رعایت آن در عملیات آواربرداری الزامی است.

چک‌لیست ۱: اقدامات پیش از شروع آواربرداری

ردیف	مورد کنترل
۱	اخذ نقشه‌های به‌روز تأسیسات زیرزمینی از دستگاه بهره‌بردار
۲	هماهنگی رسمی با شرکت بهره‌بردار (آبفا/گاز/برق)
۳	علامت‌گذاری میدانی مسیر خطوط با رنگ یا نوار هشدار
۴	تعیین و آماده‌سازی محل شیرهای قطع اضطراری
۵	اطلاع‌رسانی به اپراتور ماشین‌آلات درباره وجود خطوط
۶	توجیه ایمنی نیروهای اجرایی پیش از شروع عملیات
۷	استقرار نماینده دستگاه بهره‌بردار در محل (در صورت لزوم)

چک‌لیست ۲: اقدامات حین عملیات آواربرداری

ردیف	مورد کنترل
۱	عدم استقرار یا تردد ماشین‌آلات سنگین روی حریم خطوط
۲	استفاده از ابزار دستی در فاصله کمتر از یک متر از خط
۳	برداشت تدریجی آوار اطراف خط پیش از لایه‌های رویی
۴	پایش مستمر هرگونه نشتی، ترک یا تغییر فشار
۵	توقف فوری عملیات در صورت مشاهده آسیب احتمالی

چک‌لیست ۳: مدیریت شرایط اضطرار

ردیف	مورد اقدام
۱	قطع فوری جریان در صورت آسیب به خط
۲	ایزوله‌سازی محدوده خطر
۳	اطلاع‌رسانی فوری به دستگاه بهره‌بردار
۴	ثبت و مستندسازی حادثه
۵	ارزیابی مخاطرات ثانویه (آلودگی آب، فرونشست، انفجار و خطر جانی)

خواننده گرامی

امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور، با گذشت بیش از پنجاه سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر نهصد عنوان ضابطه و نشریه تخصصی - فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به‌صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. ضابطه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های ساخت و ساز و بهره‌بردرای به کار برده شود. فهرست ضوابط منتشر شده در سال‌های اخیر در نشانی **nezamfanni.ir** به رایگان در دسترس عموم می‌باشد.

Debris Management Guidline

[IR-Code 930]

Authors & Contributors Committee:

Kambod Amini Hosseini	International Institute of Earthquake Engineering and Seismology	Ph.D. of Geology Eng.
Erfan Firuzi	International Institute of Earthquake Engineering and Seismology	Ph.D. of Civil Eng.
Donya Veysmoradi	International Institute of Earthquake Engineering and Seismology	Ph.D. of Industrial Eng.

Steering Committee(Plan and Budget Organization):

Alireza Toutounchi	Deputy of Technical and Executive Affairs
Farzad Parsa	Deputy of Technical and Executive Affairs
Hamidreza Khashei	Expert of Technical and Executive Affairs

Abstract

The *Debris Management Guideline* provides a comprehensive framework for managing debris resulting from natural and human-made disasters. It emphasizes the significant impacts of disasters on infrastructure, the environment, and public safety, and highlights debris as a critical factor that can exacerbate crises if not properly handled. The guideline outlines legal and institutional responsibilities, and introduces systematic methods for debris assessment, classification, collection, temporary storage, transportation, recycling, and final disposal, including hazardous waste management.

With a multidisciplinary approach, the document integrates technical, environmental, social, and economic considerations, offering localized strategies adapted to national capacities. It also presents procedures for identifying temporary collection sites, recycling and treatment options, final disposal methods (such as landfilling and incineration), and safety measures for handling hazardous materials.

The guideline aims to support decision-making and coordination among stakeholders, strengthen community resilience, and ensure environmentally sustainable and socially responsible recovery. Users are encouraged to provide feedback for future revisions, ensuring the document remains up-to-date and aligned with evolving needs.

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

Debris Management Guidline

IR-Code 930

Last Edition: 19-02-2026

Deputy of Technical, Infrastructure and Production

Department of Technical & Executive Affairs

nezamfanni.ir

Institute of Seismology and Earthquake Engineering

www.iiees.ac.ir

2026

این ضابطه

با عنوان «دستورالعمل مدیریت آوار» با رویکردی چندرشته‌ای و میان‌بخشی، جنبه‌های فنی، زیست‌محیطی، ایمنی، اجتماعی و اقتصادی را همزمان مدنظر قرار داده و شامل تعیین مکان‌های جمع‌آوری موقت، بازیافت، دپو، امحای آوار و مواد خطرناک، مسیرهای حمل آوار و شرح وظایف ذی‌نفعان است. این ضابطه با ارائه راهکارهای علمی برای تفکیک، جمع‌آوری، بازیافت و دفع آوار، تاب‌آوری جوامع محلی را ارتقا داده و روند بازسازی سکونتگاه‌های شهری را تسریع می‌کند.