

آواربرداری زلزله

مهدی وجودی (Vojoudi@vojoudi.com)

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی زلزله - پژوهشگاه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

مقدمه

هر ساله بلایای طبیعی همانند زلزله، سیل، طوفان و آتش سوزی قسمتهای مختلفی از جهان را گرفتار می‌کند. چنین بلایای طبیعی علاوه بر آسیبهای مستقیم جانی و مالی، با برجای گذاشتن مقادیر بسیار زیادی از آوار در محلهای حادثه دیده باعث آلودگی محیط زیست و در برخی موارد سد شدن جریان زندگی در مکانهای حادثه دیده می‌شوند. کشور ما ایران، یک کشور حادثه خیز میباشد که بسیاری از بلایای طبیعی در آن بوقوع می‌پیوندد که نادیده گرفتن مسائل مربوط به از بین بردن آثار و زباله‌های باقیمانده در آن، شرایط زندگی را برای ساکنان دشوار می‌سازد. بلایای مختلف آوارهای مختلفی برجای می‌گذارند که محل وقوع حادثه نیز تاثیر بسیاری در نوع مواد پسماند دارد. در مقاله حاضر پس از بررسی انواع بلایای طبیعی و نوع آوار آنها به مسئله آوار زلزله و پاکسازی محل پس از زلزله و دپو کردن مواد زاید پرداخته میشود.

بلایای طبیعی و نوع آوار

آواربرداری و حذف آن از محل حادثه دیده یکی از مهمترین اجزاء در عملیات نجات و بازسازی می‌باشد. بسیاری از آثار باقیمانده از بلایای طبیعی خطرناک نیستند. خاک، مصالح ساختمانی، زباله‌های سبز همانند درختان و بوته‌ها، حجم بسیار زیادی از آوار را تشکیل می‌دهند که بسیاری از آنها قابل بازیافت می‌باشند. مواد باقیمانده از طوفانها، زلزله‌ها، گردبادها، سیل و آتشسوزی در چند زیر مجموعه قابل تقسیم می‌باشد (جدول ۱).

جدول ۱: طبقه‌بندی مواد باقیمانده از بلایا

ساختمانهای آسیب دیده	رسوبات (ناشی از زمین لغزش)	زباله‌های سبز	دارایی‌ها شخصی	خاکستر و چوب سوخته	
✓	✓	✓	✓	✓	زلزله
✓	✓	✓	✓		سیل
✓			✓	✓	آتش‌سوزی
✓		✓	✓		گردباد
✓	✓	✓	✓		طوفانهای دریایی

شناخت آوار زلزله

زلزله ایجاد کننده امواج لرزه‌ای بوده و باعث جابجائی زمین در طول گسلها می‌گردد. این امواج لرزه‌ای عامل ویرانی ساختمانها و پلها در منطقه‌ای محدود و آسیب رسیدن به ساختمانها و سایر سازه‌های دورتر می‌باشند. آسیبهای جانبی ناشی از آتشفشوزی، انفجار و آبرگرفتنی‌های محدود ناشی از شکستگی لوله‌های آب میتواند افزایش دهنده مقادیر نخاله بوجود آمده باشد. آوار زلزله شامل مصالح ساختمانی، وسایل شخصی افراد و رسوبات ناشی از زمین لغزش می‌باشد. برای مثال جمع آوری و مدیریت بقایای بجا مانده از زلزله نورتریچ (ژانویه ۱۹۹۴) در شهر لوس آنجلس تا مدت‌ها ادامه یافت و مقدار آوار و نخاله در پایان ماه جولای ۱۹۹۵ به ۳ میلیون تن رسید. در طی ۳ ماه عملیات نخاله برداری، مقامات شهر تصمیم به تلاش در جهت بازیافت نخاله‌ها در جهت صرفه جویی در ظرفیت باقیمانده دپو‌ها گرفتند. بسیاری از زباله‌ها مربوط به آوارهای ساختمانی بود که قابل بازیافت توسط شرکتهای محلی بودند. ساختمانهای مختلف انواع مختلفی از آوار را به وجود می‌آورند که بصورت مختصر در زیر به بررسی آنها می‌پردازیم:

ساختمانهای چوبی و بنایی غیر مسلح: اینگونه ساختمانها معمولا از سایر سازه‌ها کوچکتر بوده و مصدومان در این ساختمانها اغلب با استفاده از ابزار دستی قابل نجات و رهایی هستند. قطعات چوبی و دیوارهای بنایی قابل خرد شدن به قطعات کوچکتر و قابل حمل می‌باشد. لذا در اینگونه آواربرداری نیازی به ماشین آلات سنگین نیست و افراد تیم نجات با استفاده از ابزار دستی خود می‌توانند به نجات افراد در زیر آوار مانده پردازند.

ساختمانهای بتنی: یک مد خرابی معمول در سازه‌های بتنی بهنگام زلزله، فروافتادن دال کف، تقریبا بدون شکست، بر روی کف زیرین خود میباشد. در این نوع خرابی که تحت عنوان "پن کیک" از آن یاد میشود، دالهای کف فروافتاده از دسترسی و رهایی مصدومان جلوگیری می‌کند و لذا مشکلات زیادی را بخصوص در صورتی که موقعیت و وضعیت قربانی نامعلوم باشد ایجاد می‌نماید. دال بتنی هر طبقه به ابعاد ۳۰ متر در ۳۰ متر و به ضخامت ۱۰ سانتیمتر وزنی بالغ بر ۲۵۰ تن دارد که از ظرفیت جرثقیلهای معمول فراتر است. لذا باید این دالهای بتنی به قطعات کوچکتر بریده شوند تا قابل حمل و جابجائی بوسیله جرثقیلهای عادی شوند.

سازه‌های فولادی: ساختمانهای فولادی یک طبقه معمولا دارای مقاطع فولادی کوچکی هستند که با استفاده از اره‌های دستی و یا برقی قابل نفوذ می‌باشد. حتی در ساختمانهای سنگین صنعتی نیز از این روش می‌توان برای بردن قطعات سنگین به تکه‌های قابل حمل استفاده نمود. جک و یا کیسه‌های هوا نیز برای ایجاد فضای دسترسی به مصدومان قابل استفاده می‌باشد. سازه‌های چند طبقه فولادی در داشتن دالهای بتنی به عنوان اعضای سقف مانند سازه‌های بتنی می‌باشد.

قسمت زیادی از آوار سنگین در ساختمانهای فولادی بدلیل تفاوت در سختی بین قابهای فولادی و دیوارهای آجری، با ریزش دیوارها حاصل می‌گردد. پنلهای پیش‌ساخته بتنی معمولاً سخت‌ترین نوع آوار را ایجاد می‌کنند چرا که معمولاً به هنگام افتادن تکه تکه نشده و بصورت قطعات بزرگی باقی می‌ماند.

پس از وقوع زلزله، بدلیل گرفتار شدن بسیاری از افراد در زیر آوار، نیاز به جابجایی سریع آوار به منظور کمک رسانی به افراد مانده در زیر آوار می‌باشد، از سوی دیگر پس از پایان عملیات جستجو و نجات مرحله پاکسازی و آماده سازی محل حادثه دیده برای ادامه فعالیت‌های انسانی آغاز می‌گردد. بدلیل متفاوت بودن ماهیت این دو نوع آوار بردای مدیریت این بخشها نیز نیاز به مهارتهای مختلفی دارد و از دو منظر می‌توان آواربرداری پس از زلزله را مورد بررسی قرار داد: آواربرداری کوتاه مدت (امدادی) و آواربرداری بلند مدت (پاکسازی).



شکل ۱: نمونه‌ای از خرابی ساختمان بصورت پن کیک در زلزله ۱۹۹۹/ایزمیت



شکل ۲: آوار بصورت "پن کیک" - زلزله ۱۹۹۹/ایزمیت

آوار برداری کوتاه مدت

آنچه که در آوار برداری کوتاه مدت از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشد سرعت عمل و دقت در آوار برداری است. سرعت مقوله مهم در عملیات جستجو و نجات است چرا که با توجه به جدول ۲، از ۲۴ ساعت اولیه پس از زلزله به عنوان زمان طلایی در نجات یاد می‌شود.

جدول ۲: احتمال زنده ماندن به نسبت زمان زیر آوار ماندن [۱]

زمان زیر آوار ماندن	درصد زنده ماندن
۳۰ دقیقه	۹۹/۳٪
یک روز	۸۱٪
دو روز	۵۳/۷٪
سه روز	۳۶/۷٪
چهار روز	۱۹٪
پنج روز	۷/۴٪

بحث آواربرداری کوتاه مدت، از زیر مجموعه‌های مدیریت بحران بشمار می‌رود و نیاز به تخصص و آشنایی کافی به انواع آوار، نحوه امداد رسانی و جستجو دارد. آنچه امر آوار برداری را مشکل می‌کند، وجود آوار سنگین و مواد حجیم است که به سادگی قابل جابجایی بوسیله اعضای تیم نجات بدون استفاده از ابزار مکانیکی نمی‌باشد. برای مثال یک نمونه از آوار سنگین ممکن است یک دال بتنی به ابعاد ۳ متر در ۳ متر و ضخامت ۱۵ سانتیمتر با وزن تقریبی ۳ الی ۴ تن می‌باشد. حجم و وزن زیاد باعث می‌شود که بدون استفاده از ماشین آلات امکان نجات وجود نداشته باشد. دالهای سقف و کف، قطعات بزرگ بتن مسلح و قطعات بتن پیش‌ساخته بعنوان آوار سنگین بشمار می‌روند.

آوار برداری بلند مدت

در آواربرداری بلندمدت که مربوط به مرحله پاک سازی محل حادثه دیده می‌باشد، ماشین آلات سنگین از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. در این مرحله شرایط بحران برطرف گردیده و باید در مسئله پاکسازی به بازدهی و بهره‌وری توجه خاصی شود. برای شهرهای بزرگ جهان مانند ونکوئر از هم‌اکنون برای مرحله پاکسازی برنامه مدونی آماده گردیده و تمهیدات ویژه‌ای برای مرحله بازیافت ضایعات حاصل از زلزله تهیه گردیده است. برای مثال با جداسازی و آسیاب کردن آوار ساختمانی می‌توان مصالح مورد نیاز برای زیرسازی جاده‌ها را تهیه نمود [۴]. بدلیل اهمیت آواربرداری بلندمدت و مرحله پاکسازی، در مقاله‌ای جداگانه به این موضوع پرداخته خواهد شد.

استفاده از ماشین آلات در آوار برداری کوتاه مدت

نقش ماشین آلات در آواربرداری پس از زلزله با توجه به نوع آوارهای ایجاد شده تعیین می‌شود و برای انواع مختلف آوار ابزار متفاوتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. البته باید توجه نمود که در مرحله امداد رسانی (آواربرداری کوتاه مدت) با وجود اهمیت مقوله سرعت، معمولاً استفاده از ماشین آلات سنگین بدلائیل زیر توصیه نمی‌شود:

۱. عدم دقت کافی

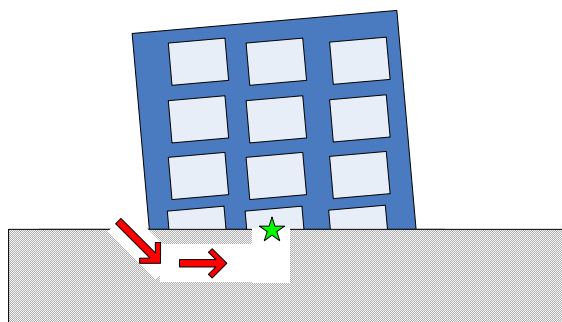
۲. امکان آسیب رسیدن به افرادی که زیر آوار مانده‌اند بدلیل سنگینی ماشین آلات

۳. عدم امکان شنیده شدن صدای قربانیان زیر آوار به دلیل صدای ناشی از کارکرد

ماشین آلات

با وجود مشکلات فوق استفاده از ماشین آلات در برخی موارد امری ضروری است، مخصوصاً در زلزله‌های شهری که بیشتر ساختمانها بصورت بتنی و فولادی بوده و بدلیل ایجاد آوارهای سنگین نیاز به ماشین آلات برای جابجائی آوار سنگین وجود دارد. جرثقیل بهترین وسیله در آواربرداری‌های شهری است و در مرحله بعد بیل مکانیکی برای انجام خاکبرداریهای محدود مورد استفاده قرار می‌گیرد این درحالی است که استفاده از لودر در آوار برداری بهیچ عنوان توصیه نمی‌شود. با وجود این اغلب توصیه می‌شود که تا پنج روز بعد از وقوع زلزله از انتقال ماشین آلات سنگین به محل حادثه دیده جلوگیری شود و در صورتی که نیاز به کارکرد ماشین آلات غیر قابل انکار باشد، باید بهنگام کارکرد ماشین آلات از زمانهای سکوت (بمنظور شنیدن صدای احتمالی قربانیان) استفاده شود.

ابزار جدیدی که در عملیات امداد و نجات استفاده می‌شود جکهای دستی و کیسه‌های هوا برای ایجاد فضای لازم بمنظور خارج کردن افراد حبس شده در زیر آوار است. در ضمن بهنگام عملیات جستجو و نجات باید به این نکته توجه نمود که آوار یک توده سه بعدی است و از هر شش وجه آن میتوان وارد عمل شد. بطور سنتی در کشور ما خاکبرداری از بالا و جوانب مرسوم بوده و از توجه به ابعاد دیگر مانند نقب زدن از پایین غفلت می‌شود (شکل ۳).



شکل ۳: دسترسی به زیر آوار از طریق حفر نقب

خلاصه و نتیجه گیری

ایران، یک کشور زلزله خیز بوده و هر از چندی شاهد حوادث ناگواری در گوشه و کنار کشور هستیم. ولی آنچه که باید بدان توجه نمود این است که تا بحال در کشور ما زلزله شهری بوقوع نپیوسته و تقریباً تمام زلزله‌های کشور در مناطق روستایی و یا با بافت قدیمی بوده‌اند (زلزله‌های طبس، آوج، بم ...) این بدان معنی است که ما تا بحال با آواربرداری ساختمانهای بنیای مواجه بوده‌ایم ولی آنچه که مشهود است آواربرداری شهری تفاوت چشم گیری با آواربرداری-های بعمل آمده در کشور دارد. در یک زلزله شهری نمیتوان یک دال بتنی مسلح را با لودر جایجا کرد و یا نمیتوان تلی از تیرآهن را با آن بلند نمود و مصدومان احتمالی را از زیر آوار نجات داد. در آواربرداریهای شهری جرثقیلها نقش اصلی را در آواربرداری بر عهده دارند. از سوی دیگر همواره شاهد بوده‌ایم که بلافاصله بعد از زلزله آمار لودرهای ارسال شده به مناطق زلزله زده در صدر اخبار می‌باشد درحالی که لودر مرگبارترین وسیله در عملیات امداد و نجات بشمار می‌رود. آواربرداری یک عملیات کاملاً مهندسی بوده و نیاز به تجربه و دید علمی دارد لذا از هم اکنون باید در تربیت افراد متخصص در امر آوار برداری علمی اقدامات عملی صورت بگیرد.



شکل ۴: آوار برداری با استفاده از بیل مکانیکی در زلزله ۱۹۹۹ ایزمیت

مراجع:

[۱] عشقی، ساسان (۱۳۸۲)، گزارش نهایی پروژه تحقیقی بررسی خرابی ساختمانها و مدیریت

آواربرداری در زلزله‌های بزرگ، تهران، موسسه علمی کاربردی هلال، آذرماه ۱۳۸۲

[۲] گزارش مقدماتی شناسایی زلزله ۵ دی ماه ۱۳۸۲ بم، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله شناسی و

مهندسی زلزله

[۳] Earthquake Damaged Buildings: An Overview of heavy debris and Victim Extrication, FEMA ۱۵۸/
September ۱۹۸۸

[۴] Post-earthquake solid waste management strategy (for the City of Vancouver and the surrounding
area) Wojtarowicz, Margaret, Atwater, James W.