مطالعات جغرافیا، عمران و مدیریت شهری

دوره ۲، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵

صفحات ۱۱-۲۲

ISSN: ۲۴۷۶-۴۸۶۸

www.irijournals.com

زلزله وپیامدهای زیست محیطی آن

محمد یوسفی نژاد[1]*

دانشجوی کارشناشی ارشد مهندسی عمران- محیط زیست دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

چکیده

با توجه به اینکه کشور ایران برروی کمربند زلزله قرار دارد. همیشه می‌بایستی منتظر به وقوع پیوستن زمین لرزه دراین کشور پهناور باشیم، لذا پیامدهای آن رانیز بایستی مورد بررسی و تحقیق قرار دهیم. یکی از پیامدهای زلزله اثار سوء زیست محیطی آن می‌باشد، بعد از وقوع زلزله همواره آسیبهایی نظیر قطع آب لوله کشی شهری و بدنبال آن عدم دسترسی مردم به آب سالم، تخریب شبکه های جمع آوری فاضلاب واحتمال اختلاط منابع آب وفاضلاب، عدم جمع آوری زباله‌های شهری و بیمارستانی و مختل شدن نظافت شهری، آتش سوزی وگرد و غبار ناشی از تخریب سازه‌ها، بوجود آمدن مقدار زیاد ضایعات جامد بر اثر تخریب سازه‌ها، عدم جمع آوری و دفن بموقع اجساد انسانی و حیوانی، در دسترس نبودن سرویس‌های بهداشتی مناسب و کافی، اقلام بهداشتی مورد نیاز، فساد مواد غذایی بدلیل قطع برق سرد خانه‌ها و تخریب انبارها و سرد خانه‌های مواد غذایی، فقدان سر پناه و منزل مناسب و استنشاق گرد وغبار ناشی از آوارها، افزایش حشرات و جوندگان ناقل در محیط، از بین رفتن پوشش گیاهی ودرختان، آلودگی آبهای سطحی وزیر زمینی و درکل آلودگی سه عنصر اصلی طبیعت یعنی آب، هوا و خاک عواملی هستند که بطور جدی محیط زیست و سلامت مردم را بعد از حادثه زلزله تهدید می‌نماید. هدف از تدوین وگرد آوری این مقاله ، بیان "پیامدهای زیست محیطی زلزله" و راه های مناسب برای به حد اقل رسیدن آسیبهای زیست محیطی در زمان وقوع و بعداز زلزله میباشد.

واژه‌های کلیدی: محیط زیست ، زلزله ، آلودگی ، آسیبها

مقدمه

زلزله یکی از مخرب ترین و سریعترین بلایای طبیعی است که بر جوامع انسانی نازل می‌شود و وقوع آن در هر زیستگاه انسانی ممکن است در یک لحظه موجب نابودی زیستگاه و زیستمند می‌شود ، زیرا وقوع پدیده زلزله علاوه بر به وجود آمدن قحطی، کشتار، نابسامانی های روانی، اجتماعی، سبب تولید انبوحی از ضایعات ساختمانی می‌گردد به طوریکه صبق آمارها تنها در قرن بیستم وقوع ۲۰ زمین لرزه بزرگ باعث مرگ ۱۴۰۰۰۰ نفر ، ویرانی چندین روستاو شهر و وارد آمدن خسارات زیادی یه کشور

عزیزمان ایران شده است.[1] از مهمترین تاثیرات زیست محیطی زلزله آلودگی منابع آب میباشد. تخریب منابع آبی مانند چشمه ها، چاهها، قنوات، شکسته شدن مخازن زمینی وهوایی، شکسته شدن مانع آب آشامیدنی و تخریب لوله های فاضلاب، همچنین تخریب تاسیسات و تلمبه خانه ها که همواره با قطع برق بوده یک بحران مهم محیط زیستی میباشد. که طبق آمارها لطمات جبران ناپذیری به همراه دارد.[2] فرایندهای طبیعی مانند زلزله و فوران آتشفشانها وآتش سوزی ساختمانها و جنگلها همواره موجب آلودگی هوا میگردند ، در سال ۱۹۹۱ میلادی کوه پیناباتوبو(Pinatubo) در فیلیپین فوران نمود و باعث کشته شدن ۲۰۰ نفر و انتشار ذرات و اکسیدهای گوگرد به اتمسفر تا ارتفاع ۲۰ کیلومتری شد وآب و هوا و اقلیم جهانی را تحت تاثیر قرارداد. تنها مقدار محدودی منابع هوا ، آب ، خاک موجود است . روشهای کنترل برای کاهش آلودگی از هوا وآب یاخاک سبب انتقال آلاینده ها یا آلاینده‌ی ثانویه به محیط های دیگر می شود. لذا هنگام وقوع زلزله میبایستی همواره مراقب این موضوع باشیم و برای رفع آلودگی از یک عنصر، عنصر دیگر را تحت تاثیر آلودگی قرار دهیم.[3] باگذشت هر دهه سطح خسارات به طور چشمگیری افزایس می‌یابد. بنابر این می‌بایست برای کاهش اثرات چنین سوانحی گام برداشت. آموزش همگانی وآگاهی مردم از خطر زلزله در شکل گیری شیوه واکنش جامعه در برابر زمین لرزه، نقش مهمی میتواند ایفا کند.[4] بنابراین بایستی پیشبینی های لازم هنگام وقوع زلزله بعمل آورده شود و در این مقاله سعی شده پیامدهای ناشی از زلزله یعنی هوا، آب، خاک به تفکیک مورد بررسی قرار گرفته و آگاهی های لازم به مردم و مسئولین زیربط داده شود، تا با اقدامات انجام شده برای حل مشکل ایجاد شده موجب مشکلات عدیده زیست محیطی دیگر نشویم.(شکل ۱)

شکل ۱ : تصویری از آوارهای زلزله فوکوشیمای ژاپن(مرجع سایت خبر آنلاین)

پیامدهای زیست محیطی زلزله را می‌توان به ۳ بخش دسته بندی نمود.

۱) پسماندهای زلزله وآلودگی خاک

به طور کلی ضایعات باقی مانده از زلزله را پسماندهای زلزله می نامند، که شامل نخاله های ساختمانی، اجساد انسانی و حیوانی، مواد زائد جامد خطرناک، و همچنین پسماندهای مایع و جامد که ناخواسته بر اثر وقوع زلزله بوجود آمده است. بنابراین می‌بایستی مسائل مدیریت پسماند را در راس توجهات زیست محیطی قرار داد. علی رغم دستاوردهایی که تاکنون در جهت حفظ محیط زیست حاصل شده است ولی همچنان چالش‌های بسیاری در زمینه مدیریت پسماند در زمان زلزله باقی مانده است. با وجود تاسیس مراکز ارائه خدمات جمع آوری زایدات روشهای دفع پسماند هنوز ابتدایی وناقص می‌باشند و اساسا شامل جمع آوری وتخلیه کور کورانه مواد اطراف شهر های زلزله زده و مکانهای باز و بعضا درآبراهه ها در زمان بعد از وقوع زلزله مسئولین فقط به فکر نجات انسانها میباشند و تمرکزی روی پسماندهایی که در آینده نزدیک موجب چالشهای زیست محیطی میشوند ندارند. در بسیاری از شهرها وروستاهایی که در آن زلزله آمده است پس از زمان طلایی عملیات نجات ماشین آلات حفاری وراهسازی و غیره... بدون جداسازی پسماند آنها رادر زیر زمینها وچاله های ایجاد شده مناطق زلزله زده ریخته و تسطیح می‌نمایند. فارغ از اینکه شاید داخل این پسماندها مواد زائد خطرناک نیز وجود داشته باشد، یا اینکه بسیاری از این مواد قابل بازیافت ومصرف دوباره باشند. بسیاری از این مواد که همراه با آوارهای ساختمانی دفن غیر بهداشتی دفن میگردند شامل مواد نفتی ورادیو اکتیو بوده و ممکن است سالها در این مکانها باقی بمانند وموجب آلایندگی ثانویه شوند. پاکسازی وجمع آوری پسماندهای زلزله می بایستی به دست کارشناسان ومتخصصین این امر سپرده شود.

آوار زلزله شامل مصالح ساختمانی، وسایل شخصی افراد و رسوبات ناشی از زمین لغزش می باشد. برای مثال جمع آوری ومدیریت بقایای بجا مانده از زلزله نورتریج (ژانویه ۱۹۹۴) در شهر لس آنجلس تا مدتها ادامه یافت و مقدار آوار و نخاله در پایان ماه جولای ۱۹۹۵ به سه میلیون تن رسید. در طی سه ماه عملیات نخاله برداری، مقامات شهر تصمیم به تلاش در جهت بازیافت نخاله ها در جهت صرفه جویی در ظرفیت باقیمانده دپوها گرفتند. بسیاری از پسماند مربوط به آوارهای ساختمانی بودند که قابل بازیافت توسط شرکتهای محلی بودند.[5]

بلافاصله پس از وقوع زلزله عملیات امدادرسانی وکمک به حادثه‌دیدگان آغاز می‌گردد. در چنین شرایطی عملکردهای جمع‌آوری و حذف ضایعات بسیار کند و حتی غیر عملی می‌باشد، چرا که حفظ و نجات جان افراد دراولویت قراردارد. مورارد اقدامات جداسازی آوار تنها برای بیرون آوردن مجروحین و قربانیان حادثه است و تمامی نیروها برای این مورداهتمام خواهند داشت. فعالیت تخریب نیز درحین عملیات کمک رسانی و در مراحل بعدآن (درزمان جمع آوری نخاله ها) وجود دارد و باید با توجه به ملاحظات زیست محیطی وایمنی و سلامت صورت گیرد، بنابراین با توجه به‌روندکند مدیریت این نکته رابابد توجه داشت که درعملیات جستجو از بین ضایعات در چند روزه اول از به هم‌زدن بیش از حد نخاله ها و ضایعات حتی المقدور جلوگیری شود تا در مراحل بعدی جهت دفع و حذف آنها با مشکل روبه رو نشویم. اقدامات پس از وقوع را می توان طی چهار فاز برنامه ریزی اجرایی، مدیریت ضایعات، عملیات اجرا، کنترل و پایش، تهیه گزارش ارزش یابی در حین عملیات،برنامه ریزی اجرایی مدیریت

ضایعات گزارش نهایی پایان عملیات انجام داد. برنامه‌ریزی مدیریت ضایعات بلافاصله بعد از زلزله انجام می‌شود. در این برنامه پیش طرح‌ها قبل‌از زلزله مورد بررسی و بازبینی قرار می‌گیرد، تا در حال اجراء به طور دقیق و جزیی تر مدون و به مورد اجرا گذاشته شود و طرح مزبور باید قابل‌انعطاف باشد بنابراین فرایند اجرا باید بطور متناوب مورد بازبینی قرارگیرد.

نواقص و تغییرات دیگرقابل پیش بینی را چه درهدف طرح و چه در هنگام اجرا تشخیص داد. در طراحی نیاز به کارشناسان با تجربه در زمینه مدیریت ضایعات داریم که بدانند در شرایط اضطراری چه تنوع ضایعاتی انتظار می‌رود و استراتژ ی‌های مدیریتی آن چیست. چه در پیش بینی طرح زلزله و چه در برنامه ریزی بعد از آن نیاز به ارزیابی از مناطق تحت پوشش داریم، بعد از وقوع زلزله برنامه‌ریزی اجرایی مدیریت ضایعات تنها به مناطق آسیب دیده از زلزله منحصر می‌شود و نتیجه بهتری را در برخواهدداشت. تخمین نوع و مقدار موادی که از زلزله و یا عملیات تخریبی بعد آن به جا می ماند، به منظور تعیین بالقوه نیازهای عملیات و انتقال می‌تواند مفید باشد. درهر حال تعیین دقیق کمیت مواد غیرممکن است لذا تنها می‌توان تخمین از نوع مواد حاصله از زلزله را پیش بینی کرد .برنامه در بعضی موارد پایلوت را می‌توان در منطقه آزمایش کرد ولی این برنامه زمانی عملی و ممکن است که عملیات تمیز کردن و جمع‌آوری در طولانی مدت انجام گیرد. تخمین غیر ممکن است ولی به هرحال باید مد نظر قرار گیرد نیروی انسانی و تجهیزات قبل از وقوع فاجعه با هردقتی تقریبی تعیین گردد. تجهیزاتی‌که در حال حاضر در دسترس هستند و می‌توانند در زمان فاجعه مورد استفاده قرار گیرند، بسیار مفید است. نیروهای انسانی اجرا کننده نیز باید مشخص باشد نیروهای شرکت‌ها و مقاطعه‌کاران خصوصی، بسیج مردمی، نیروهای امداد دولتی، نهادهای دولتی، نیروهای مردمی، سازمان‌های خیریه، و امدادگر و مقاطعه کاران باید با عملکرد هماهنگی به امر جمع‌آوری و دفع ضایعات اقدام نمایند. ایجاد هماهنگی از جمله اهم برنامه های مدیریت ضایعات می باشد. اگر مشخص شود که تجهیزات و پرسنل در دسترس جوابگو نباشند، ممکن است از کمک نیروهای برون منطقه‌ای و یا حتی بین‌المللی نیز بهره مند شویم. مهم تعیین بودجه و پشتوانه مالی و میزان هزینه مورد نیاز جهت اجرا می باشد.[6]

سیستمهای جمع آوری وانتقال پسماند

کا میونهای فشاری بیشترین کارایی را برای جمع آوری وانتقال پسماند شهری را دارند و برای حمل نخاله، آوار و پسماندهای زلزله مناسب نیستند. لذا از این وسایل جهت انتقال پسماندهای دیگر استفاده می‌گردد . چنانچه فاصله محل دفع زیاد باشد از ایستگاه‌های نگهداری موقت پسماند استفاده می‌شود. برای کاهش حمل ونقل به نقطه نهایی می توان از کامیونهای بزرگتر استفاده نمود. لازم به ذکر است محل ایستگاه موقت می‌بایستی طراحی مهندسی شده باشد و از محل زندگی موقت آسیب دیدگان زلزله دور باشد و در احداث ایستگاه ها بایستی دقت کافی صورت گیرد که در زمان انباشته شدن پسماند در آنجا به افراد جامعه ومحیط زیست آسیبی وارد نشود.[7]

در هر حال وجه تمایز روشهای جمع‌آوری پسماند در مناطق زلزله زده با سایر مناطق و استفاده از وسایل وماشین آلات ویژه باحجم وسرعت بیشتر که بتوان در اسرع وقت مبادرت به جمع‌آوری و ودفن بهداشتی یا بازیافت پسماند محل زلزله اقدام نمود.

طی تحقیقات به عمل‌آمده ونمونه گیری‌های انجام شده بیش از ۸۰٪پسماندهای زلزله قابل بازیافت می‌باشد واگر بتوان امکانات مورد نیاز را فراهم نمود میتوان به اهداف ذیل رسید.

- ✓ حفظ منابع و انرژی
- ✓ کاهش آلودگی محیط
- ✓ کاهش حجم مواد دفنی
- ✓ صرفه اقتصادی

همانگونه که قبلا اشاره شد، هنگام وقوع زلزله و پس از آن انواع پسماند در محل به جای می‌ماند، که در ذیل به اختصار به آنها اشاره میگردد، ومدیریت و دفع هرکدام از آنها شیوه های خاص مهندسی دارد که از حوصله این مقاله خارج است.

- ✓ پسماند جامد شهری

- ✓ پسماندجامد مناطق مسکونی
- ✓ پسماند جامد تجاری
- ✓ پسماندهای معدنی
- ✓ پسماندهای کشاورزی
- ✓ پسماند مواد زائد جامد خطرناک(شامل مواد سمی، واکنش پذیری، اشتعال پذیری، خورندگی وعفونت زایی)[8]

دفن پسماندها

روش دفن بهداشتی پسماندها (لند فیل) بعنوان تحولی جدید از روشهای قدیمی دفع بصورت تلنبار در حومه شهرها، مطرح میباشد. در گذشته این عمل با هدف حفاظت جامعه در برابر مشکلات ناشی از تجزیه پسماندها و عوامل نا مطلوب نظیر حشرات موذی و ناقل بیماری اشاعه بو و پراکنده شدن زایدات سبک انجام می‌گرفت. به طور معمول مکان انتخاب شده زمینی کم ارزش برای کشاورزی وتوسعه شهری بود. یک مرکز دفن بهداشتی جدید، سایتی مهندسی شده‌است که به روشی انتخاب، طراحی و اداره میشود تا اثرات منفی زیست محیطی را به حد اقل برساند. پسماندها دریک مکان محدود شده، در لایه های کم ضخامت پخش و سپس تا کوچکترین حجم ممکن فشرده گردیده و در انتهای هر روز کاری روی آن پوشانیده می‌شود . برخی از انواع پسماندهای صنعتی و فاسد نشدنی ممکن هست به پوشش روزانه نیاز نداشته باشند. طراحی، ساخت و بهره برداری از مراکز دفن تابع قوانیین واستانداردهای طراحی یا اجرایی می‌باشند. مراکز دفن، بخش ضروری در هرسیستم مدیریت پسماند می‌باشد. تلاشهایی که به منظور کاهش پسماند، بازیافت، سوزاندن و تولید کمپوست انجام می‌شود، می‌تواند مقدار مواد ارسالی به مرکز دفن را کاهش دهد، اما هر فرد مجرب در زمینه مدیریت پسماند، تایید خواهد کرد که علی رغم اعمال روشهای فوق الذکر همواره مواد اضافی باقی خواهد ماند که لازم است دفن گردد.[8]

مکان یابی مراکز دفن

بعد از وقوع زلزله با توجه به حجم پسماند وزایدات مرکز دفن فعلی نیاز دفن پسماندهای زلزله را نمی‌دهند و در صورت اثبات این موضوع می‌بایستی محل جدید برای آن جستجو شود. پیش از جستجو جهت یافتن محل مناسب احداث مرکز دفن، لازم است ابعاد سایت برای ناحیه سرویس دهی مد نظر در دوره طراحی و حجم پسماند تعیین می گردد.

یافتن مکان مناسب جهت احداث مرکز دفن، اغلب با کنار گذاشتن مکانهای غیر قابل قبول از نظر زیست محیطی شروع می-شود. بطور کلی شش نوع زمین به لحاظ زیست محیطی برای یک مرکز دفن نامناسب می‌باشد.که این زمینها عبارتند از : دشتهای سیلابی، تالابها، زمین‌های مجاور فرودگاه‌ها، مناطق دارای گسلهای زمین شناسی، مکانهای لرزه خیز و هر مکان ناپایدار دیگر. محدودیتهای دیگری نیز نظیر فاطله از بزرگراه‌ها، پارکها ، برکه‌ها، دریاچه‌ها یا دیگر منابع آبی و یا انتخاب مکانهایی که ممکن هست بعنوان تهدیدی برای منابع آبی و یا زیست گاههای گونه های گیاهی وجانوری در معرض خطر انقراض، محسوب گردند. هنگامی که یک سایت تمامی معیارهای مقرر رادارا نباشد، امکان درخواست مجوز از سازمانهای زیربط و یا چشم پوشی از برخی

محدودیتها وجود خواهد داشت. در غیاب دیگر الزامات قانونی میتوان پیشنهاد فواصل مجاز مرکزدفن باسایتهای ساختمانی حساس مطابق جدول ۱ باشند.

جدول ۱فواصل مجاز لند فیل از مراکز حساس و ساختمانها(مرجع منبع[8])

ردیف	ناحیه یاسازه	فاصله به متر
۱	دریاچه یا برکه قابل کشتی رانی	۳۰۰
۲	رودخانه	۹۰
۳	بزرگراه	۳۰۰
۴	پارک عمومی	۳۰۰
۵	چاه آب	۳۶۰
۶	فرودگاه‌ها	۳۰۰۰
۷	تالاب‌ها	ممنوع در داخل مرزها
۸	مناطق زیستی حساس	ممنوع در داخل مرزها
۹	دشتهای سیلابی	ممنوع در داخل مرزها

شرایط زیر سطحی همچون نوع خاک، لایه‌های سنگی تحتانی و شرایط آبهای زیرزمینی فاکتورهای مهمی در تعیین اینکه آیا یک مرکز دفن منطبق بر معیارهای زیست محیطی می‌تواند به شکل اقتصادی در سایت مورد نظر طراحی شود یا خیر، بشمار می‌روند، نگرانی اصلی در این رابطه جلوگیری از آلودگی آبهای زیرزمینی است. برای رسیدن به این مسئله لازم است اطلاعاتی راجع به فاصله کف مرکز دفن پیشنهادی تاسطح آبهای زیرزمینی، نوع خاک و دیگر مواد تحکیم نیافته و نیز سنگ بستر زیرین سایت، دبی و جهت جریان آب‌های زیرزمینی و وجود هرگونه لایه سنگ بستر نفوذ ناپذیر و یالایه‌های رسی بین محل دفن وآب زیرزمینی، گرددآوری گردد. سنگ بستر نفوذ ناپذیر و یا لایه‌های رسی بدلیل قابلیت جلوگیری از نفوذ شیرابه تولیدی توسط مرکز دفن به سفره‌های آبهای زیر زمینی، از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشند. بااستفاده ازاین اطلاعات، طراح مرکز دفن می‌تواند اثرات نشت شیرابه از مرکز دفن را بررسی نموده و درصورتیکه عملیات اصلاحی مورد نیاز باشد، به بهترین نحو انجام آن را تعیین نماید.[8]

هیدرولوژی آب‌های زیر زمینی

بمنظور پیش بینی سرنوشت شیرابه خارج شده از مرکز دفن و همچنین پتانسیل آلوده شده آب‌های زیر زمینی، شناخت جریان آبدر داخل مصالح تشکیل دهنده سطح زیرین لند فیل ضروری می‌باشد. اکثر اطلاعات مربوط به شرایط هیدرولوژیکی از طریق گمانه زنی و چاه های حفر شده بدست می‌آیند. آب زیرزمینی در واقع آبزیر سطحی موجود در ناحیه اشباع می باشد. در ناحیه اشباع، خلل و فرج خاک از آب پرشده و سطح ایستایی آب که همان مرز بالایی ناحیه اشباع می‌باشد را تشکیل می‌دهند. از طرفی سطح ایستایی بعنوان سطحی که در آن فشار سیال در خلل و فرج برابر با فشار اتمسفری است تعریف میشود، ناحیه بالای سطح ایستایی، ناحیه هواگیر یا غیر اشباع می باشد.[8]

طراحی مرکز دفن

مراکز باید به گونه ای طراحی شوند که کیفیت آب زیر زمینی را حفظ کنند. به منظور دفن پسماندهای جامد و غیر خطر ناک شهری ، تعدادزیادی مرکز دفن تحت عنوان مراکز دفن سنتی وغیر مهندسی طراحی وساخته شده است. یک مر کز دفن سنتی فاقد لاینر بوده و بنابراین اجازه تراوش شیرابه به خارج از مرکز دفن هنگام عبور از بستر آن داده میشود، طراحی این

لندفیل‌ها بگونه‌ای است که شیرابه در ضمن عبور از خاک غیر اشباع زیر سایت، تاحدودی تصفیه گردد. یک ساختار ژئوفیزیکی ایده آل برای مرکز دفن سنتی، منطقه ای استکه دارای خاک باضخامت زیاد ونفوذ پذیری کم مثل خاک رس. یک ساختار با

بستر سنگی غیر اشباع در بالای سطح ایستایی، باشد. چنین ساختاری محیط مناسبی را برای انجام فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی به منظورکاهش غلظت ترکیبات نامطلوب موجود در شیرابه فراهم خواهد آورد.

دومین نوع مراکز دفن، مرکز دفن بهداشتی یامهندسی است که دارای لایه های لاینر بوده وبرای آن سیستمهای جمع آوری شیرابه طراحی وساخته میشود. در ابتدا از مراکز دفن مهندسی صرفا زمانی استفاده می‌شد که شرایط سایت اجازه استفاده از مرکز دفن سنتی را نمی‌داد و یا پسماند خطرناک در آن مرکز دفن می‌شد. مشکل اساسی چنین مراکز دفنی لزوم جمع‌آوری وتصفیه شیرابه، هم در دوره فعالیت سایت و هم در دوره نگهداری پس از بسته شدن آن می باشد. به منظور به حد اقل رساندن نفوذ آب‌های سطحی و بارندگی به لندفیل لازم است لایه پوشش نهایی بر روی آن اجرا گردد. بازهکشی کامل برروی لندفیل. [8]شکل ۲

شکل۲ : نمونه‌ای از لندفیل جهت دفن بهداشتی پسماند(مرجع مجله علمی رشد)

۲) زلزله وآلودگی آب‌های زیرزمینی

آلودگی آب عبارت است از، تغییرات نامطلوب کیفیت یا خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و حیاطی آب که بر انسان و دیگر موجودات زنده را بطور موثری تحدید میکند. به نظر در هر زلزله از دوطریق بر آلودگی آبها تاثیر می گزارد : اثرات اولیه و اثرات ثانویه، اثرات اولیه را میتوان از تکانهای زلزله بر سفره های زیر زمینی دانست، این عامل به نوعی به صورت عامل تشدید کننده وگاه به صورت عامل اولیه محسوب می‌شود. عامل ثانویه را میتوان ناشی از حرکت بخشی اززمین یاقطعاتی از آن دانست، این عامل بطور ویژه ای تاثیر مخرب سازهای برشبکه جمع‌آوری وتصفیه فاضلاب خواهد داشت.[9]

مخازن یا تانک‌های سطحی و زیرزمینی

در کلیه کشورهای جهان، برای ذخیره کردن محصولات نفتی مانند بنزین وگازوئیل و غیره... از تانک‌های مخصوص که در زیر یاروی زمین قرار داده می‌شود استفاده می‌کنند، این تانکها بسته به جنس و قدمتشان بر اثر رخ دادن زلزله با بزرگی مختلف احتمال دارد، تخریب یا منهدم شوند و در نتیجه باعث نشت مواد نفتی و موجب آلودگی آبهای سطحی وزیر زمینی شوند. مخازن سطحی نیز یکی دیگر از تاسیساتی است که در صورت وجود آلاینده ها احتمال نشت مواد آلاینده بر اثر زلزله و باعث تاثیرات نامطلوب بر محیط زیست و به ویژه آب‌های سطحی و زیرزمینی گردد.

سیستم‌های جمع‌آوری فاضلاب و انتقال آب آشامیدنی

در صورت وجود چنین سیستمی در منطقه، می‌تواند یکی از خطرناکترین علل آلودگی آبهای سطحی وزیر زمینی پس از زلزله باشد، به دلیل توزیع مکانی گسترده این سیستم در سطح شهر، یکی از دلایل آلودگی آبهای سطحی وزیرزمینی محسوب میگردد. با توجه به اجرای شبکه فاضلاب در برخی از شهر های بزرگ ایران لزوم طراحی مناسب و مقاوم در برابر زمین لرزه را می طلبد. درخصوص لوله کشی شبکه آب آشامیدنی به خودی خود عامل آلودگی نمی‌باشد، ولی در اثر تخریب شبکه آب آشامیدنی شهر آلوده می‌گردد و ممکن هست در برخی موارد نیز باعث خسارت به تاسیسات دیگر شهری می‌گردد. در بسیاری از گزارشهای پس از زلزله حاکی از آن است بر اثر شکسته شدن لوله‌های اصلی آب آشامیدنی موجب انهدام بسیاری از تاسیسات برقی و آمیخته شدن آن فاظلاب شده و موجب آلودگی بسیاری از منابع آب‌های سطحی وزیر زمینی گردیده است. لذا می-بایستی تاسیسات و سیستم لوله کشی آب شهری نیز مورد توجه قرار گیرند، زیرا آسیب دیدن آنها با توجه به اینکه بیشتر آنها داخل زمین هستند بسیار مهم و حیاطی است.[9]

حفاظت از آلوده شدن آب‌های سطحی وزیر زمینی هنگام زلزله

آب شیرین در سطح کره زمین حدود ۳٪ کل آب موجود در آن می‌باشد. دسترسی به منابع آب یکی از مهمترین چالشهای دولتها و ملتهاست، چرا که با افزایش جمعیت وفعالیت انسانها و توسعه شهرها مصرف آب شیرین نیز رو به افزایش است و این درحالی است که مقدار آب کل سطح زمین حدود ۹۷٪ بصورت دریاها و اقیانوسها و به علت شوری قابل استفاده نمی‌باشد همچنین شیرین کردن آن هزینه های زیادی دربر دارد. از ۳٪ باقی مانده نیز ۲٪ آن بصورت یخهای قطبی و دور از دسترس میباشند واز ۱٪ باقی مانده دریاچه های آب شیرین و آب‌های زیرزمینی را تشکیل میدهند. بنابر این می‌بایستی در هنگام زلزله و بعد از آن این مایه حیات پر ارزش را از آلودگی حفظ کرد. علاوه بر این به علت اینکه کشور ما در منطقه نیمه خشک قراردارد وبسیاری از شهرهای بزرگ نیز در مناطقی ساخته شده اند که دسترسی به آبهای سطحی را ندارند، واز آب‌های زیر زمینی استفاده می‌نمایند، همانگونه که اشاره شد ایران کشوری است که بر روی کمربند زلزله قرار دارد و هر روزه شاهد زمین لرزه با بزرگای مختلف هستیم و این زمین لرزه ها خسارات مستقیم و غیر مستقیم به آب‌های سطحی وزیر زمینی می زند و موجب آلوده شدن آنها میشود.[10]

آلوده کننده های به وجود آمده توسط فعالیتهای انسانی بقدری زیاد است که طبیعت و اکوسیستم موجود در آن قادر به تصفیه طبیعی این مواد آلاینده را ندارد، لذا تمهیدات خاصی را برای جلوگیری از آلودگی آن باید اندیشید. شناخت منطقه مستعد زلزله پیش بینی تاثیرات آن بر آبهای سطجی وزیرزمینی تهیه نقشه های خطرپذیری و شناسایی مناطق پر خطر از نظر

زمین لرزه گام موثری جهت حفظ یا کاهش آلودگی آبهای سطحی وزیرزمینی می‌باشد. همچنین تهیه و ارتقاء قوانین واستانداردهایی که از آلودگی جلوگیری نماید، و در نهایت اجرای این قوانیین و استانداردها بصورت ایجاد سازه‌های مقاوم برابر زلزله و استفاده از کارشناسان مختلف اعم از کارشناسان شبکه‌های آب و فاظلاب، محیط زیست، زلزله و طراحان مخازن موادآلاینده برای جلوگیری از آلودگی آبهای سطحی وزیرزمینی درزمان وقوع زلزله وبعد از آن بعمل آید. [9]

۳) زلزله وآلودگی هوا

زلزله در وحله اول باعث آلوده شدن مستقیم هوا نمی‌شود، مگر در موارد خاص که زلزله همراه با فعالیتهای آتشفشانی و یا طوفان همراه باشد. انتشار آلاینده‌های هوادر زمان زلزله و آتشفشان در نتیجه آتش سوزی ساختمانها و جنگلها بوجود می‌آید. (شکل۳) بیشتر آلاینده‌های ثانویه موجب آلودگی هوا میگردد. تعاریف بسیاری برای آلودگی هوا پیشنهاد شده است. یکی از این تعاریف به این صورت بیان شده است که آلودگی هوا عبارت است از حضور یک یا چند آلاینده با ترکیب در اتمسفر بیرونی و یا داخلی در مقادیر و مدت زمانی که ممکن است سبب آسیب به زندگی انسانی، گیاهی یاحیوانی یا اموال یا بطور نا معقولی سبب تداخل در برخورداری راحت از زندگی یا اموال شود.[3]

شکل۳آتشفشان فجایای گوآتمالا(مرجع سایت خبری صراط)

آتش سوزی پس از زلزله

بیشتر شهرها و روستاهای کشور ایران با لرزه خیزی بالا و متوسط و بافت مسکونی متراکم، اغلب دارای شبکه گاز پر فشار می‌باشند، لذا برای انفجار و آتش سوزی مستعد هستند. زلزله با ایجاد دامنه وسیعی از خطرات اولیه و ثانویه سبب خسارتهای اولیه ناشی از زلزله ایجاد و تشدید می‌گردد. آتش سوزی پس از زلزله متشکل از آتش سوزی های متعدد همزمان یا ماهیتی پیچیده، وسیع از نظر حجم خسارات و قابل گسترش در زمان است. عوامل بسیار زیادی در ایجاد وگسترش این پدیده نقش دارند.

که به طور خلاصه شامل بزرگی و شدت زلزله ، روانگرایی، میزان آسیب پذیری انواع سازه ها و شریانهای حیاطی در برابر زلزله، آسیب پذیری ساختمانها ومحتویات آنها در برابر آتش سوزی شرایط بحرانی پس از زلزله، شرایط جوی، نوع کاربری و تراکم مناطق شهری، کارایی شریانهای حیاتی پس از زلزله و امکانات و تجهیزات آتش نشانی می باشند.

در سال ۲۰۰۴،Edinger درباره مدل اشتعالهای پس از زلزله به تحقیق پرداخت و اثر سیستمهای توزیع گاز را بر روی این اشتعالها مورد بررسی قرار داد. و نتیجه تحقیقاتش را اینگونه اعلام نمود ۲۶ درصد از اشتعالهای زلزله ناشی از سیستم توزیع گاز شهری میباشد.[11]

اما در واقع وقوع اشتعال تابع عوامل بسیاری نظیر خرابی ساختمانها، واژگونی محتویات، تخریب تاسیسات زیر بنایی نظیر برق وگاز و زمان و قوع زلزله در روز و سال بوده و با بررسی در زلزله های گذشته مشخص گردیده که لوله‌های انتقال نفت و بنزین ۱۶٪،سیستمهای توزیع برق عامل ۴۸٪، سیستمهای توزیع گاز ۲۶٪ و بقیه موارد ۱۰٪ ازاشتعالهای پس از زلزله بوده اند.

یکی از مشکلات بزرگ بعد از زلزله، آتش سوزی‌های گسترده به علت نشد و ترکیدن لوله های انتقال نفت، بنزین و گاز می‌باشد. این آتش سوزی‌ها باعث پوشیده شدن فضای شهر از دود می‌شود، دود ناشی از این آتش سوزی‌ها علاوه براینکه مشکلات تنفسی و ریوی برای انسانها و جان داران ایجاد میکند، و می تواند خسارات جبران ناپذیری برای محیط زیست ایجاد نماید و تا سالها اثرات آن باقی بماند. مرگ و میر حیوانات و پرندگان و مهاجرت آنها به نقاط دیگر، تغییر در اکوسیستم و محیط زیست مناطق جنگلی، آلودگی شدید هوا بر اثر سوختن مواد شیمیایی و خطرناک و انتشار گازهای خطرناک که وارد جو شده و به علت ترکیبات خاص، شاید تا سالها بصورت طبیعی نتواند تجزیه و پاکسازی شوند، و باعث به وجود سرطانهای مختلف روی انسان وجانوران شود، همچنین گازهای گلخانه‌ای زیادی را به جو منتقل می‌نماید. لذا جهت جلوگیری از پیامدهای زیست محیطی حدالمقدور با تدابیر لازم از انفجار و آتش سوزی‌های هنگام و بعد از زلزله جلوگیری شود. [11]،**(شکل ۳)**

رعایت موارد ذیل می‌تواند از بسیاری آتش سوزی بعد از زلزله را به حد اقل برساند.

- ✓ اجاقهای داخل ساختمان‌ها دارای ترموکوپل باشد.
- ✓ عدم ذخیره سوخت مانند بنزین و نفت در ساختمان‌ها.
- ✓ تثبیت وسایل روشنایی وگرمایشی و دور کردن مواد اشتعال زا از نزدیکی وسایل مذکور.
- ✓ کپسول خاموش کننده آتش در همه ساختمانها وجود داشته باشد.
- ✓ ساختمان‌های بلند مرتبه مجهز به سیستم ایمنی در برابر آتش باشند.
- ✓ سیستم قطع اتوماتیک علمک گاز حساس به امواج زلزله جهت قطع بموقع گاز ورودی ساختمان‌ها.
- ✓ رعایت استاندارد سیم کشی برق ساختمان‌ها.
- ✓ جلوگیری از روشن شدن ژنراتورهای خودکار اظطراری برق هنگام قطعی برق در زمین لرزه.
- ✓ تثبیت مخازن سوخت تاسیسات گرمایشی ساختمان‌ها طبق استاندارد و مقاوم در برابر زلزله. [12]

شکل۴ نمونه ای از آتش سوزی بعد از زلزله(مرجع سایت آتش‌نشانی)

تاسیسات ولوله کشی آب

سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی هر منطقه بدون وجود منابع آب قادر به مهار آتش سوزی نمی‌باشند. در صورت فراهم بودن آب و تجهیزات لازم حتی در صورت عدم حضور نیروهای آتش نشانی، امکان مهار حریق توسط آتش نشانان داوطلب محلی امکان پذیر می‌باشد. قطع شبکه های آبرسانی از وقایع بسیار رایج در اکثر زلزله‌های بزرگ است. به عنوان مثال در زلزله نورتریج ۱۹۹۴و زلزله کوپه۱۹۹۵ قطع سیستم آبرسانی بخشهای مهمی از منطقه زلزله زده را تحت تاثیر قرار داد، به طوری که در شهر کوپه ۶ شکستگی اصلی و حدود ۳۰۰۰ نشتی در خطوط لوله آب رخ داد، ایستگاههای پمپاژ و مخزن ذخیره نیز متحمل خساراتی شدند. خسارات وارده بر سیستم، منجر به کمبود آب شد و فشار آب در شیرهای آتش نشانی، در بسیاری مناطق به شدت کاهش یافت. مشکلات شهرکوپه برای اطفای حریق ناشی از زلزله یکی از مثالهای مهم سالهای اخیر است.[12]

نتیجه گیری

همانگونه که در متن مقاله توضیح داده شد پیامدهای زیست محیطی زلزله به سه عنصر اصلی طبیعت یعنی خاک، آب و هوا بسیار زیاد است و باعث آلودگی شدید زیست محیطی در زمان زلزله همچنین بعد از آن می‌گردد. علاوه بر خطرات مستقیمی که زلزله بر محیط زیست دارد، آلودگی های ثانویه نیز وجود دارد و می‌تواند بصورت یک چرخه از خاک به آب وهوا، از آب به هوا و خاک و از هوا به خاک و آب وارد شود. هنگام زلزله و بعداز آن بایستی با برنامه ریزی، تدابیری اندیشیده شود که خودآگاه و ناخود آگاه باعث آلودگی محیط زیست نشویم. زیرا زلزله خود یک بلای اتفاقی و غیر قابل پیشبینی است، ولی پیامدهای آن‌را می‌توان پیش بینی و از آن جلوگیری نمود، مثل مقاوم سازی ساختمان‌ها وتاسیسات و سازه ها در برابر زلزله، جلوگیری از آلوده شدن خاک توسط پسماندهای زلزله، جلوگیری از آلوده شدن آبهای سطحی وزیرزمینی و حفظ منابع هنگام زلزله و بعد از آن، جلوگیری از آلودگی هوا هنگام زلزله و بعداز آن خصوصا آتش سوزی‌ها و در نهایت آموزش و فرهنگ سازی و آگاه سازی مسئولین و مردم از زلزله و پیامدهای زیست محیطی آن، واینکه کورکورانه و از روی نا آگاهی هنگام رهایی از مصیبت زلزله، محیط زیست خود را نابود نکنیم و آنرا برای آیندگان حفظ و نگهداری نماییم.

منابع

[1]آقازاده، م، راهنمای مدیریت ضایعات زلزله، مرکز سلامت محیط زیست، معاونت سلامت،۱۳۸۵

[2] حیسن پور، ح، اثرات زیست محیطی زلزله، اولین همایش ملی مدیریت بحران زلزله در شهرهای دارای بافت تاریخی،۱۳۸۵

[3] کنت وارک، سیسل وارنر، واین دیویس، آلودگی هوا منشاءوکنترل آن،ترجمه ندافی، ک، و دیگران، انتشارات نص، ۱۳۹۲

[4] رابین اسپینس، اندرو کوبرن، ایمن سازی در برابر زلزله، ترجمه غضبان، ف، و دیگران، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۹

[5] کاووسی‌نیا، ک، مدیریت امداد و نجات، آوار برداری پس از زلزله و پاکسازی محیط زیست، همایش سراسری راهکارهای ارتقاء مدیریت بحران در حوادث و سوانح غیرمترقبه، ۱۳۸۵

[6] اصل هاشمی، ا، مقاله مدیریت مواد زائد جامد در بلایا، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، ۱۳۸۸

[7] وجدانی‌نوذر، ع، مدیریت جمع‌آوری و دفع ضایعات ناشی از زلزله، دومین همایش مقابله با سوانح طبیعی، ۱۳۸۶

[8] راینر، شوارتز، ونگر، وکهرل، مدیریت پسماند و بازیافت منابع، ترجمه صبور، م، قنبر زاده لک، م، قربان، انتشارات دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۰

[9] زارع‌برزشی، م،ر، مقاله زلزله، آبهای زیرزمینی و اثرات آن بر محیط زیست، اولین همایش ملی حفاظت وبرنامه ریزی محیط زیست،۱۳۹۱

[10] علیزاده، ع، هیدرولوژی کاربردی انتشارات دانشگاه امام رضا، ۱۳۷۸

[11] خلیل‌زاده، م، ر،بوداقپور، س، مقاله زلزله تهران و اثرات زیست محیطی آن، دومین همایش ونمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست ،۱۳۸۷

[12] سید معصومی، س، م، زلزله عامل قهری طبیعت وآتش سوزی ناشی از وقوع زلزله، دومین کنفرانس بین المللی و ششمین کنفرانس ملی زلزله و سازه، نشریه عمران، مقاوم سازی وبهسازی صنعت، ۱۳۸۴