وزارت کشور
سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور
انتشارات

سری منابع آموزشی شهرداری‌ها
۹۱

شناخت، آمادگی و مقابله با حوادث طبیعی غیرمترقبه (سیل و زلزله) در شهرداریها

تهیه و تنظیم:
معاونت آموزشی
پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی
سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور

بسم الله الرحمن الرحيم

شناخت، آمادگی و مقابله با حوادث طبیعی غیرمترقبه (سیل و زلزله) در شهرداری‌ها

نویسنده:

اسماعیل صالحی

وزارت کشور

سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور

پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی

استانداری سیستان و بلوچستان

معاونت امور عمرانی

دفتر امور شهری و شوراها

سری منابع آموزشی شهرداری‌ها

سرشناسه:صالحی، اسماعیل،۱۳۴۷ -
عنوان و نام پدیدآور: شناخت، آمادگی و مقابله با حوادث طبیعی غیرمترقبه (سیل و زلزله) در شهرداری‌ها/ مولف اسماعیل صالحی؛ مجری پژوهشکده فرهنگ، هنر و معماری جهاد دانشگاهی، شهرداری کرمان،معاونت آموزشی پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، معاونت امور عمرانی سیستان و بلوچستان دفتر امور شهری و روستایی
مشخصات نشر: تهران: راه‌دان،۱۳۹۰
مشخصات ظاهری: د، ۱۹۲ص.: مصور، جدول، نمودار
فروست: سری منابع آموزشی شهرداری‌ها
شابک: ۳-۷۹-۵۹۵۰-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی: فیپا
یادداشت:کتابنامه
موضوع: بلاهای طبیعی
موضوع: بلاهای طبیعی -- پیش‌بینی‌های ایمنی
موضوع: مدیریت بحران
موضوع: امدادرسانی
شناسه افزوده:جهاد دانشگاهی، پژوهشکده فرهنگ، هنر و معماری
شناسه افزوده: شهرداری کرمان
شناسه افزوده: سازمان شهرداریها و دهیاریهای کشور. پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی. معاونت آموزشی
شناسه افزوده: استانداری سیستان و بلوچستان. دفتر امور شهری و روستایی
رده بندی کنگره: ۹۱۳۹۰ ش ۲۴ ص/ ۵۰۱۴ GB
رده بندی دیویی:۳۶۳/۳۴
شماره کتابشناسی ملی: ۲۶۰۳۷۵۸

عنوان : شناخت، آمادگی و مقابله با حوادث طبیعی غیر مترقبه (سیل و زلزله) در شهرداری ها
ناشر: راه دان، انتشارات سازمان شهرداریها و دهیاریهای کشور
تهیه و تنظیم: معاونت آموزشی پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی
مجری: معاونت آموزشی پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی، دفتر امور شهری و شوراهای استانداری سیستان و بلوچستان
مدیر پروژه: مهدی صفدری، حسین رجب صلاحی
ناظر پروژه: محمود ملاشاهی، جواد نیکنام، سعیدرضا سارانی
نویسنده: اسماعیل صالحی
ویراستار: تهمینه فتح اللهی
شمارگان: ۳۰۰۰ نسخه
نوبت چاپ: اول
تاریخ چاپ: بهار ۱۳۹۱
قیمت: ۶۵۰۰۰ ریال
شابک: ۳-۷۹-۵۹۵۰-۶۰۰-۹۷۸
نظارت چاپ: عقیق ۴-۸۸۹۳۲۴۰۳

حق چاپ و نشر برای انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور محفوظ است

پیشگفتار

گسترش شهرنشینی و مسائل و مشکلات خاص زندگی شهری، بیش از پیش ضرورت توجه همه جانبه به راهبردهای سودمند برای بهینه سازی زندگی ساکنان شهرها را لازم ساخته است . در میان عوامل تاثیرگذار در شهرها مانند محیط زیست شهری، حمل و نقل شهری، ایمنی شهری و برنامه ریزی شهری، یک عامل بسیار مهم که تاثیر فزاینده و تعیین‌کننده‌ای بر دیگر عوامل سازنده زندگی شهری دارد، مدیریت شهری است . هر فعالیت اجتماعی بدون وجود مدیریت سازمان یافته که اهداف و ابزارهای رسیدن به آنها را مشخص کند و فعالیت‌ها را هماهنگ سازد - از هم می‌پاشد و به بی نظمی می‌گراید . شهرها نیز که پیچیده‌ترین و متنوع‌ترین جلوه‌های زندگی اجتماعی بشری را در خود دارند بدون وجود نظام مدیریت شهری که ضمن انجام برنامه ریزی‌های لازم برای رشد و توسعه آینده شهر به مقابله با مسائل و مشکلات کنونی آنها بپردازد بی سامان می‌گردند .

در نظریه‌های جدید مدیریت، به بالاترین سازمان از نظر کیفیت، سازمان متعالی می‌گویند . یک سازمان زمانی متعالی است که تمام اعضا به ماهیت ذاتی و درونی روابط خود اهمیت دهند، بدین معنا که هر فردی برای کارآیی بیشتر از هیچ کوششی دریغ نورزد . بر خلاف یک رابطه متقابل خشک و رسمی که در آن طرفین به چگونگی تقسیم منافع علاقمندی نشان می‌دهند، اعضاء یک سازمان متعالی و برتر بیشتر مایل اند بدانند چگونه هر یک از آنان می‌توانند نفع بیشتری به سازمان ارائه دهند، افزون بر این، تمامی اعضا سازمان به این موضوع علاقمندند که چگونه می‌توانند برای افراد خارج از سازمان نیز مثمر ثمر باشند .

نظام مدیریت شهری نیز می‌باید به جایگاه متعالی خود برای خدمات رسانی بهتر به منظور رضایتمندی هر چه بیشتر شهروندان کشور دست یابد . مهمترین راه برای رسیدن به این هدف برای نظام مدیریت شهری دست یابی به جریان دانش و اطلاعات بهتر در جهت اخذ تصمیم مناسب و کاهش خطاها در تصمیم گیری و اجرا می‌باشد . داشتن دانش و اطلاعات از عدم قطعیت در روند تصمیم گیری‌ها می‌کاهد . مهمترین ابزار دست یابی به اطلاعات در جهان امروز متون نوشتاری یا الکترونیک می‌باشد که اگر حاصل تلفیق علم و عمل باشند تاثیرگذاری آن به مراتب بر مخاطبین بیشتر خواهد بود . به منظور انتشار دست آوردهای جدید علمی و عملی در زمینه‌های مختلف مدیریت شهری پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور با همکاری دفتر امور شهری و شوراهای استانداری سیستان و بلوچستان اقدام به انتشار کتب آموزشی ای با عناوین زیر نموده است تا

گامی هر چندکوچک در ارتقاءسطح علمی شهرداری‌هاکشور برداشته شده باشد.

۱. شناخت؛ آمادگی و مقابله با حوادث طبیعی غیر مترقبه (سیل و زلزله) در شهرداری‌ها.

۲. آشنایی با مراجع قضاوتی در ایران.

۳. تکنولوژی آموزش؛ ابزار و رویکردهای کلاسیک و مدرن.

۴. طراحی وکاربرد عناصر مبلمان شهری (کیوسک‌ها ؛ سرپناه‌ها ؛ ایستگاهها و ...).

کتاب حاضر با عنوان شناخت؛ آمادگی و مقابله با حوادث طبیعی غیر مترقبه (سیل و زلزله) در شهرداری‌ها در چهار فصل تهیه شده است عناوین این فصول عبارتند از: فصل اول: حوادث طبیعی و غیر مترقبه؛ انواع غیر مترقبه طبیعی، فصل دوم: زمین لرزه، فصل سوم: سیل و فصل چهارم: نحوه عمل در مقابل حوادث غیر مترقبه طبیعی .

در پایان از همکاری صمیمانه آقایان مهدی صفدری معاون امور عمرانی استانداری سیستان و بلوچستان، حسین رجب صلاحی معاون آموزشی پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌کشور، محمود ملاشاهی مدیرکل دفتر امور شهری و شوراهای استانداری سیستان و بلوچستان، شهرداری‌کرمان و پژوهشکده فرهنگ، هنر و معماری جهاد دانشگاهی‌که در تهیه، تدوین و نشر این‌کتاب تلاش فراوانی نمودند نهایت تقدیر و تشکر به عمل می‌آید .

محمد رضا بمانیان
رئیس پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی
سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور

علی‌محمد آزاد
استاندار سیستان و بلوچستان

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

پیشگفتار ..... أ
فصل اول: حوادث طبیعی و غیر مترقبه، انواع غیر مترقبه طبیعی ۱
اهداف ۲
۱-۱. مقدمه ۳
۱-۲. حوادث غیر مترقبه ۴
۱-۲-۱. تقسیم بندی حوادث غیر مترقبه از دیدگاه کاربردی ۵
۱-۳. مخاطرات طبیعی ۶
۱-۴. بلایای طبیعی ۶
۱-۵. وضعیت اضطراری ۷
۱-۶. خطر و احتمال خطر ۷
۱-۷. تعریف حادثه، سانحه و بحران ۹
۱-۸. سوانح غیر مترقبه طبیعی ۱۰
۱-۸-۱. انواع سوانح طبیعی ۱۱
۱-۹. انواع بحران به لحاظ منشاء و خاستگاه حادث ۱۴
۱-۱۰. تقسیم بندی بحران ۱۶
۱-۱۱. مراحل مدیریت بحران ۱۷
۱-۱۲. بلایای طبیعی و فرصت‌ها ۱۹
۱-۱۳. آسیب‌پذیری و مفهوم آن ۲۰
۱-۱۴. آسیب پذیری در برابر بلایا ۲۲
خلاصه ۲۶
خودآزمایی ۲۶
فصل دوم: زمین لرزه ۲۹
اهداف ۳۱
۲-۱. تعریف زلزله ۳۲
۲-۲. علل وقوع زلزله ۳۴
۲-۲-۱. زمین‌لرزه‌های تکتونیکی ۳۵
۲-۲-۲. زمین‌لرزه با منشاء انبساط سنگ‌های پوسته‌ای ۳۷
۲-۲-۳. انفجارها ۳۷

۲-۲-۴. زلزله‌های آتشفشانی ۳۸
۲-۲-۵. زلزله‌های فروریزشی ۳۹
۲-۲-۶. زمین‌لرزه‌های ناشی از مخازن بزرگ ۳۹
۲-۴. تعریف اصطلاحات ۴۳
۲-۴-۱. کانون زلزله ۴۳
۲-۴-۲. نظریه بازگشت کشسان ۴۴
۲-۴-۳. گسل‌ها ۴۵
۲-۴-۳-۱. انواع گسل‌ها ۴۷
شکل ۲-۴. نقشه گسل‌های تهران(www.ngo-iran.ir) ۵۰
۲-۴-۴. نظریه تکتونیک صفحه‌ای (اشتقاق قاره) ۵۰
۲-۴-۴-۱. تکنونیک ایران ۵۱
۲-۵. امواج لرزه ۵۵
۲-۶. کانون، عمق و مرکز زمین لرزه ۶۲
۲-۷. مقیاس‌های سنجش زلزله و دوره بازگشت آن ۶۵
۲-۷-۱. مقیاس شدت زلزله ۶۵
۲-۷-۲. مقیاس بزرگی زلزله ۶۸
۲-۷-۳. دوره بازگشت زلزله ۷۰
۲-۸. عوامل موثر در ایجاد خسارت زلزله ۷۱
۲-۹. ارزیابی خطر زمین‌لرزه ۷۵
۲-۱۰. راه‌کارهای مناسب امداد رسانی و کاهش تلفات در زمین لرزه ۷۸
۲-۱۰-۱. اهمیت احداث بناهای مقاوم در برابر زلزله ۷۹
۲-۱۰-۲. نقش آیین نامه ها در طراحی مقاوم سازی سازه ها در برابر زلزله ۸۰
۲-۱۰-۳. نقش بیمه در کاهش خسارات زمین‌لرزه ۸۲
۲-۱۱. پیش بینی زلزله ۸۴
۲-۱۲. برخی بحران‌های ناشی از زلزله در شهرها ۸۸
۲-۱۳. مطالعات آژانس همکاری‌های بین‌المللی ژاپن(جایکا) و مرکز پیش‌گیری و مدیریت بحران ۹۰
۲-۱۴. برخی راهبردهای شهرسازانه جهت کاهش آسیب پذیری زلزله ۸۹
خودآزمایی ۱۰۱
فصل سوم: سیل ۹۹
اهداف ۱۰۵
۳-۱. مقدمه ۱۰۶
۳-۲. تعریف سیل ۱۰۶

۳-۳. خواص سیلاب‌ها ۱۰۹
۳-۴. طبقه‌بندی سیلاب دشت‌ها از نظر خطر سیل ۱۱۰
۳-۵. طبقه بندی سیل جهت مقابله اصولی با خطرات آن ۱۱۱
۳-۵-۱. فقط افزایش دبی رودخانه ۱۱۱
۳-۵-۲. رواناب سطحی یکنواخت (حمل ریزدانه) ۱۱۱
۳- ۵-۳. رواناب سطحی با افزایش تدریجی دبی ۱۱۲
۳-۵-۴. طغیان رودخانه و تخریب جداره آن ۱۱۲
۳-۵-۵. طغیان شدید رودخانه و خروج آب از حریم آن ۱۱۳
۳-۵-۶. طغیان رودخانه و افزایش تدریجی سیل ۱۱۳
۳-۵-۷. برخورد شدید سیل با موانع موجود و تداوم آن ۱۱۴
۳-۵-۸. آخرین توان ممکن سیل، جهت ایجاد تخریب ۱۱۴
۳-۶. خسارات سیلاب ۱۱۴
۳-۶-۱. خسارات محسوس ۱۱۵
۳-۶-۲. خسارات نامحسوس ۱۱۵
۳-۷. شاخص‌های تخریب سیل ۱۱۶
۳-۷-۱. عمق سیلاب ۱۱۶
۳-۷-۲. سرعت جریان سیلاب ۱۱۷
۳-۷-۳. مدت دوام سیل ۱۱۷
۳-۷-۴. رسوبات ۱۱۷
۳-۷-۵. موج ۱۱۷
۳-۷-۶. فاصله زمانی بین سیل‌ها ۱۱۸
۳-۸. سیل‌گیری شهرها ۱۱۸
۳-۹. خسارات در سیلاب های شهری ۱۱۹
۳-۱۰. آسیب پذیرترین مکان ها برای سیل ۱۲۰
۳-۱۰-۱. قرار داشتن در قسمت های جلگه سیلابی ۱۲۱
۳-۱۰-۲. قرار داشتن در سواحل پست و دلتاها ۱۲۱
۳-۱۰-۳. حوضه های کوچک در معرض طغیان های ناگهانی ۱۲۱
۳-۱۰-۴. نواحی پایین دست سدهای نامناسب یا ناامن ۱۲۲
۳-۱۰-۵. واقع شدن در سواحل داخلی پست ۱۲۲
۳-۱۰-۶. مخروط افکنه ها ۱۲۳
۳-۱۱. علل سیل‌ها ۱۲۳
۳-۱۲. روش‌های مقابله با سیلاب ۱۲۵

خلاصه ۱۳۱
خودآزمایی ۱۳۲
فصل چهارم: نحوه عمل در مقابل حوادث غیر مترقبه طبیعی ۱۲۷
اهداف ۱۳۵
۴-۱. مقدمه ۱۳۶
۴-۲. آماده سازی مدیران شهری برای مقابله با وضعیت های اضطراری ۱۳۶
نقش شهرداریها در مقابله با حوادث طبیعی
۴-۳. آماده سازی شهروندان برای مقابله با بلایای طبیعی ۱۴۹
۴-۳-۲. آماده سازی شهروندان برای مقابله با زلزله ۱۴۹
۴-۳-۲. آماده سازی شهروندان برای مقابله با سیل ۱۴۹
۴-۴. ارتقای سطح آگاهی و ایجاد آمادگی ۱۶۴
۴-۵ مانور(شبیه سازی شرایط بحرانی) ۱۶۴
۴-۵-۱. تمرین توجیهی ۱۶۵
۴-۵-۲. تمرین میدانی ۱۶۶
۴-۵-۳. تمرین دورمیزی ۱۶۶
۴-۵-۴. تمرین عملکردی ۱۶۷
۴-۵-۵ تمرین مقیاس کامل ۱۶۷
۴-۶ دستورالعمل هایی برای مقابله با حوادث طبیعی(زلزله، سیل و زمین لغزش) ۱۶۸
۴-۶-۱. مقابله با زلزله ۱۶۸
۴-۶-۲. آمادگی در برابر سیل و آب‌گرفتگی ۱۷۲
۴-۶-۳. آمادگی در برابر زمین لغزش ۱۷۵
پیوست : بررسی زلزله لرستان و تجارب گرفته شده از آن ۱۷۵
۴-۷-۱.گسل‌ها ۱۴۹
۴-۷-۱-۱.گسل اصلی جوان زاگرس ۱۴۹
۴-۷-۱-۲.گسل دورود ۱۴۹
۴-۷-۲. تشکیل ستاد مدیریت بحران پس از حادثه زلزله درب آستانه سیلاخور ۱۴۹
۴-۷-۳.نحوه اطلاع رسانی ۱۴۹
۴-۷-۴. عملیات امداد و جستجو ۱۴۹
۴-۷-۴-۱.عملیات امدادی -درمانی ۱۴۹
۴-۷-۴-۲.عملیات جستجو و نجات ۱۴۹
۴-۷-۵. اسکان موقت پس از زلزله ۱۴۹

۴-۷-۶ اقدامات بهداشتی ۱۴۹
۴-۷-۷. کودکان ۱۴۹
۴-۷-۸. شبکه های آبرسانی وانتقال نیرو وسوخت رسانی ۱۴۹
۴-۷-۹. ساختمانهای ویژه ۱۸۱
۴-۷-۱۰.کمکهای ارسالی ۱۴۹
۴-۷-۱۱. جمع بندی مشکلات بوجود آمده ۱۸۳
خلاصه ۱۸۹
خودآزمایی ۱۹۸
فهرست منابع و مراجع ۲۰۰

فهرست نمودارها

عنوان **صفحه**

نمودار شماره ۱-۱: نمودار توزیع فراوانی وقوع بلایای طبیعی بر حسب نوع واقعه ۱۳
نمودار شماره ۲ -۱: نحوه کاهش پیامدهای زلزله ۸۴
نمودار شماره ۳-۱: علل طبیعی سیل ها در ارتباط با دیگر مخاطرات طبیعی ۱۲۳
نمودار شماره ۴-۱: نقش برنامه ریزی و طراحی شهری در مدیریت سوانح ۱۳۶

فهرست جداول

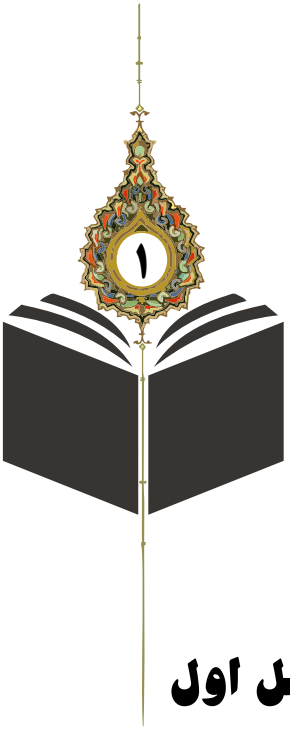
عنوان **صفحه**

جدول شماره۱-۱: عوامل ایجادکننده، افزایش دهند و کاهش دهنده آسیب‌پذیری..... ۲۱
جدول شماره۱-۲: تفاوت کشورهای صنعتی و در حال توسعه در مواجهه با بلایای طبیعی..... ۲۴
جدول شماره۲-۱: زلزله‌های مهم ایران و چگونگی خسارات و تلفات آن‌ها..... ۴۱
جدول شماره ۲-۲: مقیاس مرکالی..... ۶۷

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل شماره۲- ۱: چگونگی نظریه بازگشت گشسان در جاده..... ۴۵
شکل شماره ۲-۲: انواع گسل..... ۴۹
شکل شماره ۲-۳: سه نوع اصلی گسل‌ها..... ۵۰
شکل شماره ۲-۵: صفحات اصلی ایران ومناطق مجاور..... ۵۲
شکل شماره ۲-۶ : نقشه خطر نسبی زمین‌لرزه در ایران..... ۵۳
شکل شماره ۲-۷. صفحات تکنونیک و توزیع وسیع زلزله در جهان ۵۵
شکل شماره۲-۸: نحوه انتشار امواج اولیه..... ۵۶
شکل شماره۲-۹: نحوه انتشارامواج ثانویه..... ۵۷
شکل شماره ۲-۱۰: نحوه انتشار امواج لاو..... ۵۸
شکل شماره ۲-۱۱: نحوه انتشار امواج ریلی..... ۵۹
شکل۲-۱۲: بازتاب، شکست و تبدیل امواج حجمی..... ۶۲
شکل شماره ۴-۱ : لرزه خیزی و ساختمان گسل اصلی جوان ۱۷۰
شکل شماره ۴-۲: نقشه قسمتی از سیستم گسل اصلی جوان زاگرس..... ۱۷۱
شکل شماره ۴-۳: تجزیه و تحلیل ساختمانی گسل اصلی جوان..... ۱۷۱
شکل ۴-۴: نصب چادر در کنار فضولات دامی در روستاها..... ۱۷۹



فصل اول

حوادث طبیعی و غیر مترقبه، انواع غیر مترقبه طبیعی

اهداف

هدف از مطالعه این فصل، آشنایی با مطالب زیر می باشد:

۱. حوادث طبیعی و غیرمترقبه و انواع سوانح غیرمترقبه طبیعی
۲. تعاریف خطر، حادثه، سانحه و بحران و تفاوت بین آن‌ها
۳. انواع سوانح طبیعی
۴. توزیع فراوانی بلایای طبیعی در جهان
۵. تقسیم‌بندی بحران و مراحل آن
۶. مفهوم آسیب‌پذیری

۱-۱. مقدمه

علی‌رغم پیشرفت علم و تکنولوژی، انسان هنوز در مقابل عوارض سوانح و بلایای ناشی از دگرگونی‌های طبیعت مانند سیل، زلزله، و غیره آسیب‌پذیر است. درسطح جهان، بیش از چهل نوع بلای طبیعی با زیرمجموعه‌های متعدد شناسایی شده که از این تعداد حدود سی نوع بلایای طبیعی، سرزمین ایران را تهدید می‌کند .فراوانی حوادث و سوانح در ایران، این کشور را به یکی از ده کشور سانحه خیز دنیا مبدل ساخته است .طبق آمارهای سازمان ملل متحد در سال ۲۰۰۱، ایران بعد از چین، هند و بنگلادش، چهارمین کشور حادثه خیز در آسیا محسوب می‌شود .اکثر شهرهای مهم کشور در معرض خطرات جدی حوادث و بلایای ویران‌گری همچون زلزله‌های مخرب قرار دارند.

اساساً سوانح و بلایا حوادثی هستند با درجه احتمال ضعیف(ضریب پیش‌بینی پایین) و تاثیر زیاد که وجود مجموعه یا مجموعه‌های سازمان را تهدید می‌کند و مشخصه بارز آن ابهام در علت ایجاد، اثر و روش‌های آن بحران است. در حقیقت مدیران و کارکنان قادر به پیش‌بینی حوادث خاصی نبوده و تنها می‌توانند وقوع رویدادی را در آینده پیش‌بینی کنند. از طریق برنامه‌ریزی و تحلیل خط سیر طبیعی و اجتماعی رویدادها، می‌توان آن‌ها را از حالت غیر منتظره بودن به سمت قابل پیش‌بینی بودن سوق داد.گرچه آنچه که مربوط به همه بلایا وبحران هاست، تصمیم‌گیری سریع است. بنابراین برای چنین حوادثی به آمادگی هوشیارانه نیازمندیم (اسکینر و مرشام،۱۳۸۷).

وقوع حوادث طبیعی در جهان اجتناب ناپذیر بوده و با توجه به توسعه کشورها و افزایش سرمایه گذاری‌ها، خسارات ناشی از حوادث نیز روزافزون بوده است .پیش بینی بسیاری از این وقایع بدلیل عدم شناخت کافی از آنها امکان پذیر نبوده و تنها با شناخت دقیق و علمی

نحوه وقوع، مخاطرات جانبی، اثرات و خسارات و شناخت اقدامات پیش‌گیرانه و کاهش خسارات در رابطه با هر سانحه با آمادگی قبلی و بر اساس اطلاعات می‌تواند به کاهش اثرات مخرب حوادث غیرمترقبه بیانجامد با توجه به این که برنامه‌های پیشگیری، مقابله و کاهش خسارت برای هر سانحه متفاوت با سانحه دیگر می‌باشد، لذا به منظورتبیین برنامه مقابله و طرح برنامه مدیریت بحران برای سوانح نیاز به شناخت کامل از جزئیات هر سانحه می‌باشد.

۱-۲. حوادث غیر مترقبه

طبق تعریف سازمان بهداشت جهانی؛ حوادث غیرمترقبه پدیده‌های زیست محیطی ناگهانی هستند که از چنان شدتی برخوردارند که کمک‌رسانی را ضروری می‌کنند.

براساس تعریفی دیگر، هر حادثه‌ای که با آسیب و تخریب خود باعث ایجاد نیاز مازاد بر ظرفیت پاسخ یک جامعه گردد، حادثه غیرمترقبه خوانده می‌شود. تعریف دوم از این جهت که حوادث غیرمترقبه بشر ساخته را پوشش داده و با ظرفیت پاسخ سیستم ارزیابی می کند، تعریف کامل‌تری است.

حوادث غیر مترقبه از جمله معضلات بزرگ جوامع انسانی هستند و بشر به رغم پیشرفت‌های علمی- صنعتی و فناورانه هنوز نتوانسته بر این حوادث و اثرات آنها تسلط یابد. اگرچه پیشرفت‌های صنعتی وعلمی در بعضی از جنبه‌های پیش‌گیرانه حوادث موثر بوده‌اند، اما خود نیز به ابعاد حوادث مصیبت آفرین افزوده‌اند. هر ساله در گوشه وکنار جهان سوانح و حوادث غیر مترقبه بسیاری رخ می‌دهد که حداقل بخشی از آنها با عوارض شدید و جانی مالی و روانی همراه هستند. اهمیت تخریب‌ها وآسیب‌های ناشی از این وقایع به حدی است که در سال‌های اخیر توجه بسیار زیاد مراکز بین المللی را به خود معطوف کرده است، تا

جایی که سازمان ملل متحد دهۀ ۱۹۹۰ میلادی را دهۀ کاهش حوادث و بلایا نام‌گذاری کرد.

حوادث غیرمترقبه در یک تقسیم‌بندی کلی، به حوادث طبیعی مانند لزله، سیل، طوفان و غیره و حوادث تکنولوژیک یا انسان ساخت مانند حملات نظامی، حملات بیوتروریستی، نشت مواد رادیواکتیو و غیره تقسیم می‌شوند. این تقسیم‌بندی در عمل کمک زیادی نمی‌کند و تفکیک حوادث غیرمترقبه به این شکل همیشه ممکن نیست. برای مثال زلزله به عنوان یک بلای طبیعی در کنار عدم استحکام بنای ساختمان‌ها در مقابل زمین‌لرزه به عنوان یک عامل انسان ساخت می‌تواند حادثه آفرین باشد.

۱-۲-۱. تقسیم بندی حوادث غیر مترقبه از دیدگاه کاربردی

سطح اول: حوادث غیر مترقبه‌ای هستند که از نظر شدت اثرگذاری به حدی هستند که منابع و سازمان‌های محلی خود قادر به پاسخ‌دهی مناسب به آنها و تبعات ناشی از آنها هستند.

سطح دوم: حوادث غیر مترقبه‌ای هستند که برای کنترل آنها نیاز به کمک های مشترک منطقه‌ای[1] وجود دارد.

سطح سوم: حوادث غیر مترقبه‌ای هستند که از توان پاسخ نیروهای محلی و منطقه‌ای خارج است و کمک‌های ملی را می‌طلبد.

سطح چهارم: حوادث غیر مترقبه‌ای هستند که پاسخ‌گویی به آن‌ها فراتر ازتوان پاسخ‌گویی نیروها در سطح مللی است و کمک‌های بین المللی برای کنترل آنها مورد نیاز است (جهانگیری، کتایون، ۱۳۸۸).

[1]. Regional

۱-۳. مخاطرات طبیعی

مخاطرات طبیعی، پدیده‌های طبیعی را شامل می‌شودکه در مجاورت سکونت‌گاه‌های انسانی و به شکل یک تهدید برای مردم، ساختارها یا سرمایه‌های اقتصادی روی می‌دهد و ممکن است منجر به بحران شود. مخاطرات طبیعی به دلیل شرایط و فرآیندهای بیولوژیکی، زمین ساختی، زمین لرزه‌ای یا هواشناسی در محیط طبیعی به وجود می‌آیند (بیرودیان، نادر، ۱۳۸۵، ص۵).

۱-۴. بلایای طبیعی

بلایای طبیعی روی هم رفته از نظر خسارت به زندگی و منابع، غیر منتظره‌ترین و پر آسیب‌ترین حوادث محسوب می شوند. در سال‌های اخیر بلایای طبیعی مانند گردبادهای میچ و خورج در کارائیب وآمریکای مرکزی، سیل در ونزوئلا وموزامبیک وزلزله در کلمبیا، ترکیه، بم و هائیتی آشفتگی دائمی را در بر داشته است. تجارب نشان می‌دهد واکنش عجولانه به دلیل ناآشنایی با شرایط محلی و بومی و نبود تلاش در سطوح ملی تنها عاملی است که آشفتگی و هرج و مرج را تشدید می‌کند که در اکثر موارد حمایت سازمان های ملی و بین‌المللی ضروری است و می‌توان آن را به‌صورت زیر تعریف کرد:

" عملی از طبیعت است با چنان شدتی که وضعی فاجعه انگیز ایجاد می‌کند و در این وضع شیرازه زندگی ناگهان گسیخته شده و مردم دچار رنج و درماندگی می‌شوند.در این شرایط مردم به غذا، پوشاک، سرپناه و مراقبت‌های پزشکی و پرستاری و سایر ضرورت‌های

زندگی و به محافظت در مقابل عوامل و شرایط نامساعد محیط محتاج می‌گردند (محمدعصار و ابوالحسن قدیم، ۱۳۷۳،ص۷)

۱-۵. وضعیت اضطراری[1]

حادثه طبیعی یا بشرساخته، فضای عادی را به شدت تخریب کرده و فرآیند امور وفعالیت‌ها را مختل نموده و یا باعث تغییر یا افزایش قابل توجه و سریع تقاضا برای برخی از خدمات نظیر،خدمات بیمارستانی می‌شود(برای مثال حملات تروریستی، فرو ریختن ساختمان و یا تصادفات هوایی). معمولاً به وضعیت‌های اضطراری با وسعت تخریب زیاد و اضطرار بالا، سانحه[2] اطلاق می شود. البته زمان درهر بحران دارای اهمیت خاصی می‌باشد، به طوری که درصورت عدم توجه به آن و یا از دست رفتن آن، زندگی انسان و اموال وابسته، به خطر می‌افتد. به طور کلی اقدامات فوریتی در این فاصله زمانی بسیار معنادار می شوند. از این‌رو به این مدت Golden time واژه "زمان طلایی" اطلاق می‌شود.

۱-۶. خطر و احتمال خطر

خطر، بخش اجتناب‌ناپذیر زندگی است. انسان‌ها هر روز به نحوی با خطر مواجه می‌شوند، از جمله تعدادی در تصادفات رانندگی جان خود را از دست می‌دهند، دچار نقص عضو می‌شوند و یا اموالشان به سرقت می‌رود یا از آلودگی صوتی محیط پیرامون و انواع دیگر آلودگی‌ها رنج می‌برند. زندگی در محیط بدون خطر غیر ممکن است و انتظار می‌رود توجه

[1]. Emergency
[2]. Disaster

عمومی مردم نسبت به خطر در آینده با آن که اکثر مـردم از طـول عمـر بیشـتر و زنـدگی سالم‌تر بهره‌مند می‌شوند، افزایش یابد.

بعضی اوقات احتمال خطر، مترادف با خطر به کـار مـی‌رود، امـا احتمـال خطـر کـاربرد دیگری دارد و به معنای امکان وقوع عملی حادثه زیان‌آور و خطرناک است. بهتـرین تعریـف خطر،عبارت است از جریان یا واقعه‌ای که به طور بالقوه توان ایجـاد زیـان در آینـده را دارد، یعنی منبع متعارف خطر. احتمال خطر عبارت است از قرار گرفتن انسان یا متعلقات بسـیار ارزشمند او، در معرض خطر و اغلب آن را ترکیبی از احتمال و زیان لحاظ می‌کنند. بنابراین امکان دارد خطر (یا علت) را چنین تعریف کنیم، تحدید بالقوه علیه انسان‌ها و رفاه آن‌هـا و خطر احتمالی (یا معلول) را به صورت احتمال و قوع یک خطر خاص بپذیریم. اوکرنت ۱۹۸۰ برای تفکیک این دو واژه می‌گوید: دو نفر را در حال عبور از اقیانوس تصور کنید که یکی در کشتی اقیانوس پیما و دیگری در قایق پارویی نشسته است. خطر اصلی «آب وامواج بزرگ» در مورد هر دو وسیله ی دریانوردی همانند است، اما احتمال خطر (غرق شدن) برای کسی که در قایق پارویی نشسته، بیشتر است. از این‌رو وقتـی خطـر زلزلـه در یـک ناحیـه پدیـد می‌آید، خطر زیان‌آور آن تنها در قسمتی که مردم و اموالشان وجود دارد، حادث می‌شود. در ارزیابی همه مخاطرات و سوانح، مردم و چیزهایی که برایشان ارزشـمند اسـت بـیش از هـر عامل دیگر مورد توجه قرار می‌گیرند. هنگامی که تعـداد زیـادی از مردمـی کـه در معـرض مخاطره قرار می‌گیرند، کشته و زخمی می‌شـوند و یـا بـه طریقـی زیـان مـی‌بیننـد، اتفـاق مذکورحادثه نامیده می‌شود. بنابراین حادثه را می‌توان « تحقق یافتن خطر» دانسـت، اگـر چه توافقی جهانی برای تعیین مقیاس و شاخص حادثـه وجـود نـدارد (مقیمـی و گـودرزی نژاد،۱۳۸۲).

۱-۷. تعریف حادثه[1]، سانحه[2] و بحران[3]

حادثه، عبارت است از یک مورد کمیاب یا استثنایی در طبیعت یا محیط‌های دست ساز بشر که ممکن است اثرات منفی در زندگی انسان، اموال و فعالیت‌های او گذاشته و گاهی منجر به بحران شود و حتی ممکن است که در زندگی عادی انسان هیچ اثر نامطلوبی نداشته باشد. معمولاً اثرات یک حادثه توسط خود جامعه یا گروه قابل ترمیم است وپس از گذشت زمان، پرداخت هزینه و فعالیت‌ها به حالت اول برمی‌گردد، در حالی که در شرایط یک بحران، ممکن است جامعه خود قادر به ترمیم ضایعات نباشد. شایان ذکر است که در برخی موارد، پدیده‌های آب وهوایی، آب شناختی (هیدرولوژیک) و زمین شناختی باعث یک حادثه یا سانحه می‌گردند، ولی اگر این فرایندها انسان و اموال را تهدید نکنند، پدیده طبیعی خوانده می شوند. به عنوان مثال یک زمین لرزه بزرگ در نقاط غیر مسکونی یک پدیده طبیعی زمین شناختی است. همچنین طغیان سالانه برخی رودخانه‌ها مثل نیل عامل اصلی تداوم حیات سالم موجودات اطراف رودخانه می‌باشد و واقعه خطرناک یا بحران محسوب نمی‌شود.

سانحه که واژه انگلیسی آن معادل کلمه Disaster می باشد، از کلمه لاتین Astum به معنی ستاره مشتق شده است و معنی لغوی آن بی ستاره یا بی اقبال است و در فارسی کلمات سانحه، فاجعه و گاهی بحران به کار گرفته می‌شود. سانحه یا اتفاق نامطلوب یک پدیده پیچیده یا و چند وجهی بوده و ممکن است از ابعاد مختلف زیست محیطی، اقتصادی، مادی، روانی، و اجتماعی آسیب وارد نماید. گاهی هم شامل کلیه ابعاد فوق نمی‌شود. غالباً

[1]. Event/accident
[2]. Disaster
[3]. Crisis

تعداد تلفات و ضایعات انسانی مهم‌ترین معیار برای تعریف سانحه است. سوانح در صورت گسترش باعث به‌وجود آمدن بحران می‌شوند (بیرودیان، نادر،۱۳۸۵،ص۱۷).

بحران؛ اختلال جدی در کارکرد یک جامعه است که خسارت‌های انسانی، مادی و زیست محیطی گسترده‌ای را سبب می‌شود، به گونه‌ای که فراتر از توانایی جامعه آسیب دیده است تا بتواند صرفاً با استفاده از منابع داخلی خود این خسارت هارا جبران نماید . همچنین گاهی اصطلاح بحران برای توصیف یک وضعیت ناگهانی دهشتناک (مثل زلزله یا سیل) است که طی آن الگوهای معمول زندگی(یا اکوسیستم) منهدم شده و مداخلات فوق‌العاده و اضطراری برای نجات و حفظ حیات انسانی و یا محیط زیست الزامی می‌گردد (بدری، سیدعلی، ۱۳۸۴، ص۵).

به طور کلی می‌توان چنین گفت:

حوادثی که در اثر رخدادها و عملکردهای طبیعی و انسانی به طور ناگهانی به وجود می‌آیند و خسارتی را به یک مجموعه یا جامعه انسانی تحمیل می‌کنند و برطرف کردن آن نیازمند اقدامات و عملیات اضطراری و فوق العاده است، بحران نامیده می شود (شکیب و مقدسی، ۱۳۸۵).

۱-۸. سوانح غیر مترقبه طبیعی[1]

سوانح غیر مترقبه‌ای که به دلیل حوادث طبیعی از جمله زلزله، سیل، طوفان‌های حاره‌ای یا آتشفشان به طور ناگهانی رخ می‌دهد وتاثیرات منفی فراوانی بر روند فعالیت‌های جوامع انسانی دارد.(UNDP, 2004)

[1]. Sudden Natural Disaster

۱-۸-۱. انواع سوانح طبیعی

سوانح طبیعی به طورکلی به چند دستهٔ کلی زیر قابل تقسیم هستند:

۱. سوانح مربوط به آب و هوا و باد

۱-۱. طوفان (طوفان‌های حارّه‌ای، طوفان‌های برق‌آسا، طوفان تگرگ، طوفان برف)

۱-۲.چرخندها[1] یا چرخندهای حارّه‌ای

۱-۳.گردباد

۱-۴. گردبادهای دریایی[2]

۱-۵. امواج جزر و مد

۱-۶. توفان‌های باران[3]

۱-۷. کولاک

۱-۸. مه

۲. سوانح مربوط به آب و هوا و آب

۲-۱.سیل

۲-۲.رگبارهای قطاری ابر

۲-۳.سیل‌های ناگهانی

۲-۴.باران‌های سنگین

۲-۵. خشک‌سالی

---

[1]. Cyclone
[2]. Hurricanes
[3].Typhoons

۲-۶. بارش برف

۳. سوانح مربوط به زمین

۳-۱. زلزله

۳-۲. سونامی

۳-۳. بهمن

۳-۴. زمین‌لغزش

۳-۵. فوران‌های آتشفشانی

۳-۶. سنگ‌ریزش

۳-۷. لجن (گل و لای) لغزش

۳-۸. نشست خاک

۳-۹. حرکت ماسه

۴. سوانح مربوط به اقیانوس

۴-۱.جریانات اقیانوسی (النینوها و لانینوها)

۵. سوانح مربوط به فضا

۵-۱. تلاقی (تصادف) ستارگان

۵-۲. رعد و برق

۶. سوانح مربوط به دما

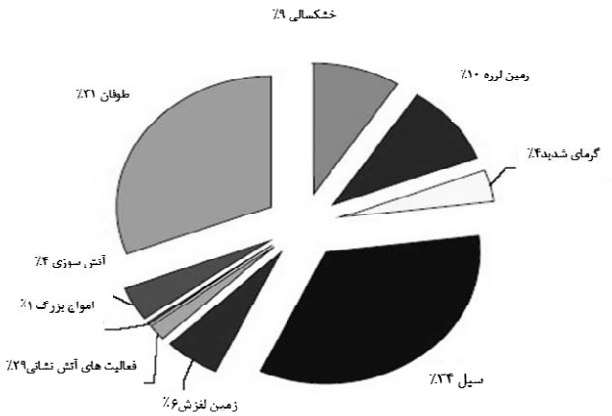
۶-۱. موج گرما

۶-۲. مه وبرف[1]

۶-۳. آتش‌سوزی,(Sinha, 2006,p 15-16)

نمودار شماره ۱-۱، توزیع فراوانی و درصد تراکمی هریک از انواع مهم بلایای طبیعی را نشان می‌دهد.

[1]. Whiteout



ماخذ:(*World Bank, 2004*)

نمودار شماره ۱-۱: نمودار توزیع فراوانی وقوع بلایای طبیعی بر حسب نوع واقعه از سال ۱۹۷۴ تا ۲۰۰۳

۱-۹. انواع بحران به لحاظ منشاء و خاستگاه حادث

بحران، سوانح و مخاطرات به لحاظ منشاء و خاستگاه، ابعاد و اثرات و مقیاس دارای انواع مختلفی است که شناخت هریک از آن ها از ضرورت‌های اولیه در مدیریت بحران می باشد؛ چرا که ساختار مدیریت بحران متناسب و متغیر با نوع سانحه تعریف می‌شود.

۱- مخاطرات و بحران های طبیعی

سوانحی که بدون دخالت انسان و توسط یکی از عناصر طبیعی، نظیر هوا (طوفان، آتش‌سوزی، خشکسالی) زمین (زلزله، رانش زمین، لغزش و ریزش کوه، آتشفشان) یا آب (سیل) و یا ترکیبی از سه عامل فوق رخ می‌دهد.

۲- مخاطرات با منشاء انسانی

مخاطراتی هستند که انسان‌ها به گونه‌ای در ایجاد آن نقش دارنـد و ایـن نقـش ممکـن است عمدی و با اراده ویا غیرعمدی و بدون اراده باشد .

بحران های ایجاد شده توسط انسان را می توان به گروه‌های مختلفی به شرح زیر تقسیم کرد:

- فاجعه تکنولوژیک: حوادثی که درنتیجه دخالت‌های ناآگاهانه بشر در طبیعت و بر اثر یـک غفلت یا خطا روی می‌دهد.

- فاجعه سیاسی: اقدامات آگاهانه و محاسبه شده انسان است که موجب از بین رفـتن جـان انسان‌ها و تخریب کلی جامعه می شود، مانند جنگ و حملات اتمی، شیمیایی و ...

- فاجعه اکولوژیک: اخیراً دسته سومی هم به طبقه بندی بالا اضافه شده که بـه نـام فاجعـه اکولوژیک خوانده می‌شود و آن حوادثی است که درنتیجه اقدامات مستقیم بشـر و اسـتفاده بی رویه از منابع طبیعی روی می‌دهد. این حوادث موجب تخریب کره خاکی و اثر مستقیمی بر نابودی گیاهان، منابع طبیعی و جانداران خواهد شد که در نهایت زندگی انسان‌هـا را بـه خطر می‌اندازد(ای .درابک و جی هواتمر، ۱۳۸۳، ص ۴ و ۶).

این تقسیم بندی از دیدگاه پیش‌گیری از سـانحه اهمیـت دارد. از آنجـا کـه مخـاطرات طبیعی به دلیل عوامل طبیعی و بدون دخالت انسان روی می‌دهند، ممکن است پیش‌گیری از آن‌ها چندان معنی‌دار نباشد .در عوض لازم است انسان خود را بـا محـیط انطبـاق داده و آمادگی لازم را در برابر این مخاطرات داشته باشد .از طرف دیگر مخاطراتی که عامل انسانی در رویداد آن‌ها نقش دارد، از جمله مواردی هستند که می وانند قابل پیش‌گیری و کنتـرل باشند. این طبقه‌بندی را می توان به صورت زیر، تا حدودی مفصل‌تر و پیچیده تر ارایه کرد:

- طبیعی غیرقابل اجتناب یا غیرمترقبه (مانند زلزله، طوفان)

- طبیعی قابل اجتناب(مانند سیل، رانش زمین)؛

- انسانی - طبیعی (آتش سوزی جنگل)؛
- غیرطبیعی (خطای انسانی مانند آتش سوزی در مساکن روستایی).

۱-۱۰. تقسیم بندی بحران

بحران‌ها را از نظر شدت همانند حوادث غیر مترقبه، می‌توان سطح بندی نمود. به عبارت دیگر، بحران‌ها را هم می توان از حیث درجه اهمیت و تعیین مسئولیت‌ها، به سه درجه زیر تقسیم کرد:

۱. بحران درجه یک

عبارت است از هر رویداد پیش بینی نشده و غیرمنتظره ای که یک واحد به تنهایی و با امکانات معمول خود قادر به مقابله با آن باشد. بعضاً برای مقابله با این نوع بحران ممکن است از واحدهای دیگر در سطح شهر درخواست کمک شود که آن ها نیز با امکانات خود به یاری این نهاد بشتابند.

مسئولیت: نهادها یا واحدی که با چنین واقعه ی روبرو شده است، خود مسئول تصمیم‌گیری و اقدام در مورد رفع بحران موجود است.

۲. بحران درجه دو

هرگونه رویداد غیرمنتظره که برای مقابله با آن دو یا بیش از دو نهاد با قابلیتی بیش از حد معمول لازم باشد .در صورت بروز چنین رویدادی ممکن است به کمک و همکاری نهادهایی خارج از این حدود هم نیاز باشد. مقابله با این نوع رویداد نیازمند تلاش هماهنگ پرسنل،

بسیج امکانات و تجهیزات لازم بوده که فراتر از حد وظایف، معمول این ارگان ها و نهادها است.

مسئولیت تصمیم‌گیری اولیه در مورد رفع شرایط به وجود آمده، وظیفه نهاد یا واحدی است که با این واقعه روبرو شده و می‌تواند از عهده آن برآید .اما هماهنگی با نهادهای دیگری که تعهدکرده‌اند در چنین مواردی به یاری این نهاد بشتابند، لازم است. لذا جهت رفع کامل بحران باید با نهادهای مسئول دیگر، هماهنگی‌های لازم به عمل آید.

۳. بحران درجه سه

هرگونه رویداد غیرمنتظره‌ای که برای مقابله با آن نیاز به تجهیز کلیه امکانات و نهادهای مسئول در سطح شهر و هماهنگ کردن و همکاری این نهادها و نهادهای دیگر خارج از این حوزه باشد.

مسئولیت: وظیفه تصمیم گیری اولیه در اینگونه موارد برعهده ستاد مدیریت بحران است. برای نجات جان انسان ها و حفظ شرایط منطقه ممکن است از سوی مسئولین که در محل حضور دارند، تصمیماتی اتخاذ شود. دراین گونه موارد تصمیم‌گیری‌های فوری الزامی است و نمی‌توان منتظر نهادهای بالاتر شد. (مرکز مطالعات و برنامه ریزی شهر تهران،۱۳۸۳)

۱-۱۱. مراحل مدیریت بحران

بر اساس تعریف برنامه عمرانی سازمان ملل متحد[1](مدیریت بحران عبارت است از سیاست‌گذاری، اخذ تصمیمات مدیریتی و انجام اقداماتی اجرایی به منظور آمادگی، کاهش

[1]. Uited Nation Development Plan

اثرت مخرب، پاسخ‌گویی، بازسازی و ترمیم اثرات ناشی از بلایای طبیعی یا انسان ساخت(UNDP,2005).

از تعریف بالا چهار مرحله اصلی مدیریت بحران به صورت زیر تعریف می‌شود:

۱. **آمادگی:** آمادگی مجموعه فعالیت‌ها و اقداماتی است که در مرحله قبل ار وقوع بحران و به منظور کسب اطمینان از پاسخ‌گویی صحیح و موثر به بحران و تبلیغات ناشی از آن انجام می‌گیرد(Kent,1994)

برای آمادگی در برابر بلایا نه جزء در نظر گرفته شده است که عبارتند از:

تحلیل وضع موجود، برنامه ریزی، چارچوب سازمانی، نظام‌های ثبت اطلاعات، منابع انسانی، منابع اساسی، سامانه‌های هشدار دهنده، سازوکار پاسخ‌گویی، آموزش، برگزاری مانور(جهانگیری، کتایون، ۱۳۸۸).

۲. **پیشگیری:**پیشگیری عبارت است از ممانعت از وقوع بحران و تخفیف یا کاهش اثرات مخرب حاصل از آن. در واقع پیشگیری مجموعه اقداماتی است که با هدف کاهش پایدار خطر در مواجهه با مخاطرات و یا به منظور کاهش احتمال وقوع خطر و عوارض ناشی از آن انجام می‌گیرد(ISDR 2004).

۳. **پاسخ‌گویی و مقابله:** منظور از پاسخ‌گویی، مجموعه اقداماتی و مداخلاتی است که در مرحله حین و بلافاصله پس از رخداد بلایا به منظور مواجهه مقابله با بحران و به حداقل رساندن خسارات مالی و جانی انجام می‌گیرد. این مرحله خود از زیر مراحل متعددی تشکیل شده است که مهم‌ترین آن‌ها جستجو و نجات، امداد، تخلیه‌اضطراری، اسکان اضطراری، برقراری ارتباط، ارزیابی وضع موجود، نیاز سنجی، تامین نیازهای اساسی هستند(جهانگیری، کتایون، ۱۳۸۸).

کارشناسان بر این باورند که مرحله پاسخ‌گویی، در بردارنده دو نوع پاسخ‌گویی اولیه و (سریع یا کوتاه مدت) وپاسخ‌گویی ثانویه (تاخیری یا بلند مدت) است. در اینکه هر یک از انواع پاسخ‌گویی اولیه و ثانویه چه محدوده زمانی را در بر می‌گیرند، اختلاف نظر وجو دارد. معمولاً دوره پاسخ‌گویی اولیه یک هفته پس از وقوع بحران و دوره پاسخ‌گویی ثانویه تا ۶ هفته پس از بحران در نظر گرفته می‌شود(IFRC 2000).

۴. بازسازی: تامین کل خدمات و زیر ساخت‌های تخریب شده، جایگزینی کالبدی بناهای منهدم شده، احیا کردن و توانمند ساختن مجاری اقتصادی ودر نهایت بهبود شرایط زیست جامعه مصیبت زده است (آیسان ودیویس،۱۳۸۵).

۱-۱۲. بلایای طبیعی و فرصت‌ها

بلایای طبیعی معمولاً در کنار شرایط بحرانی و غم انگیزی که به دنبال خود می آورند، فرصت‌هایی را نیز به وجود می‌آورند که در زمان صلح به وجود نمی‌آیند. برکات[1] ادعا می‌کند که: "نوشته‌ها و گزارش‌های مربوط به بازسازی پس از جنگ و بلایای طبیعی، پر از شواهد و وقایعی است که درباره فرصت‌هایی گزارش شده اند که در شرایط بازسازی پس از بلایا به وجود آمده‌اند. همچنین همیشه گزارش شده است که بازماندگان جنگ و بلایای طبیعی همواره در شرایط بازسازی پس از جنگ و فجایع طبیعی، امیدواری زیادی به آینده‌ای بهتر و روشن‌تر دارند". (Sultan Barakat, 1993)

از این رو، تعدادی از معماران و شهرسازان درگیر در امور بازسازی، زمان بازسازی را فرصتی طلایی تلقی می‌کنند تا در آن ایده‌های بلند پروازانه خود را که در شرایط عادی قادر به پیاده کردن آنها نیستند، در زمان بازسازی پیاده کنند. برخی به بازسازی به عنوان

[1]. Barakat

فرصتی برای کاهش خطرات و افـزایش میـزان مقاومـت در برابـر تخریـب جنـگ و بلایـای طبیعی نگاه می‌کنند(Davis, 1986).

واقعیت این است که وقوع سانحه فرصت‌های مناسبی را فراهم می‌کند که با شناسـاندن طرح های پیشرفته استفاده از زمـین، روش‌هـای پیشـرفته سـاختمان، و آیـین نامـه هـای ساختمانی به مردم، از خطرات سوانح آینده کاسته شود. این برنامه‌های پیشـگیری بایـد بـر تجزیه و تحلیل خطر و میزان آسیب پذیری‌ها مبتنی باشد و در همه منـاطق سـانحه خیـز کشور نیز مورد استفاده قرار گیرد(UNDRO,1987).

۱-۱۳. آسیب‌پذیری و مفهوم آن

مفهوم آسیب پذیری عبارت اسـت از مقـدار خطـر، در ترکیـب بـا سـطح تـوان اقتصـادی و اجتماعی که بتوان به واسـطه آن بـا واقعـه ناشـی از خطـر مقابلـه کـرد(اسـمیت،۱۳۸۲). آسیب‌پذیری از عواملی حاصل می‌شود که احتمال عدم توانایی جامعه برای مقابلـه در برابـر بحران‌ها را افزایش می‌دهند. البته تمام بخش‌های جامعه نسبت به خطر آسیب‌پذیر نیستند، اما اکثر آنها تا اندازه‌ای این گونه‌اند. به همین جهت برای تعیین میزان آسیب پذیری جوامع در برابر بلایا و حوادث و همچنین دیگر بحران‌ها، ارزیابی آسبیب‌پذیری صورت مـی‌پـذیرد . ارزیابی آسیب‌پذیری که آنالیز خطرات، ارزیابی تهدیدات و ارزیابی خطر نیز نامیده می‌شود، رویکردی برای شناسایی خطرات و تعیین اثرات احتمالی آنها بر یک جامعه می‌باشد.

آسیب‌پذیری جوامع نسبت به بحران از دو جنبـه تعریـف و تکامـل پیـدا مـی‌کنـد کـه عبارتنداز:

۱. استعداد: دسته‌ای از عوامل، فاکتورها و فرآیندهایی در جامعه می‌باشند که به کمک یکدیگر باعث بروز شرایط بحرانی و یا تشدید این شرایط می‌گردد که خود در سه مرحله زیر تکمیل می‌شود.

- علل زمینه‌ای: دسته‌ای از عوامل ریشه‌دار جامعه به کمک هم باعث بروز و تثبیت آسیب پذیری می‌شوند .این عوامل عبارتند از فقر، محدودیت دست‌یابی به منابع، نظام اقتصادی و شرایط جامعه.

- فشارهای محرک: فشارهای محرک عبارتند از فرآیندهای انتقال دهنده عوامل منفی که جامعه را به سوی شرایط بحرانی و ناامنی سوق می‌دهند. این فرآیندها ممکن است ناشی از ضعف و یا کمبود سازمان‌های محلی، عدم آموزش و مهارت زندگی، عدم آگاهی از خطرات و سوانح در منطقه، تراکم جمعیت و توسعه بی‌رویه و تخریب محیط زیست.

- **شرایط غیر ایمن:** با وجود زمینه‌های آسیب‌پذیری به ویژه جمعیت و فقر که جوامع را به سوی بحران سوق می‌دهند، شکنندگی و حساسیت محیط فیزیکی از عوامل اصلی بحران و یا تشدید آن به حساب می‌آیند. بی‌ثباتی اقتصادی، ناپایداری درآمد و عدم امنیت شغلی مردم، از شرایط نا امن اجتماعی است. برای مثال محل‌های نامناسب اسکان و احداث ساختمان‌هایی غیر ایمن و خطرناک ناشی از توان اقتصادی پایین از عوامل ایجاد جامعه آسیب‌پذیر و بروز بحران است.

۲. ظرفیت: توانایی جامعه برای مقابله با آسیب‌های ناشی از حوادث و سوانح می‌باشد .این توانایی به عوامل و عوامل مختلفی که امکان پاسخ‌دهی به سوانح و جلوگیری از وقوع بحران و یا کاهش اثرات آن و بازسازی را فراهم می‌سازند، بستگی دارد. برای مثال نمونه‌های از این عوامل شامل وجود مراکز امدادرسانی، بیمارستانی و یا وجود امدادگران با مهارت می‌باشد.

جدول شماره۱-۱: عوامل ایجادکننده، افزایش دهند و کاهش دهنده آسیب‌پذیری

عوامل ایجاد کننده آسیب‌پذیری	عوامل افزایش دهنده آسیب‌پذیری	عوامل کاهش دهنده

		آسیب‌پذیری
- نابرابری به علت مدل های اجتماعی- سیاسی رایج - انزوا، فقر و سطح توسعه -گرایش‌های اشتغال و تصرف زمین - سیستم‌های سازمانی و نهادهای ناکافی - فقدان مسئولیت در ارتباط با ایجاد آسیب‌پذیری - تفاوت‌های جمعیت‌شناختی(سن، جنس، توانایی و. . . - عادات و سنت ها - بیکاری، کمبود و کسری درآمد، بیسوادی - گسترش شهر، کنترل نشده و برنامه ریزی نشده - تعرض توسعه و سیاست‌های ناآندیشیده -استفاده از تکنولوژی نامناسب - فقدان کدهای ساختمانی با مکانیسم‌های اجرایی ناکافی	- افزایش جمعیت، فروباشی الگوهای اجتماعی و معیشت - تراکم نواحی آسیب‌پذیر درمناطق جغرافیایی خاص - انزوا، فقر و سطح توسعه - فقدان دسترسی به اعتبار، تجهیز منابع - گرایش‌های اشتغال اراضی - عادات و سنت‌ها، جنسیت - بیکاری، کمبود و کسری درآمد، بی سوادی - خشونت‌های اجتماعی و خانوادگی - گسترش شهر، کنترل نشده و برنامه‌ریزی نشده - تعرض توسعه و سیاست‌های ناآندیشیده - فقدان کدهای ساختمانی با مکانیسم های اجرایی ناکافی -استفاده از تکنولوژی نامناسب - بحران‌های قبلی	- بهبود شبکه‌های اجتماعی و معیشت - توزیع عادلانه منابع سیاسی و اقتصادی - تعلیم و آموزش و آگاه‌سازی - برنامه‌ریزی شهری - انجام، به اجرا در آوردن کدهای ساختمانی - تنوع بخشی، تکثیر منابع - تدارک فرصت‌ها، منابع و قدرت بیشتر برای زنان - مورد توجه قرار دادن بخش‌های حاشیه‌ای، غیررسمی و بخش های اقتصادی خرد در فازهای بعد از بحران - تمرکز زدایی - ارتقاء دسترسی به منابع -کاهش سطح فقر، بهبود معیشت -تغییرات نهادی و سیاسی

ماخذ**(Birkmann 2006)**

۱-۱۴. آسیب پذیری در برابر بلایا

بطور متوسط انتظار می‌رود که سالانه، ۱۰۰۰۰۰ نفر زندگی خود را به دلیل مخاطرات طبیعی از دست بدهند. بعلاوه، بلایا بصورتی نامتناسب کشورهای کمتر توسعه یافته را تحت تأثیر قرار می‌دهند. برآورد شده است که ۹۷ درصد بلایای طبیعی منجر به مرگ، در کشورهای در حال توسعه رخ می‌دهد(Munich Re ,2001).

در نیم قرن گذشته، توسعهٔ انسانی، بوسیلهٔ شهر نشینی سریع و برنامه‌ریزی شده در دنیای در حال توسعه توصیف شده است. نود درصد رشد جمعیت جهانی، در کشورهای کمتر توسعه یافته اتفاق می‌افتد. این کشورها، توانایی و منابع لازم برای مدیریت نرخ بالای رشد شهری را ندارند. بین سال‌های ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۰، جمعیت شهری در کشورهای در حال

توسعه، ازکمتر از ۱۸ درصد به بیش از ۴۰ درصد افزایش یافتـه اسـت. انتظـار مـی‌رود ایـن افزایش، تا سال ۲۰۳۰ به ۶۰ درصد برسد. پیش بینی می‌شد در سال ۲۰۱۰، ۸ شهر از ۱۰ شهر بزرگ جهان در کشورهای در حال توسعه باشند. بیشترین پتانسیل‌های وقوع بلایـا، در ۱۰۰ شهر پرجمعیت جهان وجود دارد. در بـیش ازسـه چهـارم ایـن شـهرها، حـداقل یـک مخاطرهٔ طبیعی رخ می‌دهد. انتظار می‌رود که بطور متوسط، در حداقل ۷۰ شهر از این ۱۰۰ شهر، هر پنجاه سال یک زمین لرزهٔ قوی اتفاق بیفتد(بحرینی، حسین و آخونـدی، عبـاس، ۱۳۷۹).

به‌طور کلی انسان در برابر بلایایی که منشا طبیعی و انسانی دارنـد، آسـیب پـذیر اسـت. پهنه‌های پر جمعیت (قاره آسیا) بلایای طبیعی و خسارات بیشتر را تحمل می‌کنند. با توجه به آثار و پیامدهای گوناگون بلایا در کشورهای پیشرفته وغیر پیشرفته، ارائه آمارهای مربوط به خسارت جانی و مالی نمی‌تواند یکسان باشد. به هر حال ۹۰ درصـد از خسـارات جـانی و مالی به دو سوم جمعیت کشورهای در حال توسعه ارتباط می‌یابد. در حالی که سه چهارم از مجموع خسارت‌های اقتصادی به کشورهای پیشرفته مربوط می‌شود. ایـن مـوارد، برخـی از پیوندهای مهم بین بلایا و ثروت را نشان می‌دهد. رشد اقتصادی نیز آسیب پذیری ناشـی از بلایا راحتی در کشورهای پیشرفته افزایش می‌دهد. البته پیشرفت‌های تکنولوژیکی توانسـته است تا حدودی نسبت به کاهش بلایا موثر واقع شود. توسعه شهرها به ویـژه در کشـورهای در حال توسعه باعث شده است تا منابع از بـین بـرود و تعـداد زیـادی از مـردم در شـهرها، مصرف کنندگان همیشگی باشند. این در حالی است که میزان افزایش بیش از حد جمعیت در کشورهای پیشرفته در حد پایینی قرار دارد (خالدی،شهریار،۱۳۸۰). جدول شماره ۱-۲، تفاوت عمده کشورهای صنعتی و در حال توسـعه در مواجهـه بـا بلایـای طبیعـی را نشـان می‌دهد.

جدول شماره۱-۲: تفاوت کشورهای صنعتی و در حال توسعه در مواجهه با بلایای طبیعی

کشورهای صنعتی	کشورهای در حال توسعه
آمادگی برای تحمل خسارات مالی زیاد	ایجاد وقفه در توسعه اقتصادی -اجتماعی در اثر وقوع بلایای طبیعی
وجود مکانیزم های لازم جهت جلوگیری از وقوع تلفات جانی	عدم وجود منابع مالی لازم جهت ایجاد سیستم های هشدار سریع
توانایی اعزام سریع تیم‌های امداد و پزشکی	عدم توانایی در اعزام سریع و در نتیجه ایجاد تلفات جانی زیاد
پوشش مناسب بیمه برای جبران خسارات	عدم پوشش مناسب بیمه و در نتیجه صرف بودجه برای جبران خسارات

ماخذ: (بانک جهانی2004)

در بیشتر نقاط جهان، تلفات ناشی از مرگ و میر و آسیب انسان‌ها و نیز خسارات ناشی از بلایای طبیعی هر روزه افزایش می‌یابد. شناسایی علل بلایای طبیعی می‌تواند راه حل مناسبی را پیش روی دولت‌های مختلف قرار دهد. باید به این نکته در زمینه بلایای طبیعی اشاره کرد که هر پدیده طبیعی را نمی‌توان بلای طبیعی محسوب کرد. زمانی یک حادثه طبیعی بلا محسوب خواهد شد که انسان‌ها و اموال آنها را در معرض آسیب جدی قرار دهد.

به طور کلی پس از وقوع هر سانحه طبیعی مخرب، سه مرحله وجود دارد:

۱. **مرحله اضطرار:** اضطرار، وقوع موقعیتی استثنایی است که طی آن مردم قادر به برآوردن نیازهایشان نیستند و با مخاطرات جانی و مالی مواجه می‌شوند. در این مرحله برای اسکان فوری آسیب دیدگان، سرپناه اضطراری در نظر گرفته می‌شود که در اغلب موارد، به خصوص پس از زلزله، چادر است.

۲. مرحلـه سـاماندهی[1]: سـاماندهی دلالـت دارد بـر بازگردانـدن خـدمات بنیـادی بـه عملکردهای پیش از سانحه، کمک مردم در جهت خودکفایی و خودباوری، مرمت خرابی‌هـا، اعطای تسهیلات مالی، احیای فعالیت‌های اقتصادی و فـراهم آوردن زمینـه‌هـای حمایـت از بازماندگان در زمینه های روانی و اجتماعی. مرحله ساماندهی عمدتاً بر توانمند کردن آسیب دیدگان متمرکز است، تا جامعه آمادگی بازگشت به الگوهای زیست قبل از سـانحه را بیابـد. این مرحله در عین حال می‌تواند به عنوان یک دوره‌گـذار میـان امـداد اضـطراری و توسـعه پایدار بلند مدت تلقی شود. به منظور نیل به اهداف ذکـر شـده در ایـن مرحلـه، معمـولاً از سرپناهی به مراتب بهتر و راحت‌تر از سرپناه اضطراری استفاده می شود کـه بـه آن سـرپناه موقت می‌گویند.

سرپناه اضطراری : چادر، شناخته‌ترین نـوع سـرپناه اضـطراری اسـت و از مهـم‌تـرین ویژگی‌های آن می‌توان به سبکی، کم حجمی و برپایی سریع و آسان آن اشاره کرد. سـرپناه اضطراری نقش‌های مهم و گوناگونی دارد، از جمله: محافظت در مقابـل سـرما، گرمـا، بـاد و باران؛ انبار کردن اثاث و حفظ اموال؛ ایجاد امنیت عاطفی و تـأمین یـک محـیط خصوصـی؛ تعیین نشانی مشخص برای دریافت خدمات (خدمات پزشکی، غذا و. ..) و تأمین منزل بـرای خانواده‌هایی که خانه خود را از ترس آسیب‌های سانحه تخلیه کرده‌اند.

سرپناه موقت: میان ایجاد سرپناه اضطراری و بازسازی مسکن دائمی، می‌توان راه‌هـای میانه‌ای برگزید و اسکان موقت برای آسیب‌دیدگان در نظـر گرفـت. امـا در هرحـال، هرچـه زودتر مرحله بازسازی آغاز شود، هزینه‌های کلی اجتمـاعی، اقتصـادی و سـرمایه ای کمتـر می‌شود (UNDRO,1987).

[1].Rehabilitation

نکته‌ای که در مورد اسکان موقت حائز اهمیت است، این است که سرپناه موقت باید به گونه‌ای باشند که بتواند تا حد قابل قبولی زندگی مردم و حیات جامعه را به وضع عادی و مناسب برگرداند و در عین حال، هزینه‌های سنگین و تلف شده‌ای به همراه نداشته باشد. در واقع اکثر انواع اسکان‌های موقت، پس از اتمام دوره بازسازی، دیگر به کار نمی‌آیند و به عنوان هزینه‌های به هدر رفته‌ای محسوب می‌شوند؛ مگر اینکه با پیش‌بینی و برنامه‌ریزی صحیح، اسکان موقت را به گونه‌ای در مسیر اسکان دائم قرار دهیم.

سرپناه موقت نباید آنقدر مرفه باشد که در عمل به سرپناه دائم تبدیل شده و در نتیجه مشکل بشود مردم را متقاعد کرد که از آن نقل مکان کنند، زیرا انتقال اجباری آسیب دیدگان از سرپناه موقت به سرپناه دائم، گاهی مستلزم صرف هزینه های زیادی است که از جمله این تجارب، می توان زلزله مارمارا را نام برد. در زلزله مارمارا، برنامه تأمین سرپناه موقت، موفقیت بسیار کمی داشت. بنابراین سازمان‌های مسئول، پس از این زلزله تصمیم گرفتند که سرپناه اضطراری را با کیفیت بهتری تهیه کنند، به طوری‌که پلی بین اسکان اضطراری و دائم ایجاد شود و استفاده مؤثرتری از منابع صورت گیرد(Carl-Michael 2002).

۳. مرحله بازسازی[1]: در این مرحله، بخش‌های آسیب‌پذیر جامعه از جمله بناها، زیرساخت‌ها، بخش‌های اقتصادی، اداری و سیاسی، روان‌شناختی، فرهنگی، اجتماعی و زیست محیطی بازسازی می شود(آیسان، یاسمین و دیویس، یان، ۱۳۸۵).

خلاصه

[1]. Reconstruction

مخاطرات طبیعی، پدیده طبیعی را شامل می‌شودکه در مجاورت سکونت‌گاه‌های انسانی و به شکل یک تهدید برای مردم، ساختارها یا سرمایه ای اقتصادی روی می‌دهد و ممکن است منجر به بحران شود. مخاطرات طبیعی به دلیل شرایط و فرآیندهای بیولوژیکی، زمین ساختی، زمین لرز ای یا هواشناسی در محیط طبیعی به وجود می آیند.

مفهوم آسیب پذیری عبارت است از مقدار خطر، در ترکیب با سطح توان اقتصادی و اجتماعی که بتوان به واسطه آن با واقعه ناشی از خطر مقابله کرد.

به طور کلی، انسان در برابر بلایایی که منشأ طبیعی و انسانی دارند، آسیب‌پذیر است. پهنه‌های پر جمعیت (قاره آسیا) بلایای طبیعی و خسارت‌های بیشتر را تحمل می‌کنند. آسیب‌پذیری کشورهای درحال توسعه و عقب افتاده، به نسبت کشورهای پیشرفته، بیشتر است. به هر حال ۹۰ درصد از خسارات جانی و مالی به دو سوم جمعیت کشورهای در حال توسعه اختصاص دارد. در حالی که سه چهارم از مجموع خسارت‌های اقتصادی به کشورهای پیشرفته مربوط می‌شود، بیشترین خسارت‌های اقتصادی نیز در جایی اتفاق می‌افتد که فقر در آن‌جا بیداد می‌کند. این موارد، برخی از پیوندهای مهم بین بلایا و ثروت را نشان می‌دهد.

بلایای طبیعی معمولاً در کنار شرایط بحرانی و غم انگیزی که به دنبال خود می آورند. واقعیت این است که وقوع سانحه فرصت‌های مناسبی را فراهم می‌کند که با شناساندن طرح های پیشرفته استفاده از زمین، روش‌های پیشرفته ساختمان و آیین نامه های ساختمانی به مردم، از خطرات سوانح آینده کاسته شود. این برنامه های پیشگیری باید بر تجزیه و تحلیل خطر، و میزان آسیب پذیری‌ها مبتنی باشد و در همه مناطق سانحه خیز کشور مورد استفاده قرار گیرد.

آزمون

۱. خطر، حادثه، سانحه و بحران را تعریف نموده و در مورد تفاوت آن‌ها بحث کنید؟

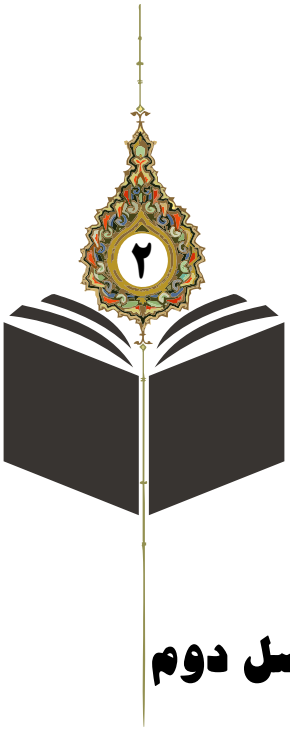
۲. انواع سوانح طبیعی را نام ببرید؟

۳. در مورد توزیع فراوانی بلایای طبیعی در جهان بحث کنید.کدام بلایا بیشترین توزیع فراوانی را در جهان دارا می‌باشند؟

۴. بحران‌ها از حیث درجه اهمیت و تعیین مسئولیت‌ها به چند درجه تقسیم می‌شوند؟ نام ببرید؟

۵. مراحل مدیریت بحران را نام ببرید و در مورد هر کدام توضیح دهید؟

۶. مفهوم آسیب‌پذیری را بیان کرده و در مورد آسیب‌پذیری جوامع نسبت به بلایا بحث کنید؟



فصل دوم

زمین لرزه

اهداف

هدف از مطالعه این فصل، آشنایی با مطالب زیر می باشد:

۱. آشنایی با مفهوم زلزله، علل وقوع زلزله و مکانیسم آن‌ها
۲. آشنایی با اصطلاحات کانون زلزله، گسل اشتقاق قاره، کمربند زلزله
۳. شناخت گسل‌ها و انواع آن‌ها
۴. آشنایی با نظریه تکتونیک صفحه ای و تئوری بازگشت کشسان
۵. آشنایی با انواع زلزله و انواع آن
۶. پدیده روانگرایی خاک
۷. طبقه بندی زمین‌لرزه‌ها و خطرات ناشی از هرکدام
۸. عوامل موثر در ایجاد خسارت زلزله
۹. راهکارهای مناسب امدادرسانی و کاهش تلفات
۱۰. راهبردهای شهرسازانه جهت کاهش آسیب پذیری زلزله

۲-۱. تعریف زلزله

برای شناخت هر پدیده ای درجهان واقـع، لازم اسـت ابتـدا از آن تعریـف مناسـب و نسـبتاً جامعی داشته باشیم، چرا که بدون دانستن تعریفی مناسب از آن نمی‌توان به کنه پدیده پی برد و آن را به خوبی درک نمود.

در فرهنگ تک جلدی عمید زلزله را با فتح حـروف « زَ» و « لَ » یعنـی زَلزلَـه بـرخلاف آنچه در زبان عامه مردم رایج است، آورده ومی نویسد :

« زمین لرزه، لرزش و جنبش شدید و یا خفیف قشر کره زمـین کـه بـه نقصـان درجـه حرارت مواد مرکزی و احداث چین خوردگی و فشار یا در اثـر انفجارهـــای آتشفشـانی بـه وقوع می رسد. »

در فرهنگ جغرافیا تألیف پریدخت فشارکی و همچنـین در فرهنـگ جغرافیـایی تـألیف مهدی مومنی تعریفی مشابه هم به گونه زیر ارائه شده است:

«جنبش یا تکان پوسته زمین که به صورت طبیعی ناشـی از زیـر پوسـته زمـین اسـت. گاهی زلزله باعث تغییراتی در سطح زمین می‌شود، امـا اغلـب زیـان بوجـود آمـده ناشـی از تکان‌ه، فقط محسوس است. ممکن است زلزله بوسیله یک انفجار آتشفشانی نیز بوجود آیـد. زلزله در حقیقت در بیشتر نواحی آتشفشانی امری عادی است و اغلب قبل و یا همزمان بـا انفجار اتفاق می‌افتد. اصل زلزله تکتونیکی است و احتمـالاً وجـود یـک شکسـت لازمـه آن است. موج‌های زلزله دست کم در سه جهت اتفاق می‌افتند و در یک مسافت قابل ملاحظـه از مکان اصلی بطور جداگانه حس می شوند. وقتی امواج زلزله از مکانی می‌گـذرد، زمـین و ساختمان‌ها می‌لرزند و به جلو و عقب می‌روند. بالاترین زیان ناشی از زلزله همیشه در مرکز زلزله (جایی که حرکت بالا و پایین است) نیست؛ امـا در مکـان‌هـایی کـه مـوج‌هـای زلزلـه

بصورت مایل به سطح می‌رسد و نزدیک مرکز زلزله باشند، دارای بالاترین زیان می‌باشند. یک زلزله شدید معمولاً بوسیله یک سری از تکان‌ها همراه می‌شود. زلزله‌ای که در نزدیک یا زیر دریا اتفاق می‌افتد، سبب حرکات شدید آب‌ها شده و امواج بزرگی را ایجاد کرده و در مسافت زیادی این امواج ادامه پیدا می‌کنند. طغیان نواحی ساحلی بیشتر از خود زلزله باعث خسارت می‌شوند و در نواحی آتشفشانی زلزله عملاً هر روز اتفاق می‌افتد. به عنوان مثال در هاوایی هرساله صدها تکان‌های کوچک ثبت می‌شوند. »

درفرهنگ گیتاشناسی تألیف عباس جعفری آمده است:

«جنبش سریع و محسوسی که در نتیجه جابجایی و یا جای‌گیری تخته سنگ‌های زیر پوسته زمین پدید می‌آید، در نتیجه این جنبش یک سری لرزش‌های موجی شکل پدید می‌آید و گاه تغییرات ارتفاعی پوسته زمین را باعث می‌گردد و اغلب ضایعات و زیا های جانی و فراوانی از خود برجا می‌گذارد. زمین لرزه بیشتر مخصوص نواحی آتشفشانی بوده وگاه با خروش و فوران کوه‌های آتشفشانی همراه می‌گردد و در حالات شدید، شکست‌ها و بریدگی‌های مهم و مشخص در روی پوسته زمین از خود بجای می‌گذارد. غالب زمین لرزه‌ها حداقل با سه نوع موج لرزاننده همراه است. در مرکز وقوع زمین لرزه سه موج مزبور بطور همزمان اثر گذارده و ساختمانها و تأسیسات واقع در این منطقه را با نوسان‌های شدید به عقب و جلو می‌برد و حداکثر خسارت و زیان در محلی که امواج مزبور بطور مورب به سطح زمین می‌رسند وارد می‌سازد... »

محمود صداقت درکتاب" زمین شناسی برای جغرافیا " تعریفی بدین گونه ارائه می دهد:

«زمین لرزه عبارت است ازحرکات و لرزش‌های ناگهانی و گذرا در زمین که از ناحیه محدودی منشأ می‌گیرد و از آنجا در تمام جهات منتشر می شوند. »

در کتاب فیزیکال جئوگرافی آمده است:

«زلزله یک‌سری از تکان‌ها و لرزش‌های ناگهانی است که از آزاد شدن فشار در طول گسل‌های فعال و در مناطق آتشفشانی فعال ناشی می‌شود. تکان‌ها و لرزش‌های سطح زمین که در ارتباط با حرکات پوسته زمین در زیر زمین می باشد.»

در فرهنگ آکسفورد آمده است:

«حرکات ناگهانی و شدید سطح زمین. »

به عبارت دیگر زمین‌لرزه پدیده انتشار امواج در زمین به علت آزاد شدن مقدار زیادی انرژی ناشی از اغتشاش سریع در پوسته زمین ویا در قسمت‌های بالائی گوشته[1] در مدت کوتاه می‌باشد(برگی، خسرو،۱۳۷۳).

۲-۲. علل وقوع زلزله

شناخت و مطالعه علل وقوع زلزله از اساسی‌ترین مسائل مهندسی زلزله به شمار آید. البته تاکنون تحولات و مکانیسم اساسی در داخل زمین که باعث زلزله می‌گردد به طور کامل مشخص نیست. تاکنون نظریه‌های مختلفی در این زمینه پیشنهاد شده است که در بعضی از حالات متناقض با یکدیگر می‌باشند.

ارسطو معتقد بود که در حفره‌های زیر زمین گازهای وجود دارد، رها شدن این گازها، باعث ایجاد زلزله می‌شود. البته این نظریه را می‌توان در زلزله‌هایی که اطراف آتشفشان‌ها رخ می‌دهد تا حدودی بکار برد.

زلزله‌هائی که به وسیله رهایی ناگهانی انرژی اندوخته شده در پوسته زمین ایجاد می‌شوند، به نام زلزله‌های تکنونیک[2] خوانده می‌شود. تعدادی زلزله‌های کوچک‌تر به علل

[1]. Mantle
[2]. Tectonic Earthquakes

دیگر مانند لغزش کوه‌ها[1]، ریزش کوه ها[2]، فرو ریختن غارها و صخره‌های زیر زمینی و فعالیت آتشفشانی به وقوع می‌پیوندند (عادلی،حجت الله،۱۳۷۹).

علل وقوع و منشاهای زمین‌لرزه را می‌توان بصورت زیر طبقه‌بندی کرد:

۲-۲-۱. زمین‌لرزه‌های تکتونیکی

آشکار است علل وقوع زلزله ارتباط نزدیکی به تحولات تکنونیک کلی زمین دارد که مداوما رشته کوه‌ها و خندق‌های اقیانوسی را در سطح زمین ایجاد می‌کنند. توسعه نظریه تکنونیک صفحه‌ای(که در مباحث بعد به آن پرداخته خواهد شد) در طی ۲۰ سال گذشته مقدار قابل ملاحظه‌ای درک بشر را برای علت وقوع زلزله زیاد کرده است (عادلی،حجت الله،۱۳۷۹).

در دوران یونان باستان ارتباط دادن آتشفشان‌های دریای اژه با زمین‌لرزه‌های دریای مدیترانه امری طبیعی بود . اما در حقیقت با گذشت زمان آشکار شد که اغلب زمین‌لرزه‌های مخرب در نتیجه فعالیت‌های آتشفشانی رخ نداده‌اند. تعبیر نوین و مربوط به علت وقوع اغلب زمین‌لرزه‌ها بر حسب پدیده‌ای است که تکتونیک صفحه‌ای نامیده می‌شود، ایده اصلی آن است که خارجی‌ترین بخش زمین (که لیتوسفر نامیده می‌شود) مشتمل بر چندین قطعه بزرگ و نسبتا پایدار است که صفحات تکنونیکی نامیده می‌شود و هر صفحه تا عمقی در حدود۸۰کیلومتر امتداد یافته است. حرکات سطح زمین سبب ایجاد تغییر شکل‌ها و شکستگی‌های چشم‌گیری در سنگ‌های پوسته زمین می‌گردد و شکل‌گیری کوه‌ها و پدیده کوهزایی و همچنین جدا شدن قاره‌ها حاصل این پدیده است. به زمین‌لرزه‌های که در مرز صفحات تکتونیکی و به علت حرکات این صفحات رخ می‌دهند، زمین‌لرزه‌های بین صفحه‌ای

[1]. Landslides
[2]. Rock falls

یا زلزله‌های صفحه - لبه‌ای گویند. با مطالعه چگونگی حرکات صفحات، پیش‌بینی بلند مدت این زمین‌لرزه‌ها ممکن خواهد بود. برای مثال بسیاری از صفحات با آهنگ ۲ تا ۵ سانتی متر در سال حرکت می‌کنند. زلزله‌های کم عمق و مخاطره آمیز شیلی، پرو، کارائب شرقی، امریکای مرکزی، جنوب مکزیک، کالیفرنیا، جنوب آلسکا، آلوتین، کوریلز، ژاپن، تایوان، فیلیپین، اندونزی، زلاند نو، نوار آلپ- قفقاز- هیمالیا همگی از نوع صفحه- لبه‌ای هستند (Naeim, Farzad, 2001).

بیش از ۹۰ درصد زلزله‌ها در جایی که سکوهای تکنونیکی در برابر همدیگر جابه جا می شوند، به وجود می‌آید. انواع مختلف فشار در طول انواع گوناگون حاشیه سکوهای یاد شده ایجا می‌شود:

۱- زلزله‌های توام با حاشیه واگرا : وقتی که پوسته اقیانوسی یا قاره‌ای با کشش کافی در حال شکستن است، موج‌های زلزله به وجود می‌آید.

۲- زلزله‌های توام با حاشیه همگرا : هنگامی که صفحه اقیانوسی به پایان صفحه دیگر نشست می‌کند، نیروهایی در طول پهنه‌های وسیع سبب تماس و فشار مداوم می‌شود که زلزله را به وجود می‌آورد.

۳- زلزله های توام با حاشیه تغییر شکل یافته: در طول گسل‌ها، حاشیه صفحه‌ها با فشار زیادی روبرو می‌شود و در نتیجه این صفحه‌ها ب صورت افقی جا به جا می‌گردند. (خالدی،شهریار، ۱۳۸۰

توزیع جغرافیایی زلزله ها نشان می‌دهد که برخی از زلزله‌ها با حواشی صفحه‌ها همراه نیستند، بلکه در صفحه‌ها ایجاد می شوند. این حادثه ها زلزله‌های بین صفحه ایی[1] نامیده می‌شوند (خالدی،شهریار، ۱۳۸۰).

[1]. Intraplate

۲-۲-۲. زمین‌لرزه با منشاء انبساط سنگ‌های پوسته‌ای

در عمق ۵ کیلومتری پوسته زمین و یا در حدود آن، فشار لیتوستاتیک(ناشی از وزن سنگ‌هایی که روی آن قرار گرفته‌اند) تقریبا برابر مقاومت نمونه‌های سنگی ترک نخورده در دمای ۵۰۰ درجه سانتیگراد و فشار مناسب برای همان عمق است. اگر عوامل دیگر دخالت نکنند، نیروهای برشی لازم برای ایجاد گسیختگی شکننده ناگهانی و لغزش اصطکاکی در امتداد یک ترک هرگز حاصل نمی‌شود، بلکه سنگ تغییر شکل مومسان می‌دهد. وجود آب برخی از مناطق در زیرزمین باعث ایجاد گسیختگی ناگهانی این سنگ‌ها و رها سازی انرژی می‌گردد.

ارتباط کامل نظریه انبساط پذیری با پیدایش زمین‌لرزه هنوز روشن نیست، اما جذابیت این فرضیه در این است که با تغییرات از پیش مشخص ترازهای زمین، رسانندگی الکتریکی و دیگر خواص فیزیکی که در زلزله‌های اخیر مشاهده شده سازگار است. این نظریه امکان بالقوه‌ای برای پیش‌بینی زلزله‌ها، تحت شرایط محیطی معین دارد (همان).

۲-۲-۳. انفجارها

انفجار زیرزمینی بمب‌های شیمیایی یا هسته‌ای می‌توانند باعث ایجا زمین‌لرزه گردند. زمانی که یک بمب هسته‌ای در یک حفره زیرزمینی منفجر شود، انرژی بسیار زیادی آزاد می‌کند. انفجارهای هسته‌ای زیرزمینی در طی چند دهه گذشته در تعدادی از مناطق به صورت آزمایشی انجام گرفته و زمین لرزه‌های قابل توجهی (تا بزرگی ۷ ریشتر) را ایجاد کرده است(همان).

در ۴ فوریه ۱۹۷۶ زلزله‌ای به بزرگی ۷/۵ ریشتر در کشور گواتمالا[1] رخ داد که در آن حدود ۵۰۰۰۰ نفر کشته شدند. این زلزله به عنوان یکی از بزرگ‌ترین فاجعه‌های ثبت شده در نیم‌کره غربی تلقی می‌شود. قبل از وقوع این زلزله در روزهای سوم و چهارم فوریه امریکا به یک سری آزمایش‌های اتمی دست زد. اولین بمب تقریبا دویست هزار تن تی ان تی(TNT)، ده برابر قوی‌تر از بمب اتمی هیروشیما، در روز سوم فوریه منفجر گردید. عده‌ای عقیده بر این دارند که این انفجار به عنوان یک نیروی اولیه حالت تعادل زمین‌شناسی منطقه مزبور را به هم زده است (عادلی،حجت الله،۱۳۷۹).

۲-۲-۴. زلزله‌های آتشفشانی

آتشفشان‌ها و زلزله‌ها اغلب همراه با هم در امتداد حاشیه‌ی صفحات در سراسر دنیا رخ می‌دهند، به رغم اینکه بین آتشفشان‌ها و زلزله‌ها اتصالات تکنونیکی وجود دارد، هیچ‌گونه شواهدی نیست که نشان دهد زلزله‌های کم عمق با اندازه متوسط تا بزرگ اساساً همگی از نوع تکنونیکی هستند. آن دسته از زلزله‌هایی که می‌توان آنها را به طور منطقی با آتشفشان‌ها مرتبط دانست، نسبتاً نادر بوده ودر سه دسته قرار دارند:

۱- انفجارهای آتشفشانی

۲- زلزله‌های کم عمق که از جابه‌جایی‌های ماگمایی ناشی می‌شوند.

۳- زلزله‌های تکنونیک

گروه سوم که از لحاظ تکنونیکی با آتشفشان‌ها در ارتباط هستند، به سبب نادر بودن ناشناخته‌ترین دسته هستند. ممکن است تصور شود که در یک زلزله بزرگ، تکان زمین

[1]. Guatamala

باعث ایجاد امواجی در مخازن امواجی در مخازن ماگما شده و باعث فعالیت آتشفشانی گردد (Naeim, Farzad, 2001).

۲-۲-۵. زلزله‌های فروریزشی

زلزله‌های مخرب و کوچکی هستند که در محل‌هایی مانند غارهای زیرزمینی و معادن رخ می‌دهند .اولین دلیلی که در مورد تکان زمین به ذهن خطور می‌کند، فروریزش ناگهانی سقف معدن یا غار است. این گسیختگی در سنگ‌ها زمانی رخ می‌دهد که تنش اعمال شده در اطراف کارگاه معدن باعث شود که توده‌های عظیم سنگ‌ها از سطح معدن یا غار به طور انفجاری فروریخته و امواج لرزه‌ای ایجاد شوند. برای مثال پکیدن یک معدن در کانادا مشاهده شده است. این پدیده مخصوصا در معادن عمیق جنوب افریقا متداول است .گاهی نوع پنهان زلزله‌های فروریزشی در نتیجه زمین‌لغزش‌های بزرگ پدید می‌آید. به عنوان مثال زمین لغزش ۲۵آوریل ۱۹۷۴ در امتداد رودخانه مانتارو[1] در پرو، امواج لرزه‌ای معادل با زلزله‌ای به بزرگی ۴/۵ ریشتر به وجود آورد. حجم زمین‌لغزش ۱۰۹ m۳ × ۶/۱ بوده و بر اثر آن در حدود ۴۵۰ نفر کشته شدند (همان).

۲-۲-۶. زمین‌لرزه‌های ناشی از مخازن بزرگ

این ایده که جاری شدن آب‌های سطحی ممکن است سبب ایجاد زلزله شود، ایده جدیدی نیست. در دهه ۱۸۷۰ انجمن مهندسان امریکا پیشنهاد مربوط به ذخیره سازی عظیم آب در دریای سالتون[2] در جنوب کالیفرنیا را، بر این اساس که ممکن بود این کار سبب وقوع زمین

[1]. Mantaro
[2]. Salton

لرزه شود، رد کردند. اولین مدرک در مورد چنین پدیده‌ای در پر کردن لیک‌مید[1] در پشت سد هوور[2] (به ارتفاع ۲۲۱ متر)، در نوادا – آریزونا در سال ۱۹۳۵ مشاهده شد .اگر چه قبل از سال ۱۹۳۵ تا حدودی لرزه خیزی موضعی در آن منطقه وجود داشت، اما پس از سال ۱۹۳۶ وقوع زلزله متداول‌تر شد. به دنبال آن، لرزه‌نگارهای نزدیک محل مزبور نشان دادند که لرزه‌خیزی پس از سال ۱۹۴۰ رو به کاهش نهاده است.کانون‌های صدها زلزله آشکارسازی شده به طور دسته جمعی بر گسل‌های شیب‌دار سمت شرقی دریاچه قرار گرفته‌اند و عمق کانونی کمتر از ۸ کیلومتر دارند.

در ۱۱ دسامبر ۱۹۶۷ در کویناً[3] در هند زلزله‌ای(با بزرگی ۶/۵) که مرکز آن در نزدیکی سدی(به ارتفاع ۱۰۳ متر) قرار داشت موجب ایجاد خسارت‌های زیادی شد. پس از آن که ذخیره کردن آب در سال ۱۹۶۲ شروع شد، گزارش‌های مربوط به تکان موضعی در ناحیه‌ای که تقریبا در گذشته لرزه خیز بوده است، بیشتر گردی. لرزه نگارها نشان دادند که کانون‌ها در اعماق کم، در زیر دریاچه، متمرکز بوده‌اند .در سال ۱۹۶۷ تعدادی زلزله نسبتا بزرگ رخ داد که منجر به وقوع زمین لرزه مهم۱۱ دسامبر با بزرگی۶/۵ شد .حرکت زمین صدمات عمده‌ای به ساختمان‌های مجاور وارد کرد و بر اثر آن۱۱۷ نفر کشته و بیش از ۱۵۰۰ نفر زخمی شدند. لرزه‌نگاری که در دالن سد تعبیه شده بود، شتاب ۰/۶۳ را ثبت کرد. زلزله‌هایی که در کوینا ثبت شد از چنان طرحی برخوردار بودند که به نظر می‌رسید از نظم و ترتیب بارندگی پیروی می‌کنند . با مقایسه بسامد زلزله‌ها با تراز آب مشخص شد که چند ماه پس از هر فصل بارانی، یعنی زمانی که تراز مخزن در بالاترین اندازه خود است، لرزه‌خیزی افزایش می‌یابد. در سال‌های بعد، تاریخچه‌های پیشنهادی برای چندین سد بزرگ

[1]. Lake Mead
[2]. Hoover
[3]. Dam Koyna

جمع آوری شد، اما فقط تعداد کمی از آنها به خوبی ثبت شده بود. اغلب این سدها بیش از ۱۰۰ متر ارتفاع داشتند و اگر چه پیکره زمین شناختی در این نواحی متفاوت بود ولی اغلب نمونه‌های قانع کننده از زلزله‌های ناشی از مخازن، در نواحی تکتونیکی که به نوعی سابقه زلزله داشتند اتفاق افتاد .در حقیقت، در اغلب سدهای بزرگ سراسر جهان، که تعداد آنها به هزاران می‌رسد، هیچ نشانه‌ای از القای زلزله دیده نشد. بررسی‌های صورت گرفته در سال۱۹۷۶نشان داد که فقط در مورد ۴ درصد سدهای بزرگ، زلزله‌ای با بزرگی بیشتر از ۳ ریشتر در محدوده ۱۶ کیلومتری سد گزارش شده است (همان).

۲-۳. زلزله‌های مهم ایران و چگونگی خسارات و تلفات آن‌ها

برای درک خطر زلزله و اهمیت بسیار زیاد مربوط به چاره‌اندیشی جهت مقابله با آن، زمین‌لرزه‌هایی که در قرن حاضر با بزرگی مطلق بیش از ۶/۵ درجه ریشتر، در کشور اتفاق افتاده‌اند به همراه آماری از تعداد کشته‌شدگان این پدیده ارائه می شود.

جدول شماره۲-۱: زلزله‌های مهم ایران و چگونگی خسارات و تلفات آن‌ها

ردیف	تاریخ وقوع	محل وقوع	خسارات وتلفات وارده	شدت
۱	۳ بهمن ۱۲۸۷	سیلاخور	۸۰۰۰ کشته،۶۴ روستا تخریب	۷/۴
۲	۲۹ فروردین ۱۲۹۰	راور	-	۶/۷
۳	۲۶ شهریور ۱۳۰۲	بجنورد	-	۶/۵
۴	۳۱ شهریور ۱۳۰۲	قلعه عسکر	-	۶/۹
۵	۱۶ تیر ۱۳۰۶	بلوچستان	-	۶/۵
۶	۱۱ اردیبهشت۱۳۰۸	باغان- گرماب	-	۷/۱
۷	۱۲ شهریور ۱۳۰۸	بلوچستان	-	۶/۵
۸	۱۶اردیبهشت ۱۳۰۹	سلماس	۲۵۱۴ کشته، ۶۰ روستا ویران	۷/۲
۹	۱۷اردیبهشت ۱۳۱۰	زنگزور	-	۶/۵

ردیف	تاریخ وقوع	محل وقوع	خسارات وتلفات وارده	شدت
۱۰	۲۳ خرداد۱۳۱۲	بلوچستان- سروان	-	۷/۱
۱۱	۲۲ فروردین ۱۳۱۴	البرز- کیاسر	-	۶/۷
۱۲	۱ مهر ۱۳۲۶	دوست آباد خراسان	-	۷
۱۳	۱۳ مهر ۱۳۲۷	عشق آباد	-	۷/۲
۱۴	۲۳ بهمن ۱۳۳۱	ترود	۱۸۳ کشته و ۲۰۰ روستا تخریب	۶/۵
۱۵	۹ آبان ۱۳۳۵	گوده	-	۶/۷
۱۶	۱۱ تیر ۱۳۳۶	سنگچال	-	۷/۳
۱۷	۲۲ آذر ۱۳۳۶	فارسینج	۱۱۳۰ کشته و ۲۰۰ دهکده تخریب	۶/۷
۱۸	۲۵ مرداد۱۳۳۷	نهاوند(فیروز آباد)	۱۹۱ کشته، ۱۱۰ دهکده خسارت دیده	۶/۷
۱۹	۴ اردیبهشت ۱۳۳۹	لار	۴۰۰ کشته و۷۵٪ لار ویران	۶/۱
۲۰	۲۱ خرداد ۱۳۴۰	دهکویه	تلفات نامعلوم،۴٪ شهر ویران	۶/۸
۲۱	۱۰ شهریور ۱۳۴۱	بوئین زهرا	۱۰۰۰۰ کشته و تخریب شدید	۷/۲
۲۲	۹ شهریور ۱۳۴۷	دشت بیاض	۱۰۵۰۰ کشته و۶۱ آبادی ویران	۷/۳
۲۳	۱۶ آبان ۱۳۴۸	بمپور	-	۶/۷
۲۴	۸ مرداد ۱۳۴۹	مراوه تپه	۲۰۰ کشته وخسارت زیاد	۶/۷
۲۵	۲۱ فروردین ۱۳۵۱	قیروکارزین	۴۰۰۰ کشته و ویرانی ۳۶۵ خانه	۷
۲۶	۱۶ اسفند ۱۳۵۳	بندر عباس سرخو	۶۰۰۰ کشته و ویرانی ۳۶۵ خانه	۶
۲۷	۳ آذر ۱۳۵۵	ماکو (مرز ترکیه)	-	۷/۳
۲۸	۱ فروردین ۱۳۵۶	بند عباس – خورگو	۱۲۸ کشته، خسارت مالی زیاد	۷
۲۹	۲۵ شهریور ۱۳۵۷	طبس	۱۹۶۰۰ کشته و ۱۶ روستا نابود	۷/۷
۳۰	۲۳ آبان ۱۳۵۸	قاینات (کریزان)	۲۵۰ کشته	۶/۶
۳۱	۶ آذر ۱۳۵۸	قاینات (کولی)	۱۳۰ کشته، ۱۵۰ روستا تخریب	۷/۱
۳۲	۲۱ خرداد ۱۳۶۰	گلباف (کرمان)	۱۰۲۸ کشته، تعدادی روستا ویران	۶/۷
۳۳	۶ مرداد ۱۳۶۰	سیرجان (کرمان)	۱۳۰۰ کشته، ویرانی چند روستا	۷/۳
۳۴	۳۱ خرداد ۱۳۶۹	منجیل – رودبار	۳۵۰۰۰ کشته،ویرانی‌چند شهر و روستا	۷/۴
۳۵	۱۰ اسفند ۱۳۷۵	اردبیل	۱۱۰۰	۵/۵
۳۶	۲۰ اردیبهشت۱۳۷۶	قائن و بیرجند	۱۵۰۰ کشته	۷/۳
۳۷	۱ تیر۱۳۸۱	آوج	۲۶۰کشته	۶/۵
۳۸	۵ دی ۱۳۸۲	بم	۳۱۰۰۰ کشته	۶/۶
۳۹	۳ اسفند ۱۳۸۳	زرند	۶۰۰ کشته	۶/۴
۴۰	۱۱فروردین۱۳۸۵	لرستان	۷۰ کشته	۶/۱

ماخذ : (برگی، خسرو،۱۳۷۳) و USGS [1]

۲-۴. تعریف اصطلاحات

بررسی اصطلاحاتی نظیر کانون زلزله، گسل اشتقاق قاره، کمربند زلزله و... در شناخت بهتر زلزله ضروری به نظر می‌رسد.

۲-۴-۱. کانون زلزله

محلّی که منشأ زلزله بوده و تخلیه عمده انرژی از آن‌جا آغاز می‌گردد، کانون زلزله و نقطه بالای کانون در سطح زمین، مرکز زلزله نامیده می‌شود(حسینی، مازیار،۱۳۸۷، ص ۱۴۲).

از میان نظریات گوناگونی که در رابطه با منشاء زمین لرزه‌ها ارائه شده است، نظریه "بازگشت کشسان" ازجامعیت بیشتری برخوردار است. بر اساس این نظریه عامل ایجاد تغییر شکل در سنگ‌ها ایجاد شکستگی در آنها و زمین‌لرزه در آنها معمولاً نیروهای افقی جهت‌داری است که در اثر حرکت و جابجائی ورقه‌های سنگ کره ایجاد می‌شود. در بسیاری موارد بر اثر انباشته شدن زیاده از حد انرژی در سنگ، حرکاتی در امتداد شکستگی‌ها و گسل‌های قبلی موجود در سنگ رویداده و در ضمن رها شدن انرژی ذخیره شده، زمین لرزه‌هایی بوجود می‌آید. به همین دلیل در زمان بررسی لرزه خیزی یک منطقه باید تاریخچه لرزه‌ها و گسل‌های فعال و لرزه‌زا را مورد بررسی قرار داد. البته باید توجه نمود که در یک زمین‌لرزه، تمام طول گسل جایجا نمی‌شود، بلکه بخش‌هایی از آن مقاومت می‌نمایند. این بخش‌های به ظاهر فاقد جابجایی ممکن است در زمان دیگر گسیخته شده و زمین لرزه‌ای را به وجود آورند. علاوه بر این بر اثر آتشفشان‌ها، ریزش سقف غارها و معادن،

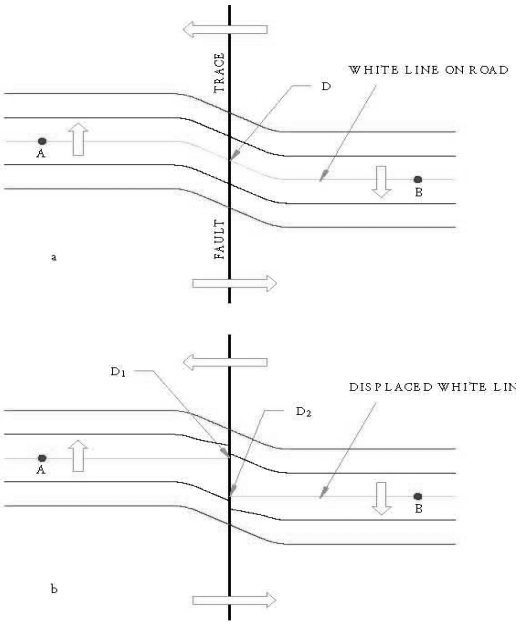
[1]. United State Geological Survey

ایجاد بهمن، برخورد شهاب سنگ‌ها، فعالیت‌های بشری و. .. نیز زمین لرزه‌هایی ایجاد می‌شود که درصد ناچیزی از زمین لرزه‌های کوچک را تشکیل می‌دهند. بسیاری از زمین لرزه‌ها با تعدادی حرکات ضعیف‌تر در پیش و پس از حرکت اصلی همراهند که به نام‌های پیش لرزه و پس لرزه خوانده می‌شوند.

۲-۴-۲. نظریه بازگشت کشسان

بر طبق این نظریه، نیروهای تغییر شکل دهنده فعال پوسته زمین که موجب تغییر شکل صفحه‌ها (خمشدگی، کشیدگی و فشردگی)، اصطکاک بین صفحه‌های برخورد کننده، گرادیان (تفاوت) بالای دما و. .. می شوند به طرز قابل توجهی در افزایش تنش نقش دارند. این نیروها در قسمت‌های سطحی که سنگ‌ها رفتار خمیدگی کمتری از خود نشان می‌دهند، به تدریج باعث تغییر شکل کشسان سنگ‌ها می‌شوند. زمانی که میزان تغییر شکل کشسان از لایه ها، به حالت اولیه خود باز می‌گردند، ترک خوردن سنگ از نقطه کانون شروع و با سرعت حدود ۳ کیلومتر بر ثانیه در امتداد صفحه منتشر می‌شود. به این ترتیب انرژی که به صورت "تنش کشسان" در سنگ ذخیره شده بود، به طور ناگهانی آزاد شده و زمین لرزه را ایجاد می‌نماید.

در شکل شماره ۲-۱،(a) AB، خط سفید وسط جاده است که عمود بر خط اثر گسل در روی سطح زمین می‌باشد. نقاط A , B در اثر نیروهای تکنونیک در جهت مخالف یکدیگر حرکت کرده و باعث خم شدن جاده در محل برخورد با گسل می‌گردند. شکل(b) جاده مزبور را پس از وقوع زلزله نشان می‌دهد.گسیختگی در نقطه D ایجاد شده و صخره‌های تحت تنش در هر طرف گسل به حالت فنری به D1 و D2 باز می‌گردند.



شکل شماره۲- ۱: چگونگی نظریه بازگشت گشسان در جاده

ماخذ: (Naeim,Farzad,page 31)

۲-۴-۳. گسل‌ها

در زمین‌لرزه‌های بزرگ، یک ناپیوستگی در حرکت دو سمت یک خط مرزی شامل کمربند باریکی از زمین پدید می‌آید. صفحه ناپیوسته که در این مواقع ایجاد می‌شود، گسل نامیده می‌شود. گسل بیانگر صفحه‌ای است که در امتداد آن حرکات زمین رخ داده و مبدا حرکت زمین در زلزله از آنجا ناشی می شود. در پوسته زمین چندین نوع گسل وجود دارد که بعضی از آنها به حرکات موجود در مرز صفحات تکنونیکی مربوط می‌شود. صفحه همه گسل‌ها در سطح پوسته زمین با چشم قابل روئیت نیست، صفحات آن‌ها به عمق‌های مختلف می‌باشد و کانون زلزله‌ها در هر عمقی در امتداد این صفحات ممکن است رخ دهد(Naeim, Farzad, 2001, page 11).

در بیشتر مناطق زلزله خیز فعال، تشکیل گسل‌ها مهم‌ترین منبع آگاهی دهنده درباره ریسک زلزله است، زیرا این گسل‌ها به راحتی قابل تشریح بوده وتغییر مکان آن‌ها با دقت مناسب قابل اندازه‌گیری است و از طرف دیگر گسل‌ها کانون آزاد شدن انرژی را در اکثر زلزله‌ها مشخص می‌سازند. ذکر این نکته حائز اهمیت است که نباید نقشه‌های گسل موجود را همیشه کامل و صحیح دانست. زیرا برای مثال بررسی حرکت صفحات بعضی از گسل‌های قدیمی و یا جدید به دلیل قرار گرفتن در زیر لایه‌های خاک نرم(و یا آب) غیر ممکن می‌باشد. با این حال برای کسب اطلاعاتی درباره چنین گسل هایی می‌توان از درون‌یابی و یا برون‌یابی گسل‌های واقع در سطح زمین استفاده نمود.

در مورد فعالیت گسل‌ها معمولاً در ذهن مهندسین این سئوال مطرح می‌شود که آیا این گسل در طول عمر مفید پروژه مورد نظر فعال خواهد بود؟ شواهد موجود حاکی از حرکت‌های بسیار جزئی و مستمر در بعضی از گسل‌ها می‌باشد و این بدان معناست که در اثر آزاد شدن تدریجی و آهسته انرزی هیچ گونه زلزله بزرگی رخ نخواهد داد، ولی نمی‌توان سازه‌های حساس را در نزدیکی این گسل‌ها بنا نمود. در این گونه موارد بهترین پاسخ زمین‌شناسان، تعیین زمان حرکت بزرگ و مهم در گسل می‌باشد. این کار در مورد گسل‌هایی که هیچ نوع حرکتی در طول تاریخ برای آن‌ها ثبت نشده است، با تعیین سن جوان‌ترین لایه رسوب یافته بر روی گسل و بررسی شکست‌های احتمالی موجود در مقطعی از آن در منطقه گسل صورت می‌گیرد. متأسفانه دستیابی به چنین مقطعی همیشه امکان‌پذیر نیست، با این وجود مقاطع خاک‌برداری جاده (ترانشه‌ها)، سطوح لغزش و همچنین صخره‌ها، محل‌های مناسبی جهت انجام تحقیقات و بررسی‌های فوق می‌باشند.

گاهی اوقات جهت بررسی، خندق‌هایی در طول منطقه گسل حفر می‌شود. مهندسین گسل‌ها را به دو رشته فعال و غیر فعال طبقه بندی می‌کنند. بعضی گسل‌ها مانند

سان‌اندریاس در کالیفرنیا را گسل فعال می‌نامند، زیرا در سال‌های اخیر حرکت‌های زیادی را از خود نشان داده است. در این گونه موارد متوسط دوره تناوب وقوع زلزله‌ها در یک طول مشخصی از خط گسل را به عنوان معیارهایی برای زلزله طرح انتخاب می‌کنند. برای گسل‌هایی که فعالیت نسبتاً کمتری دارند، تقسم بندی آن‌ها به صورت فعال یا غیر فعال اختیاری بوده و بستگی به امکان ثبت زمان آن‌ها در گذشته دارد.

در این زمینه، از نقطه نظر مهندسی اصولاً می‌توان فرضیات زیر را در نظر گرفت:

الف- گسل‌هایی که حداقل در طول ۳۵۰۰۰ سال گذشته حرکتی از خود نشان داده‌اند را جزء گسل‌های فعال طبقه‌بندی نمود، زیرا این دوره از نظر زمانی قابل ثبت و تشریح می‌باشد.

ب- در منطقه مربوط به ایجاد نیروگاه‌های هسته‌ای، در صورتی که گسلی در طول ۵۰۰۰۰۰ سال گذشته دو بار حرکت کرده باشد، جزء گسل‌های فعال محسوب خواهد شد. این دوره نیز یک فاصله زمانی مناسب است که بستگی به تکنیک‌های پیشرفته موجود در تعیین زمان وقوع حرکت در گسل‌ها دارد. باید دقت کرد که مشخصه‌های اصلی حرکت زمین در مجاورت گسل‌ها نیز بستگی به نوع گسل دارد (برگی،خسرو، ص ۱۱۰).

۲-۴-۳-۱. انواع گسل‌ها

به طورکلی گسل‌ها را می‌توان به چند دسته تقسیم کرد:

گسل نرمال [1] : در گسل نرمال صخره‌های دو طرف گسل تمایل به جدا شدن از یکدیگر دارند و باعث ایجاد کشش در گسل می‌شوند. زمانی که کشش برای گسیختگی کافی باشد،

[1]. Normal Fault

یک قطعه نسبت به دیگری به طرف پایین حرکت می‌کند. برخی از این گسل‌ها در طول مرز صفحات تکنونیکی، زمان جدایی این صفحات رخ می‌دهد (شکل b).

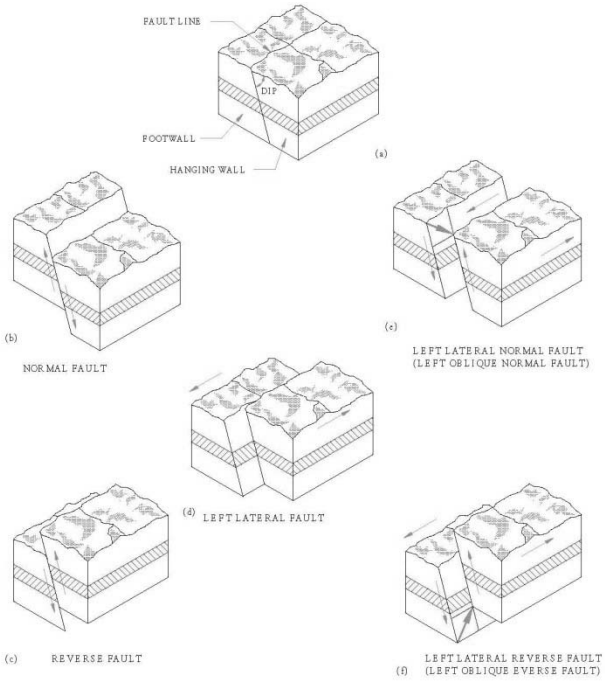
گسل فشاری یا معکوس[1] : صخره‌های دو طرف تمایل به فشردن یکدیگر داشته و در گسل فشار ایجاد می‌کنند ودر زمانی که فشار برای ایجاد گسیختگی کافی باشد، یک قطعه نسبت به دیگری در امتداد صفحه گسل به طرف بالا حرکت می‌کند (شکل c).

گسل لغزش جانبی[2]: حرکت در طول یک صفحه گسل تقریباً قائم به صورت لغزش جانبی صورت می‌گیرد. حرکت این نوع گسل‌ها می‌تواند به طرف راست یا به طرف چپ باشد. در شکل حرکت به طرف چپ می باشد. بدین معنی که اگر شخصی روی هر طرف این گسل قرار بگیرد و رو به گسل نگاه کند، حرکت طرف مقابل همیشه به طرف چپ او می‌باشد(شکل d).

ترکیبی از گسل قائم(نرمال) و لغزش جانبی و یا گسل معکوس ولغزش جانبی.(اشکال e و f).(Naeim, Farzad, 2001, page 15)

اشکال دسته بندی گسل در زیر نشان داده شده است:

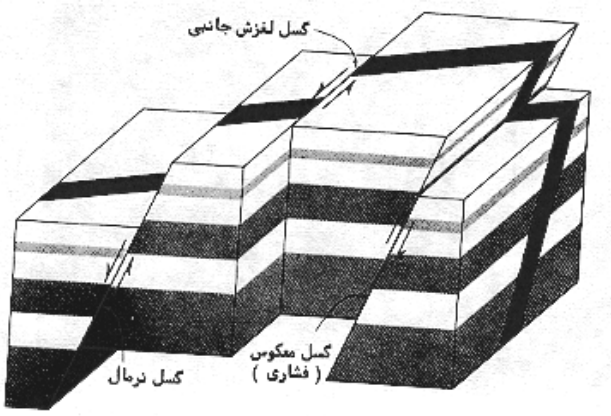
[1]. Thrust or reverse
[2]. Lateral Fault



شکل شماره ۲-۲: انواع گسل

مأخذ: **(Naeim, Farzad ,2001,page 15)**

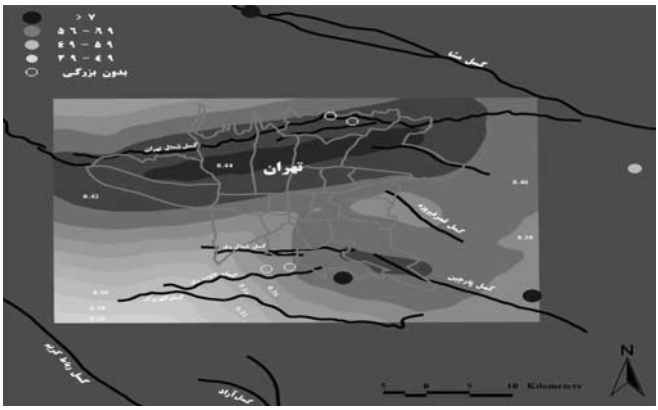
شکل شماره۲-۳، نیز سه نوع اصلی گسل‌ها را نشان می‌دهد.



شکل شماره ۲-۳: سه نوع اصلی گسل‌ها

ماخذ: (عادلی، حجت الله،۱۳۷۹،ص ۳۰)

به عنوان نمونه، تهران بزرگ، پایتخت ایران یکی از شهرهای زلزله خیز کشور محسوب می شود. قرار گرفتن این شهر بر روی گسل‌های بزرگی همچون گسل شمال تهران، ری، کهریزک، داوودیه و دیگر گسل‌های پراکنده باعث گردیده تا با حساسیت بیشتری مسئله لرزه خیزی این شهر بزرگ دنبال گردد. همچنین، با توجه به جمعیت زیاد این کلان‌شهر، در صورت احتمال وقوع زلزله خسارات زیاد و غیر قابل جبران بر جا خواهد گذاشت و ریسک سرمایه انسانی و مالی زیادی را در بر خواهد داشت. لذا مطالعات زمین شناسی و ژئوفیزیکی الزامی خواهد بود؛ چرا که با انجام این مطالعات می‌توان گسل‌ها، به خصوصا گسل‌های پنهان در زیر آبرفت را شناسایی نمود. شکل شماره ۲-۴، نقشه گسل‌های تهران را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۴: نقشه گسل‌های تهران(www.ngo-iran.ir)

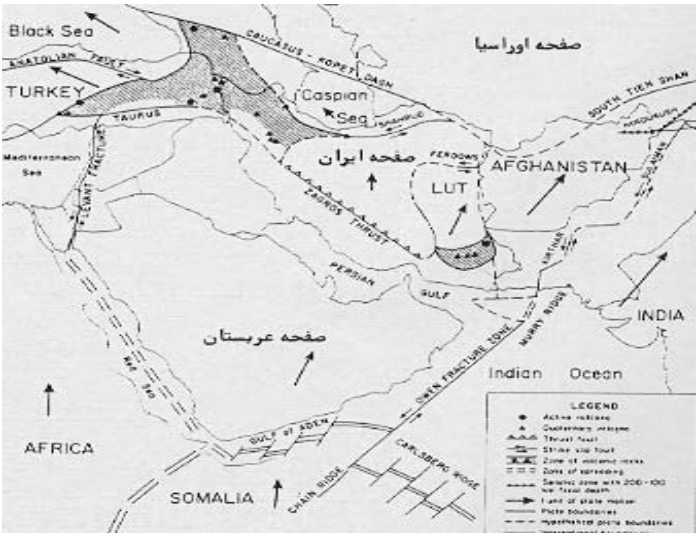
۲-۴-۴. نظریه تکتونیک صفحه‌ای (اشتقاق قاره)

این نظریه که انقلابی در علوم زمین شناسی بوجود آورد، در اواسط دهه ۶۰ میلادی ارائه و به سئوالات بسیار زیادی که از سال ۱۹۱۲ در پی اعلام نظریه اشتقاق قاره‌ها توسط آلفرد وگنر که اعتقاد داشت قاره‌های امروزین در میلیون‌ها سال پیش، بصورت یکپارچه بوده و بعدها از همدیگر جدا و فاصله گرفتند، پایان داد. بر اساس نظریه زمین ساخت ورقه‌ای(تکتونیک صفحه‌ای)، لیتوسفر یا سنگ کره زمین از صفحات مجزا تشکیل یافته که این صفحات نسبت به یکدیگر در حال حرکت هستند.این ورقه های زمین ساختی بر روی گوشه بالایی کرهٔ زمین که حالت نیمه مذاب دارد شناور هستند. صفحات پوسته به سه حالت عمده نسبت به یکدیگر در حرکت بوده که این سه حالت عبارتند از حالت دور شونده، حالت نزدیک شونده و وضعیتی که صفحات در مجاورت یکدیگرحرکت می‌کنند. حرکت این صفحات به زیر یکدیگر یا در کنار هم باعث تجمع انرژی و نهایتًا بوجود آمدن زمین‌لرزه‌ها می‌گرد. با نگاهی به نقشه ای تهیه شده از مراکز زمین لرزه‌های جهانی، مشخص می‌گردد که اکثر زمین‌لرزه‌ها در مرز بین صفحات زمین ساختی روی می‌دهند (فرزانگان، اسماعیل، ۱۳۸۳).

۲-۴-۴-۱. تکنونیک ایران

ایران بر روی نوار زلزله الپاید قرار دارد که در امتداد شرق- غرب از کوه‌های هیمالیا تا دریای مدیترانه ادامه دارد. تکنونیک ایران اخیراً به وسیله مک‌کنزی (Mckenzie) ونوروزی مطالعه شده است. بر اساس اطلاعات زمین‌شناسی و زلزله شناسی موجود و نتایج مقدماتی، آن‌ها دو مدل مختلف برای تکنونیک صفحه‌ای ایران پیشنهاد کرده‌اند. صفحات اصلی منطقه عبارتند از صفحه عربستان، صفحه ایران و صفحه اورآسیا. صفحات عربستان و ایران با سرعت‌های مختلف در جهت شمال شرقی حرکت می‌کنند. مشخص‌ترین خصوصیت

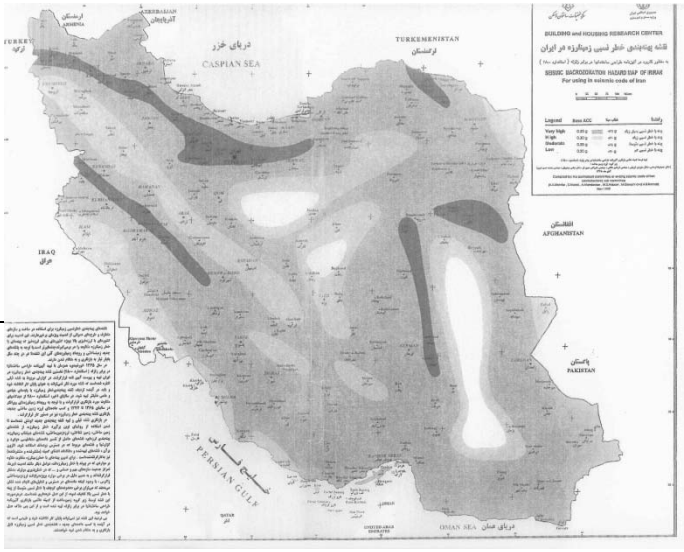
تکنونیکی منطقه از زیر رانده شدن صفحه ایران به وسیله صفحه عربستان می‌باشد. در مرز مشترک این دو صفحه یک ناحیه تقارن وجود دارد که بوسیله منطقه فشاری زاگرس و



چین خوردگی‌های زیاد مشخص می‌باشد. مک‌کنزی خاطرنشان می‌سازد که تکنونیک ایران و نواحی مجاور آن را نمی‌توان فقط با چند صفحه اصلی توجیه کرد. همچنین مرزهای صفحات یک گسل واحد تشکیل نداده، بلکه سیستم‌های گسل تشکیل می‌دهند(عادلی، حجت الله،۱۳۷۹،ص۲۵). شکل شماره ۲-۵، صفحات اصلی ایران ومناطق مجاور را نشان می‌دهد

شکل شماره ۲-۵: صفحات اصلی ایران ومناطق مجاور

مآخذ: (عادلی،حجت الله،۱۳۷۹)



شکل شماره ۲-۶ : نقشه خطر نسبی زمین‌لرزه در ایران

مآخذ: (مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن،۱۳۷۸)

نقشه ۲-۶ خطر نسبی زمین‌لرزه در ایران را نشان می‌دهد. بدیهی است که خطر نسبی زمین‌لرزه از نقاط پر رنگ به نقاط کمرنگ کمتر می‌شود.

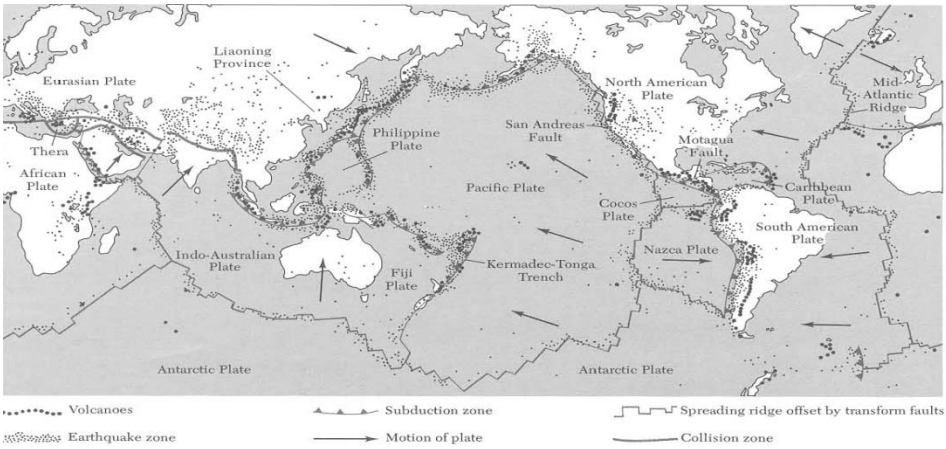
علاوه بر این‌ها زلزله‌های تکتونیکی یکی از مهم‌ترین عوامل محرک زمین لغزش‌ها هستند. از نمونه‌های بارز آن می‌توان به زمین‌لغزش‌های تحریک زلزله‌ای گیلان در طی (زلزله ۳۱ خرداد ۶۹) اشاره کرد. بهمن‌های سنگی اتفاق افتاده در طی این زلزله در تشکیل‌های آهکی و کنگلومرائی شمال غرب رودبار (منطقه لاکه) نمونه های شاخص از این موردند (شریعت جعفری،محسن، ۱۳۷۵،ص ۹).

نواحی زلزله‌خیز دنیا را به طور کلّی می‌توان در چند نوار(کمربند) زلزله گنجاند:

مهم‌ترین نوار زلزله، نوار محیط اقیانوس آرام[1]می‌باشد که تعداد زیادی از زلزله‌های دنیا را شامل می‌گردد. نوار دیگر، نوار آلپاید[2]می‌باشد که از سلسله کوه‌های هیمالیا[3]در شرق آسیا شروع شده و پس از عبور از ایران و ترکیه، تا دریای مدیترانه ادامه دارد. نوار دیگر، نوار وسط اقیانوس اطلس است که به طور کلّی یک جهت شمالی- جنوبی دارد و به دلیل این که این نوار در وسط اقیانوس قرار دارد، از اهمیت چندانی برخوردار نمی‌باشد. نود درصد همه‌ی زلزله‌ها در مجاورت مرزهای صفحات تکتونیک رخ می‌دهد (عادلی،حجت الله،۱۳۷۹، ص۲۴).

نقشه زیر صفحات تکنونیک و توزیع وسیع زلزله ها را در جهان نشان می‌دهد:

1. Circum-pacific
2. Alpide belt
3. Himalaya



شکل شماره ۲-۷: صفحات تکنونیک و توزیع وسیع زلزله در جهان

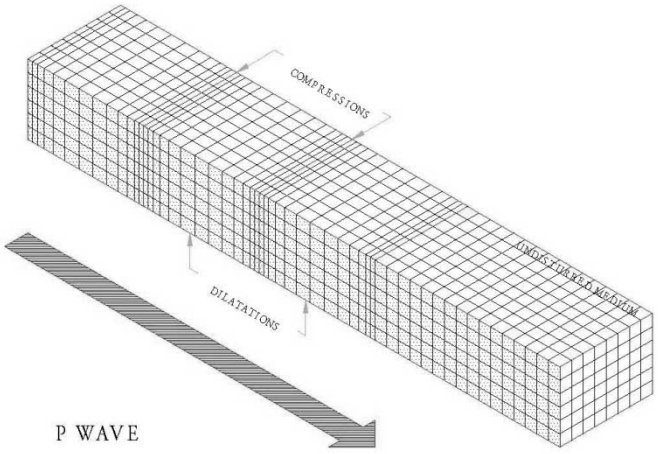
مآخذ: **(Naeim, Farzad ,2001)**

۲-۵. امواج لرزه

اگر کتابی را به سرعت در هوا تکان دهید، همچنان که هوا فشرده می‌شود امواج صوتی در فضا و در فواصل دور فرستاده می‌شود. انرژی مکانیکی اولیه در اثر این حرکت به ارتعاشات هوا تبدیل می‌گردند. هنگام پرتاب قطعه سنگی در داخل آب، امواج در سطح آب به صورت چین و چروک کوچک منتشر می‌شود. به طریقه مشابه‌ای یک ضربه ناگهانی در مصالح ارتجاعی، همچنان که امواج ارتجاعی از محل ضربه در سراسر جسم مورد نظر انتشار می‌یابند، لرزش ایجاد می‌کنند. همین طور صخره‌های زمین که دارای خواص ارتجاعی هستند، موقعی که تحت اثر نیروهای کششی و فشاری قرار می‌گیرند، تغییر شکل داده و مرتعش می‌شوند. چهار نوع اصلی از امواج ارتجاعی وجود دارند که در زمین لرزه‌ها احساس شده و خسارت ایجاد می‌کنند. دو نوع از این امواج در داخل حجم و جسم صخره‌ها منتشر می‌شوند و به آن‌ها امواج حجمی[1] می‌گویند. از دو نوع امواج حجمی آن که سرعت بیشتری

[1].Body Waves

دارد به نام موج اولیه[1] یا موج p نامیده می‌شود. حرکت این موج مشابه امواج صوتی است، بدین معنی که مانند امواج صوتی همچنان که پخش می‌شود، به طور متناوب باعث فشردن و کشیدن (انبساط) صخره‌ها نیز می‌گردد. نحوه انتشار امواج p در درون یک تکه صخره در شکل مشاهده می‌شود. امواج p صخره‌ها را تحت فشار قرار می‌دهد وذرات مجاور را به جلو می‌رانند. این ذرات سپس به جای اولیه خود باز می‌گردند و این عمل به صورت ارتعاش تکرار می‌شود. حجم کوچکی از ماده که در شکل به رنگ تیره مشخص شده است، مرتباً منقبض و منبسط می‌شود. امواج p مانند امواج صوتی هم از صخره‌های جامد (مانند کوه‌های گرانیتی) و هم از مایعات مانند ماگمای آتشفشانی یا آب اقیانوس‌ها) می‌توانند عبور کنند. به علت طبیعت صوت مانند امواج p وقتی این امواج از عمق زمین به سطح زمین می‌رسند، قسمتی از آن‌ها ممکن است به صورت امواج صوتی به داخل اتمسفر منتشر گردند. اگر فرکانس این امواج در حد شنوایی گوش باشد (بزرگ‌تر از ۱۵ سیکل در ثانیه) ممکن است به وسیله حیوانات و انسان قابل شنیدن باشد.

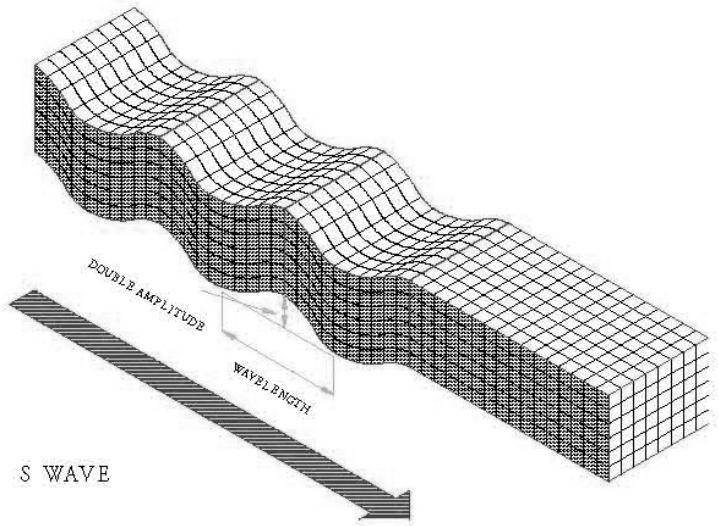


شکل شماره۲-۸: نحوه انتشار امواج اولیه

[1]. Primary Wave

ماخذ: **(Naeim, Farzad ,2001)**

موج دیگری که در درون حجم صخره‌ها منتشر می‌شود وسرعت آن از موج p کمتر است به نام موج برشی[1]، موج ثانویه[2]یا موج s معروف است. موج s همچنان‌که که در صخره‌ها انتشار می‌یابد، در امتداد عمود بر جهت انتشار، برش ایجاد می‌کند. نحوه انتشار امواج s در درون یک تکه صخره در شکل نشان داده شده است. موج برشی یا موج s باعث ارتعاش ذرات صخره به طرف بالا و پایین می‌گردد. حجم کوچکی از ماده که در شکل با رنگ تیره مشخص شده است، در اثر امواج s تغییر شکل برشی پیدا می‌کند. مشاهدات به سهولت تأیید می‌کنند که اگر مایعی به طور جانبی تحت پوشش قرار گیرد ویا پیچانده شود، مانند فنر به جای اولیه خود بر نخواهد گشت. بدین ترتیب نتیجه می شود که امواج s نمی‌توانند در قسمت های مایع زمین مانند اقیانوس‌ها منتشر شوند.



شکل شماره۲-۹: نحوه انتشارامواج ثانویه.

ماخذ: **(Naeim, Farzad, 2001)**

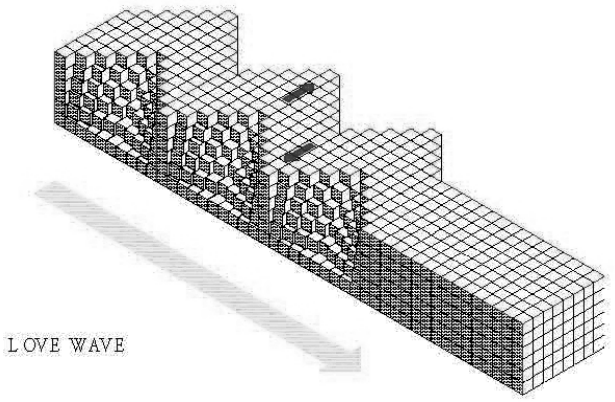
[1]. Shear Wave
[2]. Secondary Wave

دو نوع دیگر از امواج به نام امواج سطحی[1] معروفند، زیرا حرکت آن‌ها به محدود به مجاورت سطح زمین می‌باشد. حرکت این امواج مشابه چین و شکن‌های سطح آب است که در سطح یک دریاچه انتشار می‌یابند. بیشتر حرکت این امواج در سطح خارجی صورت گرفته و تغییر مکان‌های ناشی از آن با زیاد شدن عمق به تدریج کاهش می‌یابد. امواج سطحی را می‌توان به دو دسته تقسیم نمود: موج لاو[2] و موج ریلی[3].

حرکت موج لاو اساساً مانند امواج s ولی بدون تغییر مکان قائم می‌باشد. این موج را از پهلو به پهلو در یک صفحه افقی موازی سطح زمین ولی در جهت عمود بر امتداد انتشار موج به ارتعاش در می‌آورد. اثر ناشی از امواج لاو تکان افقی می‌باشد که به پی ساختمان وارد شده و از این روخسارت ایجاد می‌کند. سرعت امواج لاو (VL) در یک جسم در نامساوی زیر صدق می‌کند:

$$VS\ 1 < VL < VS\ 2$$

VS 1 و VS 2 در این رابطه به ترتیب سرعت‌های امواج S در لایه سطحی و لایه زیر آن می‌باشند. شکل زیر نحوه انتشار موج لاو را نشان می‌دهد



شکل شماره ۲-۱۰: نحوه انتشار امواج لاو.

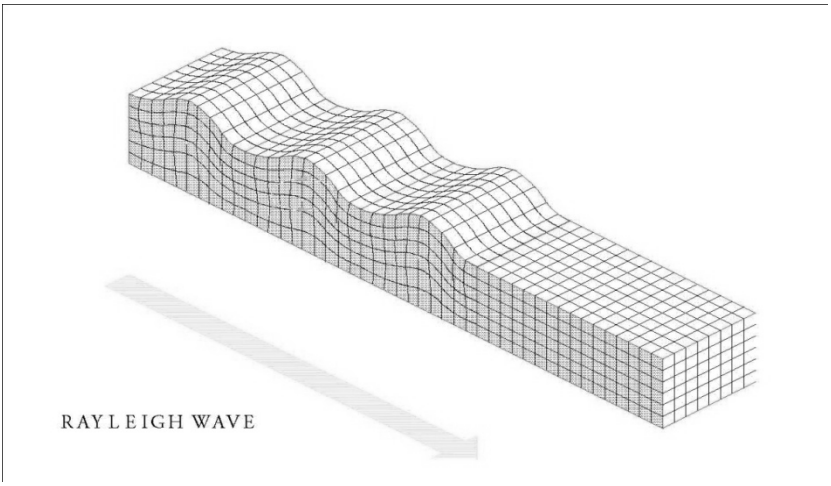
ماخذ: **(Naeim, Farzad ,2001)**

[1]. Surface Wave
[2]. Love Wave
[3]. Rayleigh Wave

نوع دوم امواج سطحی، امواج ریلی، مانند امواج اقیانوس‌ها باعث حرکت دادن قطعات صخره‌ها هم در جهت قائم وهم در جهت افقی در یک صفحه قائم در امتداد انتشار امواج می‌گردند. همچنان که در شکل مشاهده می‌شود با عبور امواج، قطعات صخره‌ها در یک مسیر بیضی حرکت می‌کنند.

امواج سطحی به طور کلی کندتر از امواج حجمی و امواج لاو به طور کلی سریع‌تر از امواج ریلی حرکت می‌کنند. سرعت امواج ریلی در نامساوی زیر صدق می‌کند:

$$VR < 0.92\ VS$$



شکل شماره ۲-۱۱: نحوه انتشار امواج ریلی.

ماخذ: **(Naeim, Farzad ,2001)**

در هر مرکز زلزله نگاری معمولاً سه دستگاه لرزه نگار برای ثبت حرکات زمین در دو جهت افقی و قائم نصب می‌شوند. امواج لاو به وسیله لرزه‌نگار حرکت قائم زمین ثبت نمی‌شود. امواج ریلی به علت مولفه قائم حرکتشان می‌توانند در روی حجم‌های زیادی از آب مانند دریاچه‌ها تأثیر بگذارند، ولی امواج لاو (که از میان آب منتشر نمی‌شوند) فقط

می‌توانند در روی آب‌های سطحی کناره‌های دریاچه‌ها و خلیج‌های اقیانوس‌ها اثر کنند وآن‌ها را به جلو و عقب برانند (مانند یک مخزن آب ارتعاش کننده).

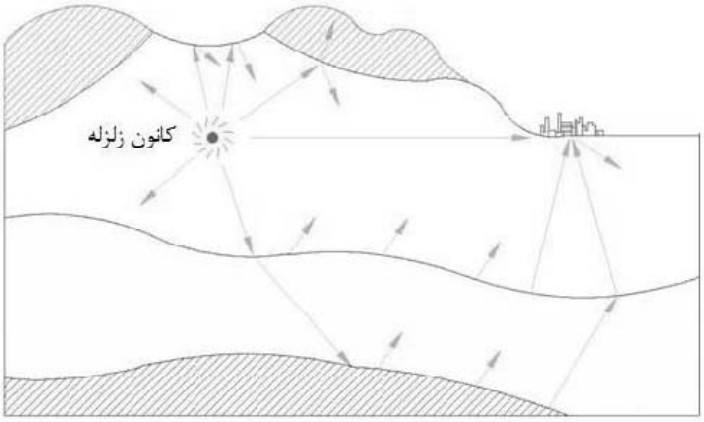
امواج حجمی (امواج P و S) خصوصیت دیگری دارند که در روی لرزش زمین اثر می‌گذارد. موقعی که این امواج در داخل لایه‌های صخره‌ها در پوسته زمین عبور می‌کنند، در سطح مشترک انواع متفاوت صخره‌ها(مطابق شکل الف و ب زیر) منعکس و منکسر می‌شوند. همچنین موقعی که هر یک از این امواج منعکس و منکسر می‌شود، مقداری از انرژی یک نوع موج به انرژی موج نوع دیگر تبدیل می‌شود (شکل b). برای مثال، موقعی که یک موج P که به طرف بالا حرکت می‌کند به ته یک لایه رسوبی برخورد می‌نماید، مقداری از انرژی موج به صورت موج P از لایه رسوبی به طرف بالا حرکت می‌کند و مقداری دیگر از انرژی موج منتشر شونده به حرکت موج S تبدیل می‌شود. البته قسمتی از انرژی نیز به صورت امواج P وS به طرف پایین منعکس می‌گردد.

بدین ترتیب می‌توانیم درک کنیم که چرا بعد از اینکه چند تکان اولیه رخ داد، ترکیبی از دو نوع موج معمولاً به صورت حرکت شدید زمین احساس می‌شود. اما اگر شخص در هنگام وقوع زلزله در دریا باشد تنها حرکتی که در روی کشتی حس خواهد کرد حرکت امواج P می‌باشد، زیرا امواج S نمی‌توانند در زیر آب کشتی حرکت کنند. موقعی که ماسه‌های بدون چسبندگی تحت اثر ارتعاشات زمین قرار می‌گیرند، مقاومت برشی خود را موقتاً از دست می‌دهند. در نتیجه آن مقدار از انرژی موج S که می‌تواند در یک لایه ماسه‌ای عبور کند، به تدریج کاهش می‌یابد و سرانجام فقط امواج P می‌توانند از لایه مزبور عبور نمایند.

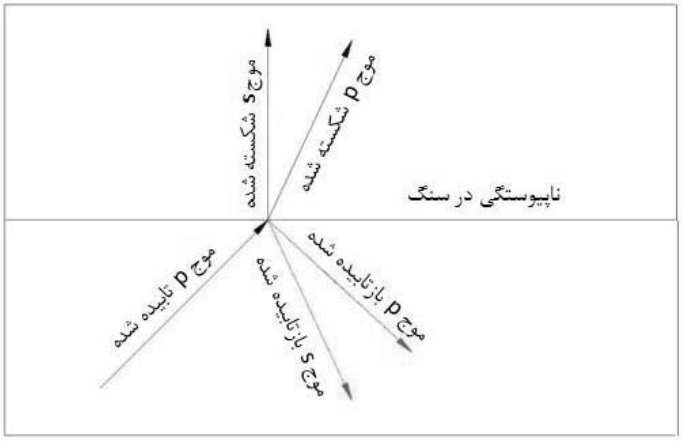
موقعی که امواج P وS به سطح زمین می‌رسند، بیشتر انرزی آن‌ها به داخل پوسته زمین منعکس می‌شود، به طوری که سطح زمین به طور همزمان تحت تاثیر حرکات رو به

بالا و رو به پایین قرار می‌گیرد. به این دلیل حرکت زمین در نزدیکی سطح زمین به مقدار قابل ملاحظه‌ای تشدید می‌شود و دامنه‌ی امواج در سطح زمین بعضی از مواقع به دو برابر دامنه‌ی امواج‌وار شونده می‌رسد. این تشدید سطحی باعث افزایش خسارت زلزله در سطح زمین می‌گردد. در بسیاری از زلزله‌ها کارگران معدن که در عمقی از زمین کار می‌کنند، نسبت به افرادی که در سطح زمین هستند، تکان کمتری را گزارش می‌کنند.

آنچه که در بالا گفته شد، برای توضیح حرکت شدید زمین در نزدیکی مرکز یک زلزله بزرگ کافی نیست. چنین زلزله‌ای شامل مخلوطی از انواع گوناگون امواج زلزله می‌باشد که به طور مشخص از هم نیستند. بعلاوه منبع انرژی زلزله که در جهات مختلف پخش می‌شود، ممکن است گسترش یابد که بر پیچیدگی حرکت زمین‌لرزه می افزاید. نوع خاک و توپوگرافی زمین نیز در روی امواج لرزه تاثیر می‌گذارند. انرژی کل ناشی از زلزله با فاصله از مرکز زلزله کاهش می‌یابد، ولی این نکته در ارزیابی خسارات وارد بر ساختمان‌ها ممکن است گمراه کننده باشد. آن قسمت از حرکات زمین که دارای پریود کم (فرکانس زیاد) می‌باشند، در فواصل کم به تدریج مستهلک می‌شوند، ولی امواج زمین با پریود زیاد (فرکانس کم)، ممکن است صدها کیلومتر حرکت کنند. ارتعاشات با پریود زیاد با پریود طبیعی سازه‌های بلند منطبق و باعث تشدید ارتعاشات آن‌ها می‌گردند. بنابراین سازه‌های بلند که دارای پریود طبیعی زیادی هستند ممکن است در فواصل خیلی دور از مرکز زلزله خسارت ببینند (عادلی،حجت الله،۱۳۷۹).



(الف)



(ب)

شکل۲-۱۲. بازتاب، شکست و تبدیل امواج حجمی.

مأخذ:(Naeim, Farzad ,2001,page 19)

۲-۶. کانون، عمق و مرکز زمین لرزه

به علت ذخیره شدن مقدار زیادی انرژی در درون زمین و با توجه به نظریه جابه‌جائی قاره‌ها، تغییرات عمده‌ای در قسمت‌های سطحی رخ می‌دهد که زمین لرزه یکی از این تغییرات است. به عبارت دیگر زمین‌لرزه پدیده انتشار امواج در زمین به علت آزاد شدن مقدار زیادی انرژی ناشی از اغتشاش سریع در پوسته زمین و یا در قسمت‌های بالائی گوشته[1] در مدت کوتاه می‌باشد. یک زلزله شدید ممکن است ناشی از شکست سنگ بستری به طول بیش از ۱۰۰ تا ۴۰۰ کیلومتر و عرض و ضخامت چندین کیلومتر باشد. محلی که منشاء زلزله بوده ودر حقیقت انرژی به یک باره از آنجا آزاد و رها می‌گردد، کانون زلزله و نقطه‌ای واقع بر سطح زمین است که در بالای کانون قرار دارد و مرکز زلزله نامیده می‌شود(محل تلاقی شعاعی از مرکز زمین که از کانون گذشته و به سطح زمین می‌رسد). دامنه حرکت زمین در روی سطح، ابتدا شامل لرزه‌های جزئی است که یکباره افزایش می‌یابند و پس از لحظه کوتاهی حرکت تدریجاً فروکش می‌کند. لرزه‌های جزئی بنام تکان‌های اولیه و قسمت بعدی با دامنه‌های بزرگ‌تر بنام تکان‌های اصلی و آخرین قسمت بنام دنباله لرزه موسوم است.

وقتی انرژی ذخیره شده در کانون زلزله آزاد می‌شود، امواج حجمی همزمان بود می‌آید، ولی از آنجائی که سرعت امواج اولیه بیشتر است، زمان دریافت وثبت این نوع امواج در ایستگاه‌های ثبت نسبت به امواج ثانویه زودتر صورت می‌گیرد. بنابراین لرزه‌های اولیه به طور کامل به این نوع امواج نسبت داده می‌شوند.

امواج ثانویه که به دنبال امواج اولیه منتشر می‌شود، نظیر امواج سطحی تا تمام شدن لرزه‌های اصلی ادامه دارند (برگی،خسرو،۱۳۷۳،ص۱۲-۱۱).

[1]. Mantle

عمق زلزله

فاصله بین مرکز و کانون زلزله به " عمق زلزله " معروف است

زلزله‌ها از نظر عمق معمولاً به سه دسته تقسیم می شود:

الف. زلزله های عمیق: عمق کانون آن بیش از ۳۰۰ کیلومتر است .

ب. زلزله های متوسط: عمق کانون آن بین ۷۰ تا ۳۰۰ کیلومتر است .

پ. زلزله های کم عمق : عمق آنها از ۶۰ کیلومتر کمتر است .

هر چه عمق زلزله‌ها کمتر باشد، خرابی‌های بیشتری در پی خواهد داشت. زلزله ها معمولاً از عمق ۵ کیلومتری تا عمق ۳۰۰ کیلومتری هم مشاهده شده است. اثرات زلزله‌های با عمق بالای ۳۰۰ کیلومتر بر روی زمین ناچیز است. هرچه بزرگی یک زلزله بیشتر و کانون آن به سطح زمین نزدیک‌تر خطرات بیشتری دارد. لرزه شناسان دریافته‌اند که تقریباً تمام زمین لرزه‌های با عمق متوسط و عمیق از مناطق دراز گودال‌های اقیانوسی منشاء گرفته‌اند، جائی که صفحه ها به زیر رانده می شوند .

زمین لرزه‌های که به گونه‌ای غیر عادی عمیق‌اند به چند طریق قابل تشخیص است. اولاً امواج سطحی این زلزله ها بطور غیرمعمولی ضعیف‌اند، ثانیاً زلزله در منطقه خیلی وسیعی احساس می‌شود، با لرزش‌هایی که تقریباً در تمام نقاط به یک اندازه شدید است. در زلزله‌های کم عمق معمولاً شدت تکان‌ها به سرعت از مرکز زلزله کاهش می یابد. برای تعیین موقعیت مرکز زلزله حداقل باید فاصله مرکز زلزله از سه ایستگاه معلوم باشد. روی نقشه ای به مرکز هر ایستگاه و به شعاع فاصله بین ایستگاه و مرکز زمین لرزه دایر ای رسم می نمائیم. از برخورد دایره‌ها نقطه تقاطعی بوجود می‌آید که مرکز زلزله رامشخص می‌نماید.

برای اندازه‌گیری عمق کانون زلزله اختلاف زمان رسیدن فازهای موج P را که مسیرهای مختلفی در درون طی کرده‌اند، مورد استفاده قرار می‌دهند. بنابراین با اندازه‌گیری فاصله زمانی رسیدن دو فاز زلزله و با دانستن تغییرات سرعت نسبت به عمق، عمق کانون زلزله قابل محاسبه است. این روش در زلزله‌های عمیق دقیق‌تر است،عمق بدست آمده با ۱۵+یا۱۵- کیلومتر خطا همراه است. (Naeim, Farzad, 2001, page 6)

۲-۷. مقیاس‌های سنجش زلزله و دوره بازگشت آن

جهت بیان اندازه یک زمین لرزه معمولاً دو نوع مقیاس به کار برده می شود که یکی از آن‌ها شدت زلزله می باشد که بر مشاهدات و تأثیرات زلزله بر سازه وانسان‌ها استوار است. در حقیقت یک مقیاس نظری می‌باشد ودیگری یک اندازه گیری کمی از گستردگی و وسعت عمل زلزله است که بزرگی زلزله نامیده می‌شود.

۲-۷-۱. مقیاس شدت زلزله

البته همواره سعی بر این بوده است که یک عبارت کمی از پدیده پیچیده زلزله توسط یک مقیاس عددی ساده بیان شود که البته این امر نمی‌تواند عاری از اشکال منطقی و اساسی باشد.

اصولاً بیان یک واژه به صورت یک عبارت عددی منفرد مناسب نمی‌باش، زیرا در این مورد برخی از مواقع احساس واقعی از زلزله تداعی نمی‌شود و این در حالی است که حتی زمان یکه مقیاس مزبور بر اساس احساس واقعی استوار باشد، محتوی مهندسی واژه بصورت قابل قبول برآورده نمی‌شود. مقیاس‌های شدت موجود که در حال حاضر مورد استفاده قرار

می‌گیرند، بر هر دو نقطه نظر یعنی مهندسی و ادراکی استوار بوده و امروزه ارتباط بین دو دیدگاه تقریباً شناسایی شده است (برگی،خسرو،۱۳۷۳).

اولین مقیاس برای اندازه‌گیری شدت متغییر زلزله در دهه ۱۸۸۰ به وسیله روسی[1]فورل[2] در سویس پیشنهاد شد. مقیاس روسی- فورل که ده درجه داشت در حدود ۲۰ سال بعنوان وسیله ای برای بررسی زلزله ها و مقایسه اثرات آن‌ها در سراسر دنیا به کار می‌رفت.

اشکال اصلی این مقیاس این بود که خسارات اساسی خیلی زیادی در طبقه بندی ۱۰ یکجا جمع شده بود. این اشکال در مراحل اولیه پیشرفت تکنولوژی چندان مهم نبود، ولی با پیشرفت علم زلزله شناسی نیاز به مقیاس دقیق‌تری به مقدار زیاد افزایش یافت.

در سال۱۹۰۲، مرکالی زلزله شناس ایتالیایی مقیاس جدیدی را بوجود آورد که از ۱ تا ۱۲ درجه داشت وخسارت‌های اساسی در آن با دقت بیشتری مشخص شد. مقیاس مرکالی در سال ۱۹۳۱ به وسیله دو زلزله شناس امریکایی به نام‌های وود[3]و نویمان[4] اصلاح شد تا در آن ویژگی‌های تکنولوژی مدرن از قبیل ساختمان‌های بلند، اتومبیل‌ها و کامیون‌ها و لوله‌های آب زیرزمینی به حساب آورده شود. این مقیاس اصلاح شده مرکالی است که با علامت اختصاری MM نمایش داده می‌شود و امروزه نیز بکار می‌رود. البته این مقیاس برای اندازه گیری شدت تکان زمین یک مقیاس دقیق مهندسی نیست، لیکن یک مقیاس نظری برای اثرات ناشی از تکان زمین است (عادلی، حجت الله، ۱۳۷۹).

1. Rossi
2. Forel
3. Wood
4. Neumann

از مقیاس‌های شدت مهم دیگر می‌توان از مقیاس شدت آژانس هواشناسی ژاپن JMA نام برد که مشتمل بر هفت درجه می‌باشد و اخیراً رده‌بندی جدیدی بنام مقیاس شدتMSK توسطMedvedev ، Sponheuer و karinik شده است. در این طبقه بندی آثار زلزله براساس سه معیار اصلی زیر درجه‌بندی شده است:

الف – ادراک توسط بشر و تأثر بر روی محیط

ب – اثر روی هر نوع سازه

ج – اثرات زیر زمینی و تغییرات آب‌های زیر زمینی و سیستم‌های آب‌های روی زمینی

مقیاس MSK نیز مشتمل بر دوازده درجه است و از این لحاظ شبیه مقیاس MMمی‌باشد.(برگی، خسرو،۱۳۷۳).

در جدول شماره ۲-۲، مقیاس‌های مرکالی آورده شده است.

جدول شماره ۲-۲: مقیاس مرکالی

مقیاس مرکالی	شدت	شرح تاثیر
I	ثبت با وسایل حساس	فقط بوسیله لرزه نگارها ثبت می شود.
II	احساس می شود	بعضی از مردم آن را حس می کند.
III	خفیف	افراد در حال استراحت آن را حس می کنند. شبیه لرزش ناشی از حرکت کامیون است.
IV	ملایم	بوسیله افرادی که درحال قدم زدن هستند احساس می شود. اشیای غیر ثابت به هم می خورند.
V	نسبتاً قوی	افراد از خواب بیدار می شوند. زنگ‌های کلیسا به صدا در می آید.
VI	قوی	درختان حرکت موجی پیدا می کنند. اشیای آویزان مانند لامپ ولوستر می‌چرخند.
VII	خیلی قوی	دیوارها شکاف بر می دارند، گچ دیوارها می ریزد.
VIII	ویران کننده	ماشینهای در حال حرکت غیر قابل کنترل می شوند. دودکش‌ها می افتند. ساختمانهای ضعیف ویران می شوند.
IX	خانمان برانداز	بعضی از خانه ها فرو می ریزند، زمین می شکافد، لوله ها می ترکند.
X	فجیع	زمین شکاف‌های فراوان پیدا می کند.تعدادی ازساختمان‌ها ویران

		می شوند. لغزش گسترش پیدا می کند.
XI	بسیار فجیع	بیشتر ساختمان‌ها و پل‌ها فرو می ریزند، جاده ها وخط آهن‌ها،لوله ها و کابل‌ها ویران می شوند. بلایای ثانویه بروز می کنند.
XII	بنیان کن	ویرانی کامل، درختان از زمین بیرون می آیند، زمین مانند موج به حرکت در می آید.

ماخذ: برگرفته از (Naeim, Farzad ,2001,page 26)

۲-۷-۲. مقیاس بزرگی زلزله

بیان کردن اندازه زلزله به صورت کمی برای مهندسین اهمیت زیادی دارد. ریشتر در سال ۱۹۳۵ بزرگی زلزله را برای زمین لرزه‌های سطی (کم عمق) به صورت زیر تعریف کرد:

$$M = LOG10\ A/A0$$

در این رابطه M بزرگی زلزله است، A دامنه ماکزیممی است که به وسیله یک لرزه‌نگار استاندارد وود-اندرسن (Wood – Anderson) در فاصله ۱۰۰ کیلومتر از مرکز زلزله ثبت می‌شود و A دامنه مبنا برابر با یک هزارم میلی‌متر می‌باشد. اندازه‌گیری دامنه ماکزیمم در عمل باید در فواصلی صورت گیرد که در مقایسه با ابعاد منطقه گسل لغزیده زیاد باشد. سپس مقادیر به دست آمده از روی منحنی های ثبت شده برای فاصله ۱۰۰ کیلومتر از مرکز زلزله برون یابی می‌شود. در عمل برای دستیابی به بهترین نتیجه، با استفاده از منحنی‌های ثبت شده، تعداد ایستگاه‌های زلزله شناسی و مقدار متوسطی برای M تعیین می‌گردد.

زلزله‌ای با بزرگی دو ریشتر معمولاً کوچک‌ترین زلزله‌ای است که بوسیله انسان حس می شود. زلزله‌های با بزرگی پنج ریشتر یا بیشتر تکان‌های شدیدی ایجاد می‌کنند که به ساختمان‌ها صدمه ایجاد می‌زنند. زلزله‌هایی که بزرگی آنها تقریباً بزرگ‌تر از پنج باشد، به علت مدت زمان کوتاه و شتاب ملایم‌شان به ندرت باعث صدمه دیدن ساختمان‌ها می‌گردند.

در ایران زلزله‌هایی به بزرگی ۴ تا ۵ ریشتر نیز بخصوص در روستاها به خانه‌های خشتی و گلی آسیب رسانده‌اند. مقیاس بزرگی ریشتر معرف انرژی آزاد شده به وسیله زلزله می‌باشد. باید تشخیص داده شود که بزرگی ریشتر با دامنه موج زلزله ثبت شده به وسیله لرزه نگار بصورت لگاریتمی تغییر می‌کند. ازدیاد بزرگی ریشتر به اندازه یک واحد متناظر با ۱۰ برابر شدن دامنه موج اندازه‌گیری شده و تقریباً سی و یک برابر شدن مقدار انرزی رها شده به وسیله زلزله می باشد.

از ای‌نرو برای مثال دامنه ماکزیمم موج زلزله ای به بزرگی ۸ دو برابر دامنه ماکزیمم زلزله ای به بزرگی ۴ نمی باشد، بلکه ۱۰۰۰۰ برابر از آن بزرگ‌تر است. همینطور انرژی رها شده بوسیله زلزله‌ای به بزرگی ۸ تقریباً یک میلیون برابر انرژی زلزله‌ای به بزرگی ۴ می‌باشد. انرزی زلزله‌ای به بزرگی ۵/۸ ریشتر معادل حدود ۳۰ میلیون تن ان تی می باشد. بزرگی زلزله ۱۹۶۴ الاسکا تقریباً ۵/۸ ریشتر بوده است، که در مساحتی حدود یک میلیون و هشتصد هزار کیلومتر مربع احساس شد. استفاده از مقیاس بزرگی ریشتر روش آسانی برای طبقه بندی زلزله ها بر اساس اندازه آنها می باشد، اما به دلایل زیر، M وسیله سنجش دقیق اندازه یک زلزله نمی باشد:

الف- مرکز زلزله دقیقاً یک نقطه نیست.

ب- معمولاً لرزه نگاری در فاصله دقیقاً ۱۰۰ کیلومتر وجود ندارد و باید از چند لرزه نگار در فواصل مختلف استفاده نمود و نتیجه حاصله را تصحیح کرد.

بزرگی زلزله ای که بوسیله ایستگاه‌های مختلف گزارش می‌شود، غالباً تا ۰.۵ ریشتر و در بعضی از مواقع حتی بیشتر از آن اختلاف دارد.

پ- بزرگی زلزله درباره اثرات زلزله در روی ساختمان‌ها وغیره مستقیماً اطلاعاتی نمی‌دهد. واضح است که اگر زلزله‌ای به بزرگی معین در وسط اقیانوس یا در یک منطقه دور افتاده

اتفاق افتد، اثر آن از لحاظ مهندسی در مقایسه با زلزله‌ای که مرکز آن در یک شهر پر جمعیت می‌باشد به مراتب کمتر است.

ت- به دلیل غیر یکنواختی پوسته زمین و انواع مختلف گسل‌ها (نحوه قرار گرفتن و جهت آنها)M مقیاس دقیقی برای اندازه‌گیری نمی باشد (عادلی، حجت الله،ص۴۷،۱۳۷۹).

۲-۷-۳. دوره بازگشت زلزله

بنا بر تعریف، متوسط فاصله زمانی بین یک رویداد مشخص و رویدادی بزرگ‌تر یا معادل آن را دوره بازگشت می نامند. مطالعه زلزله‌هایی که در یک منطقه رخ داده است معمولاً نشان می‌دهد که زلزله‌های اتفاق افتاده درآن منطقه با توجه به شدت آنها فاصله زمانی کم بیش یکسانی دیده می‌شود. مثلاً در شمال غرب ارومیه زمین لرزه‌ای با بزرگی ۷ طی سال‌های ۱۱۵-۵۲۸-۸۵۹-۱۱۳۹-۱۵۲۲ رخ داده است. یعنی در دوره بازگشت۶۰±۳۴۰ سال اتفاق افتاده است. در حالی که زلزله های با بزرگی ۵ تا ۷ ریشتر در دوره بازگشت ۵۰±۷۰ سال اتفاق افتاده است. با مطالعه گسل‌های فعال توسط متخصصان زلزله شناسی مشخص شده که یک گسل فعال باز فعالیت لرزه‌ای خواهد داشت. با توجه به این امر محتوم و با بررسی زلزله‌های رخ داه در یک منطقه، این متخصصان برای هر منطقه دوره بازگشت هر زلزله را تعیین می نمایند. در حقیقت یک نوع پیش بینی زلزله (دردوره چندین ساله) است.

برای بدست آوردن احتمال وقوع زلزله با بررسی اطلاعات آماری برای هر زلزله یک دوره بازگشت قابل محاسبه است و با استفاده از از این دوره بازگشت احتمال وقوع آن در طول مدتی خاص بررسی می‌شود.این احتمال دارای توزیع احتمالی پوآسون است:

$$P (\geq 1, t) = 1 - e (-t/T)$$

T: دوره بازگشت زلزله

طول مدت زمان (سال) :t

$P (\geq 1, t)$ یعنی احتمال وقوع یک زلزله یا بیشتر در طول مدت زمان t برای زلزله‌ای با دوره بازگشت t سال.

به عنوان مثال، آخرین زلزله مخرب تهران سال ۱۲۰۹ بوده است و این زلزله مخرب (حدود ۶ ریشتر) دارای دوره بازگشت ۱۵۸ سال است. بر اساس احتمال وقوع آن تا سال ۱۳۸۳ (۱۷۴ سال بعد) عبارت است از:

$P (\geq 1, 174) = 1 - e (-174/158) = 67$

احتمال وقوع این زلزله تا سال ۱۴۰۰ (۱۹۱ سال بعد) نیز به قرار زیر است :

$P (\geq 1, 191) = 1 - e (-191/158) = 70\ \%$

اولین برداشت از این بررسی این است که احتمال وقوع یک زلزله در طول زمان‌هایی بیشتر از دوره بازگشت خود هم ۱۰۰ درصد نیست و دیگر اینکه این احتمال تنها در بینهایت به ۱۰۰ درصد می رسد. در واقع هرگز نمی توان گفت که زلزله‌ای صد در صد اتفاق می‌افتد (فاروقی، علیرضا،۱۳۸۴).

۲-۸. عوامل موثر در ایجاد خسارت زلزله

یک زمین‌لرزه از طرق گوناگون می‌تواند باعث خسارت مالی و جانی گردد. عمده‌ترین این موارد عبارتند از :

- نیروهای اینرسی ایجاد شده در اثر زلزله در سازه
- آتش‌سوزی‌های ناشی از زلزله
- تغییر خواص فیزیکی خاک زیر پی (نشست، تحکیم، روانگرایی)
- حرکات و تغییر مکان‌های مستقیم ناشی از گسل ها

- زمین‌لغزه ودیگر حرکات سطحی
- امواج آب ناشی از زلزله (سونامی وامواج ایجاد شده در مخازن وسدها)
- تغییرات رقوم زمین در مقیاس گسترده(برگی، خسرو،۱۳۷۳،ص۶۶)

خطرات ناشی از زمین‌لرزه

وقوع زلزله خود می تواند نقطه آغازی بریک سلسه حوادث و پیامدهای ناگوار ازجمله :

- **آتش‌سوزی**

یکی از مخاطرات ثانویه که به دنبال وقوع زمین‌لرزه اتفاق می‌افتد آتش سوزی در محیط‌های شهری به علت شکسته شدن و صدمه دیدن خطوط انتقال سوخت مانند خطوط گاز و همچنین مکانهای ذخیره سوخت نظیر پمپ بنزین ها می‌باشد. از طرفی خطوط آب نیز آسیب دیده و آبی جهت کنترل و اطفاع حریق وجود ندارد .از جمله آتش سوزی‌های بزرگ به دنبال وقوع زلزله می‌توان به آتش سوزی بزرگی که به دنبال زلزله ۱۹۰۶ سانفرانسیسکو و زلزله ۱۹۲۳ توکیو رخ داد و فاجعه‌های فراموش نشدنی بر جای گذاشت اشاره نمود .در زلزله سانفرانسیسکو در حدود ۲۰ درصدکل خسارات مستقیما از تکان های زمین‌لرزه ناشی شد .اما آتش‌سوزیی که در طی سه روز۱۲ کیلومتر مربع و ۵۲۱ بلوک از شهر سانفرانسیسکو را سوزاند و بیشترین خسارت را به بار آورد. زلزله ۲۳ دسامبر ۱۹۷۲ در مانگوا (نیکاراگوا) نمونه جدیدتری ازخطر آتش‌سوزی ناشی از زلزله است. در این زلزله ساختمان ایستگاه آتش‌نشانی مرکزی این شهر که در سال ۱۹۶۴ ساخته شده بود، تخریب گشت و از بین رفت. در این حادثه دو مامور آتش نشانی نیز کشته و بقیه زخمی شدند. به دنبال زلزله، شهر در آتش شعله ور شد و تا۶ روز پس از زلزله همچنان آتش در بخش‌های جنوبی شهر شعله‌ور بود(Naeim, Farzad ,2001) .

در شهری مانند تهران وسایر شهرهای کشور که خطوط انتقال گاز در اکثر نقاط وجـود دارد و با توجه به گسل‌های فعال و احتمال بالای وقوع زمین لرزه، وقوع آتش سوزی خطری جدی به شمار می رود. به طوری که طبق مطالعـات مهندسـین ژاپنـی (جایکـا)روی زلزلـه تهران و همچنین آسیب‌پذیری این شهر، تخمین زده‌اند که تعداد 300 هزار مکعب گـاز در این شهر به هنگام زلزله دچار آتش سوزی می گردد که خود خطری جـدی بـوده و ممکـن است تلفات و خسارات ناشی از آن بسیار بیشتر از زلزله تهران باشد.

- **زمین‌لغزش**

زمین‌لغزش یکی دیگر از سوانح ثانویه به دنبال وقوع زمین‌لـرزه در منـاطق کوهسـتانی، شیب‌دار و تپه ماهوری رخ می‌دهد. حرکـت و جابجـایی تـوده خـاک سـطح زمـین در اثـر تکان‌های زلزله می باشد. زمین لغزش‌ها و بهمن‌های ناشی از زلزله، اگر چه سبب بسیاری از خسارات هستند، اما خوشبختانه به صورت موضعی اند .مشخص‌ترین نمونه این نوع خسارات مربوط به حرکت توده عظیم بهمن که در اثر زلزله۳۱ مـه۱۹۷۰ بـه بزرگـی ۷/۷۵ نیمکـره شمالی کوه هوآسکاران[1]اتفاق افتاد که بالغ بر ۵۰ میلیون متر مکعب سنگ، برف، یخ و خاک بود. این زمین لغزش مسافت ۱۵ کیلومتر از کوهستان تا شهر یونگـای[2] را بـا سـرعت ۳۲۰ کیلومتر در ساعت طی کرد. دست کم ۱۸۰۰۰ نفر در زیر این بهمـن مـدفون شـدند و ایـن بهمن شهر رانراهیرکا[3] و قسمت اعظم شهر یونگای را پوشاند(Naeim, Farzad ,2001)

- **پدیده روانگرایی**

بین ذرات خاک(شل) که از آب اشباع شده باشد، منافذی پر از آب وجـود دارنـد کـه در هنگام زمین‌لرزه و ایجاد تراکم در زمین، فشار آب داخل این منافذ افـزایش یافتـه و آب بـه

[1]. Huascaran
[2] .Yungay
[3]. Ranrahirca

طرف بالا حرکت می‌کند تا وقتی که به صورت فوران و جوشش گل و ماسه در سطح زمین پدیدار گردد. در این حالت زمین به آبگونگی در می‌آید واز مقاومت آن به مقدار زیادی کاسته می‌شود. چنین زمینی دیگر نمی‌تواند وزن ساختمان‌هایی را که قبل از وقوع زلزله تحمل می‌نمود، تحمل نماید. در نتیجه ممکن است ساختمان‌های روی زمین شروع به فرو رفتن در داخل زمین نمایند، کج شوند و یا به صورت شناور درآیند که به آن پدیده روانگرایی گویند (برگی،خسرو،۱۳۷۳).

ضررهای اقتصادی بالایی در زلزله‌های اخیر در اثر اتفاق این پدیده،وارد شده است. بهترین نمونه از این خسارات مربوط به زمین لرزه نیگاتا سال ۱۹۶۴در ژاپن است. توسعه شهر نیگاتا در طول رودخانه و به علت نوع خاک و مستعد بودن این منطقه از شهر، بسیاری از ساختمان ها به سبب روان شدن خاک(روانگرایی)کج شدند یا نشست کردند. در این زلزله تعداد ۳۰۱۸ خانه تخریب و ۹۷۵۰ خانه به طور متوسط یا شدید آسیب دیدند که اکثر این آسیب دیدگی‌ها ناشی از نشست نامساوی زمین به علت روان شدن خاک این ناحیه(نیگاتا) بود (Naeim, Farzad, 2001).

- **سونامی**

مناطق ساحلی بخصوص مناطق ساحلی اقیانوس آرام، جایی که زمین‌لرزه‌های فراوانی روی می‌دهد، امواج دریایی (سونامی) در اثر رخ داد زمین لرزه در کف اقیانوس‌ها و جابه جایی سطح زمین اتفاق می افتند. امواج دریایی ناشی از زلزله، یا تسونامی، امواج آب طویلی هستند که در نتیجه جابجایی ناگهانی زمین در زیر آب ایجاد می‌شوند .متداول‌ترین علت تشکیل سونامی جابجایی ضرب های است که در امتداد گسل غوطه ور در آب که بر اثر زمین‌لرزه بزرگی به وجود آمده است،ایجاد می‌شود. به سبب زلزله‌های بزرگی که در اطراف اقیانوس آرام به وقوع پیوسته است،این اقیانوس مخصوصا مستعد تشکیل امواج دریایی

ناشی از زلزله است. به نظر می‌رسد برای اینکه زلزله‌ها بتوانند تسونامی ایجاد کنند، نیازمند وجود گسل شیب‌لغز می‌باشند، ولی تقریبا هیچ گاه فعال شدن گسل امتداد لغز با تسونامی همراه نخواهد بود..تاریخ شاهد وقوع بسیاری از زلزله‌های دور از ساحل است که با سونامی‌های مخرب همراه بوده‌اند .در ۱۵ ژوئن۱۸۹۶، در ناحیه هونشو از کشور ژاپن، سونامی با ارتفاع بالا، بالغ بر ۲۰ متر روی داد که در حدود ۲۶ هزار نفر را غرق کرد. زلزله دیگری در سال ۱۹۶۰ شیلی باعث شد که در هلو، درهاوایی، سونامی با ارتفاع ۱۰ متر روی دهد. سونامی دیگری در شهرکرسنت در کالیفرنیا، بر اثر زلزله بزرگ آلاسکا در سال ۱۹۶۴، رخ داد که باعث مرگ و میر و خسارات شدیدی گردید.(Naeim, Farzad, 2001)

- **سیلاب**

در برخی از زمین‌لرزه‌ها مشاهده شده است که در اثر تکان‌های شدید، تخریب سازه‌ها و ساختمان‌های حیاتی که از اهمیت بالایی برخوردارند، صورت گرفته و در بعضی از موارد نیز به جهت ساخت این سازه‌ها در مناطق پرخطر مانند ساخت و ساز بر روی گسل‌های فعال باعث تخریب کلی این سازه‌ها گردیده است. یکی از مهم‌ترین این سازه‌ها، سدها می‌باشند که اگر تخریب شوند خود باعث خطر بزرگی چون سیلاب می‌شوند.

۲-۹. ارزیابی خطر زمین‌لرزه

معمولاً در نقشه‌های لرزه‌خیزی ناحیه‌ای یا نقشه‌های پهنه‌بندی خطر که در آیین‌نامه‌های طراحی سازه‌ها در برابر زلزله پیشنهاد می‌شوند، تلاش کمی برای مشخص کردن وضعیت زمین‌شناختی و به حساب آوردن تغییراتی که بر اثر خواص خاک ایجاد می‌شوند استفاده

می‌گردد .لذا باید در نواحی پر جمعیت و همچنین ساختمان‌های حیاتی بررسی‌های خاص مهندسی – زمین شناختی در مورد هر ناحیه صورت پذیرد.به عنوان مثال در نواحی مسکونی که احتمال تلفات به سبب وقوع گسیختگی در یک سد یا آسیب‌دیدن یک رئاکتور اتمی و یا خطوط انتقال نیرو نظیر خطوط انتقال نفت یا گاز وجود دار، می‌بایست درارزیابی خطر زلزله در یک منطقه در نظر گرفته شوند.

داده‌های زمین شناختی در جهت ارزیابی خطر زمین‌لرزه به شرح زیر می‌باشند:

۱. تهیه یک نقشه زمین شناسی ساختاری زمین از منطقه همراه با در نظر گرفتن حرکت‌های تکتونیکی.

۲. مطالعه وتلفیق گسل‌های فعالِ منطقه و نوع جابجایی گسل‌ها.

۳. بررسی و مطالعهٔ ساختار زمین‌شناسی در اطراف منطقه با توجه به سنگ‌های بستر زمین، آثار مربوط به فرسایش سنگ‌ها، نهشت‌های رسوبی در لایه‌های بالایی زمین و تهیه نقشه‌هایی که انواع سنگ‌ها، ساختار سطح زمین و گسل‌ها را نشان دهد و شامل ارزیابی طول گسل و نوع حرکت این گسل‌ها باشد.

۴. بررسی گسل‌های ممتد در مجاورت منطقه، اکتشاف ژئوفیزیکی برای تعیین مکان‌های گسیختگی‌های جدید گسلی و دیگر نشانه‌های ویژه. گاهی اوقات انجام کارهای ژئوفیزیکی از قبیل اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی و گرانش در امتداد یک نیمرخ عمود بر گسل،مفید تشخیص داده می‌شود. دیگر اطلاعات کلیدی (از قبیل جابه‌جایی بافت گسل، وتغییرات در امتداد گسل)، در زمین‌شناختی شاهدی برای تقسیم‌بندی طول گسل به قطعات مشخص است.

۵. گزارش در مورد زمین‌لغزش‌ها، نشست‌های بزرگ، تغییر شکل‌های سطح زمین (اعوجاج) و یا ایجاد سونامی در محل.

۶. بررسی تراز آب زیرزمینی در نزدیکی منطقه. برای تعیین اینکه آیا موانعی بر سر راه آب‌های زیرزمینی وجود دارد که با گسل‌های منطقه مرتبط باشد و یا اینکه در مقابل تکان‌های زمین‌لرزه واکنش نشان دهند یا خیر؟ (Naeim, Farzad ,2001).

داده‌های لرزه‌شناختی: روش‌های تخمین پارامترهای تکان زمین برای طراحی بهینه و مهندسی هنوز در مراحل اولیه خود می‌باشند و بسیاری از آنها آزمایش نشده‌اند. لذا باید عدم قطعیت‌ها و فرض‌های زیر بیان شود:

۱. مستند سازی کامل تاریخچه لرزه‌خیزی در منطقه و اطراف آن. این مستندسازی‌ها باید مکان، بزرگی و مرکالی را برای هر زلزله ثبت و بررسی نماید.

۲. نقشه‌های محلی مشخص گردند.

۳. منحنی بازگشت‌های مربوط به زلزله‌های منطقه ترسیم شود. بسامد بازگشت زلزله‌های مخرب را بر اساس این داده‌های آماری تخمین زده شود.

۴. بررسی داده‌های ثبت شده قدیمی موجود در مورد تکان‌های زمین، آسیب‌ها و دیگر اطلاعات در مورد شدت در نزدیکی منطقه.

۵. برآورد ماکزیمم شدت مرکالی اصلاح شده مربوط به زمین منطقه از طریق گزارش‌های موجود در زلزله‌های مهم منطقه.

۶. تعریف زلزله طرح باید از شواهد زمین شناختی و لرزه شناختی جمع آوری شده برای پیشگویی زلزله‌هایی که باعث شدیدترین تکان‌های زمین در ناحیه مورد نظر شوند، استفاده کرد (همان).

داده‌های مهندسی خاک: سه عامل مهندسی خاک (مکانیک خاک) که نیاز به توجه خاصی دارند عبارتند از:

۱. بررسی مشخصه‌های خاک‌های پی ساختمان با گمانه‌زنی، ترانشه زنی و خاک‌برداری و بررسی وجود لایه‌های ماسه‌ای که ممکن است باعث بروز پدیده روانگرایی گردد.

۲. اندازه‌گیری خواص فیزیکی خاک مانند چگالی، میزان رطوبت، استحکام برشی، رفتار تحت بارگذاری دوره‌ای و استهلاک یا انجام آزمون‌های آزمایشگاهی بر روی مغزه‌های حاصل از گمانه زنی.

۳. تعیین سرعت امواج اولیه و ثانویه و میزان استهلاک(همان).

۲-۱۰. راه‌کارهای مناسب امداد رسانی و کاهش تلفات در زمین لرزه

برای رویارویی با سانحه طبیعی همچون زلزله می‌بایست به مقاوم سازی سازه‌ها پرداخت. عمده پیشرفت‌های حاصله طی ۵۰ سال گذشته، به آمادگی برای زلزله و مخصوصاً حیطه مهندسی عمران مربوط می‌شود. طی چند دهه اخیر استانداردهایی برای ساخت ساختمان‌ها در نظر گرفته شده است تا مقاومت آنها در برابر نیروی امواج زمین لرزه افزایش یابد. از استانداردهای جدید می توان به تقویت مصالح اشاره کرد. طراحی بناها به شیو ای که از انعطاف پذیری لازم برای جذب ارتعاش ها برخوردار باشند(بدون تخریب)، یکی دیگر از این روش هاست.

طراحی ساختمان‌ها به شیوه‌ای که بتوانند این ضربه‌ها را بگیرند، مخصوصاً در مناطقی که زلزله خیز هستند، از اهمیت بسیاری برخوردار است. یکی دیگر از مولفه‌های آمادگی، آموزش مردم است. امروزه بسیاری از سامانه‌های دولتی در اغلب کشورها دفترچه‌های راهنمایی منتشر می‌کنند که در آن چگونگی وقوع زلزله، راهنمایی‌هایی در مورد حفاظت خانه در برابر زلزله‌های احتمالی و فعالیت‌هایی که در زمان وقوع زلزله باید انجام داد، گردآوری شده است.

۲-۱۰-۱. اهمیت احداث بناهای مقاوم در برابر زلزله

بحث آسیب شناسی زلزله، بررسی پیامدهای ناگوار زیانبار جانی ومالی این رویداد طبیعی در زندگی اجتماعی انسان‌ها می باشد. ویرانی ساختمان‌ها که مهم‌ترین آسیب زمین لرزه است موجب می‌شود که با هر زمین‌لرزه، جان انسان‌ها در معرض نابودی قرارگیرد. بررسی زلزله‌های دنیا نشان می‌دهد که ۹۹ درصد مرگ و میرهای زلزله به علت ویران شدن ساختمان‌هایی است که محل سکونت بوده‌اند. لذا با پیشرفت دانش زمین شناسی رشته جدیدی برای بررسی راه‌های مقاوم سازی ساختمان های مسکونی در برابر آسیب های زلزله پدید آمد. مهم‌ترین دلایل توجه به اهمیت مهندسی زلزله نیز ضرورت شناخت دقیق و علمی ساختمان‌های مسکونی در جریان اکثر زلزله‌ها است. بسیاری از خانه‌های غیر مهندسی در اولین لرزش ها به ویرانه تبدیل شده اند. در راستای کاهش خطرات تخریبی زلزله‌ها در مورد ساختمان‌ها، رعایت و توجه به موارد زیر حایز اهمیت فراوان می باشد.

الف- تدوین استانداردهای مناسب در طراحی مقاوم ساختمان‌ها و شرایط خاص در اجرای آن ها

ب- فراهم نمودن امکان تهیه مصالح ساختمانی مناسب

ج- نظارت دقیق در ساخت ابنیه با بهره‌گیری از تجربیات معماری داخلی و خارجی

د- آگاهی مردم و کمک در شناخت ساختمان‌های مقاوم در برابر زلزله

ه- نگهداری و ترمیم اجزای ضعیف سازه‌ها

شایان ذکر است که انجام این موارد، تدوین یک برنامه صحیح و تامین بودجه لازم را می طلبد که البته صرف هر هزینه در این چارچوب سزاوار خواهد بود. به طور کلی ترجیح داده می‌شود که آنچه را پس از وقوع زلزله باید هزینه شود، قبل از وقوع آن در کاهش

خطرات و پیامدهای آن سرمایه گذاری نمود. با این تفاوت که در این صورت جان انسان ها بهتر مورد حفاظت قرار می‌گیرد.

اصولاً اکثر کارشناسان عقیده دارند تنها راه نجات از پیامدهای زلزله، شناخت عمیق و صحیح این پدیده و یافتن راه و روش‌های علمی کاستن خطرهای آن می باشد. در سال‌های اخیر این واقعیت که هنوز زمین‌لرزه یکی از فرآیندهای طبیعی بسیار خطرناک زمین است و می‌تواند ساختار اقتصادی، سیاسی و فرهنگی جامعه ای را بگسلد، کاملا نمایان شده است. اما برآوردهای گوناگون نشان می‌دهد که آثار زیان‌بار و ویرانگر این پدیده در کشورهای پیشرفته بسیار کم و در سایر کشورهای جهان بسیار گسترده می باشد (برگی،خسرو،۱۳۷۳).

۲-۱۰-۲. نقش آیین نامه ها در طراحی مقاوم سازی سازه ها در برابر زلزله

نتایج حاصل از پژوهش‌های سال‌های اخیر بیانگر این حقیقت است که در ساخت بیشتر سازه‌های بزرگ و کوچک شهرها، آیین‌نامه‌های مهندسی ناظر به مقاومت و پایداری سازه‌ها در برابر زمین‌لرزه مورد توجه قرار نگرفته است. از اینرو باید همراه با بررسی و شناسایی گسله‌های زمین‌لرزه‌زای شهرها و روستاها، مردم را برای جلوگیری از خطرهای زلزله و یا کاهش این خطرها آماده کرد. افزایش روز افزون و بی رویه جمعیت شهرها، میزان خطرات فوق را بیشتر کرده است.

در عمل اگر روش‌های اجرایی و توصیه‌های لازم برای مقاوم‌سازی خانه‌های کوچک مورد توجه قرار بگیرد، جان بسیاری از افراد در زلزله‌های آتی نجات خواهد یافت، زیرا ساختمان‌ها دریک زلزله بسیار شدید ممکن است ترک بخورد، ولی نباید فرو بریزند و ساکنان فرصت نجات را داشته باشند. به طور کلی هدف از مقاوم ساختن اکثر ساختمان‌ها

در مقابل زلزله آن نیست که ساختمان در شدیدترین زلزله ها هیچ صدمه‌ای را متحمل نشود، زیرا در این صورت ساختمان بسیار گران و غیر اقتصادی خواهد بود. در ساختمان‌های مقاوم در برابر زلزله، هدف آن است که ابتدا از تلفات و صدمات جانی جلوگیری شود، سپس بین هزینه اضافی برای مقاوم کردن ساختمان در مقابل زلزله و هزینه احتمالی تعمیر خسارت از زلزله در طول عمر ساختمان موازنه برقرار شود. بنابراین هدف اصلی در ساختمان‌های ارزان قیمت مقاوم در زلزله، باید جلوگیری از فرو ریختن ساختمان‌ها و تلفات ناشی از آن باشد. در زلزله های بزرگ باید انتظار داشت که ساختمان ترک خورده و نیاز به تعمیر داشته باشد. نکته دیگری این است که بعضی از ساختمان‌ها دارای اهمیت بیشتری نسبت به ساختمان های معمولی می باشد. اگر یک ساختمان مسکونی در زلزله آسیب و صدمه ببیند اثر آن فقط روی یک خانواده خواهد بود، اما اگر مدرسه‌های سقوط کند دیگر پس از زلزله برای اسکان دادن افراد بدون خانه بطور موقت قابل استفاده نخواهد بود. اگر ساختمان یک ایستگاه برق یا مرکز تصفیه آب فرو بریزد، مردم برق وآب نخواهند داشت. بنابراین این نوع ساختمان‌ها باید از خانه‌های معمولی مقاوم تر ساخته شود.

در طرح ساختمان های مقاوم در برابر زلزله، علاوه بر شدت زلزله‌خیزی منطقه شرایط زمین و زیر ساختمان نیز باید ارزیابی شده و مورد توجه قرار گیرد. هرگاه زمین زیر ساختمان سست باشد، ساختمان ممکن است در اثر شکست خاک زیر آن صدمه ببیند. وقتی از شرایط زلزله خیزی شدید صحبت می‌شود، منظور آن است که ساختمان در محلی با زلزله خیزی شدید یا در محلی با زلزله خیزی متوسط ولی در روی زمین سست ساخته می شود. همچنین وقتی از شرایط زلزله خیزی متوسط صحبت می شود، منظور آن است که ساختمان در محلی با زلزله خیزی متوسط بنا می شود (همان).

۲-۱۰-۳. نقش بیمه در کاهش خسارات زمین‌لرزه

اصولاً بیمه یک نوع پس‌انداز جمعی و منبع مالی مناسب برای جبران زیان‌ها و خسارت‌های وارده بر افراد جامعه و دارایی‌های آنان است که می‌تواند همه اقشار مردم را زیر پوشش بگیرد. بنابراین مکانیزم بیمه، سیستم سازمان یافته و متشکلی است که پیش از وقوع حادثه، منابع مالی لازم و مناسب را برای جبران زیان های احتمالی در حوادث مختلف تامین می‌نماید. بر این اساس، می‌توان گفت که هدف اصلی بیمه، ایجاد تامین در برابر زیان‌های احتمالی است و به هر نسبت که این فرهنگ در جامعه توسعه یابد، قسمت بیشتری از خسارت‌های وارد بر سرمایه‌های ملی، به گونه‌ای صحیح واصولی قابل جبران خواهد بود. در مورد بیمه سرمایه‌های بزرگ، همان هدف که ایجاد تامین و انتقال ریسک می‌باشد، بیمه اتکایی را پدید آورده است. به این ترتیب که سازمان‌ها، تشکلات واحدهای بزرگ تولیدی مانند ذوب آهن، هواپیمایی و. .. با توجه به امکان خطرریسک، جبران زیان‌های ناشی از مواجه شدن با خسارت‌های احتمالی در دوره تولید را به موسسه‌های بیمه واگذار می‌نمایند. به این ترتیب با پرداخت هزینه اندک بعنوان حق بیمه می‌توانند همه دارایی خود را که هزاران برابر حق بیمه است، بیمه کنند و از خطر حوادث طبیعی و غیره مصون نگه دارند (همان).

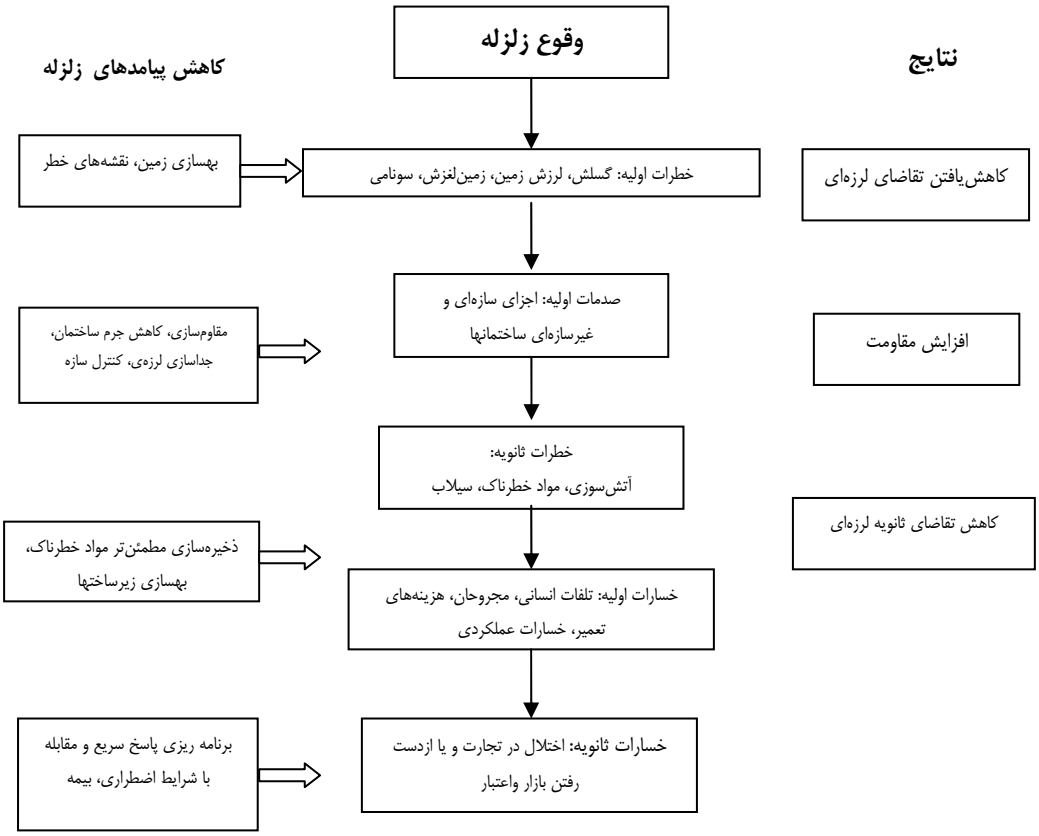
روش‌های حفاظت و ایمن سازی اجزاء ساختمان‌ها

الف – ایمن‌سازی سازه و بنا (اجزء سازه‌ای) : ایمن سازی یعنی مشخص نمودن نقاط ضعف یک ساختمان در طراحی و اجرا و رفع آن. این کار با توجه به پیچیدگی و تخصصی بودن آن باید توسط نیروهایی که دارای تخصص ویژه زلزله هستند انجام بگیرد.

ب - ایمن سازی دکوراسیون و لوازم داخلی منزل(اجزاء غیر سازه‌ای) : در صورتی که ساختمان در برابر زلزله دوام بیاورد، ممکن است لوازم و دکوراسیون ساختمان موجب صدمه به افراد گردد. بنابراین ایمن سازی در داخل منزل را باید به اندازه ساخت جدی گرفت.

گزینه‌های کاهش پیامدهای زلزله

صدمات و خسارات ناشی از وقوع زلزله را به روش های مختلفی می‌توان کاهش داد. نمودار زیر نشان می‌دهد که شکستن زنجیره بروز خسارات، میزان آن را کاهش می‌دهد. هر چه زودتر بتوان این زنجیره را شکست، فعالیتهای کاهش پیامدهای زلزله موثرتر خواهد بود.



نمودار ۲-۱: نحوه کاهش پیامدهای زلزله.(قلندر زاده همکاران،۱۳۸۵)

خطرات لرزه‌ای مثل گسلش یا تکان زمین را می‌توان به صورت نقشه در آورد و زمین را بهسازی کرد. روش‌های جدیدی نیز برای بهبود خاک و کاهش خطرات روانگرایی وجود دارد. صدمات اولیه زلزله را می‌توان با طراحی و ساخت مقاوم ساختمان‌ها و سایر زیرساخت‌ها کم کرد. صدمات ثانویه زلزله معمولاً بر اثر اندرکنش مسایل متعددی رخ می‌دهد و می‌تواند به مساله بسیار پیچیده‌ای تبدیل شود. با ذخیره‌سازی مناسب مواد خطرناک و با بهسازی زیرساخت‌ها، می‌توان صدمات ثانویه را کم کرد. با کم کردن صدمات، خسارات زلزله نیز کم خواهد شد و با برنامه‌ریزی و پاسخ بهتر برای شرایط اضطراری، حتی اگر از صدمات نیز جلوگیری شود، خسارات کمتری خواهیم داشت. استفاده از پوشش‌های بیمه‌ای نیز می‌تواند خسارات اقتصادی را کم کند (قلندر زاده همکاران،۱۳۸۵).

۲-۱۱. پیش بینی زلزله

پیشرفت‌های حاصل در زمینه زلزله شناسی موجب کسب اطلاعات و آگاهی ارزنده در مورد چگونگی حدوث زلزله و علائم قبل بعد و همراه با آن شده است. بویژه به کمک وسائل و تجهیزات جدید هر روز شناخت انسان از وضعیت زمین وداخل آن افزایش می یابد.

آگاهی انسان قبل از وقوع زلزله این امید را به وجود آورده است که روزی بتوان با پیش‌بینی زمان، محل وقوع و بزرگی همه زلزله‌ها، از خسارت جانی و مالی آن کاست. پیش بینی موفقیت آمیز زلزله ۱۹۷۵ در منطقه "های چانگ " چین نور امیدی در راستای تحقق این آرزوی بزرگ بشریت بوده است. گرچه پیش بینی‌های ناموفق متعدد بعدی تا حدودی از خوش بینی اولیه کاست. تبعات اجتماعی و اقتصادی ناگوار چند مورد پیش بینی ناموفق در جنوب کالیفرنیا در سال ۱۹۷۶ و در پرو در سال ۱۹۸۰ موجب بروز تردیدهایی در سودمندی پیش بینی زلزله بویژه در نزد مهندسین زلزله گردید، لیکن حداقل تا آنجا که به

زمین شناسی و زلزله شناسی ارتباط داشت، نتایج بسیار سودمندی حاصل گردید. امروزه سعی کارشناسان تکمیل روش‌های پیش‌بینی زلزله بوده و در انتظار تکنیک‌های جدیدتر و دقیقتر هستند تا به کمک آنها بتوانند با اطمینان بیشتر، زمان و محل و همینطور قدرت و شدت زلزله‌های محتمل آتی را پیشبینی نمایند. با تحقق این امر مردم می‌توانند در محل‌های امن قرار گرفته و با قطع لوله‌های گاز و برق، خسارت مالی به حداقل ممکن برسد. در ضمن با پیش بینی بزرگی و دوره بازگشت هر زلزله به مهندسین طراح کمک خواهد شد تا ابنیه فنی را بصورت مناسب و اقتصادی در برابر زلزله طراحی و محاسبه نمایند.

روش‌هایی که کارشناسان چینی برای اعلام خطر وقوع زلزله یافته و استفاده کرده‌اند، قابل تامل است. آنها سعی نموده اند همه اطلاعات را ثبت نمایند و در این رهگذر هر موردی که از آن سرنخ یا نشانه‌ای بدست می‌آمد توجه داشته و بعد از وقوع زلزله این اطلاعات را تجزیه و تحلیل می‌نمودند. آنها هر گونه تغییر مربوط به زمین لرزه را نگهداری و به اطلاعات خوبی دست می‌یافتند (برگی،خسرو، ۱۳۷۳،ص ۸۳).

روش‌ها و رویکردهای پیشنهادی مذکور صرفا روش‌هایی را ارائه می‌دهند که پیش‌بینی زلزله در بستر آنها امکان پذیر است وهیچ‌گونه راه کاری در ارتباط با وقوع و جلوگیری از آن ارائه نمی دهد:

شیهه غیر عادی اسب‌ها، خارج شدن مارها از سوراخ‌ها و لانه‌هایشان در زمستان(ومنجمد شدن آنها)،پارس کردن غیر معمول و مداوم سگ‌ها، اجتناب مرغ‌ها از تخم گذاری و بیرون آمدن غیر معمول ماهی‌ها از تخم و به طور کلی رفتار خاص حیوانات، تغییر دمای آب چشمه‌ها و قنوات، چاه‌ها و کاهش و یا افزایش ناگهانی سطح آب‌ها و تغییر طعم و مزه آب می‌توانند نشانه‌هایی برای پیش بینی زلزله باشند. همچنین پیش از وقوع زلزله ادواری، شکاف‌هایی در سنگ‌ها و پوسته زمین به وجود می‌آید که همگی در جهت خاصی هستند و

بعد از وقوع شکاف های حاصل از زمین لرزه دقیقا در امتداد شکاف‌های قبل از وقوع آن امتداد میابد، مشاهده شدن اشیاء نورانی در شب‌های قبل از زلزله این اشیاء در جهت جنوب حرکت کرده و به ناگهان به سمت شرق تغییر مسیر می‌دهند (برگرفته از خالدی،شهریار، ۱۳۸۰).

اساساً می‌توان علت واکنش حیوانات قبل و مقارن وقوع زلزله، از نظر علمی دقیقا معلوم نیست. شاید حیوانات ارتعاشات و امواجی را حس می‌کنند که آدمی قادر به احساس آن نمی باشد. حیوانات می‌توانند صداهایی را بشنوند که از امواج درون زمین بر می‌خیزد و بوی گاز رادون را که حاکی از وقوع زلزله است را حس می‌کنند یا تغییرات در حوزه الکتریکی که برای انسان‌ها نامحسوس است، برای حیوانات قابل شناخت است. البته روش مذکور از جمله روش‌های قدیمی پیش بینی زلزله است هرچند کاربرد آن مطرود و منحط نگشته است. امروزه با ابداع روش‌های جدیدی که در ذیل توضیح داده خواهد شد به پیش بینی احتمالی وقوع زلزله می پردازند:

اصولی‌ترین و مطمئن ترین عاملی که می‌تواند به عنوان پیش آگاهی یک زلزله تلقی شود، تغییراتی است که قبل از وقوع زلزله در تغییر شکل نسبی زمین ایجاد می‌شود. اکثر زلزله‌های بزرگ در اثر شکستن ناگهانی بخشی از پوسته جامد زمین که مانع از حرکت آزاد صفحات تشکیل دهنده پوسته شده‌اند، به وقوع می‌پیوندند.

بر اساس این فرضیه نقاط مشخصی در روی سطح زمین به طور طبیعی نسبت به یکدیگر تغییر مکان نسبی می‌دهند و هر چه به زمان شکستن سنگ‌های داخلی نزدیک‌تر می شوند در وضعیت این تغییر مکان‌ها دگرگونی‌هایی رخ می دهد. با اندازه‌گیری دقیق این تغییرات که به کمک دستگاه‌های موجود با دقت ۰.۱ میلیمتر قابل اندازه گیری هستند،

می‌توان وضعیت‌های غیر عادی را که در انتظار یک زلزله احتمالی هستند تشخیص داد. در اغلب مواقع این تغییرات همراه با دگرگونی‌هایی در میدان مغناطیسی می باشند.

از دیگر امکانات تشخیص نزدیک بودن زمان وقوع زلزله تغییراتی است که در وضعیت آب‌های زیر زمینی به وجود می‌آید. این تغییر در اثر کاهش یا افزایش فشار حفر ای خاک بوده و منجر به پایین رفتن سطح آب داخل چاه‌ها یا فوران آب از داخل آن‌ها و خشکیدن پاره‌ای از چشمه‌ها یا جاری شدن آب از نقاطی که قبلا خشک بوده است، می‌گردد. علاوه بر آن تغییر فشار حفره‌ای خاک‌ها موجب فرورفتن یا برآمدن قسمت‌هایی از زمین می‌گردد.

قبل از وقوع زلزله عوامل و پدیده‌های فیزیکی دیگری مشاهده شده‌اند که عبارتند از تغییراتی در میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی زمین و پتانسیل آن و همچنین انتشار امواج الکترو مغناطیسی از زمین که توسط آنتن‌های حساس قابل دریافت بوده است. در برخی گیاهان جریان الکترومغناطیسی اندازه‌گیری شده و نیز انتشار امواج با فرکانس از یکصدم تا حدود ۸ هرتز که توسط گیرنده‌های حساس ویژه‌ای دریافت شده است.

اصولاً کارشناسان سعی کرده‌اند از روی علائم جوی و زمینی و فیزیکی و شیمیایی وقوع زمین‌لرزه را پیش‌بینی نمایند. معمولاً قبل از وقع زلزله تغییرات شدیدی در ترکیبات شیمیایی آب‌ها و گازهای طبیعی رخ می‌دهد. کشش گسترده و لغزشی که قبل از تکان‌های زیر زمینی پدید می‌آید، فلوئور، اورانیوم و گازهایی نظیر رادیم، هلیوم و آرگون را به داخل آب‌های زیر زمینی می راند و میزان آنها در آبها به سه تا چهار برابر مقدار معمول می‌رسد.

یکی دیگر از علائم نزدیک شدن زمان وقوع زلزله تغییراتی است که در نسبت سرعت انتشار امواج طولی به امواج عرضی به وجود می‌آید. نسبت سرعت امواج فوق در شرایط عادی در یک منطقه ثابت است، اما تجربه‌های متعددی نشان داده است که قبل از وقوع زلزله ابتدا این نسبت کاهش یافته و سپس افزایش می‌یابد.

با توجه به مطالب مورد اشاره، امروزه زلزله شناسان معتقد هستند که یک پیش بینی دقیق زلزله در صورتی می‌تواند با موفقیت همراه باشد که کلیه شرایط فیزیکی پوسته قبل از وقوع زلزله مورد بررسی قرار گیرند.

به طور کلی شواهدی نظیر بالا آمدن پوسته کاهش، مقاومت الکتریکی خاک، افزایش تشعشعات رادون در آب‌های زیر زمینی، تغییرات سرعت امواج ارتجاعی در منطقه میانی متراکم پوسته، تغییر وضعیت امواج مغناطیسی زمین وهمچنین تغییر شکل سنگ‌ها ناشی از حالت اولیه فشار تگنونیکی از جمله پدیده‌های اصلی جهت پیش بینی و قوع زلزله می باشند (برگی، خسرو،۱۳۷۳،ص۸۹).

۲-۱۲. برخی بحران‌های ناشی از زلزله در شهرها

مدیریت بر بحران‌های ناشی از حادثه زلزله بی‌گمان بدون آشنایی با نحوه تاثیرگذاری حادثه بر هر یک از اجزاء و زیرساخت‌های جامعه ممکن نبوده و جامعه مدیریتی موظف است به تحلیل بحران‌ها و عوامل موثر بر کنترل آن می‌باشد.

- بحران عملیاتی کردن مدیریت‌ها
- بحران اطلاع رسانی
- بحران امنیت
- بحران تخلیه و توزیع کمک‌های ارسالی
- بحران عدم مهارتهای ویژه امدادگران
- بحران مسیرهای مواصلاتی
- بحران اسکان و اعزام مجروحین
- بحران اسکان بازماندگان پس از زلزله

- بحران دفن اجساد پس از زلزله
- بحران زنده یابی و آواربرداری
- بحران عدم هماهنگی نیروهای عمل کننده
- بحران بهداشتی
- بحران ماشین آلات، لوازم و تجهیزات
- بحران کودکان بی سرپرست
- بحران دختران و زنان پس از زلزله
- بحران شبکه های آبرسانی
- بحران شبکه جمع آوری فاضلاب
- بحران شبکه سوخت رسانی
- بحران انتقال نیرو
- بحران سیستم‌های مخابراتی
- بحران ساختمان‌های ویژه
- بحران ساختمان‌های حیاتی
- بحران سازه‌های با پتانسیل آسیب رسانی بالا
- بحران دام واحشام
- بحران آتش‌سوزی.(سعیدی،علیرضا،۱۳۸۵)

۲-۱۳. مطالعات آژانس همکاری‌های بین‌المللی ژاپن(جایکا) و مرکز پیش‌گیری و مدیریت بحران شهر تهران

این مطالعات در چارچوب طرح جامع مدیریت بحران شهری ناشی از رویداد زلزله در تهران بزرگ در سال‌های ۱۳۸۱- ۱۳۸۳ توسط گروه مطالعاتی جایکا و مرکز پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران انجام گرفته است. در این مطالعات با مبنا قرار دادن مطالعات ریز پهنه بندی لرزه‌ای شهر تهران که توسط جایکا انجام گرفته است و نیز با بررس های میدانی موردی، آسیب پذیری ساختار شهر تهران در برابر زلزله در دو بخش خطر زلزله و منابع مدیریت بحران مورد تحلیل قرار گرفته است. نحوه انجام این مطالعات در زیر آمده است.

تحلیل خطر زلزله در سطح مناطق شهر تهران

به منظور تهیه نقشه مدیریت بحران، گروه مطالعاتی خطرات ناشی از زلزله و ناپایداری زمین را در مناطق مختلف شهر مورد برررسی و تحلیل قرار داده‌اند. استنتاج این تحلیل‌ها به صورت نقشه‌هایی در سیستم GIS و نیز برگه‌های ثبت داده‌ها تهیه گردیده‌اند. در برگه‌های ثبت داده‌ها نیز اطلاعاتی نظیر اطلاعات منطقه، خطرات موجود،منابع بحران زا و وضعیت آسیب پذیری درج شده است. نقشه های GIS که بر اساس این داده ها تهیه شده، به عنوان نقشه مدیریت بحران نامیده شده که خطر زلزله و نیز منابع مدیریت بحران را نشان می‌دهند.

داده‌هایی که به منظور تحلیل خطر زلزله در این مطالعات مورد استفاده قرار گرفته است، بر اساس مطالعات پروژه ریز پهنه بندی انتخاب گردیده و عبارتند از نواحی دارای خطر روانگرایی، نواحی دارای خطر زمین لغزش، صدمات ساختمانی، آسیب پذیری پل‌ها، شریان‌ها و تاسیسات حیاتی.

منابع لازم جهت مدیریت بحران نیز ازمنابعی نظیر مرکز GIS تهران و مراکز مرتبط با واکنش اضطراری نظیر پارک‌ها و فضاهای باز(به عنوان فضاهای تخلیه امن)، تاسیسات آموزش عمومی، تاسیسات مدیریت بحران (نظیر ساختمان‌های درمانی- بهداشتی، مراکز آتش نشانی، هلال احمر، پلیس) و ... جمع اوری شده است.

تحلیل آسیب پذیری شهر تهران

در این مطالعه آسیب پذیری زونهای آماری شهر تهران مورد تحلیل قرار داده شده است. این تحلیل با درنظر گرفتن زلزله احتمالی و جنبش وارده به عنوان عامل ورودی و برآورد صدمات ساختمانی،فضاهای تخلیه امن(در دسترس بودن، درصد مسدود شدن راه‌ها، تراکم پناهجو در فضاهای تخلیه امن، تعداد افراد ضعیف در برابر زلزله) و صدمات ثانویه (وجود تاسیسات خطرناک، آسیب دیدگی لوله‌های گاز و صدمات خطوط برق) به عنوان خروجی انجام شده است.

در زیر به ذکر پارامترهای تحلیل آسیب پذیری ساختار شهری پرداخته شده است :

الف) تخریب ساختمان‌ها : آسیب پذیری ساختمان‌ها با درنظر گرفتن بیشترین مقدار PGA در هر زون (شتاب ناشی از جنبش گسل شمال تهران برای زون‌های شمالی و شتاب ناشی از گسل ری برای زون‌های جنوبی) تحلیل شده و نسبت صدمات ساختمانی نیز بر حسب جنبش زمین در هر زون، نوع، سن و تعداد طبقات محاسبه گردیده است.

ب) تخلیه امن : عواملی نظیر در دسترس بودن فضاهای تخلیه امن، شبکه راه‌ها و مسیرهای تخلیه امن (راه‌های با عرض بیش از ۱۵ متر) و تراکم پناه‌جو در مسیرهای تخلیه امن در تحلیل های مرتبط با این قسمت مورد توجه گرفته است.

ج) سوانح ثانویه : عومل ایجاد کننده سوانح ثانویه پس از زلزله در سه گروه تاسیسات خطرناک (شامل ایستگاه‌های گاز پرکنی، انبارها یا کارخانجات حاوی مواد شیمیایی و پمپ‌های بنزین) خطوط لوله گاز و خطوط انتقال برق تقسیم بندی شده است.

آسیب پذیری تجمعی بر حسب سه عامل اصلی ذکر شده در قسمت قبل و به صورت حاصل جمع اندیس‌های تخریب ساختمان‌ها (با ضریب ۲)؛ تخلیه امن (با ضریب ۲) و سوانح ثانویه (با ضریب ۱) محاسبه شده است. در نهایت زیر منطقه ها به ۵ گروه از بسیار آسیب‌پذیر تا کم آسیب پذیر تقسیم شده است.

خطری که برای هر یک از عناصر شهری وجود دارد، یک یا چند جنبه از هستی آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. برای ارزیابی خطر موجود برای این عناصر، شناخت این عناصر و جوانب مختلف هستی آنها ضروری است.

خطر موجود برای عناصر شهری را از جنبه های زیر می توان ارزیابی کرد:

- خطر ناشی از قطع فعالیت عنصر بر اثر زلزله که جریان حیات نظام را مختل می سازد. قطع این فعالیت‌ها معمولاً آسیب های اقتصادی- اجتماعی به دنبال دارد.
- خطری که شکل کالبدی و سازمان فضایی را تهدید می‌کند. فرم جنبه‌های کالبدی استقرار عنصر در محیط زیست است. با توجه با اینکه عنصر دارای سطوح عملکردی متفاوت و ابعاد کالبدی گونانگون می باشد، نوع سازمان فضایی بخشی یا مجموعه‌ای از عناصر در پهنه منطقه نیز در مبحث مربوط به فرم قرار می‌گیرد.
- خطری که در فضا و محیط پیرامونی عنصر شهری به وجود می‌آید. با توجه به تعریف فضا یعنی " نظام حاصل از ارتباط بین انسان، اشیاء ساخته شده مصنوع و محیط پیرامونی طبیعی که در طول زمان شکل گرفته است (بحرینی،حسین و همکاران،۱۳۷۵).

۲-۱۴. برخی راهبردهای شهرسازانه جهت کاهش آسیب پذیری زلزله تحیل کاربری زمین

زونینگ[۱] (منطقه بندی) یکی از قوانین کاربری زمین است که برای کنترل رشد و توسعه بهداشت، ایمنی ورفاه جامعه شهری توسط شهرسازان به کارمی‌رود. برنامه‌ریزان و اصلاح‌گرهای اجتماعی ازآن حمایت می‌کنند، زیرا کاربری زمین را محدود کرده و خطرات را کاهش می‌دهد.(Colling, 1996) در این میان مسلما پیشگیری از خطرات بلایای طبیعی (نظیر سیل و زلزله) یکی از اهداف مهم و عملیاتی زونینگ محسوب می‌شود.

برای این منظور لازم است پس از پهنه بندی شهر به مناطق high risk و low risk نقشه کاربری اراضی و نقشه توده ساختمانی و فضا تهیه شده و تحلیل‌های وضع موجود و منطقه‌بندی پیشنهادی براساس تقسیم‌بندی‌های دوگانه زیر صورت گیرد(صالحی، ۱۳۸۸):

- کاربری مسکونی، کاربری‌های غیر مسکونی:در همه حال بهترین زمین‌های شهر و low risk می‌بایست به زون کاربری مسکونی اختصاص یابد.
- کاربری‌های بی کالبد (بی‌سازه)،کاربری‌های با کالبد (باسازه): لزوم استقرار کاربری‌های باکالبد(با سازه) در زمین‌های low risk.

در مناطق high risk ضوابط زونینگ باید به فضاهای باز بهای بیشتری داده واز ارائه ضوابط سطح اشغال یکسان نظیر ضابطه ۶۰ درصد در همه سطح شهر خودداری گردد.

کاربری‌های بی سازه مانند زمین‌های ورزشی ، فضای سبز و بوستان‌های شهری ، انبارها و پارکینگ های روباز، شبکه های ارتباطی و...

---

[۱] . در مناطق زلزله خیز ، عامل زلزله چه در انتخاب چه در استقرار کاربری‌های مختلف ، یکی از مهم‌ترین عوامل تاثیرگذارزونینگ می‌باشد . چگونگی انتخاب و استقرار کاربری‌ها در منطقه ای وسیع به صورتی که حداقل آسیب را به هنگام وقوع زلزله محتمل شده و یا حداقل آسیب را به دیگر عوامل طبیعی و مصنوع وارد آورند ، در چارچوب بحث "منطقه بندی زلزله " مطرح می‌گردد (بحرینی ،۱۳۷۸)

- کاربری‌های عادی زمین، کاربری‌های ویژه وحساس(مانند بیمارستان‌ها، آسایشگاه‌ها، مخازن سوخت، ایستگاه‌های آتش نشانی، مراکز مدیریت بحران و امداد، انبارهای مواد خطرناک و...):

لزوم الویت استقرار کاربری‌های ویژه در زمین‌های low risk

- کاربری‌های تخلیه سریع (انبوه استفاده کننده)، کاربری‌های عادی: مدارس، سینماها، سالن‌های اجتماعات و... برخی از انواع کاربری های تخلیه سریع هستند. ضمن لزوم استقرار آنها در زمین‌های low risk وجود دارد و لازم است در کنار آنها فضاهای باز برای تخلیه سریع پیش بینی شود.

- کاربری‌های روز فعال(خالی درشب) مانند کاربری‌های اداری و تجاری، کاربری‌های شب فعال یا کاربری‌های اشغال پیوسته ، کاربری های اشغال منقطع(مقطعی): لزوم الویت استقرار کاربری‌های شب فعال وکاربری‌های اشغال پیوسته در زمین‌های low risk

- کاربری‌های پرخسارت (ازنظر مادی: مانند موزه‌های اشیا عتیقه و میراث فرهنگی،...) و کاربری‌های کم خسارت: لزوم استقرار کاربری های پرخسارت در زمین های low risk.

- کاربری های خدماتی درجه اول(حیاتی) ، کاربری های خدماتی درجه دوم(عادی):

خدماتی درجه اول نظیر خدمات بهداشتی، انتظامی و... (لزوم استقرار کاربری های درجه اول در زمین های low risk)

- کاربری های فعال پیش از بحران ، کاربری های فعال پس از بحران(دوره ریکاوری) مانند زمین پیش بینی وتجهیزو آماده سازی شده برای اسکان موقت آسیب دیدگان،پشتیبانی تاسیسات وتجهیزات شهری، سیستم‌های عملیات امداد، احداث بیمارستان های صحرایی ، انبار و دپو کمک‌ها و..:

لزوم پیش‌بینی زمین‌ها مناسب وآماده‌سازی شده و ایمن و قابل بهره‌برداری متناسب با بلایای طبیعی عمده سکونت‌گاه های شهری و یا روستایی

برنامه کاهش تراکم جمعیتی مناطق آسیب پذیر

در برنامه‌ریزی مقابله با سوانح طبیعی ضروری است اولویت بندی اهداف به صورتی باشد که پس از شناخت کامل محلات آسیب پذیر در کوتاه مدت، نسبت به کاهش تراکم های انسانی در این قبیل بخش‌ها اقدامات لازم صورت گیرد. به عبارت دیگر، از تراکم بیشتر از ۱ خانوار در واحد مسکونی به شدت اجتناب گردد. در چنین اقداماتی ضروری است که شاخص، استفاده مستقل خانواده از واحد مسکونی ملاک عمل باشد. در نظر گرفتن نسبت خانوار به واحد مسکونی، ضمن ممانعت از متروک شدن بافت، به صورتی غیرمستقیم در کاهش تراکم های خالص و ناخالص انسانی تأثیر گذار خواهد بود، البته این نکته قابل توجه است که این طرز برخورد در مواردی که امکان دخل و تصرف در بافت‌های شهری در کوتاه مدت وجود ندارد، باید ملاک عمل قرار گیرد و در اهداف بلند مدت در اتخاذ تدابیری جهت ایمن سازی بافت و ... اقدام خواهد شود (مهدی زاده ،۱۳۷۹).

برنامه کاهش تراکم ساختمانی (کاهش نسبت توده به فضای باز)

اصول پرداختن به بحث تراکم های ساختمانی و ارائه معیارها و ضوابط دقیق نیاز به در نظر گرفتن عوامل مختلفی از علوم متعدد فیزیک، سازه و مطالعات زمین شناسی و معماری دارد. لیکن به مروری کلی از تجربیات در این زمینه و مرور آثار ناشی از زلزله اشاره خواهد شد :

- پرهیز از افزایش ترکم‌های شهری ساختمانی در مناطق زلزله خیز و آسیب پذیر

- کاهش تراکم های ساختمانی نسبت به افزایش شیب متوسط زمین
- سبک بودن تراکم های ساختمانی بالا از نظر وزن، به عنوان مثال با استفاده از مصالح ساختمانی مقاوم و در عین حال سبک و کم حجم در زلزله های بسیار شدید که تخریب اجتناب ناپذیر می‌گردد. حجم و وزن آوار برداری‌ها کاهش یافته و امکان نجات آسیب دیدگان بیشتر می‌گردد، زیرا اساسی‌ترین مشکل بعد از هر زلزله که منجر به ویرانی می‌گردد، آواربرداری است که مهم‌ترین مانع راه نجات آسیب دیدگان و نیز بازسازی مجدد است (بحرینی،۱۳۷۵).

کاربری مسکونی مهم‌ترین و حساس‌ترین عرصه در هر شهری است که به طور متوسط حدود ۵۰ درصد از سطح کاربری‌های شهری را در بر می‌گیرد. لذا شرایط فیزیکی و غیر فیزیکی (تراکم انسانی و ...) حاکم بر آن در پیامدهای وقایعی چون زلزله بسیار تعیین‌کننده است. تراکم زیاد وقتی مساله ساز است که تخریب صورت گیرد و در واقع اگر جایگاه تراکم زیاد (که زیاد و کم بودن آن با توجه به معیارهای شهرسازی به ظرفیتهای خدماتی وابسته است) جایگاهی مقاوم در برابر زلزله باشد، پذیرش رابطه افزایش تلفات، افزایش تراکم پذیرفتنی است (همان).

نکته حائز اهمیت این است که روش‌های ساخت و ساز وقتی مؤثر است که در قرارگاه فیزیکی مناسبی تحقق گرفته باشد. بنابراین در احداث محلات مسکونی توصیه می‌گردد که با پرهیز از شیب‌های بیشتر از ۱۵ و حتی الامکان ۱۰ به بالا و نیز با مطالعه زمین‌شناختی و دوری از عوامل خطر (گسل و ...) و در نهایت با استفاده از مناسب‌ترین روش‌های ساخت و ساز در احداث واحدها، مجموعه منسجمی در درجه اول ، با طبیعت و در مرحله بعد با اجزاء ایجاد گردد (همان).

برنامه تغییر کاربری حساس به کاربری‌های کمتر حساس

کاربری مسکونی مهم‌ترین و حساس‌ترین کاربری محسوب می‌شود. کاربری خدمات درمانی، همچنین کاربری آموزشی، کاربری خدمات و تجهیزات مورد نیاز در شرایط اضطراری ویا تجهیزات خطرناک نیز از حساس‌ترین کاربری‌های شهری محسوب می‌شوند. از ابتدا لازم است،این نوع از کاربرها، در ایمن‌ترین پهنه ها و نقاط مکانیابی شوند.

در شهرهایی که توسعه شهری بدون ملاحظات ایمنی در برابر بلایای طبیعی علی الخصوص زلزله شکل گرفته است، با تغییر کاربری می‌توان آسیب پذیری شهر را کاهش داد. به عبارت دیگر؛ حداقل اقدامی که می‌توان در برابر این نوع از کاربری‌هایی که در پهنه های خطر واقع هستند نمود، این است که در قالب تهیه طرح‌های موضوعی و موضعی، جامع و تفصیلی ویا مصوبات کمیسیون ماده ۵، نسبت به تغییر کاربری‌های حساس به کاربری‌های کمتر حساس مانند کاربری فضای سبز، ورزشی ، اداری و... اقدام نمود(صالحی،۱۳۸۸) .

ایجاد سلسله مراتبی از فضای باز از سطح شهر تا واحد همسایگی:

فضای باز شهری از دیگر کاربری‌های مهم در شهر است . کمیت و کیفیت فضای باز شهری و نحوه توزیع آنها در سطح شهر ، نقش مهمی در آسیب پذیری شهر در برابر زلزله دارد. فضاهای باز می‌توانند به عنوان محلی برای پناه‌گیری اسکان موقت و جمع‌آوری کمک‌ها عمل کنند و هرچه فضاهای باز به منطقه مسکونی نزدیک‌تر باشند و درجه محصوریت آنها کمتر باشد، مقاومت شهر در برابر زلزله افزایش می‌یابد (عبدالهی ، ۱۳۸۰).

رعایت همجواری‌ها و انتقال کاربری ناسازگار و رعایت حریم کاربری خطرناک

از نظر همجواری مشکلات می تواند به شرح زیر باشد :

- ناسازگاری همجواری‌ها از نظر کاربری زمین
- سیستم ساختمانی و فرم‌های ساختمانی
- وجود کاربری خطرزا (بویژه کارگاه های صنعتی و تولیدی)در بافت مسکونی
- وجود ساختمان های قدیمی که به خوبی مرمت و نگهداری نشده اند(در میان بافت تجاری- مسکونی شهر)
- عدم رعایت استانداردهای ایمنی برای انشعاب و استفاده از تجهیزات شهری از قبیل شبکه برق، آب،گاز و ...
- وجود مشکلات عمده در ساختمان‌هایی که منجر به آسیب‌رسانی آنها به یکدیگر می‌شود.
- عدم ارتباط و تناسب ابنیه با عملکرد آنها که این مشکل ناشی از عللی چند است :

۱. تغییر عملکرد ساختمان‌های قدیمی بدون توجه جامع به پیامدهای آن

۲. پیش‌بینی نادرست که استهلاک سریع و نامتناسب با هزینه ساخت در ابنیه عمومی از عواقب آن است .

۳. تبدیل بسیاری از مسکن های تک واحدی نوساز در سطح شهر به کاربری عمومی، در صورتی که این قابلیت وجود ندارد .

۴. رواج طراحی ساختمان‌های مسکونی بدون توجه به نیازهای مالک یا هر استفاده کننده دیگر و صرفاً با توجه به هدف اقتصادی اجاره مسکن ، باعث استهلاک ناشی از استفاده بیش از حد می شود (کبیر ، ۱۹۹۵).

جلوگیری از گسترش شهر به سوی نواحی خطرناک و رعایت حریم گسل‌ها

برنامه ریزی کاربری زمین در جوامعی که هنوز در حال رشد بوده و دارای زمین‌های توسعه نیافته می باشند، بسیارمهم است (بحرینی ، ۱۳۷۵)

بررسی راه های تخلیه امن

راه‌هایی هستند که فضاهای تخلیه امن محله ای را به فضاهای تخلیه امن منطقه ای مرتبط می‌نمایند. در این راه‌ها پناه‌جویان می‌توانند با امنیت تردد کرده و خود را به فضاهای تخلیه امن منطقه ای برسانند .عرض معابر تخلیه امن نباید کمتر از ۱۵ متر باشد.

خلاصه

زلزله هنگامی رخ می‌دهد که بر سنگ‌ها فشار زیادی وارد شود و آن‌ها گسسته شوند. در پی این عمل انرژی به صورت موج‌های زلزله آزاد و به تمام جهات فرستاده می‌شود. این گسستگی ممکن است از جابجایی تکتونیک صفحه‌ای حاصل شود.

محلّی‌که منشأ زلزله بوده و تخلیه عمدهی انرژی از آن‌جا آغاز می‌گردد، کانون زلزله و نقطه‌ی بالای کانون در سطح زمین، مرکز زلزله نامیده می‌شود

بعضی مواقع در زمین‌لرزه‌های بزرگ، یک ناپیوستگی در حرکت دو سمت یک خط مرزی شامل کمربند باریکی از زمین پدید می‌آید. صفحه ناپیوسته که در این مواقع ایجاد می‌شود، گسل نامیده می‌شود. گسل بیانگر صفحه‌ای است که در امتداد آن حرکات زمین رخ داده و مبدا حرکت زمین در زلزله از آنجا ناشی می شود. در پوسته زمین چندین نوع گسل وجود دارد که بعضی از آنها به حرکات موجود در مرز صفحات تکنونیکی مربوط می‌شود.

جهت بیان اندازه یک زمین لرزه معمولاً دو نوع مقیاس به کار برده می شود که یکی از آن‌ها شدت زلزله می باشد که بر مشاهدات و تأثیرات زلزله بر سازه وانسان‌ها استوار است. در حقیقت یک مقیاس نظری می‌باشد ودیگری یک اندازه گیری کمی از گستردگی و وسعت عمل زلزله است که بزرگی زلزله نامیده می‌شود.

یک زمین‌لرزه از طرق گوناگون می‌تواند باعث خسارت مالی و جانی گردد. از جمله: نیروهای اینرسی ایجاد شده در اثر زلزله در سازه، آتش‌سوزی‌های ناشی از زلزله، تغییر خواص فیزیکی خاک زیر پی، حرکات و تغییر مکان‌های مستقیم ناشی از گسل‌ها، زمین‌لغزه و دیگر حرکات سطحی، امواج آب ناشی از زلزله، تغییرات رقوم زمین در مقیاس گسترده.

به طور کلی خسارات ناشی از زلزله دو نوع است: « خسارت اولیه» که به‌طور مستقیم از جابجایی زمین منتج می‌شود. «خسارت ثانویه» که خسارت غیر مستقیم نامیده می‌شود، هنگامی پیش می‌آید که جابجایی زمین دیگر اختلال‌ها را از قبیل از بین رفتن خطوط گاز، آتش سوزی یا تغییر مشخصه‌های خاک که بر ناپایداری شالوده‌ها اثر می‌گذارند، در پی دارد.

شدت زلزله می‌تواند آثار و خسارت‌های جانی و مالی زیادی را برای انسان به همراه داشته باشد. با طراحی ساختمان‌ها به شیوه‌ای که بتوانند ضربه‌های ناشی از زلزله را خنثی کنند، تدوین استانداردهای مناسب و آیین نامه‌های مقاوم‌سازی در برابر زلزله، آموزش مردم و استفاده از بیمه زلزله مخصوصاً در مناطقی که زلزله خیز هستند، می‌توان از شدت خسارات زلزله کاهید.

خودآزمایی

۱. مکان‌های مختلف را از لحاظ لرزه خیزی بر اساس تئوری تکتونیک لرزه‌ای چگونه تقسیم می‌کنند؟هرکدام را توضیح دهید؟

۲. تئوری تکتونیک لرزه‌ای را توضیح دهید؟

۳. با استفاده از تئوری تکتونیک صفحه‌ای در مورد زلزله‌های آتی منطقه بحث کنید؟

۴. تئوری بازگشت کشسان را توضیح دهید؟

۵. گسل چیست؟انواع گسل‌های مختلف را نام برده و توضیح دهید؟

۶. انواع امواج زلزله را معرفی کرده و توضیح دهید؟

۷. فاصله کانونی، مرکز زلزله، کانون زلزله و عمق کانونی را تعریف کنید؟

۸. تفاوت بین زلزله‌های کم عمق، باعمق متوسط و عمیق در چیست؟

۹. انواع زلزله‌ها را از لحاظ منشا آن توضیح دهید؟

۱۰. پدیده روانگرایی خاک را در هنگام زلزله توضیح دهید؟

۱۱. مقیاس‌های شدت و بزرگای زلزله را تعریف کنید؟

۱۲. مقیاس شدت زلزله به چه عواملی وابسته است؟ انواع مقیاس های اندازه‌گیری بزرگای زلزله را معرفی نمایید وحدود کاربرد هرکدام را ذکر کنید؟

فصل سوم

سیل

اهداف

هدف از مطالعه این فصل، آشنایی با مطالب زیر می‌باشد:

۱. شناخت عوامل ایجاد سیل

۲. خواص ایجاد سیلاب‌ها

۳. طبقه‌بندی سیلاب دشت‌ها از نظر خطر سیل

۴. طبقه‌بندی سیل جهت مقابله با خطرات آن

۵. آشنایی با انواع خسارات سیلاب‌ها

۶. آشنایی با نحوه سیل‌گیری شهرها

۷. شناخت آسیب‌پذیرترین مکان‌ها برای ایجاد خطر سیل

۸. آشنایی با روش‌های کنترل سیلاب‌ها

۳-۱. مقدمه

سیل پس از زلزله از مهم‌ترین رخدادها و بلایای طبیعی می‌باشد به طوری که در طول تاریخ همواره یکی از عوامل تهدید کننده سکونتگاه های انسانی محسوب می شده است.

۳-۲. تعریف سیل

سیل مقداری از رواناب یا هرزآب مازاد بارش است که به صورت مختلف در آبراهه ها جاری می‌شود و منفک از آب پایه است. چناچه این رواناب مازاد از بستر اصلی خود خارج شده و بیشتر باشد به آن سیلاب می‌گویند که موجب ایجاد خسارات می‌شود. سیل پدیده‌ای طبیعی است که جوامع بشری آن را به عنوان یک واقعه اجتناب ناپذیر پذیرفته‌اند. رویداد سیل، خود ناشی از عوامل متعدد طبیعی و غیر طبیعی است. از این عوامل می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- شدت بارندگی

۲- توپوگرافی زمین (میزان و جهت شیب زمین)

۳- شکل حوزه آبریز

۴- وسعت حوزه آبریز

۵- تخریب پوشش گیاهی

۶- تجاوز به حریم رودخانه

۷- عدم احداث ابنیه مناسب در مسیر رودخانه (ثانی،مصطفی،۱۳۸۵)

در هنگام بارش باران و برف، مقداری از آب جذب خاک و گیاهان می ود، درصدی تبخیر می شود و باقیمانده جاری شده و رواناب نامیده می‌شود. سیلاب زمانی روی می دهد که

خاک و گیاهان نتوانند بارش را جذب نموده و در نتیجه کانال طبیعی رودخانه کشش گذردهی رواناب ایجاد شده را نداشته باشد. به طور متوسط تقریبا۳۰ درصد بارش به رواناب تبدیل می‌شود که این میزان با ذوب برف افزایش می‌یابد. سیلاب‌هایی که بصورت متفاوت روی می دهد،منطقه‌ای به نام سیلابدشت را در اطراف رودخانه بوجود می‌آورند. سیلاب‌های رودخانه اغلب ناشی از بارش‌های شدید می باشد که در برخی موارد همراه با ذوب برف می‌باشد. سیلابی که بدون پیش هشدار یا پیش هشدار کمی در رودخانه جاری شود تندسیل نامیده می‌شود. تلفات جانی این تند سیلاب‌ها که در حوزه ای کوچک بوقوع می‌پیوندند، عموما بیشتر از تلفات جانی سیلاب‌های رودخانه های بزرگ می‌باشند.

سیل همانند زلزله توانایی رساندن خساراتی سنگین و جبران ناپذیر را دارد. براساس میزان سرعت و جهت امواج، زلزله را طبقه‌بندی کرده و می‌توان از روی میزان زلزله ایجاد شده، آثار و خرابی‌های ببار آمده را تجسم نمود. همچنین امدادگران نیز، سرعت امدادرسانی را با شدت زلزله اعلام شده متناسب می‌نمایند. از آنجا که سیل قابل پیش بینی است، لذا ضرورت دارد نسبت به طبقه بندی سیل اقدام نمود تا روند مقابله با سیلاب برای امدادگران و سیل‌زدگان مشخص و اصولی باشد. علم هیدرولوژی با بهره گیری از قوانین موجود توانایی محاسبه دقیق زمان آغاز، شدت و مدت تداوم سیل و همچنین میزان خساراتی که ممکن است وارد گردد را دارد. در صورت مطلع بودن مسئولین ذیربط از نوع و شدت سیل در حال وقوع، امکانات مورد نیاز جهت مقابله با آن به سادگی قابل پیش بینی بوده و اقدامات پیش‌گیرانه سریع‌تر صورت می‌گیرد. مردم نیز در صورت آگاهی داشتن از میزان قدرت سیل، خود را برای مقابله ای منطقی تر آماده می‌کنند.

تاریخ شاهد اثراتی زیان بار در نقاط مختلف جهان از واقعه سیل است. شاید در گذشته وقوع سیل و نابودی یک روستا یا یک شهر، کشته شدن صدها انسان و نابودی هزاران

احشام، یک تقدیر و یک سرنوشت محسوب می گردید ولی علم جدید با بهره‌گیری از ده‌ها ماهواره، صدها ایستگاه هواشناسی و هزاران کارشناس هیدرولوژی، توان محاسبه دقیق زمان وقوع، شدت، سرعت و مدت سیل را داشته و حتی قادر به پیش‌بینی میزان تخریب سیل محتمل نیز هستند. در حال حاضر گرفته شدن جان انسان‌ها در اثر سیل هیچ توجیه معقول ندارد. عدم آشنایی مردم از میزان قدرت تخریب سیل باعث می‌شود تا کمترین تدابیر مورد نیاز جهت مقابله با سیل را اندیشیده و عدم آگاهی مسئولین ذیربط از میزان سیل پیش‌بینی شده باعث می‌شود تا تدابیر اندیشیده شده جهت کمک رسانی، کمتر و یا بیشتر از میزان مورد نیاز در منطقه باشد.

سیل، معمولی‌ترین خسارت محیطی است. هرساله سیلاب‌ها بیش از دوهزار نفر را از بین می‌برند و متاسفانه بر ۷۵ میلیون نفر از جمعیت مردم در گستره جهان تاثیر می‌گذارند. دلیل آن در پراکنش جغرافیایی دشت‌های سیلابی، رودخانه‌ای و خطوط پست ساحلی است که در طول آنها جاذبه‌ای برای اسکان بشر وجود دارد. بنگلادش یکی از مستعدترین کشورهای سیل خیز دنیاست. نزدیک به سه چهارم از جان باختگان دنیا در سیلاب‌های رودخانه ای و ساحلی در بنگلادش زندگی می‌کنند (محمدی، حسین، ۱۳۸۷،ص ۷۳).

طبق نظر سازمان جهانی هواشناسی، در سال ۲۰۰۲ وقوع سیل سبب بروز مشکلاتی برای بیش از ۱۷ میلیون انسان در سراسر دنیا شده است و بیش از ۳۰میلیارد دلار آمریکا نیز خسارت به بار آورده است. آمارها، افزایش معنا داری را در تعداد و هزینهٔ بلایا در نیم قرن گذشته نشان می‌دهد. متوسط هزینهٔ اقتصادی جهانی بلایا، از سال ۱۹۷۰ تا سال ۲۰۰۰، تقریباً ۶ برابر شده است (بحرینی،حسین،و همکاران،۱۳۷۵).

خسارت‌های فیزیکی به دارایی‌ها بویژه در مکان‌های شهری، مهم‌ترین خسارت قابل لمس است. همچنین خسارت‌های ثانویه دیگری مبنی بر کاهش ارزش خانه بعد از حادثه

وجود دارد. این چنین کاهش در ارزش دارایی به طور گسترده و موقتی ظاهر می‌شوند، گرچه تکرار سیلاب می‌تواند تاثیرات را ادامه دهد. خسارت به محصولات، حیوانات خانگی و زیر بنای کشاورزی می‌تواند به طور شدید در کشت و زراعت در مکان‌های روستایی تاثیر بگذارد. علاوه بر مرگ‌های ناشی از غرق شدگی، مرگ و میر در نتیجه بیماری پس از سیلاب‌ها نیز وجود دارد که ناشی از بیماری‌های واگیردار است. بیماری‌ها به طور منظم در کشورهای کم توسعه یافته جایی که استانداردهای اقدامات بهداشتی پایین هستند، یا وقتی که سیستم فاضلاب خراب هستند شایعه می شوند.

۳-۳. خواص سیلاب‌ها

گرچه در گذشته و حال سیلاب‌ها اثرات تخریبی زیادی داشته و موجب خسارات زیادی گردیده‌اند، اما همیشه سیلاب‌ها مخرب نبوده و چنانچه کنترل و مهار گردند می‌توانند در تأمین بخشی از نیازهای آبی انسان مؤثر باشند . سیلاب ترکیبی از سیل و آب است که اگر چنانچه سیل از آب با اقدامات کنترلی جدا گردد، آب آن می تواند مورد استفاده باشد. حتی در کشورهائی‌که سیلاب‌ها از طریق اقداماتی کنترل م گردند نیز به دلیل لحاظ مسائل زیست محیطی از طریق باز کردن دریچه‌های سیستم‌های کنترل سیلاب، سیل مصنوعی ایجاد می‌نمایند.

سیلاب‌ها سهم زیادی در حجم جاری آب رودخانه ا دارند. آمار نشان می‌دهد که حجم جریان‌های سطحی در ایران در ۳۴۰۰ شاخه رودخانه،۹۹/۷ میلیاردمتر مکعب است که حدود۷/ ۳۳ میلیاردمتر مکعب نیز از طریق سدها و تأسیسات بهره برداری گردیده و ۵۵ میلیاردمتر مکعب آن نیز به صورت جریان‌های سیلابی از کشور خارج و مابقی صرف نفوذ به سفره آب زیرزمینی و دریاچه های داخلی می‌گردد (ثانی،مصطفی، ۱۳۸۵).

سیلاب‌ها حاصلخیزی خاک‌ها را بوسیله لایه‌های رسوبی، گل و لای و شستشوی نمک‌ها از لایه‌هایی که فسفر و خاک محتوی پتاس، غنی می‌کنند، افزایش می‌دهند. سیلاب‌ها آب را برای آبیاری طبیعی و ماهیگیری‌هایی که منبع اصلی پروتئین در بسیاری از کشورهای جهان سوم هستند، فراهم می‌کنند.

۳-۴. طبقه‌بندی سیلاب دشت‌ها از نظر خطر سیل

ویژگی عمومی سیلاب‌دشت آن است که تمامی نقاط آن به یک اندازه در معرض خطر سیل گرفتگی قرار ندارند. هر چقدر به سمت کرانه سیلاب‌دشت نزدیک‌تر شویم، عمق آب کاهش یافته و سرعت جریان کم می‌شود و در نتیجه از میزان خطر سیل کاسته می‌شود. برعکس در محدوده سیل‌راه، جریان سیلاب بیشتر بوده وسرعت جریان در آن از شتاب بیشتری برخوردار است. این منطقه از خطر سیل بالائی برخوردار است. بر این اساس، منطقه سیلاب‌دشت از نظر خطر سیل به سه نوع کم خطر، متوسط و پر خطر تقسیم می‌گردد. در منطقه کم خطر سیل، لازم است مردم و اموالشان به کمک کامیون تخلیه گردد. افراد بزرگ‌سال و توانمند در موقع به آب زدن و فاصله گرفتن از منطقه سیل‌گیر مشکلات کمی خواهند داشت وخطر مرگ و جراحت پائین خواهد بود.

در منطقه خطر سیل متوسط، پتانسل زیاد و خطر مرگ و یا جراحت متوسط خواهد بود در این منطقه به منظور سیل‌ستیزی و هشدار سیل لازم است تدابیر وتاسیساتی به کار گرفته شود. در این منطقه باید یک برنامه حساب شده برای تخلیه مردم از قبل طرح‌ریزی گردد.

در منطقه پرخطرسیل، جریان سیلاب زیان‌های قابل توجهی به ساختمان‌های مسکونی وارد کرده و وتعداد زیادی از آنها را تخریب خواهد کرد. تخلیه با کامیون و سایر وسایل مشکل و با خطر همراه خواهد بود. امکان از دست رفتن حیات مردم، جراحت و آشفتگی جامعه وجودداشته و خسارت‌های مالی زیاد خواهد بود (نیک صفت،غلامرضا،۱۳۷۶).

۳-۵. طبقه بندی سیل جهت مقابله اصولی با خطرات آن

تقسیم بندی انجام شده برای طبقه بندی سیل، براساس جاری شدن و میزان قدرت تخریب سیل صورت گرفته است. لازم به توضیح است که افزایش دبی رودخانه در تمام تقسیم‌بندی‌ها وجود دارد و امدادهای پیش بینی شده برای هر تقسیم بندی، برای مرحله بعدی نیز مورد نیاز است.

۳-۵-۱. فقط افزایش دبی رودخانه

عوامل متعددی می‌تواند باعث افزایش دبی رودخانه گردد که از جمله آن می‌توان به بارش در مناطق بالا دست، باز شدن اضطراری دریچه سدها و یا کم کردن سطح آب در پشت سدهای تنظیمی اشاره نمود. در صورتی که بنا به نظر کارشناسان مربوطه، چنین اتفاقاتی فقط باعث افزایش دبی رودخانه تا حد پایین‌تر از بحران برسد، خطر احتمالی چنین پدیده‌ای صرفاً به افرادی بر می‌گردد که در رودخانه و یا در مجاورت آن فعالیت‌های اجتماعی و تفریحی دارند. در این صورت نیروهای خدماتی باید مردم اطراف رودخانه را از خطر پیش رو آگاه سازند.

۳-۵-۲. رواناب سطحی یکنواخت (حمل ریزدانه)

بارش‌های ملایم و همچنین سرریز شدن آب رودخانه‌ها در بالادست، می‌تواند رواناب‌های سطحی ایجاد نماید. در صورتی که مطابق نظر کارشناسان مربوطه، ایجاد این رواناب سطحی فقط در حد حرکت دادن ریزدانه‌ها باشد و توپوگرافی منطقه اجازه فعالیت بیشتر به سیل را ندهد، منطقه مورد نظر در این طبقه قرار می‌گیرد. خطر ناچیز این سیلاب به سمت رانندگان و افرادی است که در منطقه، در حال انجام فعالیت‌های اجتماعی و یا تفریحی هستند. نیاز است تا پلیس راه و نیروهای راهداری منطقه، مردم را از خطر تهدید سیل آگاه سازند.

۳- ۵-۳. رواناب سطحی با افزایش تدریجی دبی

عواملی همچون بارش یکنواخت و افزوده شدن رواناب‌های سطحی از بالا دست می‌تواند شرایط این طبقه بندی را بوجود آورد. این گونه سیلاب‌ها توانایی حرکت دادن درشت دانه‌هایی با قطر یک سانتی‌متر و اشیاء سبک راداشته و قادر به تخریب موانعی همانند خاکریزی‌های سست می‌باشد. نیاز است تا تدابیر اصولی جهت جلوگیری از ورود سیلاب به منازل مسکونی اندیشیده شود. این گونه سیلاب‌ها قادر به تخریب دیوارهای غیر مهندسی و موقت می‌باشد. خارج نمودن احشام در این طبقه بندی الزامی است. امدادگران و نیروهای خدماتی در چنین شرایطی می‌بایست آمادگی کامل جهت کمک به افراد ناتوان و کودکان حاضر در سطح منطقه را داشته باشند.

۳-۵-۴. طغیان رودخانه و تخریب جداره آن

وقوع سیل با مشخصه تعیین شده در این تقسیم بندی، می‌تواند برای سازه‌های آبی، جاده‌های ساحلی و تاسیسات مجاور رودخانه خطر آفرین باشد. در صورت تخریب جداره‌های ایمنی رودخانه، امکان جاری شدن سیل در محدوده اطراف رودخانه و آسیب رساندن به روستاها و تأسیسات مهندسی همانند دکل انتقال نیرو، لوله‌های انتقال سوخت و مشابه آنها وجوددارد. قطع شدن درختان مجاور رودخانه و حمل آن توسط سیل نیز از خطرات بارز اینگونه سیلاب‌ها می‌باشد. بسته شدن راه‌های مجاور رودخانه و ممنوع نمودن عبور و مرور خودروها از سازه های مورد تهدید از وظایف پلیس راه در این مرحله می باشد.

۳-۵-۵. طغیان شدید رودخانه و خروج آب از حریم آن

کلیه سازه‌های آبی، راه‌ها و مناطق روستایی در معرض خطرسیل بوده و نیاز است تا از دایک‌های حفاظتی اصولی و مهندسی جهت جلوگیری از خسارات جانی و مالی و همچنین انحراف اصولی آب استفاده نمود. قطع ارتباط جهت امداد رسانی از بزرگ‌ترین معضلات مناطق قرار گرفته در این طبقه است. آمادگی کامل راهداری جهت بازگشایی راه های مورد تهدید سیل در این مرحله ضروری است.

۳-۵-۶. طغیان رودخانه و افزایش تدریجی سیل

به جهت بارش مداوم و افزوده شدن رواناب‌های مناطق بالا دست، منطقه مورد تهدید در طبقه شش قرار می‌گیرد. باید از ایجاد هر گونه موانع جهت انحراف آب جلوگیری نمود زیرا قدرت سیل به حدی است قادر است تا کلیه دایک‌ها و خاکریزهای ایجاد شده در مسیر پیمایش خود را آبشویی نموده و از میان بردارد. ایجاد مناطق امن جهت امداد رسانی در این شرایط ضروری بوده و نیاز است تا ماشین آلات سنگین و مجهز جهت کمک به مردم

در صحنه حضور یابند. مناطق قرار گرفته در این طبقه بندی می‌توانند با استفاده از گونی و خاک مناسب، از بیشتر وارد شدن سیل به منازل مسکونی خود جلوگیری نمایند. خطر تخریب خانه‌هایی که بدون رعایت اصول مهندسی ساخته شده است وجود دارد. همچنین نیاز است تا بیمارستان صحرایی در این مرحله برپا گردد.

۳-۵-۷. برخورد شدید سیل با موانع موجود و تداوم آن

به زیر آب رفتن کامل منطقه تهدید شده از عوارض سیلاب با شدت ۷ است. امداد رسانی به هنگام وقوع این سیل فقط به کمک هوانیروز و هاورگراف میسر است. ارتش می‌بایست جهت جلوگیری از بحران و تلفات جانی تا قبل از وقوع سیل کلیه مردم منطقه را به مکانی امن منتقل کند.

۳-۵-۸. آخرین توان ممکن سیل، جهت ایجاد تخریب

بالاترین میزان ممکن جهت رسیدن خسارت در اثر سیل، در این قسمت دیده می‌شود. از عوامل پدید آمدن این فاجعه می‌توان به شکست سازه‌های نگه دارنده آب و یا سدها و همچنین امواج سنگین حاصل از زلزله در دریاها که اثرات آن به سمت سواحل کشیده شده اشاره نمود. مناطقی که در معرض این سیل قرار می‌گیرند، تماما آسیب پذیر بوده و امکان امداد رسانی تا فروکش نمودن سیلاب وجود ندارد. سرعت بخشیدن به نجات جان مردم و خارج نمودن آنها در این مرحله بسیار ضروری است (نجفی پور،فرزین،۱۳۸۵).

۳-۶. خسارات سیلاب

انواع خسارات سیلاب: خسارات ناشی از سیلاب شامل دو نوع خسارات محسوس و خسارات نامحسوس می‌باشد. خسارات محسوس نیز به دودسته هزینه‌های مستقیم و هزینه‌های غیرمستقیم طبقه‌بندی می‌شود.(Tabatabai, 2003)

۳-۶-۱. خسارات محسوس

آن دسته از خساراتی هستندکه به راحتی قابل رسیدگی باشند و در محاسبات توجیه اقتصادی مدنظر قرار می‌گیرند. این خسارات مستقیماً در لحظه وقوع سیل وارد می‌آیند مثل تلفات و ضایعات انسانی، غرقاب شدن اراضی، تأسیسات، منازل مسکونی و تخریب یا آسیب دیدن آنها، آب‌گرفتگی مزارع و از بین رفتن محصولات کشاورزی و تلفات دامی، خسارات وارده به وسایل نقلیه و سایر اشیاء موجود در مسیر سیل و....

خسارات غیر مستقیم آن دسته از خساراتند که بعداز وقوع سیل وارد شده، به راحتی قابل رسیدگی و کمک نیستند، مانند خسارات مالی، خسارات ناشی از هدر رفتن فرصت‌ها وخسارات ناشی از بازسازی و مرمت.

از دیگر خسارات محسوس غیر مستقیم می‌توان به هزینه تخلیه مناطق سیل زده، هزینه اسکان موقت، از بین رفتن موضعی درآمدها وتولیدات و کاهش دستمزدها، هزینه‌های ناشی از رفع آوارها و بازسازی اماکن آسیب‌دیده،... نام برد.

خسارات غیر مستقیم نوعاً به صورت درصدی از خسارات مستقیم محاسبه می‌شوند و بسته به نوع کاربری اراضی از ۱۰ تا ۴۵ درصد خسارات مستقیم می‌باشد (داننده مهر، علی، ۱۳۸۲).

۳-۶-۲. خسارات نامحسوس

"این نوع خسارات به راحتی قابل کمی کردن نمی‌باشند. به همین دلیل کمتر در توجیه اقتصادی طرح‌ها مورد توجه قرار می‌گیرند، مانند افزایش تراز ناامنی و تزلزل در افکار عمومی, ایجاد مانع در راه رشد و توسعه منطقه، ایجاد یاس در مردم و تمایل آن‌ها به مهاجرت، ایجاد افسردگی و تنش در خانواده‌ها و. .."(چیتی, محمد حسن، ۱۳۷۶)

۳-۷. شاخص‌های تخریب سیل

رخداد سیلاب دارای شاخص‌های زیادی برای تعیین مقدار تخریب است که میزان خسارت بستگی شدیدی به این شاخص‌ها دارد. هر کدام از این شاخص‌ها در شرایط متفاوت دارای اهمیت خاصی می‌باشند .به عنوان مثال حجم رواناب ایجاد شده در حوضه آبریز یا حجم رواناب گذران در یک زمان مشخص و یا میانگین نرخ گذران آب در زما نهای مشخص را می‌توان به عنوان شاخص انتخاب نمود. آبراهه‌ها جریان آب را با یک عمق و سرعت مشخص که نسبت به زمان هم تغییر می‌نماید از خود عبور می‌دهند که می‌توانند به عنوان شاخص‌های تخریب سیل مورد استفاده قرار گیرند .انتخاب هر کدام از این شاخص‌ها بستگی به نوع و یا مکانیزم تخریب ایجاد شده و راحتی اندازه‌گیری و استفاده از آن دارد .اگر هدف مشخص کردن یک شاخص برای نمایاندن سیل و خسارات ایجاد شده از آن و همچنین توصیف سیل به صورتی ساده باشد، میزان طغیان آب(زیر آب رفتن اراضی) و نیروی جریان از عوامل مستقیم خسارت می‌باشند. این شاخص‌ها بطور مختصر ذیلاً تشریح می‌شود:

۳-۷-۱. عمق سیلاب

این پارامتر به عنوان بهترین شاخص برای مشخص کردن خسارت و نوع آن در شناسایی خصوصیات سیل به کار برده می‌شود. این شاخص, میزان فشار هیدرواستاتیکی وارده به ساختمان‌ها، دسترسی به جاده‌ها و. .. را که عوامل تأثیرگذار بر خسارت است نشان می‌دهد.

۳-۷-۲. سرعت جریان سیلاب

سرعت جریان بر روی نیروهای هیدرودینامیکی وارده به ساختمان‌های تقاطعی آبراهه‌ها، تأسیسات و ساختمان‌های موجود در مسیر سیل، برداشت و انتقال رسوب و نخاله اثر می‌گذارد.

۳-۷-۳. مدت دوام سیل

نرخ بالا آمدن آب در تعیین خسارت سیل در مناطق شهری از اهمیت بیشتری در مقایسه با مدت آب‌گرفتگی ممکن است، باعث شستن املاح زمین‌های کشاورزی شده، رخدادی مفید واقع شود.

۳-۷-۴. رسوبات

رسوبات همراه سیلاب بدلیل اثر تخریبی ناشی از سائیدگی و رسوب‌گذاری می‌شود. رسوب‌گذاری همچنین باعث تأخیر در خشک شدن ساختمان‌ها و افزایش صدمه می‌شود.

۳-۷-۵. موج

این شاخص باعث افزایش سرعت، عمق جریان و نیروهای هیدرواستاتیکی و هیدرودینامیکی شده، موجب افزایش خسارت می‌شود.

۳-۷-۶. فاصله زمانی بین سیل‌ها

اگر زمان وقوع دو سیلاب به هم نزدیک باشد، خسارات وارده به علت عدم شروع بازسازی کمتر است. در صورتی که این فاصله زمانی طولانی شود، ریسک سیلاب دوباره توسط ساکنین به فراموشی سپرده شده، باعث توسعه بی‌رویه می‌شود (تجریشی، مسعود، ۱۳۷۶).

۳-۸. سیل‌گیری شهرها

سیل‌گیری شهرها معمولاً حاصل دو گروه از اقداماتی است که توسط ساکنان شهرها صورت می‌گرفته است:

- بخش‌های قدیمی بعضی از شهرها در حاشیه رودخانه‌ها احداث شده است. اهالی این قبیل شهرها اگرچه احتمال وقوع وقوع ادواری را پیش‌بینی می‌کردند، اما سهولت اجرای عملیات ساختمانی در نواحی مسطح مجاور رودخانه سبب می‌شد تا امکان تجاری، مسکونی و محل کسب و کار خود را در مجاورت رودخانه‌ها بسازند. علاوه بر این، سهولت دسترسی به آب برای مقاصد مختلف نیز از جمله امتیاز زیستن در جوار رودخانه‌ها محسوب می‌شده است. بنابراین، پیشروی به سمت رودخانه و احداث تاسیسات و اماکن مسکونی و تجاری در این نواحی یکی از عوامل سیل‌گیری شهرها محسوب می‌شود که به رغم قابل پیش‌بینی بودن عواقب آن، در زمان‌های قدیم رایج بوده است.
- احداث ساختمان‌ها، خیابان‌ها، پارکینگ‌ها بطور کلی توسعه مراکز شهر بر روی خاک‌هایی که به نسبه نفوذ پذیرند باعث می‌شود که بخش اعظم باران و آب‌های ناشی از

ذوب برف نتواند از گذرگاه‌های قدیمی و معمول خود عبور کند و به سفره‌های آب زیر زمینی بپیوندد. بنابراین این آب‌ها در گودی‌ها و نواحی پست انباشته می‌شود و بر سرعت حرکت آب به سمت نواحی کم ارتفاع و پایین دست شهرها نیز می‌افزاید. بعضی برآوردها حاکی از آن است که تا حدود ۵۰ درصد از سطوح برخی از شهرها در مقابل آب نفوذپذیر است.

به طور کلی، سیل‌گیری مناطق شهری معمولاً تحت تاثیر دو منشا درون‌شهری و برون‌شهری است. منشا برون‌شهری به نوبه خود با سیستم نامناسب جمع‌آوری، ظرفیت ناکافی و طرح نامناسب سیلاب‌روها(سیستم انقال) ونامناسب بودن سیستم تخلیه ارتباط دارد. در اکثر قریب به اتفاق موارد، انسداد دهانه‌های ورودی مجاری سیلاب‌رو و نهرها به زباله نیز مزید بر علت می‌شود. منشا برون‌شهری سیل‌گیری شهرها نیز بستگی به همجواری شهرها با رودخانه یا مسیل و دریاچه و دریا دارد و بر حسب مورد، حائز اهمیتی خاص می‌شود (طاهری بهبهانی،محمد و همکاران،۱۳۷۱،ص۱۶-۱۵).

۳-۹. خسارات در سیلاب های شهری

رشد جمعیت، توسعه شهری و صنعتی شدن جوامع تاثیرات نامطلوبی در هیدرولوژی حوضه آبریز مربوطه می گذارد و موجب تشدید سیلابها، افزایش آلودگی در قسمت پایاب، کاهش جریانات پایه و کاهش تغذیه آبهای زیرزمینی (بدلیل کاهش سطوح اراضی نفوذپذیر) می‌شود. به بیان دیگر ایجاد شهرها و شهرکها و احداث شبکه‌های جمع‌آوری ودفع آب‌های سطحی منجر به افزایش شدت حداکثر آبدهی سیلاب‌ها می‌شود. این امر ممکن است خطرات و خساراتی را متوجه مناطق و شهرهایی کند که عمدتاً در پایین‌دست محدودهٔ مورد نظر قرار دارند .طرح های توسعه شهرها نیز ممکن است مشکلات مشابهی را برای مناطق

پست و گود افتاده شهر ایجاد نماید. از این رو باید پیش‌بینی‌های لازم برای رفع یـا تعـدیل مشکلات مزبور بعمل آید. بررسی‌ها نشان می‌دهد که علت افزایش خسارات سیلابها، افزایش تکرار و یا بزرگی طغیان‌ها نبوده، بلکه تشدید استفاده از اراضی سیلاب‌دشت‌ها یعنی افزایش استفاده از اراضی سیل‌گیر مجاور رودخانه‌ها می‌باشد.

خسارت‌های سیل در شهرها رامی‌توان به سه گروه زیر تقسیم کرد:

۱. خسارت‌ها وزیان‌های فیزیکی: شامل صدمات وارده بر ساختمان‌ها و محتویات آن‌هـا، هزینه پاک‌سازی ساختمان و بقایای اجزاء خسارت دیده مستحدثات، خسارت وارد بر معـابر عمومی و خیابان‌ها، شبکه‌های فاضلاب و سیلاب‌روها، پل‌ها، خطوط انتقال برق، شبکه تلفن و امثال آن‌ها می باشد.

۲. خسارت مرتبط با درآمدها: شامل عدم دریافت دستمزد و حقوق و یا زیان‌های وارد بر منافع خالص کسب و کارهااست. از دیدگاه ملی این گونه زیان‌ها فقط زمانی مطرح می‌شود که فعالیت‌های اقتصادی را نتوان به تعویق انداخت و یا به مکان‌های دیگر منتقل کرد.

۳. زیان‌های ناشی از صرف هزینه‌های اضـطراری: خسـارات ناشـی از اجـرای اقـدامات اضطراری شامل هزینه‌های تخلیه و اسکان مجدد سـیل‌زدگـان، اجـرای عملیـات مقابلـه بـا سیلاب، امدادرسانی و نجات دادن قربانیان، افزایش هزینه‌های امور مختلف و افزایش هزینـه خـدمات مـاموران امـداد رسـانی، انتظـامی، آتـش‌نشـانی، ارتـش و... مـی‌باشـد"(طـاهری بهبهانی،محمد و همکاران،۱۳۷۱،ص۱۹-۲۰).

۳-۱۰. آسیب‌پذیرترین مکان‌ها برای سیل

آسیب پذیرترین مکان‌ها برای سیل به صورت زیر دسته بندی می‌شوند:

۳-۱۰-۱. قرار داشتن در قسمت های جلگه سیلابی

واقع شدن در قسمت‌های دشت‌های سیلابی این مکان‌ها در حالت طبیعی خود، به طور مکرر طغیان‌ها را تحمل می‌کنند. به عنوان مثال، اسمیت و همکاران (۱۹۷۹) نشان داده‌اند که شهر لیسمور استرالیا در دشت سیلابی رودخانه ریمبوند یک سیلاب مخرب و ویران‌گر در فواصل دوره سه ساله از ۷۵- ۱۹۴۵را تحمل کرده است. چنین نواحی در کشورهای پیشرفته‌تر، به علت حوادث زیاد، اغلب به وسیله کارهای مهندسی مورد محافظت و پشتیبانی قرار گرفته و موضوعی برای کنترل در برنامه ریزی هستند.

۳-۱۰-۲. قرار داشتن در سواحل پست و دلتاها

مناطق مصب رودخانه‌ها اغلب در معرض یک تهدید مرکب از سیلاب‌های رودخانه‌ای و جزر و مدهای شدید (به عنوان مثال مانند رودخانه تایمز در لندن انگلستان) هستند. چنین نواحی می‌توانند در آب فرو روند. وقتی که سیلاب‌های رودخانه‌ای از رسیدن به دریا جلوگیری شوند، در نتیجه شرایط جدید جزر و مد و اختلاط آب شیرین و آب دریا روی زمین را می‌گیرد. طغیان دریایی منظم‌تر، وقتی رخ می‌دهد که آب شور بوسیله موج‌های ناشی از باد یا امواج طوفانی به ساحل رانده شود. امواج طوفانی بیشترین خسارت جانی حاصل از طغیان‌های ساحلی را بوجود می‌آورند. از دیگر تاخت و تازهای بسیار کم آب دریایی، امواج سونامی است که بوسیله زلزله های دریایی ایجاد می‌شود که به آب‌های کم عمق‌تر ساحلی حرکت کرده و ساحل‌ها و خلیج ها را به زیر آب می برد.

۳-۱۰-۳. حوضه های کوچک در معرض طغیان های ناگهانی

طغیان‌های ناگهانی اغلب در مناطق خشک و نیمه خشک جایی که ترکیبی از شیب‌های تند پوشش گیاهی و رگبارهای همرفتی کوتاه مدت و با شدت زیاد وجود دارد، یافت می‌شوند. آنها همچنین می‌توانند در دره‌های تنگ و نواحی شهری گسترش یافته، رخ دهند. زمان‌های هشدار غیر قابل تغییر، محدود بوده و سیلاب‌های ناگهانی امروزه عامل اصلی مرگ و میرها مربوط به هوا هستند.

۳-۱۰-۴. نواحی پایین دست سدهای نامناسب یا ناامن

در حدود ۳۰ هزار سد بزرگ در آمریکا وجود دارد و گمان می رود بیش از دو هزار منطقه جمعیتی در خطر نا امنی سد باشند. در حین بروز سیل‌های ناگهانی، ممکن است در این مناطق فرصت کمی برای هشدار قبلی و تخلیه باشد.

براساس گفته اسمیت(۱۹۸۹)، تعدادکمی از کشورها، طرح‌ها و برنامه‌های اضطراری برای چنین وقایعی دارند. مناطق مجاور سد از نظر آماری خطر، طبقه بندی شده و اگر با دیگر مخاطرات محیطی مقایسه شود، احتمال کشته شدن بیش از ۱۰۰۰ نفر وجود دارد.

۳-۱۰-۵. واقع شدن در سواحل داخلی پست

این سواحل در حدود هزاران کیلومتر گسترش یافته و قلمروهای زیادی را در اطراف دریاچه‌های بزرگ نمک در شمال آمریکا دربرگرفته‌اند. نوسان سطح دریاچه‌ها بر اثر افزایش ورودی، مهم‌ترین مسئله است. بالا آمدن سطح دریاچه بعد از یک دوره ترسالی بیشترین خسارت را وارد می کند. اما فرسایش جزایر ساحلی، تپه‌های ماسه ای و سایر پرتگاه‌ها، هرگونه موانع طبیعی را در برابر بادهای رانده شده(که موجب هجوم امواج به ساختمان ها و دیگر امکانات ساحلی می شوند) را از بین می برد.

۳-۱۰-۶. مخروط افکنه ها

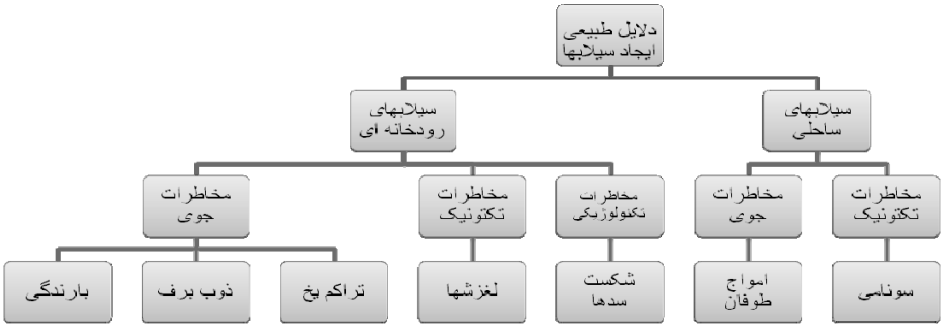
این محیط‌ها نوع خاصی از تهدید طغیان های سیلابی را بویژه در نواحی نیمه خشک که مخروط افکنه‌ها اغلب توسعه شهرها را تقویت می‌نمایند، بهمراه دارد. برآورد می شود که حدود ۱۵ تا ۲۵ درصد از نواحی خشک امریکای غربی بوسیله مخروط افکنه‌ها که اغلب مکان های قابل توجهی برای توسعه بوده و دارای چشم اندازهای وسیع و زه کشی مناسب محلی هستند،پوشیده شده است. به خاطر خشک‌سالی‌های شایع و قابل توجهی که منجر به فاصله‌ای طولانی بین سیل‌های متوالی و فقدان نهرهای سطحی مشخص، مخاطره خیلی پایین است. وقتی که سیل با سرعت ۵ تا ۱۰ متر در ثانیه حرکت می‌کند، رسوب‌های زیادی با خود به همراه می‌آورد و نیروهای هیدرو دینامیکی را تولید می کند که قادرند ساختارهای بوجود آمده را تخریب کنند (محمدی، حسین، ۱۳۸۷، ص ۸۰-۷۶).

۳-۱۱. علل سیل‌ها

دلایل ایجاد سیل‌ها را می توان به دو دسته کلی تقسیم کرد:

۱- علل طبیعی

علل طبیعی سیل‌ها را نیز می‌توان به دودسته کلی رودخانه و ساحلی تقسیم کرد.



نمودار شماره ۳-۱: علل طبیعی سیل ها در ارتباط با دیگر مخاطرات طبیعی.

ماخذ: (محمدی، حسین،۱۳۸۷، ص ۸۵)

الف. سیلاب های رودخانه‌ای

از نظر طبیعی طغیان رودخانه‌ای عبارتست از جریان زیاد آب که از سواحل مصنوعی یا طبیعی یک رودخانه بالاتر می‌رود، هرچند چنین رخدادی تا زمانی که زندگی یا دارایی انسان را تهدید نکند، خطر تلقی نمی‌شود. برای یک هیدرولوژیست، بزرگی سیل برحسب اوج گرفتن سریع جریان رودخانه (تخلیه) بیان می‌شود، در صورتی که خطر بالقوه بیشتر به ارتفاع بالایی که آب به آن می‌رسد بستگی خواهد داشت. اسمیت و وارد (۱۹۹۸) بین علل اولیه سیل‌ها که اغلب ناشی از نیروهای آب و هواشناسی خارجی‌اند و تشدید کننده و ثانویه سیل که بیشتر منجر به شکل زه‌کشی حوضه دارد تمایز قائلند. روش دیگر عبارت است از مرتب ساختن عوامل طبیعی سیل‌ها با دیگر انواع خطرات محیطی است.

مخاطرات جوی بویژه بارندگی‌های شدید از مهم‌ترین دلایل ایجاد سیل‌ها هستند. این باران‌های فصلی در نواحی وسیع جغرافیایی به تقریب قابل پیش‌بینی هستند. سیل‌های سالانه نواحی استوایی متغیرند و افزایش می‌یابند و طوفان‌های تصادفی نیز در حوضه‌های کوچک سیلاب‌های شدید را بوجود می‌آورند. ایجاد سیلاب بیشتر به بارش شدید در مناطق بالادست و کمتر به پوشش ناحیه و زمان آن بستگی دارد. بنابراین در حوضه زهکشی کوچک‌تر، عمق واحد روان آب سیل بزرگ‌تر است و تمرکز سریع‌تر جریان سیلاب، مشابه کانال خواهد بود.

ب. سیلاب‌های ساحلی

سیلاب‌های پرخطر سواحل و خلیج ها زمانی که ارتفاع سطح دریا بر روی نوسان های طبیعی ایجاد شده بوسیله امواج و جزرومد بالا می‌آیند، رخ می‌دهد. شاید چنین افزایشی در

ارتفاع آب نتایج عوامل کوتاه مدت مانند امواج طوفان و سونامی ها یا فرآیندهای خیلی طولانی مدت مانند فرونشینی زمین و بالا آمدن سطح دریا باشد.

امواج طوفان اغلب به فرآیندهای جوی مانند بادهای خیلی قوی ساحلی بستگی دارند، اما اشکال اصلی ساحلی می تواند سرعت باد را در ایجاد سیلاب کم کند. برای مثال نیمی از سواحل پست دریای شمال در معرض اوماج طوفان که بوسیله بادهای شمالی بویژه به طرف جنوب ایجاد می‌شود(در جایی که دریا کم عرض بوده نیروهای دریا آب را بالا می‌آورند) قرار می‌گیرند.

۲- علل انسانی

برای مصونیت از مخاطره سیل، نباید کاربری وسیع زمین در دشت سیلابی یا در امتداد سواحل دریا صورت گیرد، نباید فرض شود که توسعه دشت سیلابی غیر اقتصادی است. اگر سود اخذ شده از جاهایی که دشت سیلابی هستند بیشتر از میانگین سالانه خسارت‌های سیل باشد یک منفعت اقتصادی خالص می‌تواند بوجود آید. اینچنین بازه اقتصادی بوسیله دشت سیلابی به خاطر مسائل تعیین دقیق هزینه و سود هم در سطح محلی و هم ملی در عمل روشی غیر ممکن تفسیر می شود (محمدی،حسین،۱۳۸۷).

۳-۱۲. روش‌های مقابله با سیلاب

روش‌های رایج مقابله با سیلاب را می‌توان در دو گروه ساختمانی و غیر ساختمانی طبقه‌بندی کرد. روش‌های ساختمانی کنترل سیلاب شامل جمیع اقداماتی است که منجر به کاهش و تقلیل میزان و شدت جریان‌های سیلابی می‌شود و بدین طریق، قدرت تخریبی سیل را کاهش می‌دهد. علاوه بر آن، کلیه تاسیسات و سازه‌هایی که از ورود سیلاب‌ها به

داخل محدوده موردنظر جلوگیری می‌کنند و باعث تسهیل و تسریع دفع طغیان‌ها می‌گردند نیز جزء اقدامات ساختمانی محسوب می‌شوند. احداث سدهای مخزنی و کنترل سیلاب یا استخرهای ذخیره دائمی وموقت، دیوارهای سیل بند،خاک‌ریزهای طولی ساحلی، تعریض و تعمیق و بهسازی آبراهه‌های طبیعی، نفوذ آب باران در خاک، اقدامات آبخیزداری وامثال آن همگی جزء روش‌های ساختمانی مقابله با سیلاب تلقی می‌گردند. سابقه استفاده از این گونه تاسیسات بسیار طولانی است و طراحی و احداث و بهره برداری از آن‌ها در بسیاری از ممالک جهان مطابق استانداردهای خاصی انجام می‌شود.

روش‌های غیر ساختمانی مقابله با سیل به شکل سیستماتیک و امروزی آن بیش از چند دهه قدمت ندارد و به اقداماتی اتلاق می‌شود که در آن‌ها به جای مهار فیزیکی سیلاب‌ها، بر استفاده معقول از اراضی سیل‌گیر و سیلاب‌دشت‌ها تاکید می‌شود. بدین طریق حجم خسارات محتمل کاهش خواهد یافت. وضع و اجرای مقررات و ضوابط در باره نحوه کاربری اراضی سیل‌گیر، منطقه‌بندی سیلاب‌دشت‌ها و تعیین حریم آبراهه‌ها، برقراری بیمه سیلاب، تدوین و اجرای آیین‌نامه‌های ساختمانی و ضد سیل گردانیدن ساختمان‌ها، تعبیع وکاربرد سیستم‌های هشدار دهنده سیلاب، اموزش اهالی و مالکان سیلاب دشت‌ها و نظایر آن جزو اقدامات و شیوه‌های غیر ساختمانی محسوب شده و مکمل اقدامات ساختمانی است. اهم روش‌های ساختمانی و غیر ساختمانی در زیر ارائه شده است:

روش‌های ساختمانی مقابله با سیلاب‌ها

الف- روش‌های عمومی در سطح حوزه آبریز

- خاکریزهای طولی ساحلی
- دیوارهای سیل‌بند

- سیلاب‌روهای کمکی یا زهکش های کمربندی
- اصلاح مسیر و مقاطع رودخانه
- حوضچه‌های کنترل سیلاب
- سدهای کنترل سیلاب

ب- روش‌های مختص اراضی شهری

- ایجاد سطوح تراوا نفوذ پذیر
- احداث حوضچه‌های نفوذ پذیر
- حفر کودال‌های نفوذ
- حفر ترانشه یا نهرهای نفوذ
- حوضچه‌های کوچک در اراضی شهری

انواع اقدامات غیر ساختمانی مقابله با سیلاب‌ها

- منطقه بندی اراضی(منطق ممنوعه، مشروط ومجاز)
- ضد سیل گردانیدن مستحدثات
- بیمه سیل
- ضوابط قطعه بندی و تفکیک اراضی
- آیین‌نامه‌های ساختمانی
- تخلیه دائمی یا موقت
- اقدامات مرتبط با مهار آلودگی محیط زیست(پاک‌سازی معابر، جمع‌آوری زباله،پاک‌سازی محفظه‌های آشغال‌گیر در ابتدای خطوط فرعی سیلاب‌روها). .."(طاهری بهبهانی،محمد و همکاران،۱۳۷۱)

روش‌های کنترل سیلاب‌ها

کنترل سیلاب‌ها به دو صورت کاهش سیل و تغییر مسیر سیل بستگی دارد:

الف. راه های کاهش سیل

فروکش یا کاهش سیل، شامل کاهش مقدار رواناب بالقوه‌ای است که قادر به ایجاد یک سیل بزرگ در یک حوضه آبگیر خواهد بود. به صورت نظری میتواند یا بوسیله تعدیل هوا و یا با عمل خط راس حوضه صورت گیرد:

- تغییر هوا: به دلیل متغیرهایی که قبلا اشاره شد در حوضه عملکرد کاهش سیل نیست.
- عملکرد خط راس حوضه: اهداف این روش کاهش سیل‌های بزرگ در یک حوضه زهکشی به دنبال باران‌های سیل آساست. برای این که تمام برنامه‌ها موثر باشد، عملیات کاربری زمین در بیشتر حوضه زهکشی باید به کار گرفته شود. به طور نمونه، سیاست‌گذاری شامل جنگل‌کاری یا بذر پاشی در نواحی با پوشش گیاهی پراکنده است. عملکرد مکانیکی دامنه‌های زمین، مانند شخم زدن در جهت خطوط منحنی تراز یا هموار کردن برای کاهش ضریب رواناب، مراقبت وسیع پوشش گیاهی از آتش سوزی‌های وسیع، چرای بی رویه، قطع یا تخریب جنگل و یا هر عمل دیگری که تخلیه سیل و بار رسوب را افزایش دهد، خواهد بود. علاوه بر این جریان شدید سفلای رود را می‌توان با پاکسازی رسوب محیط و دیگر سنگ‌های خرد و ریز از عملیات رودخانه (سرچشمه رودخانه ها)، ساختن سدهای آبی کوچک و ایجاد نواحی رسوب‌گیر (برکه‌های کشاورزی) و حفاظت از مناطق آب طبیعی مانند باتلاق‌ها، مرداب‌ها و دیگر محیط‌های مربوط کاهش داد. در نواحی شهر، بعضی مخازن آب را می‌توان بوسیله هموار کردن زمین های ساختمانی، نگهداری برکه‌های آب و ایجاد چمنزارهای پارک ایجاد کرد. بهترین و مناسب‌ترین نظریه در بحث پیرامون مسائل سیل

روش ترکیبی شامل خاک، پوشش گیاهی فرایندهای زهکشی است که بطور کامل از قدیم شناخته شده است.

ب. راه های انحراف و تغییر مسیر سیل

- سیل بندها
- بهسازی کانال ها
- آب انبارها (مخازن آب)

سیل بندها(حصارها، دیوارها یا سدها) : سیل بندها معمولی‌ترین شکل مهندسی کنترل رودخانه هستند. سیل بندها برای محدود کردن آب سیلاب‌ها در زمین‌های جلگه سیلابی که ارزش کمی دارند، طراحی می شوند.

بهسازی کانال‌ها: بهسازی کانال‌ها می‌تواند به روش‌های مختلف انجام شود، توسعه کانال ظرفیت حمل رودخانه را از راه افزایش سطح مقطع ناحیه کانال بالا می برد و به روش جریان‌های سیل در داخل محدوده رودخانه، مهار می شوند. از کانال‌های مرتفع سیلاب م توان به عنوان ذخیره کننده سرریز آب استفاده کرد و یا آن را به نواحی اطراف توسعه شهری منتقل کرد. از چنین روش عمیق کردن رودخانه بطور فزاینده‌ای انتقاد شده است، زیرا علاوه بر دخالت ظاهری، رودخانه را از جلگه سیلابی‌اش جدا می‌کند، نتایج منفی برای اکوسیستم کنار رودخانه داشته و در کل مسیر رودخانه تاثیر دارد.

آب انبارها (مخازن آب): مخازن آب برای کاهش سیلاب در اصل کار ذخیره مازاد آب در حوضه زهکشی فوقانی را به عهده دارند، به طریقی که با تنظیم دقیق آن می‌توان بعدها آن را به مقدار بدون خسارت آزاد کرد.

آب انبارها ذخیره سطحی یک فناوری مرسوم و متداول هستند که از دو هزار سال پیش استفاده شده‌اند، اما سدهای بـزرگ گـران هسـتند و شـاید در معـرض زلزلـه و گـل و لای ناگهانی قرارگیرند (محمدی،حسین،۱۳۸۷،ص۱۰۲-۹۷).

استفاده از بیمه در کاهش خسارات سیل

از بیمه می‌توان در مناطق حادثه خیز، به صورت اجباری، در کاهش اثـرات بلایـای طبیعـی استفاده کرد. گرچه مدیریت بحـران موظـف نیسـت کارهـای بیمـه‌ای را انجـام دهـد، ولـی می‌تواند از این ابزار به عنوان جزئی از از عوامـل پیشـبرد اهـدافش سـود جویـد. بـا تقویـت سیستم بیمه و پرداخت خسارت وارده می‌توان ابعاد بحران را تا حـدودی کـاهش داد. نـرخ بیمه در یک سیتم بیمه، متناسب با خطـر بلایـای طبیعـی در منطقـه طـرح بـوده و لزومـا یکسان نخواهد بود. به منظور تعیین نرخ بیمه، لازم است منطقه طرح از نظر سـیل‌گرفتگـی مشخص گردد. به بیان دیگر در منطقه طرح باید نقشه‌های پهنه بندی بلایای طبیعی تهیـه گردد(FEMA,1994).

نقشه پهنه بندی زلزله ایران توسط پرفسور امیرسیز انجام شده است. به کمک این نقشه می توان مناطق خطر ساز را مورد بررسی قرار داد. نقشه‌های پهنه بندی سیل نیز مـی‌توانـد برای سیلاب‌هایی با دوره برگشت مختلف تهیه گردد. بدیهی است تاسیساتی که در منـاطق با دوره برگشت زیاد قرار گرفته باشند، حق بیمه بیشتری به آن‌ها تعلق می‌گیـرد. از جملـه کشورهای موفق در امر بیمه سیل کشور چین می‌باشد. ایـن کشـور بـه کمـک بیمـه سـیل توانست بخشی از خسارت سیل‌زدگان را جبران کند(مهدوی نیا، جعفر و همکاران،۱۳۸۵).

روش بیمه سیلاب یک روش غیر سازه‌ای کنترل خسارات ناشی از سیل است که ماننـد انواع دیگر بیمه در بیشتر کشورهای پیشرفتهٔ دنیا، توسط دولت مرکزی تهیه شده و معمولاً

به شرکت‌های بیمه ابلاغ می‌گردد. این روش از ابزارهای مناسبی است که با ایجاد انگیزه برای سرمایه گذاری در طرح های توسعه، نگرانی ضایعات و زیان های ناشی از سیل را کاهش می دهد. پرداختهای سالیانه به بیمه باعث می شود که توسعه ساختمان سازی غیر اقتصادی در مناطق پهنه سیلاب محدود شود. در کشورهای مختلف با توجه به سیاست‌گذاری‌های موجود دو نوع نرخ مرسوم می باشد:

۱) نرخ یارانه دار

۲) نرخ واقعی

نرخ یارانه‌دار، نرخی است که با توجه به درصد یارانه‌ی که توسط دولت، به منظور تشویق افراد در خرید بیمه نامه‌های سیل، پرداخت می‌شود، مشخص شده است. مقدار درصد یارانه پرداختی با توجه به خطر سیلاب در هر منطقه کم و زیاد می شود.

نرخ واقعی در هر ناحیه با کلاس‌بندی و نمونه‌گیری از آن و استفاده ازیک روش مناسب به دست می‌آید. اساس این نرخ میزان خسارت وارده و میزان ریسک قابل قبول می‌باشد. روش به دست آوردن هر چه دقیق‌تر این نرخ، مطالعات جدیدتر را ناشی شده است. در کشورهای مختلف با توجه به منطقه مورد نظر و مراحل اجرای برنامه بیمه سیل نرخ‌های واقعی و یا یارانه‌دار به اجرا درآمده است. گسترش استفاده از بیمه سیل منوط به تعیین نرخ عادلانه و این مشروط به تجزیه و تحلیل دقیق ریسک بیمه سیل می‌باشد (ملک محمدی، بهرام و تجریشی، مسعود،۱۳۸۵).

خلاصه

سیل مقداری از رواناب یا هرزآب مازاد بارش است که به صورت مختلف در آبراهه ها جاری می‌شود و منفک از آب پایه است. چناچه این رواناب مازاد از بستر اصلی خود خارج شده و بیشتر باشد به آن سیلاب می‌گویند که موجب ایجاد خسارات در سطوح می شود.

سیلاب‌ها حاصل‌خیزی خاک‌ها را بوسیله لایه‌های رسوبی، گل و لای و شستشوی نمک‌ها از لایه‌هایی که فسفر و خاک محتوی پتاس، غنی می‌کنند، افزایش می‌دهند. سیلاب‌ها آب را برای آبیاری طبیعی و ماهی‌گیری‌هایی که منبع اصلی پروتئین در بسیاری از کشورهای جهان سوم هستند، فراهم می‌کنند..

خسارات ناشی از سیلاب شامل دو نوع خسارات محسوس و خسارات نا محسوس می‌باشد. خسارات محسوس خود به دو دسته هزین های مستقیم و هزینه های غیر مستقیم طبقه بندی می‌شود.

خسارت‌های سیل در شهرها را می‌توان به سه گروه خسارت‌ها و زیان‌های فیزیکی، خسارت مرتبط با درآمدها و زیان‌های ناشی از صرف هزینه‌های اضطراری تقسیم می‌شوند.

قسمت‌های جلگه سیلابی، سواحل پست و دلتاها، حوضه‌های کوچک در معرض طغیان‌های ناگهانی، نواحی پایین دست سدهای نامناسب یا ناامن و مخروط افکنه‌ها، آسیب پذیرترین مکان‌ها برای سیل هستند.

روش‌های رایج مقابله با سیلاب رامی‌توان در دو گروه ساختمانی و غیر ساختمانی طبقه‌بندی کرد. روش‌های ساختمانی کنترل سیلاب شامل جمیع اقداماتی است که منجر به کاهش و تقلیل میزان و شدت جریان‌های سیلابی می‌شود و بدین طریق، قدرت تخریبی سیل را کاهش می‌دهد. روش‌های غیر ساختمانی مقابله با سیل در مجموع به اقداماتی اتلاق می‌شود که در آن‌ها به جای مهار فیزیکی سیلاب‌ها، بر استفاده معقول از اراضی سیل‌گیر و سیلاب‌دشت‌ها تاکید می‌شود تا بدین طریق حجم خسارات محتمل کاهش یابد. این فرایند مکمل اقدامات ساختمانی است.

خودآزمایی

۱. در مورد عوامل ایجاد سیل بحث کنید؟
۲. در مورد خواص ایجاد سیلاب‌ها بحث کنید؟
۳. سیلاب دشت‌ها از نظر خطر سیل به چند طبقه تقسیم می‌شوند؟

۴. انواع خسارات سیلاب‌ها را نام برده و توضیح دهید؟
۵. شاخص‌های تخریب سیل کدامند؟ توضیح دهید؟
۶. مجموع اقداماتی که باعث سیل‌گیری شهرها می‌گردد را ذکر نمایید؟
۷. خسارات سیل در شهرها به چند صورت می‌باشد؟
۸. آسیب‌پذیرترین مکان‌ها برای ایجاد سیل چه مکان‌هایی می‌باشد؟
۹. انواع روش‌های مقابله با سیلاب را ذکر نموده ود در مورد هر کدام توضیح دهید؟

فصل چهارم

نحوه عمل در مقابل حوادث غیر مترقبه طبیعی

اهداف

هدف از مطالعه این فصل، آشنایی با مطالب زیر می باشد:

۱. آماده سازی مدیران شهری برای مقابله با وضعیت های اضطراری

۲. آماده سازی شهروندان برای مقابله با بلایای طبیعی

۳. آشنایی با مانور و دسته بندی مانورها

۴. آشنایی با روش‌ها و دستورالعمل‌هایی برای مقابله با حوادث طبیعی

۴-۱. مقدمه

مهم ترین راه حل کاهش آسیب‌پذیری و ایمن‌سازی شهرها در برابر بلایای طبیعی، ایجاد ستادهای مدیریت بحران شهری و سازماندهی و هماهنگی سازمان‌های مسئول امور مدیریت بحران شهر می‌باشد. از سوی دیگر، افزایش آگاهی مردم در مورد خطرات ناشی از بلایای طبیعی و ایجاد تغییرات در رفتار مردم ضرورت دارد. شهروندان باید اعتقاد پیدا کنند که با فراگیری آموزش های مناسب، می‌توانند خود را طوری سازماندهی نمایند که در مقابل بلایای طبیعی، پیش‌گیری و خود امدادی نمایند. همچنین برای ایمن سازی شهرها در مقابل بلایای طبیعی، فرهنگ ایمن سازی شهرها باید گسترش یابد. بدیهی است در اجرای سیاست های ایمن‌سازی شهرها، مردم، مدیران شهری و مسئولان دولتی نیز باید مشارکت و تعهد کافی داشته و همچنین دانش لازم را کسب نمایند(حسینی و همکاران،۱۳۸۲).

۴-۲. آماده سازی مدیران شهری برای مقابله با وضعیت های اضطراری

در کشورهای در حال توسعه، روند فزاینده و رشد سریع و بی‌برنامه شهرها و تمرکز روزافزون جمعیت در محله‌های پرتراکم و نیز رشد بی‌رویه و بدون کنترل حاشیه‌نشینی در اطراف شهرها و همچنین رعایت نکردن عوامل ایمنی و استانداردها در شهرسازی و معماری به عنوان پتانسیلی برای وارد آمدن خسارات زیاد هنگام وقوع سوانح می‌باشد.

بایستی به این واقعیت توجه نمود که رخداد برخی حوادث و اثرات آنها به دلیل ارتباط متقابل انسان و محیط است و هر چند انسان در رخداد سوانح نقش اصلی ندارد، ولی به عنوان عامل تسریع‌کننده و تشدیدکننده، نقش مهمی را ایفا می‌کند. بنابراین بایستی با

برنامه‌ریزی و رعایت اصول و استانداردها، سهم انسان را در رخداد یا اثرات حوادث کاهش داد.

"از همان لحظه که بحران ایجاد می‌شود باید تصمیم‌های عمده و مهم را اتخاذ نمود.در مواجهه با هرگونه بحران ، اولین کار لازم و حیاتی، دسته بندی حقایق و واقعیت هاست. این که چه چیزی رخ داده است، چه اقدام‌هایی در مقابل آن انجام خواهیم داد وآینده چگونه خواهد بود. هیچ بحرانی به طور دقیق مشابه بحران‌های دیگر نیست، با وجود تشابه‌های قابل توجهی که بین آن‌ها وجود دارد، کشف و درک این تشابه‌های کلیدی ، جهت برنامه‌ریزی برای بحران و تخفیف و اثرات سوء آن ضروری است.اهمیت ایجاد برنامه‌ای بحران به این خاطر است که این برنامه شما را قادر خواهد ساخت تا به سرعت اقدام‌های لازم را انجام دهید.تمام فرضیات قبلا انجام گرفته‌اند، بنابراین می‌توانید آن‌ها را از مکانیزم‌های کنترل بحران حذف کنید. البته هیچ یک از دو بحران، دقیقا شبیه یکدیگر نیستند. علاوه بر این ، یک بحران از لحاظ تعریف، هرگز دقیقا آن چیزی نخواهد بود که شما پیش‌بینی کرده‌اید. یکی از اشتباه‌هایی که به سادگی در مدیریت بحران روی می‌دهد، این است که تصور کنیم برای همه بحران‌ها یک راه وجود دارد. در حالی که چون بحران‌ها از منشاهای گوناگونی ناشی می‌شوند و عوامل متعددی در وقوع آن‌ها نقش ایفا می‌کنند، پس برای کنترل آنها طرح‌ها و راه‌های متفاوتی باید اجرا گردد".(تن برگ دیودونیه،۱۳۷۳)

یکی از دلایل عمده نبود آمادگی کافی مقابله با فاجعه در اکثر جوامع بشری آن است که نیاز به چنین آمادگی را احساس نمی‌کنند، همانطور که گفته شد حوادث غیر مترقبه به طور ناگهانی و غیر معمول روی می‌دهند. به همین دلیل مسئولان نهادهای محلی و سیاست‌گزاران و مسئولان دستگاه‌های تصمیم‌گیری و به ویژه خود مردم اهمیت چندانی برای برنامه آمادگی در برابر خطر قائل نیستند. حتی در جوامعی هم که مرتب در معرض

این حوادث قرار دارند، ضعف برنامه‌ریزی موثر به چشم می‌خورد. رهبران جامعه تصور می‌کنند که حادثه تنها یک بار بروز می‌کند و احتمال وقوع مجدد آن وجود ندارد. در صورت وقوع مجدد نیز همان کاری که برای اولی انجام دادند تکرار خواهند کرد. تصوراتی ازاین دست در بین مردم رایج است که چه فرقی می‌کند حادثه حادثه است، در صورت وقوع حادثه امدادگران کارشان را به موقع انجام می‌دهند و غیره. برای چیره شدن بر مخالفت‌های بیمورد در برابر برنامه ریزی بحران، تنها یک خیزش لازم است. کسی که اقدام به چنین امری می‌کند باید دارای اختیارات سیاسی کافی باشد. مثلا شهردار یا یک مسئول اجرائی رده بالای منتخب شهردار، این شخص، رهبریت و حاکمیت خود را به چهار شیوه اعمال می‌کند:

نخست باید مطمئن باشد که اقدام وی در چارچوب وظایف و اختیارات شهرداری است . برای مقابله با حوادث غیر مترقبه نیز باید به گونه‌ای ضامن این امر باشد که دولت در صورت وقوع فاجعه قادر به اجرای برنامه خواهد بود.

دوم، جلب حمایت و پشتیبانی رهبران سیاسی جامعه است. هرچند که وقوع فاجعه موردی و نادر است، اما در صورت وقوع ، اثرات سیاسی آن جبران ناپذیر است(چنانچه مسئولان آمادگی کافی برای مقابله با فاجعه داشته باشند، افراد جامعه از مسئولان سپاس‌گزار خواهند بود، در غیر این صورت به مسئولان معترض خواهند شد که تمهیدات لازم را برای حفظ امنیت جامعه به کار نبرده‌اند).

سوم، نظارت مستقیم بر تشکیل و توسعه شبکه‌ای از مشارکت های مردمی و نهادهای اجتماعی.

چهارم، ایجاد الگو، برگزاری گردهمایی کلیدی، مشارکت در مانورهـای آمـادگی و تمرینـات پیاپی، تاکید بر اجرای به موقع دستورات ، حمایت و در نظر گـرفتن جـایزه بـرای هرگونـه اقدام موثر در زمینه مدیریت بحران(توماس ای. درابک و جرالد جی. هوتمر،۱۳۸۳).

همه سازمان ها و نهادها و حتی همه مردم هریک بـه نـوعی در سیسـتم مـدیریت بحـران موثرند و هیچ سازمان ، نهاد ویا هیچ فردی نیست که از او سلب مسئولیت شود. سازمان‌ها و نهادهایی وجود دارند که وظیفه مند شده اند تا در زمان بحران به کمک دیگران بشتابند یـا در پیشگیری از بحران درجامعه فعال باشند(سازمان‌های با مسئولیت برون‌گرا). در مقابل ، سازمان ها ونهادهای دیگری وجود دارند که هیچ وظیفه رسمی در برابر دیگران ندارند، لکن حداقل در قبال خود ویا چارچوب سازمان خود مسئول هستند که هرگونه خطری را پـیش بینی‌کنند و در برابر آن تمهیداتی در نظر بگیرند (سازمان‌های با مسئولیت درون‌گرا) . حال اگر واقعه‌ای رخ دهد، این سازمان‌ها و نهادها مسئولیت و تعهـدی رسـمی نسـبت بـه سـایر عناصر جامعه ندارند و اگر هم به کمک دیگران بشتابند، ناشی از مسئولیت و

تعهدات اخلاقی آنهاست. در هر حال هر نوع واکنش آنها در مقطع بحران،درصـورتی کـه در چارچوب سازوکارهماهنگی مدیریت بحران بـه انجـام رسـد مـوثر تعبیـر مـی‌گـردد. ازایـن دیدگاه،مدیریت بحران براساس نوعی نگرش سیستمی شامل سیستم جامعی است که کلیـه عناصر جامعه به نوعی"کم یازیاد"،"ضعیف یا موثر"در مدیریت بحران نقش دارند؛ چراکـه تصمیماتی که هریک از عناصر کوچک جامعه به صورت همزمان درمقطـع زمـانی بحـران و وضـعیت اضـطرار مـی‌گیرنـد، بـه نـوعی درعملکـرد مـدیریت بحـران موثراسـت.بـه تعبیـر بهتر،سیستم جامع مدیریت بحران زمانی موفق خواهدبود کـه کلیـه تصـمیمات و اقـدامات صورت گرفته وانجام شده در وضعیت اضـطراری جامعـه را از پـیش ،ازطریـق سـازوکارهای آموزشی، برنامه‌ریزی وجز آن هدایت و هماهنگ کرده باشد.(صالحی،۱۳۸۲)

با این شرایط ، سیستم مدیریت بحران دارای اجزای درونی است که با تعامل می‌توانند اهداف سیستم جامع مدیریت بحران را تحقق بخشند. در واقع ، بین زیر سیستم‌ها و یا عناصر سیستم مدیریت بحران (سازمان ها و نهادهای با مسئولیت برون گرا ، سازمانها و نهادهای با مسئولیت درون گرا،مردم وحتی مجامع جهانی داوطلب کمک و جز اینها).

سازمانها ونهادهایی که مسئولیت آنها در برابرحوادث و بحران‌ها درون گراست،دارای طیف متنوع و گسترده‌ئی هستند که از کوچک ترین نهاد اجتماعی یعنی خانواده و افراد آنها شروع تا برخی از سازمان‌ها ونهادهای بزرگ دولتی و یا خصوصی را نیز در بر می‌گیرد . این گستردگی و تنوع از اینجا ناشی می‌شود که برنامه ریزی سوانح مدیریت بحران مستلزم پذیرش این و اقعیت است که گروه هایی که در معرض خطر سانحه قرار دارند ، هرگز منفعل نیستند . در مواقع بحرانی این گروه ها به همان نسبت که واکنش می کنند فعال نیز هستند. از این رو هریک از این فعالیت ها از دیدگاه نگرش سیستمی ساز و کار هماهنگی مدیریت بحران؛ می‌بایست مورد توجه و درطرح هماهنگی دارای مختصات شوند.(همان)

امروزه ضرورت برنامه‌ریزی و تدوین خط مشی‌های مناسب برای کاهش آسیب‌پذیری جوامع شهری قبل و پس از وقوع فاجعه، به اثبات رسیده است و کاملا واضح است که هرگونه برنامه‌ریزی، نیازمند شناخت صحیح زمینه‌های گوناگون فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی، محیطی و ... در راستای اجرای برنامه در آن محیط شهری می‌باشد.

در مناطق شهری ، اثرات زیانبار معمول در اثر وقوع سوانح طبیعی ، شامل تلفیقی از ویرانی‌های کالبدی واختلال عملکرد عناصر شهری است . انهدام سازه‌ها و ساختمان‌های مسکونی، شبکه راه‌ها و دسترسی ها مثل تلفن، برق، لوله کشی آب، گاز و ... از آن جمله هستند . غیر از آسیب‌های مستقیم ناشی از ویرانی تاسیسات و ابنیه، خسارت حوادث تبعی را نیز باید مدنظر داشت. حوادث انسانی به عنوان یکی دیگر از ابعاد بحران است که این

تلفات به خصوص در مناطقی که از جمعیت زیاد برخوردارند و دارای بافت فشرده ای می باشند، بیشتر می‌گردد. موقعیت ساختمان‌ها وقتی که در سطوح متزلزل مثل سراشیبی‌ها ساخته شده باشند و یا هنگامی که با مصالح سنگین ساخته شده‌اند، میزان تلفات را افزایش می‌دهد.

مهم‌ترین بخش از اقدام‌های مدیریت بحران باید به پیش‌گیری وقوع بحران در اثر سوانح طبیعی به مفهوم کاهش خطرها و آسیب پذیری‌ها معطوف گردد. ضمن آن که توانایی‌های ویژه آمادگی برای مواجهه با بحران از جمله آموزش عمومی و آموزش‌های خاص برای عملیات امداد و نجات را باید مد نظر داشت. عدم وجود برنامه‌های اضطراری و پیش بینی امکانات لازم، می تواند شرایط بحرانی را دشوارتر کند . آمادگی در مقابل حوادث تا حد زیادی تابع مکان قرارگیری سکونت‌گاه و جغرافیای طبیعی آن و نیز مشخصات کالبدی سکونت‌گاه‌هاست. چنانچه مدیریت بحران را با مفهومی گسترده تر از عملیات پس از وقوع سانحه در نظر آوریم، کاهش خطرها، آمادگی ویژه به طور دایمی و رفع احتیاج‌های خاص پس از وقوع سانحه اعم از اضطراری و کوتاه مدت یا بلند مدت را در برداشته و بدین لحاظ، ارتباطی وسیع تر با برنامه ریزی و طراحی شهری و معماری می یابد. (حمیدی ،۱۳۷۴)

بنابراین در جوامع شهری با به کارگیری اصول و ضوابط شهرسازی و تبیین مفاهیم موجود در این دانش، می‌توان تا حد زیادی اثرات و تبعات ناشی از حوادث را کاهش داد و از طرفی برنامه‌ریزی شهری می‌تواند نقش موثری در این مقوله داشته باشد. هدف کلی برنامه‌ریزی شهری برای پیش‌گیری از بلایا، تشخیص فرآیند عناصر مخاطره‌آمیز و تقویت ایمنی محیط، به واسطه بهبود و اصلاح شهر و شهرسازی است.

تاثیر و نقش برنامه ریزی شهری در فرآیند مدیریت بحران دارای ۵ مرحله می باشد که به شرح زیر عبارتند از:

مرحله اول :لحظه های وقوع زلزله که مقیاس زمانی آن در حد ثانیه تا حداکثر، دقیقه می‌باشد.

مرحله دوم :گریز و پناه.

مرحله سوم :عملیات نجات و امداد، که از ساعتهای اولیه شروع و تا هفته ها ادامه می یابد.

مرحله چهارم : استقرار موقت .در این گام اسکان موقت و نیز استقرار کاربری‌های شهری مطرح می‌شود و از روزهای اول تا ماه‌ها به طول می‌انجامد.

مرحله پنجم : مرحله رفع آثار تخریب ناشی از زلزله بوده و عملیات پاک سازی و بازسازی را شامل می‌شود.

مرحله اول : از شرایط بحرانی هنگام وقوع زمین زلزله است . عوامل ایجاد بحران و چگونگی آن در این مقطع به طور عمده به صورت آسیب کالبدی و به دنبال آن اختلال عملکردهای شهری و تلفات جانی می باشد و ناشی از چند مسئله است. موقعیت استقرار سکونت‌گاه در اراضی نامناسب و لرزه خیز و یا شیب ناپایدار، از مشخصات سازه‌ها و بافت شهری و آسیب پذیری ابنیه از مجاورت با یکدیگر و یا کاربریهای خطرناک از مهمترین عوامل ایجاد بحران هستند. به طور متعارف نقش مدیریت بحران را در این مرحله مورد ملاحظه قرار نمی‌دهند، اما واقعیت این است که پیش‌گیری از وقوع بحران و جلوگیری از آسیب کالبدی، اختلال عملکردی در تلفات جانی بخشی مهم از فرآیند عملیات مدیریت بحران است.

مرحله دوم : بعد از وقوع زلزله مرحله گریز و پناه است . در این مرحله تداوم تخریب‌ها و آسیب‌های کالبدی موجب تلفات جانی می‌شود. آسیب‌های کالبدی این مرحله به طور عمده آسیب‌های تبعی زلزله هستند که ناشی از آسیب تاسیسات زیر بنایی مانند گاز، برق و آب بوده و به صورت آ تش‌سوزی‌ها، آب گرفتگی ها و نظایر آن در این مقطع ادامه می یابند.

ویژگی کالبدی به عنوان عوامل ایجاد بحران در این مرحله، اعم از ویژگی‌های یک واحد ساختمانی یا تاسیساتی و یک گذر تا خصوصیات ترکیبی آنها در بافت شهری را در بر می‌گیرد.

در این مرحله پیش بینی فضاهای باز به تعداد کافی و یا فواصل زیاد و مناسب از بافت مسکونی و یا کاربری‌های عمومی پرجمعیت می بایست انجام گیرد که تا حد زیادی از تلفات جانی جلوگیری می‌کند. همچنین همجواری کاربری‌ها با یکدیگر از نظر تاثیر در تراکم جمعیت و دشواری گریز و پناه اهمیت می‌یابد و باید توزیع متعادل جمعیت در سطح شهر در نظر گرفته شود. از سوی دیگر همجواری برخی کاربری‌هایی که دارای فضای باز هستند، می‌تواند برای مکان پناه گیری اهالی یک بخش شهری پیش بینی و مورد استفاده قرار گیرد.

مرحله سوم : از شرایط بحرانی بعد از وقوع سوانح مربوط به عملیات نجات و تخلیه است . ساختار شهر به مفهوم تقسیمات شهری و تفکیک شهر به بخش‌های مختلف، توزیع متناسب مرکزهای شهری و امدادی در هر بخش، پوشش کامل شبکه راه‌ها، وجود دسترسی متعدد و مداوم برای ارسال کمک‌ها برای بخش‌های مختلف شهر و مشخصات بستر طبیعی نواحی مختلف شهر، می‌تواند سازماندهی عملیات امدادی را برای مدیریت بحران ساده تر نماید.

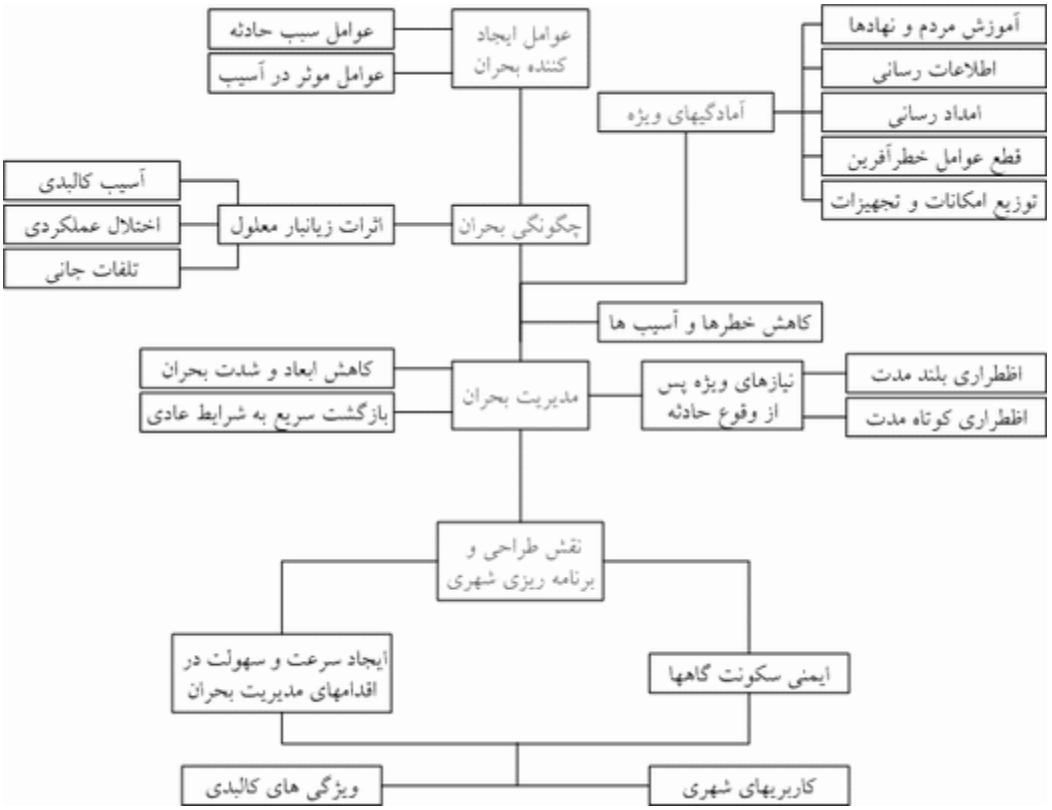
مرحله چهارم : در این مرحله اسکان افراد بی خانمان و نیز استقرار موقت کاربری‌هایی که دچار تخریب و آسیب شده اند، صورت می‌گیرد. استقرار موقت کاربری‌های حساس و مهم در سطح شهر بخشی از عملیات این مرحله به شمار آمده و در بازگرداندن شرایط عادی زندگی اهمیت بسزایی دارد. در صورت استقرار و راه اندازی کاربری‌هایی مثل بهداشت و درمان، آموزش، خدمات شهری و تاسیساتی، حیات و فعالیت شهر تداوم می‌یابد. ویژگی موقعیت قرارگیری کاربری‌های شهری و مشخصات قطعه بندی از جمله وسعت و تعدد

دسترسی می‌تواند در استقرار موقت کاربری در صورت تخریب آن، در محل اولیه، موثر واقع شود.

مرحله پنجم : عملیات پاک سازی، تعمیر، بهسازی و بازسازی را در برمی‌گیرد . ترمیم اولیه زیرساخت‌های شهری از جمله راه‌ها، لوله کشی آب، برق و گاز و نظایر آن صورت گیرد. همانند مرحله‌های قبل کم و کیف بازسازی و سرعت آن نیاز به ارتباط تنگاتنگی بین مدیریت بحران و ویژگی‌های کالبدی شهر دارد. موقعیت استقرار شهر از نظر جغرافیایی و ارتباط با شریان‌های ارتباطی منطقه‌ای، حتی شبکه سکونت‌گاه‌های منطقه‌ای از نظر پشتیبانی‌های خدماتی در این مرحله، می تواند کیفیت عملیات بازسازی را ارتقا و سرعت آن را افزایش دهد(حمیدی ،۱۳۷۴).

یکی از مهم‌ترین عوامل در کاهش ضایعات زلزله وجود آمادگی قبلی یک جامعه برای برخورد با پدیده زلزله است .آمادگی برای برخورد با زلزله جنبه های گوناگونی دارد .اما در کشور ما تاکنون به یکی از جنبه های آن توجه شده و آن مقاوم سازی در مقابل زلزله است . کاهش آسیب پذیری شهر در برابر زلزله تنها از طریق تمهیدات ساختمانی به دلایل متعدد مقدور نخواهد بود و هنگامی تحقق می‌یابد که ایمنی شهر در برابر خطرهای زلزله به عنوان یک هدف اساسی در تمامی سطوح برنامه ریزی کالبدی (از معماری تا آمایش زمین)مدنظر قرار گیرد. در میان تمام سطوح برنامه‌ریزی کالبدی، سطح میانی یعنی شهرسازی، کارآمدترین سطح برنامه‌ریزی برای کاهش آسیب پذیری شهر در برابر زلزله می‌باشد. در این جا می‌توانیم با استفاده از تمهیدات برنامه ریزی، شهرها را به گونه‌ای طراحی و برنامه‌ریزی کنیم که به هنگام زلزله کمترین آسیب به آنها وارد شود.(احمدی،۱۳۷۶)

نمودار شماره ۴-۱ شمای کلی از ارتباط برنامه‌ریزی و طراحی شهری و مدیریت سوانح (بحران) را بیان می‌نماید.



نمودار شماره ۴-۱: نقش برنامه ریزی و طراحی شهری در مدیریت سوانح،ماخذ: (حمیدی ،۱۳۷۴)

علاوه بر موارد فوق، مشخص کردن نقش و مسئولیت های مدیران شهری بر اساس برنامه‌های جامع مدیریت بحران بلایای طبیعی در سطح شهرداری ها، استانداری‌ها و کشور با هماهنگی سایر ارگان‌های ذیربط مانند جمعیت هلال احمر ضرورت دارد. این وظایف باید قبل از بروز بحران بارها و بارها با انجام مانورهای مشترک تمرین گردند .در سطح مناطق شهرداری نیز، هسته‌های خالی مدیریت بحران نقش و اهمیت بسزائی داشته و در هنگام

رویداد واقعه می‌بایست بصورت عملیاتی درکوتاه‌ترین زمان ممکن وارد عملیات امداد و نجات گردند (حسینی و همکاران،۱۳۸۲).

همچنین علاوه براینها ،"عوامل تشکیل دهنده آمادگی مدیران برای مقابله با بحران عبارتند از ۹ عامل اصلی که در ساختار آمادگی بحران دخالت دارند و به وسیله آنها استراتژی آمادگی بحران تهیه می‌شود: تشخیص و یا ارزیابی میزان آسیب پذیری، برنامه ریزی، تهیه ساختار سازمانی و حقوقی، تهیه سیستم‌های اطلاعات، ارزیابی منابع موجود، تهیه سیستم‌های هشدار دهنده ف مکانیزم‌های واکنشی ،آموزش و تعلیم عمومی تمرین ومانور ..."(صالحی ، اسماعیل ۱۳۷۷).

نقش شهرداری‌ها در مقابله با حوادث طبیعی

نقش شهرداری‌ها در چرخه مدیریت بحران (پیش از بحران،حین بحران و پس از بحران) به چند بخش بسیارمهم تقسیم می شود:

الف - نظارت : در مرحله پیش از بحران ، نقش شهرداری‌ها و سازمان‌های وابسته تاثیر بسیار مهم در پیشگیری و یا کاهش اثرات حوادث طبیعی ایفا می‌کند . در قانون شهرداری، یکی از مهم‌ترین نقش‌ها و عملکردهایی که برای شهرداری‌ها که پیش بینی شده است، نقش نظارتی است.

طبق ماده ۱۰۰قانون شهرداری ؛" مالکین اراضی و املاک واقع در محدودهٔ شهر یا حریم آن باید قبل از هر اقدام عمرانی یا تفکیک اراضی و شروع ساختمان از شهرداری پروانه اخذ نمایند. شهرداری می‌تواند از عملیات ساختمانی ساختمان‌های بدون پروانه یا مخالف مفاد

پروانه بوسیله مأمورین خود اعم از آنکه ساختمان در زمین محصور یا غیرمحصور واقع باشد جلوگیری کند".

براساس تبصرهٔ ۱ همین ماده قانونی " در موارد مذکور فوق که از لحاظ اصول شهرسازی یا فنی یا بهداشتی قلع تأسیسات و بناهای خلاف مشخصات مندرج در پروانه ضرورت داشته باشد یا بدون پروانهٔ شهرداری ساختمان احداث یا شروع به احداث شده باشد به تقاضای شهرداری موضوع در کمیسیون‌هایی مرکب از نماینده وزارت کشور به انتخاب وزیر کشور و یکی از اعضای انجمن شهر، به انتخاب انجمن مطرح می‌شود..."(اشرفی ،۱۳۸۷).

براین اساس شهرداری‌ها می توانند در هنگام صدور پروانه ساختمانی و نیز در طول اجرای عملیات ساختمانی و یا حداکثر در زمان صدور پایان کار، با توجه به ضوابط و معیارهای شهرسازی و فنی، از احداث ساختمان‌های در مکان‌های خطرزا و یا با سازه‌های ضعیف جلوگیری نماید.

ب- عملیات عمرانی : شهرداری‌ها بر این اساس مکلف هستند در محدوده قانونی شهرها با اجرای صحیح و ایمن پروژه‌های عمرانی از جمله در احداث سازه هایی مانند تقاطع های غیر همسطح، سازه‌های شهری، پاکسازی مسیل‌ها، ایجاد تاسیسات وتجهیزات شهری مقاوم و کارا و سایر تمهیدات عمرانی و خدماتی ... آمادگی و تاب آوری[1] جامعه شهری را افزایش دهند. لازم به ذکر است شهرهای تاب‌آور[2] ، براساس قوانین بدست آمده از تجارب حوادث گذشته در محیط‌های شهری در برابر نیروهای حاصل از مخاطرات خم می‌شوند ولی دچار شکست نمی‌شوند.

[1] Resiliency
[2] Resilient cities

در شهرهای تاب‌آور، ساختمان‌های کمتری واژگون می‌شوند؛ پل‌های کمتری تخریب می‌گردد، آب گرفتگی و سیلاب کمتری رخ دهد؛ خانوارها و مشاغل کمتری در معرض ریسک قرار گیرد؛ تلفات و جراحات کمتری باید وجود داشته باشد؛ اختلالات ارتباطاتی و ناهماهنگی‌های کمتری باید بوقوع بپیوندد. ارتباط و تمرکززدایی از خصوصیات مهم شهرهای تاب‌آور می‌باشد، به گونه‌ای که شبکه‌های اقتصادی، اجتماعی و مانند این در سطح شهر توزیع شده باشد(آقا بابایی و صالحی ،۱۳۸۹ به نقل از :Vale and Campanella2002).

ت- تهیه یک برنامه عملیات درشرایط اضطراری EAP برای سازوکار شهردار و مشخص ساختن وظایف کارکنان وارکان و تعیین سناریوهای مختلف عملیات متناسب با سطوح مختلف بحران نظیر:

- سطح یک: در این سطح، بحران به صورت درون‌بخشی مدیریت و ساماندهی می‌گردد، به طوری که امکانات شهرداری در جهت برگشت به وضعیت عادی کفایت می‌کند.
- سطح دو: در این سطح مدیریت بحران به سازمان‌های دیگر کشیده می‌شود.
- سطح سه: در این سطح بحران به نوعی است که کلیه سازمان‌ها و مناطق یک شهر مختل شده و برای مدیریت و ساماندهی بحران به منابع سایر شهرها نیاز می‌باشد.
- سطح چهار: در این سطح بحران فراگیر بوده و نیاز به کمک سایر کشورها است.

لازم به ذکر است : برنامه عملیاتی وضعیت اضطراری[1] (EAP) برنامه‌ای عملیاتی است که ضمن تعریف شرایط اضطراری و ویژگی‌های آن، مشتمل بر مجموعه اقداماتی است که

[1] Emergency Action Plan

هر عضو یک مجموعه باید برای فراهم نمودن شرایط ایمنی و یا به حداقل رساندن خسارات در مواجهه با بحران انجام دهد. به عبارت دقیق‌تر، هر EAP شامل مجموعه اقدامات آمادگی در برابر بحران[1]، اقدامات حین بحران و اقدامات پس از بحران می‌باشد.

ج- آمادگی عملیاتی: شهرداری‌ها و واحدهای تابعه آنها بخصوص آتش نشانی‌ها همواره می‌بایست در قالب ستادهای هماهنگی باسایر دستگاه‌ها از حیث نیروی انسانی کارامد و نیز تجهیزات برای انجام عملیات در مقاطع و شرایط اضطراری و واکنش در برابر بحران‌ها و حوادث طبیعی غیرمترقبه ظرفیت سازی شده باشند، به نحوی‌که با برگزاری مانورهای دوره‌ای مانع این غافل‌گیری در برابر اینگونه حوادث گردند.

د- مشارکت موثر وفعال در بازسازی خرابی‌های احتمالی شهر پس از حوادث طبیعی غیر مترقبه .

۴-۳. آماده سازی شهروندان برای مقابله با بلایای طبیعی

هرچند در زمان وقوع حادثه هیچ ضمانت ایمنی وجود ندارد، ولی شناسایی بموقع مناطق پرخطر و نیز برنامه‌ریزی جهت آمادگی لازم می‌تواند باعث نجات جان افراد و بطوراخص کاهش جراحت‌ها و خسارات ناشی از آن شود. سوانح طبیعی اغلب بدون اطلاع قبلی و غیر منتظره و آنی رخ می‌دهد. لذا شناسایی مناطق آسیب پذیر و همچنین برنامه‌ریزی و آموزش برای به حداقل رساندن آسیب پذیری جوامع انسانی، امری ضروری تلقی می‌شود.مقاوم‌سازی سقف و فونداسیون‌ها، محکم‌کردن روشنایی‌ها به سقف و رعایت آیین نامه‌های مقاوم سازی ساختمان باعث کاهش اثر ومیزان خسارت های احتمالی زلزله می‌گردد. برای این منظور:

[1] Emergency Preparedness Plan (EPP)

۱- اعضای جامعه شهری را باید از مسئولیت خود برای حفاظت از خود آگاه ساخت. با تبلیغات و آموزش باید سطح آگاهی مردم را نسبت به ریسک‌های بلایای طبیعی بالا برد. افزون براین، باید آنها را در مورد اقدامات و آمادگی و ایمن سازی در مقابله با بلایای طبیعی آموزش و مشارکت داد .در این بین انجام مانورهای شهری از اهمیت خاصی برخودار است.

۲- نقشه و طرح‌های تخلیه محلات و نواحی و مناطق شهری و محل اسکان موقت شهروندان هنگام بروز بلایای طبیعی باید از پیش مشخص شوند وامکانات لازم به آنها اختصاص داده شود. این فعالیت‌ها در مانورهای شهری به تمرین و آزمایش گذاشته می‌شوند (حسینی و همکاران،۱۳۸۲).

۳- ۴-۱. آماده سازی شهروندان برای مقابله با زلزله

همه افراد باید انتظار زلزله را داشته باشند، لذا باید اقدامات مختلفی را در زمان قبل، حین و پس از زلزله انجام داد تا خسارات را به حداقل رساند. متن زیر برگرفته از راهنمایی است که مرکز امنیت عمومی کانادا با همکاری صلیب سرخ کانادا برای آمادگی شهروندان در برابر زلزله آماده نموده است[۱].

چه انتظارهایی در حین یک زلزله باید داشت؟

زلزله های کوچک

- این زلزله ها می‌توانند فقط چند ثانیه طول بکشند و بیانگر یک خطر اضطراری نباشند.

۱ متن اصلی این راهنما در سایت www.GetPrepared.ca موجود وقابل دسترس می‌باشد.

- لوستر ممکن است حرکت کند و لرزش بعضی اشیاء کوچک ممکن است در خانه اتفاق بیافتد.
- در صورت بیرون بودن لرزش خفیفی زیر پاها احساس می‌شود.
- در صورت نزدیک بودن به منبع زلزله ، ممکن است یک صدای بلند همراه با لرزش در زیر پا احساس شود.

زمین لرزه های بزرگ

- این زمین لرزه ها می تواند چندین ثانیه طول بکشد و یک سانحه طبیعی را تشکیل دهد، اگر مرکز زلزله نزدیک محل متراکم از جمعیت باشد ، آن زلزله خیلی برای منطقه بزرگ و خطرناک می‌باشد.
- زمین یا خاک حرکت خواهد کرد.
- چه دور و یا چه نزدیک به منبع ، احتمالاً لرزش زیرپاها با یک حرکت چرخشی احساس خواهد شد.
- در صورت دور بودن از منبع زلزله، ممکن است تکان خوردن ساختمان ها مشاهده و یا صدای غرش شنیده شود.
- ممکن است فرد احساس سرگیجه کرده و برای راه رفتن در طی زمین لرزه ناتوان شد.
- ساختمان‌های مرتفع یا چند طبقه، در مقایسه با خانه‌های یک طبقه، ممکن است بیشتر تکان خورده و کمتر لرزش را تجربه کرد، طبقات زیرین سریع‌تر می‌لرزد. جنبش کمتری در طبقات بالا در بیشتر خانه‌های مسکونی ، احساس خواهد شد اما ساختمان‌های کنارهم (بغل به بغل) نیز حرکت می کنند.

- اسباب و اثاثیه و اشیا نا امن می‌تواند از بالا سقوط کند یا سراسر کف اتاق سرازیر شود.
- شیشه در خارج پنجره ها ممکن است بشکند.
- اخطار آتش سوزی و سیستم آب پاشی ممکن است فعال شده باشد.
- چراغ‌ها و روشنایی‌ها ممکن است خاموش شود.

اقدامات قبل ، بعد و حین زمین لرزه

قبل از وقوع زلزله

تصورکنید اگر خانه با یک زمین لرزه سخت تکان بخورد چه اتفاقی در هر قسمت از آن می‌تواند رخ دهد. به شهروندان آموزش دهید تا آیتم‌هایی را که در این لیست زیر آورده شده است چک شود.

- به هر شخص در خانواده چگونگی بستن فلکه آب و کنتور برق آموزش داده شود (اگر آنها نسبتاً پیر باشند).
- چسباندن برچسب واضحی از موقعیت باز و بسته بودن آب و برق و گاز. اگر خانه به گاز طبیعی مجهز است یک فلکه برای بستن گاز نزدیک لوله ضروری می‌باشد.
- سقف خراب شده تعمیر شود.
- بستن گاز مایع در امتداد وسایل سنگین دیگر (بخاری، ماشین رخت شویی، ماشین خشک کنی) مخصوصاً آنهایی که می‌توانند در میسر لوله آب و گاز با تغییر مکان دادن و یا واژگون شدن بشکنند.
- جلوگیری کردن از واژگون شدن اثاثیه سنگین و قفسه ها . وسایل سنگین باید روی قفسه‌های پایین‌تر نگه داشته شوند.

- آینه‌ها، تابلوهای نقاشی و اشیا به درستی آویخته شوند. بنابراین آنهاتوسط ضربه‌های ناشی از زلزله سقوط نخواهند کرد.
- تخت خواب‌ها و صندلی‌ها دور از بخاری‌ها و پنجره ها قرار داده شوند. همچنین قرار ندادن تصاویر عکس سنگین و دیگر وسائل بالای تخت خواب.
- درپوش‌ها و پرده‌های محصور شده کمک خواهند کرد که شیشه شکسته شده پنجره‌ها روی تخت خواب سقوط نکند.
- زیر میز تلویزیون، کامپیوتر و دیگر وسایل کوچک یک لایه ضد لغزش گذاشته شود.
- قفل‌های ایمنی برای جلوگیری از بیرون ریختن مصوبات درون گنجه‌ها قرار داده شود.
- مواد قابل اشتغال و مواد شیمیایی خانگی دور از حرارت و گرما و جایی که کمتر روی زمین بریزد قرار گیرد.
- مشورت با یک متخصص برای یافتن راه‌های اضافی خانه‌ها مثل حفاظت از خانه با فنداسیون و دیگر تکنیک های سازه ای سبک.
- اگر شما در یک بلوک آپارتمانی یا یک ساختمان چند طبقه زندگی می‌کنید با مدیر ساختمانتان یا هیئت مدیره مالکیت مشترک همکاری کنید تا بهترین تصمیم را برای لرزش بی خطر واحد شما بگیرد. اگر شما مطمن نیستید چه کاری باید انجام دهید با متخصصان مشورت کنید.
- اگر شما در یک خانه متحرک (تریلی) زندگی می‌کنید شما می‌توانید آن را وقتی که احتمال افتادن چرخ‌های تریلی هست، ترک کنید یا شما می توانید یک

سیستم تقویتی را برای کاهش اتفاقات و حفاظت خودتان نصب کنید.گذاشتن حفاظ داخل خانه محافظ امنی برای واحدتان است.

امنیت

- گاز قطع نشود مگراینکه نشتی یا آتش سوزی وجود داشته باشد. اگرمسیر گاز مسدود شده، توسط یک شخص متخصص باید باز شود.
- حق بیمه زلزله را با مامور بیمه مطرح شود ،بیمه می تواند روی توانایی مالی برای پوشش زیان‌های بعد از زلزله تاثیر بگذارد.

در طول زلزله

وقتی زلزله شروع شد بی درنگ پناه گرفته و اگر احتیاج بود چند قدم به سمت مکان امن قدم برداشته شود، آنجا منتظر شده تا زمانی که زلزله متوقف شود.

- قرار نگرفتن زیر اثاثیه سنگین مثل میز ، میز تحریر ، تخت خواب یا هر وسیله سنگین .
- پناه گرفتن با دستان و چمباته زدن تا از ضربه های ناشی از سقوط اشیا جلوگیری شود.
- رفتن به داخل نزدیک‌ترین فروشگاه و دور ماندن از پنجره ها و قفسه های با اشیا سنگین.
- به دانش‌آموزان در مدرسه آموزش داده شود تا زیر میز و یا میز تحریر بروند و میز را نگه دارند و روی خود را از پنجره ها برگردانند.

در صورت خارج از خانه بودن

- دور ماندن از خانه.
- رفتن به محیط و فضای باز و دور از ساختمان‌ها.

در وسیله نقلیه

موارد زیر به شهروندان آموزش داده شود:

- ماشین را به یک جای امن بکشند، جائی‌که که جاده را مسدود نکند و جاده را برای عملیات نجات و آمبولانس باز نگه دارند.
- از پل‌ها ، پل‌های هوایی، زیرگذرها ، ساختمان‌ها و یا هر جایی که می تواند آوار شود دوری کنند.
- به رادیوی ماشین برای ساماندهی به واسطه ماموران اورژانس گوش دهند.
- اگر به کمک احتیاج داشتید یک تابلوی کمک روی شیشه ماشین قرار دهند.
- اگر در اتوبوس هستند روی صندلی بمانند تا اتوبوس بایستد در یک جای امن پناه بگیرند. اگر نتوانستند پناه بگیرند در موقعیت خم شدن قرار بگیرند و از سر در برابر آوار حافظت کنند.

در هنگام وقوع یک زلزله از موارد زیر پرهیز گردد:

- درگاه درها ممکن است با صدای بلند بسته شوند و صدماتی ایجاد کند.
- افراد ممکن است توسط پنجره ها، قفسه کتاب‌ها، اثاثیه بلند و لوسترو یا با شیشه خرده و اشیا سنگین صدمه ببینند.
- آسانسور: اگر شما در حین یک زلزله در آسانسور هستید، دکمه هر طبقه ای را که می توانید سریعا از آن خارج شوید، بزنید.

- قرار گرفتن حداقل در ۱۰ متری خطوط برق .
- خط ساحلی زمین لرزه می‌تواند امواج بزرگ اقیانوس را که سونامی گفته می‌شود ایجاد کند.

بعد از زلزله

- حفظ آرامش و کمک کردن به دیگران.
- آماده شدن برای پس لرزه ها.
- گوش دادن به رادیو یا تلویزیون برای اطلاعیه های مقامات و اجرای دستورالعمل‌های آنها.
- استفاده از کفش‌های محکم و قوی و لباس‌های محافظ برای جلوگیری از صدمه آوارها مخصوصاً خرده شیشه ها.
- چک کردن خانه برای خطرات ساختمانی و دیگر مخاطرات.خروج از منزل در صورت مشکوک بودن به ایمنی خانه.
- به همراه بردن کیف کمک‌های اضطراری و دیگر وسایل ضروری در صورت ترک خانه.
- هدر ندادن تدارکات آب و غذا زیرا ممکن است در استفاده از آنها وقفه بیافتد.
- روشن نکردن کبریت تا وقتی که این شک وجود داشته باشد که گاز نشت کرده باشد یا مایعات قابل اشتعال روی زمین ریخته باشد. می توان از چراغ قوه برای چک کردن وسایل رفاهی استفاده نمود.
- اگر شیرآب هنوز در دسترس است بی درنگ بعد از زلزله وان حمام و دیگر ظروف را پر کرده این کار به علت تامین آب بعد از قطع شدن است. اگر آب جاری در

دسترس نبود یادتان باشد که شما یک مخزن آب گرم در دسترس دارید (ممکن است قبل از اینکه لمسش کنید مطمن نباشید که آب گرم است).

- در صورت مشکوک به شکسته شدن مجرای فاضلاب سیفون، دستشویی آب نخواهد داشت.
- به دقت مواد پرخطری که روی زمین ریخته شده را پاکسازی شود برای حفاظت از چشم و دست از محافظ مناسب استفاده شود.
- بعد از پیدا افراد خانواده، به همسایگان کمک شود. درجه نجات افراد ساماندهی شود که چه افرادی گرفتار شدند و یا به کمک اضطراری نیاز دارند.
- در صورت احتیاج داشتن به کمک یک تابلوی کمک در پنجره نصب شود.

ساختن یک برنامه اضطراری

هر خانواده به یک برنامه اضطراری نیاز دارد این برنامه کمک خواهد کرد که شما و خانواده‌تان بدانید که در مواقع ضروری چه اقداماتی باید انجام دهید . یادتان باشد خانواده شما ممکن است وقتی یک زلزله یا اتفاق ضروری دیگری رخ می‌دهد کنارهم نباشند.

باید با مطرح کردن اینکه چه اتفاقی می‌تواند رخ دهد یا چه کارهایی در خانه ، مدرسه یا محل کار در هنگام زلزله باید انجام داد شروع نمود. آماده کردن تدارکات، تهیه لیستی که در آن زمان چه چیزهایی نیازمند است، ذخیره مدارک مهم خانوادگی مثل شناسنامه، پاسپورت، وصیت نامه مالی، حق بیمه (بیمه نامه) و ... . یک مکان مناسب خارج از شهر اختصاص داده شود که مثل محل مرکزی مناسب در زمان اضطراری عمل کند.

کیف شرایط اضطراری

در یک شرایط اضطراری به بعضی از تدارکات اولیه نیاز خواهد بود ممکن است بدون برق و آب بمانید. برای ۷۲ ساعت خودتان تدارک دیده شود.

یک بسته کمک‌های اولیه را مهیا شود و در یک کوله پشتی، کیف ضخیم قابل حمل یا چمدان چرخدار در مکان قابل دسترس مثل گنجه ها قرار داده شود، هر کسی میداند که کیف شرایط اضطراری را در کجای خانه اش قرار دهد. یک کیف شرایط اضطراری اولیه دارای محتویات زیر می‌باشد:

- آب (حداقل دو لیتر آب برای هر شخص)
- غذایی که فاسدشدنی نباشد مثل غذای کنسروی، غذاهای خشک شده (یادتان باشد که غذا و آب سالی یکبار جایگزین شوند).
- یک کپی از برنامه شرایط اضطراری و تبادل اطلاعات
- دربازکن دستی
- رادیوی باطری (و باطری‌های اضافی)
- چراغ قوه باطری (و باطری های اضافی)
- کیف کمک‌های اولیه
- وسایل ضروری و ویژه مثل نسخه داروها دستورالعمل های کودکان و تجهیزاتی برای افراد ناتوان
- کلیدهای زاپاس برای خانه و ماشین
- پول نقد (چک پول‌های مسافرتی نیز مورد استفاده هستند)، پول خرد برای تلفن همگانی.

۴-۳-۲. آماده سازی شهروندان برای مقابله با سیل

برای مقابله با سیل نیز شهروندان باید مجموعه اقدامات قبل، حین و پس از سیل عبارتند از[1]:

اقدامات قبل از وقوع سیل

- پرهیز از خانه سازی در حریم رودخانه، آن هم با مصالح نامناسب
- تجهیز کیف امداد وکمک‌های اولیه و در دسترس قرار دادن آن
- ذخیره آب سالم برای زمان وقوع سیل در ظرف‌های مطمئن
- ذخیره مقداری غذا به صورت کنسرو
- تهیه وسیله روشنایی
- قرار دادن چراغ قوه، شمع،اسناد واوراق بهادار ،... در جعبه ای ضدآب و مطمئن
- اگر آب‌گرم‌کن و یا وسایل برقی در معرض سیل قرار دارند، آنها در جایی بالاتر از سطح موجود قرار داده شود. برای جلوگیری از برگشت آب سیل و فاضلاب از طریق مجاری فاضلاب به داخل منازل، «دریچه‌های کنترل» فاضلاب تعبیه شود.
- برای جلوگیری از ورود سیلاب به داخل خانه، در مسیر آن سد خاک‌ریز و سیل‌بند ساخته شود.
- ضد آب نمودن ساختمان با استفاده از مصالح مناسب و تمهیدات لازم ،در صورتی که محل زندگی در جایی باشد که دائما با خطر سیل گرفتگی همراه می‌باشد. دیوارهای زیرزمین با عایق‌های ضد آب پوشانیده شود تا جلوی نفوذ آب و آسیب‌های بعدی گرفته‌شود.
- بیمه نمودن منزل در مقابل حوادث.

[1] برگرفته از سایت موسسه آموزش عالی هلال احمر ایران.(www.helal-uast.ac.ir)

اقدامات حین وقوع سیل

- گوش دادن به رادیو، تلویزیون ویا اعلام بلندگوهای عمومی برای اطلاع از وضعیت و گرفتن دستورات لازم، در صورتی که دستور تخلیه داده شد، فوراً این کار انجام شود.
- لحظه ای که تشخیص داده شد که سیلاب در حال شکل‌گیری است، خیلی سریع عمل نموده و خود را نجات دهید.
- دوری نمودن از فاضلاب‌ها و جویبارهای به ظاهر آرام ، زیرا جویبارها، کانال‌های فاضلاب، تنگه‌ها و . . . نیز می‌توانند ناگهان دچار سیل شوند.
- اگر خانه در محل مرتفعی باشد و خطر آب گرفتگی آن را تهدید نکند، نیاز به خروج از منزل نمی باشد و گرنه مناطق کم ارتفاع سریعاً باید تخلیه شود.
- در صورت ترک خانه اشیاء گران قیمت را باید به محل‌های بالاتری در منزل برد شود و درها را قفل نمود.
- قطع جریان آب، برق، گاز برای اجتناب از آتش سوزی و برق گرفتگی و انفجار.
- در آب درجریان، نباید راه رفت، چرا که ۱۵ سانتی‌متر آب در حال حرکت ممکن است باعث برهم خوردن تعادل شود، در صورت اجبار باید از مسیری راه رفت که آب حرکت نکند.
- برای اطمینان از استحکام زمین جلوی پای خود می‌توان از یک تکه چوب دستی استفاده نمود.
- رانندگی در منطقهٔ سیل‌زده خطرناک می‌باشد.
- اگر سیل اطراف خودرو را فراگرفته باشد، باید خودرو را رها کرد و به یک منطقهٔ مرتفع رفت، وگرنه جریان سیل افراد و خودرو را خیلی سریع با خود می‌برد.

- هیچ گاه به تنهایی در یک ناحیه سیل زده، به این طرف و آن طرف نباید رفت، در صورت پیاده بودن، از نقاطی که در آن سطح آب از زانو بالاتر است نباید عبورکرد.
- استفاده نکردن از درختان در معرض سیل به عنوان محل امن.
- در هنگام سیل از پل‌های چوبی سست بر روی رودخانه‌ها نباید عبور کرد.
- وسایل نقلیه، حیوانات اهلی و اشیاء قابل حمل باید به نزدیکترین محل مرتفع انتقال داده شود. در جریان سیل شنا نباید شنا کرد.

نکاتی برای رانندگی در شرایط سیل

در بیشتر خودروها ارتفاع پانزده سانتی‌متر آب می‌تواند به کف خودرو برسد و کنترل آن را مختل نماید و یا حتی باعث توقف حرکت آن گردد.

- خودروها و وسایل نقلیه محل‌های امنی در مقابل سیل نمی باشند، اگر وسیله نقلیه از حرکت ایستاد(به علت فرو رفتن در آب یا گل) باید فوراً آن را ترک کرده و به جای مرتفع برد.
- سی سانتی‌متر آب، بیشتر خودروها را شناور می‌کند.
- شصت سانتی‌متر آب در حال حرکت، می‌تواند خودروها را شناور سازد.
- در صورت بالاآمدن سطح آب، از توقف در منطقه آب گرفته به هر دلیل پرهیز شود.
- پرهیز از عبور دادن حیوانات اهلی از عرض رودخانه‌ها و سواحل آنها در زمان بارش شدید باران و وقوع سیل.
- در هنگام رانندگی باید مراقب شیب‌ها و پیچ‌های جاده بود، در هنگام رانندگی باید از دنده سنگین استفاده نمود، زیرا ترمزها در آب بخوبی کار نمی‌کنند.

اقدامات بعداز وقوع سیل

- خود را به نزدیک‌ترین محل امدادرسانی هلال احمر یا استانداری برسانید، غذا، البسه و کمک‌های اولیه در آنجا موجود است.
- برای اطمینان از سالم بودن آب آشامیدنی باید حتماً به گزارش اخبار محلی توجه نمود و آب آشامیدنی را قبل از مصرف جوشانید.
- دور شدن از سیلاب ، چراکه این آب ممکن است با روغن، گازوییل، یا فاضلاب آلوده‌شده باشد و یا احتمال دارد در اثر تماس با خطوط نیروی برق زیرزمینی، جریان برق پیدا کرده باشد.
- فاصله گرفتن از آب در جریان.
- باید به مناطقی که سیلاب عقب‌نشینی کرده‌است توجه نمود، زیرا خیابان‌ها و جاده‌ها ممکن است بخاطر جریان سیل ضعیف شده باشد و در اثر وزن خودرو فرو برود.
- باید از خطوط فشار قوی دوری نمود.
- زمان برگشتن به خانه وقتی است که مسئولان وضعیت را امن اعلام کنند.
- از ساختمان‌هایی که اطرافش را آب احاطه کرده‌است، دوری شود.
- هنگام ورود به منزل، باید نهایت احتیاط رانمود، ممکن است پی‌های ساختمان آسیب‌دیده باشد، ولی در ابتدا خرابی دیده نشود و ظاهر خانه سالم به نظر بیاید.
- سعی شود در طول روز به منزل برگشت نموده تا استفاده از وسایل روشنائی لازم نباشد.

- در صورت اجبار برگشت شبانه به خانه، خیلی باید محتاط عمل نمود، نباید از فانوس، مشعل، کبریت، برای روشن کردن ساختمان استفاده کرد، چراغ قوه را نیز قبل از ورود به ساختمان باید روشن نمود.
- از غذاهای کنسرو شده استفاده شود.
- لوازم برقی را باید قبل از استفاده کنترل و خشک نمود.
- آب‌های جمع شده برای گودال‌ها شرایط مناسبی را برای رشد حشرات به خصوص پشه ها ایجاد خواهد کرد، بنابراین باید از توری در محل اقامت خود استفاده نموده و پوشاک آستین بلند و چکمه های ساق بلند پوشید.
- چون سیل باعث خارج شدن مارها از لانه‌های خود می‌شود، بعد ازسیل باید مراقب مارگزیدگی بود.
- پس از سیل احتمال شیوع بیماریهای عفونی مانند عفونت های دستگاه گوارش از جمله هپاتیت، وبا، و حصبه و . . . وجود دارد، که باید مراقبت های لازم بهداشت فردی و عمومی به عمل آید.
- اگر مخزن توالت، کاسهٔ توالت، تصفیه‌خانه و تأسیساتی مانند آن آسیب‌دیده است در صورت امکان تعمیر شود.
- سیستم‌های زهکشی در صورت آسیب‌دیدن سلامتی و بهداشت افراد را به مخاطره می‌اندازد.
- هرچه که خیس و مرطوب شده‌است را باید تمیز و ضدعفونی نمود، زیرا گل و لای باقی‌مانده از سیلاب حاوی مواد شیمیایی و فاضلابی می‌باشد.

۴-۴. ارتقای سطح آگاهی و ایجاد آمادگی

یکی از راه‌های کاهش خطرات ناشی از زلزله، ارتقای سطح آگاهی و ایجاد آمادگی در بین قشرهای مختلف جامعه است. حسن اجرای" مانور " نقش مهم آن در ایجاد آمادگی لازم جهت انجام عکس‌العمل صحیح و سریع در برابر حوادث است که نتایج حاصل از آن، موجب کاهش تلفات ناشی از زلزله می‌شود. پس از وقوع یک حادثه طبیعی مثل زلزله، نیروهای مردمی و نهادهای دولتی و سازمان های داوطلب با امکانات خود وارد منطقه آسیب دیده می شوند، اما اغلب عملکردی ناهماهنگ دارند و کمک های آنان به آسیب دیدگان به صورت پراکنده و ناهماهنگ انجام می گیرد. در صورتی که ایجاد هماهنگی میان نیروهای امدادرسان در چنین مواقعی از اهمیت فوق العاده‌ای برخوردار است. شرایط اضطراری و بحرانی ممکن است در هر زمانی رخ دهد؛ بنابراین، همواره باید برای مقابله با آن آماده بود. طرح جامع مدیریت بحران شهر تهران نیز با این هدف برای اداره شرایط اضطراری تهیه شده و اجرا می گردد.

با اجرای تمرین و مانور می‌توان اجزا و کلیت طرح های مقابله با بلایای طبیعی را آزمایش، ارزیابی و به طور مستمر مورد تجدید نظر و تکامل قرارداد.مانورها، عملکرد سازمان‌ها و افراد را مشخص می‌کنند و معیاری برای سنجش اجرایی بودن و عملکرد برنامه مدیریت حوادث هستند.

۴-۵. مانور(شبیه سازی شرایط بحرانی)

مانور مجموعه‌ای است از راهکارهای مناسب که از قبل از وقوع فاجعه به منظور بالابردن سطح آگاهی و آموزش مهارت‌های عملی با تعمیم به کل جامعه طراحی شده است.

درحقیقت مانور شبیه سازی شرایط بحرانی است و مجموعه تمرین‌هایی است که برای ارزیابی و پایش برنامه‌های تدوین شده جهت مقابله باحوادث بکار می‌رود و در مجموع هدف از انجام تمرین‌های فوق ارتقای سطح آمادگی در جامعه است. مانور می‌تواند برای ارزیابی اجزای مختلف یک برنامه استفاده شود. انواع مختلفی از مانور وجود دارند که هر کدام به منظور هدفی خاص طراحی می‌شوند. نباید با انجام یک مانور کلیه ابعاد یک برنامه را ارزیابی کرد، لذا باید هدف دقیق یک مانور و ابعادی از برنامه که باید در یک مانور ارزیابی گردند دقیقا تعریف شوند. مانور یک نوع تمرین برای پرسنل صف و ستادی در برابر حوادث است (علمداری،شهرام،۱۳۸۴).

شاید به جرأت بتوان گفت که پس از تمرین‌های نظامی مانورهای رویایی با شرایط اضطراری ناشی از بلایای طبیعی و حوادث انسان‌ساز، فراگیرترین نوع تمرین برای آمادگی در جهان به شمار می‌آید .در ایران نیز هر ساله دهها مانور، به ویژه از سوی جمعیت هلال احمر جمهوری اسلامی با همکاری سازمان‌های امدادرسان و ارائه کننده خدمات در سطوح مختلف، با شیوه‌های متنوع به اجرا در می‌آید.

دسته بندی مانورها

مانورها یا تمرین‌های رسیدن به آمادگی بر حسب زمان، مکان و اهداف آن بر چند نوع تقسیم می شوند که توضیح برخی از انواع آنها درادامه می آید:

۴-۵-۱. تمرین توجیهی

تمرین توجیهی پایه تمرین‌ها و مانورهای مدیریت بحران است و مبنای برنامه جامع مانور را تشکیل می‌دهد. تمرین توجیهی یک رویداد برنام-ریزی شده است که برای گردهمایی مسئولین مدیریت بحران که در برنامه‌های مقابله با بحران مشارکت دارند، تهیه می‌شود. یک تمرین توجیهی باید دارای اهداف مشخص و تدوین شده باشد.

۴-۵-۲. تمرین میدانی

تمرین میدانی یک فعالیت برنامه‌ریزی شده است که یک یا چند روش مقابله با بلایای طبیعی را به آزمایش می‌گذارد. تمرین‌های میدانی معمولاً شامل عملیات میدانی محدود مقابله با بحران می باشد .تمرین میدانی بر یک جزء و یا اجزای محدودی از سیستم مدیریت بحران تمرکز می‌نماید تا آن را آزمایش و ارزیابی نماید و بهبود بخشد.

۴-۵-۳. تمرین دورمیزی

در تمرین دورمیزی مدیران شهری و مسئولان نهادها و سازمان‌های درگیر امر مدیریت بحران در معرض شرایط اضطراری شبیه سازی شده، بدون محدودیت زمانی، قرار می‌گیرند. این تمرین دورمیزی معمولاً غیر رسمی و در محیط یک اتاق کنفرانس روی می‌دهد. تمرین‌های دورمیزی برای ایجاد بحث های سازنده با مشارکت اعضای جلسه طراحی م شوند تا مسائل مربوط به برنامه‌ها و روش‌های عملیاتی طرح مدیریت بحران مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد .در این تمرین، شرکت کنندگان تشویق می‌شوند تا تصمیمات اخذ شده را به طور عمیق مورد بحث قرار دهند و نه اخذ تصمیمات سریع و خود جوش.

۴-۵-۴. تمرین عملکردی

تمرین عملکردی برای ارتقای مهارت ای فردی و سازمانی لازم در مدیریت بحران طراحی می‌گردد. به علاوه، این تمرین برای ارزیابی صلاحیت و توانایی سیستم مدیریت بحران یک شهر با تأکید بر وظایف افراد به کار گرفته شده و براساس شبیه سازی یک وضعیت اضطراری حقیقی انجام می‌شود. این تمرین شامل تشریح وضعیت اضطراری(سناریو)، یک نمودار جامع سلسله مراحل رویدادها و ارتباطات بین شبیه سازان و عاملان است. یک تمرین عملکردی، تجربه کامل شبیه‌سازی شده حضور در یک حادثه غیر مترقبه را برای عاملان (بازیگران) فراهم می‌کند. بنابراین این تمرین باید در مکان مناسبی برای هماهنگی فعالیت‌ها، مانند ساختمان مرکز مدیریت بحران یا پست فرماندهی، انجام شود.

۴-۵-۵. تمرین مقیاس کامل

تمرین مقیاس کامل به آزمایش گذاشتن کامل برنامه جامعه مدیریت بحران است. یک تمرین مقیاس کامل، فعالیت برنامه‌ریزی شده ای است که در یک محیط واقعی شبیه سازی شده حادثه غیر متقربه روی می‌دهد و بخش عمده وظایف مدیریت بحران را در برمی‌گیرد. امکانات و تسهیلات مناسب برای تأمین پشتیبانی و هماهنگی بین سازمان‌ها فعال می‌شوند. این نوع مانور، شامل فعال‌سازی، به حرکت درآوردن و اعزام پرسنل و منابع مناسب برای به نمایش گذاشتن قابلیت ها و توانایی‌های اجرایی طرح جامع مدیریت بحران است.

از میان انواع تمرینات ذکر شده، به نظر می رسد انواع میدانی و مقیاس کامل برای ارزیابی آموزش‌های همگانی ارایه شده درباره مقولات مرتبط با بلایای طبیعی و بررسی وضعیت مشارکت مردمی مناسب‌تر باشند. با توجه به شرایط حوادث غیر مترقبه در ایران، توصیه می‌شود این گونه مانورها براساس مقابله با بحران ناشی از یک زلزله فرضی و با

مشارکت آموزش و پرورش انجام شود. باتوجه به این امر که تقریباً نیمی از جمعیت کشور ما را کودکان و نوجوانان تشکیل می‌دهند، چنانچه زلزلـه شـدیدی در سـاعات حضـور دانـش آموزان در مدارس روی دهد و آمادگی برای این پدیده وجود نداشته باشـد، تلفـات جـانی و جراحات بسیاری به همراه خواهد داشت(حسینی و همکاران،۱۳۸۲).

۴-۶. دستورالعمل هایی برای مقابله با حوادث طبیعی(زلزله، سیل و زمـین لغزش)[۱]

۴-۶-۱. مقابله با زلزله

چک لیست اقدامات مورد نیاز برای آمادگی جهت مقابله با زلزله و بازسازی خسارات ناشی از آن در زیر آمده است. این فهرست کلی است و همه موارد را دربر نمی‌گیرد، زیـرا در برخـی شرایط اضطراری انجام همه اقدامات ضروری نیست و در برخی دیگر، نیاز به انجام اقداماتی است که در اینجا فهرست نشده است.

الف- چک لیست مرحله مقابله با زلزله

۱. امنیت منطقه تخلیه شده را فراهم نمایید.

۲. گروه مدیریت بحران را فعال نمایید.

۳. سیستم مخابراتی و ارتباطی موجـود را بررسـی کنیـد. بـا کمـک اپراتورهـای حرفـه‌ای و غیرحرفه‌ای، شبکه‌های ارتباطی با موج کوتاه و بلند ایجاد نمایید.

[۱] دستورالعمل(۱۰۰۱) - فرماندهی و کنترل عملیات مقابله با حادثه و فعال سازی اتاق بحران برای مناطق ۲۲ گانه شهر تهران -مرکز پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران - 43 ویرایش دوم(۱۳۸۳)

۴. خطر ریزش ساختمان‌هایی که بر اثر زلزله کم مقاومت شده یا آسیب دیده اند را به شهروندان گوشزد نمایید.

۵. دستورات راه‌های مناسب تخلیه اضطراری افراد را در صورت لزوم، صادر کنید و مکان‌های پیش بینی شده در سطح شهرداری منطقه برای اسکان موقت را فعال سازی نمایید.

۶. طبق برنامه ارتباطات بحران، گروه‌های ضربت ویژه شناسایی، نجات و خدمات پزشکی و یا نیروهای ویژه را با تجهیزات مخابراتی همراه فعال سازید

۷. سوله های پشتیبانی مدیریت بحران منطقه را فعال سازی نمایید

۸. سازمان‌های متولی مدیریت بحران و تسهیلات پزشکی برای امدادرسانی به مجروحین را فوراً مطلع سازید.

۹.آتش را مهار کنید و از انتشار و گسترش مواد خطرناک یا سمی جلوگیری کنید. باید نواحی صنعتی و ذخیره سازی مواد خطرناک و کارخانجات تولید گاز پروپان و سوخت در مقدار کلان از نظر نشت مواد سمی و خطرناک از مخازن آسیب دیده، مورد بازدید و کنترل قرار گیرند.

۱۰. نظم عمومی را برقرار سازید، ازدحام را کنترل کنید و از اموال عمومی به خصوص، فروشگاه‌های موادغذایی و شرکت‌های عمده فروشی مواد غذایی حفاظت نمایید.

۱۱. خدمات ضروری چون آبرسانی و برق رسانی، شاهراه‌های حمل و نقل و سیستم‌های مخابراتی دچار اختلال را بازسازی و مرمت نمایید. بیمارستان‌ها، مراکز عملیاتی اضطراری، درمانگاه‌ها، خانه سالمندان و ایستگاه‌های آتش نشانی و پلیس، در اولویت خواهند بود.

۱۲.پناهگاه‌های اضطراری و ایستگاه‌های امدادرسانی ایجاد کنید. با جمعیت هلال احمر هماهنگی‌های لازم را جهت اسکان اضطراری و موقت انجام دهید. و بخش پناهگاه ها و غذادهی را بازدید کنید.

۱۳. برای تخلیه و پذیرش منظم آسیب دیدگان با مشورت بخش‌های مختلف، مقدمات را فراهم نمایید که در شرایط مرحله مقابله، پیشرفت خواهد کرد.

۱۴. مرکز پیش‌گیری و مدیریت بحران را از هرگونه شرایط و کمک‌های موردنیاز، مطلع سازید. در صورت لزوم و وضعیت اضطراری محلی اعلام کنید و درخواست اعلام وضعیت اضطراری در مورد بخش‌ها و استان ها دیگر را ارایه نمایید.

۱۵. گروه‌های ضربت یا نیروهای ویژه برای ارزیابی و ثبت میزان خسارات وارده به اموال عمومی و خصوصی در مناطقی را که قبلاً تعیین شده‌اند، گسیل نمایید. این اطلاعات را برای مراجعه بعدی ثبت نمایید.

۱۶. انتشار اطلاعات عمومی اضطراری باید شامل موارد زیر باشد:

الف- توصیف شرایط و موقعیت نواحی آسیب دیده

ب- مسیرهای تخلیه و نواحی پذیرش برای اسکان موقت

ج- محل یا شماره تلفنی برای کسب اطلاعاتی درباره قربانیان حادثه

د- سایر اطلاعات و دستورالعمل‌های مربوط به رفاه عمومی

۱۷. اجرای دستورالعمل آواربرداری و پاکسازی شبکه اضطراری ترافیک در محدود منطقه را نظارت و کنترل کنید؛ در نواحی با آسیب شدید ترافیک را کنترل و معابر را مسدود نمایید.

۱۸. در صورت لزوم، گروه ای امداد پزشکی و جراحی در منطقه ای که بنای بیمارستان‌ها یا سایر تسهیلات پزشکی آن تخریب شده یا بر اثر آسیب دیدگی، غیرقابل استفاده اند و یا امکانات ضروری ساختمان‌ها از قبیل آب و برق قطع شده است، تعیین نمایید.

۱۹. برای جبران آسیب دیدگی در سایر مناطق، باتوجه به منابع موجود، مقدمات کمک رسانی را فراهم کنید.

۲۰. در صورت نیاز سردخانه اضطراری برای نگهداری اجساد ایجاد کنید. در صورت لـزوم بـا جمعیت هلال احمر و سایر سازمان های ذیربط هماهنگی‌های لازم را انجام دهیـد و بخـش خدمات بهداشتی و پزشکی را بازدید کنید.

ب- چک لیست مرحله بازسازی برای زلزله

موارد زیر را با هماهنگ نمودن سازمان های مسئول به انجام رسانید:

۱. امنیت منطقه حادثه دیده را با جلوگیری از ازدحام بازدیدکنندگان حفظ نمایید.

۲. برای رفع نیازهای توانبخشی افراد و خانواده‌ها، مراکز امداد اضـطراری را اعـلام نماییـد و تسهیلات لازم را فراهم کنید.

۳. برای شناسایی خطرات ایمنی، بررسی‌ها را آغاز و اقدمات اصلاحی را اتخاذ کنید.

۴. برای پاکسازی خرابه هـای سـاختمان و بازسـازی تسـهیلات و تـأمین خـدمات عمـومی ضروری (آب و برق و. ..) اقدام نمایید.

۵. مسائل بهداشتی و سلامتی را بررسی کنید و اقدامات پیشگیری از شیوع بیماری‌ها را آغاز نمایید.

۶. برای را ه اندازی و تعیین امکانات لازم اقدام کنید و بخش خدمات بهداشـت و پزشـکی را بازدید کنید.

۷. در صورت لزوم، مکان اسکان اضطراری را فعال نمایید.

۸. برای ارزیابی آسیب‌های فردی و پاکسازی، بازگشـت بخشـی از تخلیـه شـدگان بـه ویـژه سرپرستان خانواده ها صورت گیرد. باتوجه به پیشـرفت توانبخشـی افـراد، بازگشـت تخلیـه شدگان باقیمانده را مرحله بندی کنید.

۹. برنامه توان‌بخشی فردی را آغاز نمایید.

۱۰. توزیع دستورالعمل‌های عمومی نحوه پاکسازی و بازسازی اموال دولتی و خصوصی را ترتیب دهید.

۱۱. اقدامات و برنامه های توان‌بخشی فوری و درازمدت را آغاز نمایید.

۱۲. عملیات بازسازی منابع خدمات عمومی و قرارگاه آواربرداری و پاک‌سازی زلزله را به اجرا درآورید.

۱۳. میزان خسارات را ارزیابی نمایید.

۱۴. در اعلامیه اضطراری، جداول مالی مورد نیاز برای پشتیبانی از درخواست ها را تهیه کنید.

۱۵. از به کارگیری پرسنل و تجهیزات اضافی پرهیز نمایید.

۱۶. گزارشات و مدارک لازم برای ارائه به نهادهای مربوطه را تکمیل نمایید.

۱۷. کار بررسی و سنجش حادثه را به اجرا درآورید

۴-۶-۲. آمادگی در برابر سیل و آب‌گرفتگی

سیل یکی دیگر ازپدیده های طبیعی است که برخی نقاط کشورمان از جمله مراکز روستایی، زمین های کشاورزی و بعضی شهرها را تهدید می‌کند.نکته قابل توجه این است که سیل یک پدیده طبیعی است و هر رودخانه های مستعد رویداد آن است. آنچه که این پدیده را از حالت طبیعی خارج و به صورت بلا در می‌آورد دست اندازی انسان به طبیعت است و متاسفانه در کشور ما سیستم مناسب و کارآمد پیش‌گیری و اعلام خطر برای سیل وجود ندارد. در برخی نقاط از کشورمان متعاقب یک بارندگی چند روزه سیلآب های مهیبی جریان می‌یابد و خسارت فراوانی بر جای می‌گذارد.

برای پیشگیری و کاهش خسارات ناشی از سیل دو راه حل اساسی وجود دارد که عبارتند از:

ساماندهی رودخانه و ساماندهی زمین : ساماندهی رودخانه شامل مواردی نظیر ایجاد سازه های نگهدارنده سیل، بهسازی، زهکشی و ایجاد محوطه های وسیع سیل بند در مناطق رودبار است.

ساماندهی زمین، مجموعه اقداماتی است که برای به حداقل رساندن زیان های ممکن در هنگام وقوع انجام می‌گیرد .منطقه بندی پهنه سیلابی یکی از فعالیت‌های ساماندهی زمین است که به منظور حفظ جان و مال مردم صورت می گیرد. در منطقه‌بندی پهنه سیلابی پس از مطالعه گسترده سیستم روخانه‌ها، منطقه از لحاظ سیل‌خیزی پهنه بندی می‌شود. موارد استفاده مجاز از زمین‌های سیل خیز منحصر به زمین‌هایی با کاربری غیر مسکونی، پارک‌ها و جاده‌ها خواهد بود. در این حال وظیفه ارگان‌های مسئول این است که در مناطق سیل خیز، تدابیری اتخاذ کنند تا از سکونت انسانی گسترش شهرنشینی در این مناطق جلوگیری شود. نصب علائم هشداردهنده سیل در مناطق با خطر نسبی بالا از دیگر مواردی است که می‌تواند توسط ارگان های مسئول صورت گیرد.

نکات ایمنی در مورد سیل

الف- نکات ایمنی زیر را به اطلاع شهروندان منطقه برسانید.

۱. در زمینه وضعیت سیل‌خیزی منطقه محل سکونت خود از ارگان‌های مسئول نظیر وزارت نیرو، هواشناسی، جهادکشاورزی و هلال احمر کسب اطلاع کنید.

۲. قبل از رویداد سیل، نقشه‌ای از چگونگی تخلیه محل سکونت خود تهیه کنید. زمین‌های کشاورزی و اموال خود را در مقابل سیل بیمه کنید.

۳. اگر منزلتان در یک پهنه سیل خیز نظیر حریم رودخانه‌ها قرار دارد، نسبت به جابجایی آن اقدام کنید.

۴. گوش به زنگ باشد، در صورت بارش مداوم باران های شدید خصوصاً در فصل بهار، امکان رویداد سیل وجود دارد.

۵. در هنگام نزدیک شدن سیلاب به طرف بلندی رفته و از مسیر آبراهه‌ها و رودخانه‌ها دور شوید.

۶. به منظور شنیدن پیام‌های اضطراری به رادیوهای محلی گوش دهید.

۷. حتی اگر جریان آب به نظرتان کم عمق و آرام می‌آید، خودتان را از جریان های سیلابی دورکنید، چرا که جریان‌های زیرین آب به راحتی می‌تواند زیر پای شما را خالی کرده، شما را به میان سیلاب بکشانند.

۸. هرگز سعی نکنید با اتومبیل از مقابل سیلاب عبور کرده فرار کنید و هرگز با اتومبیل از میان سیلاب عبور نکنید، چرا که سیلابی با ارتفاع حدو نیم متر می تواند اتومبیل را در مسیر جریان خود به حرکت درآورد.

۹. بعد از سیلاب گروه‌های کمک‌رسانی وارد منطقه خواهند شد. سعی کنید فضای لازم را برای فعالیت آن‌ها فراهم سازید.

۱۰. بعد از فروکش کردن سیلاب سعی کنید خود را به مناطق امن‌تر برسانید. در این هنگام مراقب حوضچه‌های باقیمانده از سیلاب باشید.

۱۱. سیستم گاز و برق منزل خود را قطع نمایید، حتی اگر به علت سیلاب در منطقه از کار افتاده باشند.

۱۲. روحیه خود را حفظ کرده، نسبت به تمیز کردن وسایل منزل از گل و لای اقدام کنید.

ب- در هنگام دریافت هشدارهای وقوع آبگرفتگی و سیل از طرف سازمان مدیریت بحران شهر تهران یا سازمان هواشناسی کشور، ستاد مدیریت بحران منطقه را طبق نیاز فعال نموده و اقدامات پیشگیری از آب گرفتگی در سطح معابر منطقه و پاکسازی مسیرهای جوی‌ها، نهرها، کانال ها و تونل‌های دفع آب‌های سطحی را به انجام رسانید.

۴-۶-۳. آمادگی در برابر زمین لغزش

زمین لغزش یکی دیگر از خطرات زمین شناختی است که در برخی از نقاط کشور ما روی داده، خسارات فراوانی جانی و مالی برجای گذاشته است. سرزمین ما ایران باتوجه به شرایط زمین شناسی و آب و هوایی و توپوگرافی از جمله کشورهایی است که شاهد وقوع زمین لغزش‌های بسیاری است .درحال حاضر سالیانه صدها زمین لغزه در اثر عوامل مختلف در نقاط مختلف کشور بوجود می آیند و مناطق مسکونی، راه ها و تأسیسات بسیاری مورد تهدید این پدیده طبیعی قرار می‌گیرد .در اینجا به اختصار اقداماتی که برای آمادگی جهت مقابله با زمین لغزش ضروری است ارائه می شود.

۱. قبل از رویداد

الف- ستاد مدیریت بحران منطقه

وضعیت زمین‌های منطقه را از لحاظ لغزش مشخص نمایید .لازم به ذکر است که بدین منظور می‌توانید از تخصص کارشناسان علوم زمین شناسی و متخصصین ژئوتکنیک استفاده نمائید و اطلاعات لازم در مورد وضعیت منطقه را بدست آورید. اقدامات لازم به منظور ی پایدارسازی زمین‌ها و تپه های در معرض لغزش زمین را انجام دهید.

ب- نکات زیرا را به اطلاع شهروندان منطقه برسانید:

- سطوح شیب‌دار نزیک منزل خود را درخت‌کاری و مشجر نمایید و دیوارهای حائل بسازید.
- در مناطقی که در معرض خطر جریان‌های گل و لای هستند،کانال‌هایی بسازید تا جریان‌های گل را از اطراف ساختمان و دیوارهایش منحرف سازد.
- دیوارها و کانال ها را طوری بسازید که جریان های گل و لای و واریزه خساراتی به اموال همسایگان وارد نسازد.
- ج- علائم هشدار دهنده پیش از وقوع زمین لغزش را بشناسید:
- درها و پنجره ها به تازگی گیر می‌کنند.
- ترک های جدید برروی پوشش داخلی و خارجی دیوارها، بام و یا فنداسیون ظاهر می‌شود.
- دیوارهای خارجی و پیاده رو کنار آن ها شروع به دور شدن از ساختمان می‌کنند.
- ترک ا و شکاف‌هایی که به آرامی توسعه پیدا می‌کنند، بر زمین یا روی مناطق سنگفرش شده ظاهر می شوند.
- لوله‌های زیرزمین می‌شکنند.
- بالاآمدگی و تورم زمین در پای سطوح شیب‌دار ظاهر می شود.
- غرشی ضعیف بویژه در سکوت شب‌ها می‌شنوید که با نزدیک شدن لغزش افزایش می‌یابد.
- شروع جابجایی و حرکت زمین به یک سمت را احساس خواهید کرد.

نقشه خروج از محل

حداقل دو مسیر مطمئن برای خروج در نظر داشته باشید. از آنجایی‌که ممکن است جاده‌ها مسدود شوند با سایر اعضا خانواده و دوستان نقشه هایی جهت موارد اضطراری تهیه کنید و آمادگی خود را برای مقابله با زمین لغزش بالا ببرید.

۲. هنگام رویداد

الف- ستاد مدیریت بحران منطقه

- ستاد مدیریت بحران منطقه را فعال سازی نمایید.
- مکان اسکان موقت را فعال سازی نمایید.
- عملیات جستجو، نجات، امداد و اسکان موقت را طبق نیاز نظارت کرده و یا انجام دهید.
- ب - نکات زیر را به اطلاع شهروندان منطقه برسانید.
- اگر داخل ساختمان هستید: داخل ساختمان بمانید و زیر میز یا مبلمان محکم پناه بگیرید.
- اگر خارج از ساختمان هستید: سعی کنید از مسیر زمین لغزش و جریان‌های گل و لای فاصله بگیرید.
- به طرف نزدیک ترین زمین بلند در جهت دور شدن از مسیر زمین لغزش بدوید.
- اگر توده‌های سنگ و واریزه در حال نزدیک شدن بود، به طرف نزدیک‌ترین سرپناه نظیر ساختمان یا گروهی از درختان پناه ببرید.
- اگر فرار غیرممکن بود خود را خم کنید و به صورت یک توپ سخت درآورده، از سر خود محافظت نمایید.

۳. پس از رویداد

الف - ستاد مدیریت بحران منطقه

- به سراغ مجروحین و افراد به دام افتاده در نزدیک محل لغزش رفته و به کمک آن‌ها بشتابید.
- وضعیت برق و خطوط تلفن و آب و سایر موارد را کنترل کنید و در صورت مشاهده آسیب به مراکز مسئول اطلاع دهید.

ب - موارد زیر را به اطلاع شهروندان منطقه برسانید:

- از منطقه لغزش دور بمانید، زیرا خطر لغزش های بعدی وجود دارد.
- به کمک همسایگان و افراد خردسال و از کارافتادگان بروید.
- به پیام‌های رادیو و تلویزیون برای اطلاع از آخرین وضعیت اضطراری گوش فرا دهید.
- به یاد داشته باشید که ممکن است پس از یک زمین لغزش یا جریان گل، سیلاب روی دهد.
- فونداسیون ساختمان، آسیب های وارده به ساختمان و سایر موارد را کنترل کنید.
- زمین‌های آسیب دیده را مجدداً گیاه و بوته و درخت و بکارید تا مانع از دست رفتن پوشش سطحی خاک و مستعد شدن منطقه برای سیلاب گردد.

۴-۷. بررسی زلزله لرستان و تجارب گرفته شده از آن[1]

استان لرستان با مساحتی حدود۲۸۰۶۴ کیلومتر مربع در غرب ایران در بین۴۶ درجه و۵۱ دقیقه تا۵۰ درجه و ۳ دقیقه شرقی از نصف النهار گرینویچ و ۳۲ درجه و ۳۷ دقیقه تا۳۴ درجه و۲۲ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است.

[1] مطالب این بخش برگرفته از "گزارش فوری زمین لرزه ۱۱ فروردین ۱۳۸۵ درب آستانه (سیلاخور)"،پژوهشکده زلزله شناسی پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله ، سال ۱۳۸۵ می‌باشد.

این استان از شمال با استان مرکزی(شهرستان های خمین و اراک) و استان همدان (شهرستان ملایر و نهاوند) ، از جنوب به استان خوزستان، از مشرق به استان اصفهان (شهرستان فریدون و گلپایگان) و از غرب با استان‌های کرمانشاه و ایلام محدود است.

زمین‌لرزه با بزرگی ۶/۱ ML- بامداد روز یازدهم فروردین ماه هشتاد و پنج در جنوب بروجرد با چندین پیش لرزه و پس‌لرزه همراه بوده است .پیش‌لرزه های این رویداد با بزرگی ۶، ۴ و۵/۱ که به ترتیب در ساعات ۱۹:۴۷ و ۲۳:۰۶ نیمه شب دهم فروردین رخ دادند باعث هراس و هشیاری مردم منطقه گردید. به گونه ای که اکثر مردم شب را در بیرون از منازل مسکونی سپری نمودند .این امر باعث گردید که تلفات جانی ناشی از وقوع زمین‌لرزه اصلی بامداد روز یازدهم فروردین ماه نسبت به تلفات ناشی از زلزله های با بزرگی مشابه به حداقل برسد.

۷۰ زمین لرزه و پس لرزه در روزهای ۱۰ الی ۱۲ فروردین ماه در شهرستان‌های دورود، بروجرد، سپید دشت، خرم آباد رخ داده که ۶۳ مورد آن در دورود و بروجرد به وقوع پیوسته است. از ۷۰ زمین لرزه ۳۸ زمین لرزه در دورود، ۲۵ زمین لرزه در بروجرد، پنج زمین لرزه درسپیددشت و دو زمین لرزه در خرم آباد رخ داده است . براساس گزارش شبکه های لرزه نگاری وابسته به مرکز لرزه نگاری کشوری موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران در استان لرستان تا ساعت ۱۰ روز دوازدهم فروردین ماه تعداد ۷۰ زمین لرزه به ثبت رسیده است.

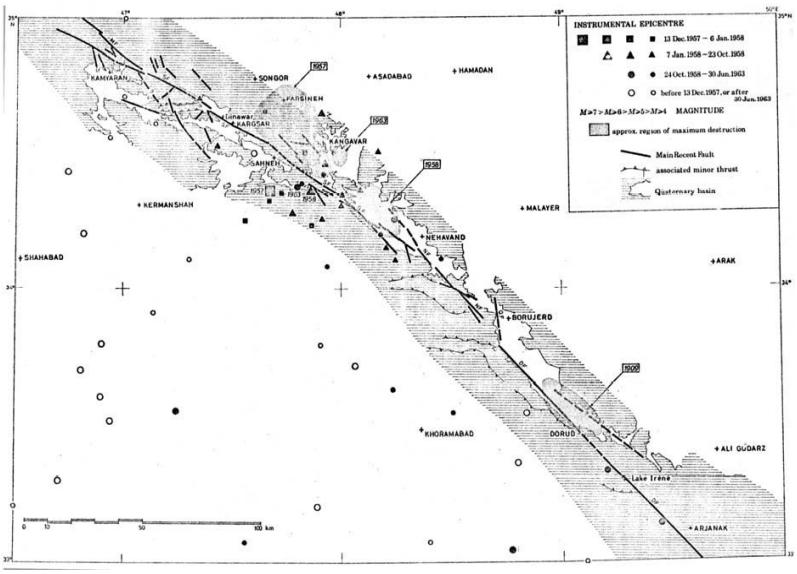
دنبال زمین لرزه در استان لرستان تعداد انگشت شمار کشته شدند (۷۰ نفر)که تمامی کشته شدگان مربوط به روستاهای دو شهرستان بروجرد و دورود هستند.میزان زمانی این لرزش تقریبا ۵۷ ثانیه و این زمین لرزه ۷۰۰ مجروح بر جای گذاشت همچنین ۳۰۰ روستا تخریب کامل و ۱۵۰۰۰ واحد مسکونی آسیب جدی و۳۰۰۰۰۰ واحد مسکونی آسیب

متوسط دیدند. شتاب این زمین لرزه ۰.۵g بـود.کـانون آن در دشـت سـیلاخور حـد فاصـل شهرستان های بروجرد ودرود بود.

۴-۷-۱.گسل‌ها

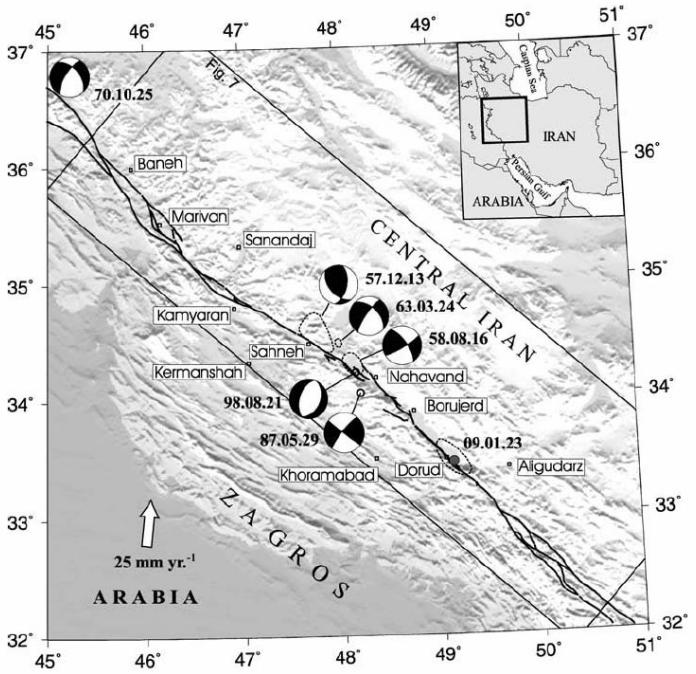
۴-۷-۱-۱.گسل اصلی جوان زاگرس

گسل اصلی جوان یک گسل راستالغز راستگرد کواترنری است که بوسیله چالنکو و براود (۱۹۷۴) معرفی گردید. این گسل در غرب ایران و در بین بخش جنوب غربـی ایـران مرکزی و ناحیه شمال شرقی کمربند فعال چین خورده زاگرس قرار دارد .گسل اصـلی جوان یک گسل منفرد نبوده بلکه از تعدادی بخش های گسلی مجزا که اغلب بگون یک الگوی نردبانی راستگرد شکل گرفته اند، تشکیل شده است .از جنوب شـرق بـه شـمال غرب قطعات گسلی اصلی عبارتند از :گسل دورود، گسل نهاوند، گسـل صـحنه، گسـل دینور، گسل سرتخت، گسل مروارید و گسل پیرانشهر.(شکل ۴-۱)

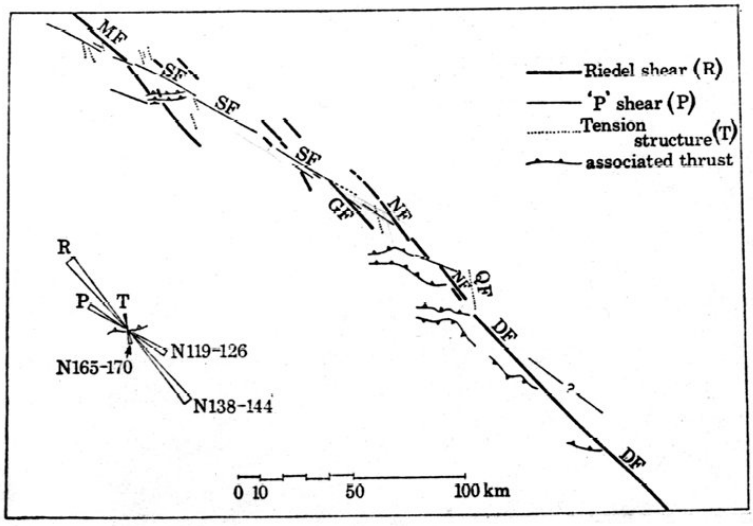


شکل شماره ۴-۱ : لرزه خیزی و ساختمان گسل اصلی جوان .فقط جدیدترین ساخت های فعال (گسل اصلی جوان) نمایش داده شده (استچالنکو و براوده ۱۹۷۴)

گسل اصلی جوان از نظر لرزه خیزی فعال بوده و چندین زمین لـرزه مخـرب در طـول آن رخ داده است .از جمله مهم‌ترین این زمین لرزه‌ها می‌توان به زمـین لـرزه ۱۰۰۸ مـیلادی دینـور، زمین لرزه ۲۳ ژانویه۱۹۰۹ میلادی سیلاخور با بیش از ۴۰ کیلومتر گسلش سـطحی در طـول قطعه‌ای از گسل اصلی جوان (گسل دورود)، زمین لـرزه۱۳ دسـامبر ۱۹۵۷ مـیلادی فارسـینه همراه با ترک خوردگی و ایجاد شکاف در رسوبات آبرفتی شمال غرب صـحنه، زمـین‌لـرزه ۱۶ اگوست ۱۹۵۸ میلادی نهاوند با گسلش سطحی بین ۵ تا ۱۵ کیلومتر (گسـل گـارون)، زمـین لرزه ۲۴ مارس ۱۹۶۳ میلادی کارخانه و زمین لرزه‌هـای ۲۹ مـه ۱۹۸۷ و ۲۱ اگوسـت ۱۹۹۸ اشاره کرد.(شکل ۴-۲) زمین لرزه‌های واقع بر گسل اصلی جوان بنظر می رسد که در ارتبـاط نزدیک با قطعات گسلی مستقل بوده و این قطعات گسلی یـک الگـوی تغییـر شـکل راسـتالغز راستگرد را شکل داده اند .شکل شماره۴-۳ نشان می‌دهد که عملاً تمامی این قطعـات گسـلی در سه دسته شکستگی‌های برشی ریدل، شکستگی‌های برشی نوعP و ساخت‌های کششی قرار می‌گیرند.



شکل شماره ۴-۲: نقشه قسمتی از سیستم گسل اصلی جوان زاگرس، بین ۳۲ و ۳۶ درجه شمالی، همراه با موقعیت و ناحیه مهلرزه ای زمین‌لرزه های این گستره(برگرفته از طالبیان و جکسون، ۲۰۰۲)



شکل شماره ۴-۳: تجزیه و تحلیل ساختمانی گسل اصلی جوان بین عرض های جغرافیایی۳۳ و ۳۵ درجه شمالی (چالنکو و براوده ۱۹۷۴)

DF: گسل دورود ،GF : گسل گارون ، MF: گسل مروارید،NF: گسل نهاوند،SF: گسل صحنه،QF: گسل قلعه حاتم (برگرفته از چالنکو و براود،۱۹۷۴)

۴-۷-۱-۲.گسل دورود

قطعه گسلی دورود با راستای حدودN315 و درازای بالغ بر۱۰۰ کیلومتر، جنوبی‌ترین قطعه گسلی گسل اصلی جوان زاگرس محسوب می‌گردد .گسل دورود در شمال غربی شهر دورود، حد جنوبی دره سیلاخور را در نهشته های کواترنری پسین رودخانه آبیدز تشکیل می‌دهد .دره سیلاخور توسط گسل قلعه حاتم از سوی شمال غرب محدود شده است سازوکار گسل دورود راستالغز راستگرد همراه با یک مولفه قائم کوچک می باشد بطوری که بخش جنوب غربی آن نسبت به بخش شمال شرقی به سمت بالا حرکت کرده است، در حالی‌که گسل قلعه حاتم دارای راستای شمالی جنوبی و ساز و کار نرمال می باشد. گسل دورود گسلی فعال و لرزه زا است .زمین لرزه سال ۱۹۰۹ میلادی سیلاخور مهم‌ترین رویداد لرزه ای مرتبط با این گسل لرزه زا می باشد.

از نظر تاریخی زمین لغزش ها و زمین لرزه های بزرگی در منطقه و حوالی اطراف آن رخ داده اند که مهمترین آنها زمین لغزش کهن سیمره می باشد .زمین لغزش کهن سیمره حدود یازده هزار سال پیش در زاگرس با جابجائی حجم زیادی از واریزه ها بوقوع پیوسته است .اکثر زمین شناسان این زمین لغزش را عظیم ترین زمین لغزش در نیمکره شرقی زمین قلمداد نموده اند .این زمین لغزش دریاچه هائی را در منطقه ایجاد نموده است.دریاچه گهر(واقع در 29 کیلومتری جنوب شرقی شهرستان دورود) به احتمال زیاد در اثر وقوع یک زمین‌لرزه با بزرگی زیاد بوجود آمده است .بنابراین از

آنجائی‌که این دریاچه کوهستانی بر روی گسل اصلی جوان زاگرس(قطعه دورود) قرار دارد احتمال می رود در اثر جنبش گسل دورود و رویداد یک زمین لغزش -سنگ ریزش تشکیل گردیده است.

۴-۷-۲. تشکیل ستاد مدیریت بحران پس از حادثه زلزله درب آستانه سیلاخور

ستاد مدیریت بحران، در پی پیش لرزه های شب قبل از زلزله، در محل فرمانداری شهرستان بروجرد تشکیل جلسه داده و در زمان وقوع زلزله تقریبا در آماده باش بسر می‌برد .لیکن در این زلزله کمک رسانی به موقع و سریع به خصوص در روستاها می‌توانست سازمان یافته تر باشد و ارگان‌های مختلف علی رغم تلاش‌های قابل تقدیرشان به دلیل عدم هماهنگی نتوانستند در روزهای آغازین به وجه مطلوب خدمت رسانی کنند. به طوری که از مهم‌ترین مشکلات در روزهای اولیه معضل چادر به عنوان سرپناه اولیه و نابسامانی در توزیع آن بود.

۴-۷-۳.نحوه اطلاع رسانی

پس از وقوع زلزله رسانه‌های عمومی وقوع زلزله را با بیان بزرگی و شدت زلزله و گزارش کمک رسانی هلال احمر به مناطق آسیب دیده اعلام کردند .اما نبود یک سخنگوی رسمی (از طرف ستاد مدیریت بحران، فرمانداری و یا وزارت کشور) که مرتباً اطلاع رسانی نماید و حجم کم برنامه های مرتبط با این زلزله در رسانه های ملی در روزهای پس از حادثه بر اشاعه شایعات در میان مردم دامن میزد. داغ بودن بازار شایعات و نبود یک سیستم اطلاع رسانی قوی و متمرکز در محل، موجب گسترش بیشتر شایعات شده و بسیاری از مردم شهرها و روستاهای زلزله زده (خانواده‌ها و به خصوص کودکان) از

وحشت وقوع زلزله مجدد در ترس و وحشت به سر می‌بردند .در این میان مشکلاتی از قبیل احساس کمبود امنیت، احتمال بارندگی، دردمندی بازماندگان، فقدان پول نقد، کمبود چادر، بدبینی مردم، تعطیلی ادارات استفاده از چادر مشترک و کمبود بهداشت، شرایط دشواری را برای زلزله زدگان ایجاد کرده بود. استفاده از یک سیستم واحد برای راهنمایی و اطلاع رسانی به مردم از طریق تلویزیون و رادیوی محلی از ملزومات منطقه بود که حتی با گذشت نزدیک به دو هفته پس از وقوع زلزله همچنان کمبود آن احساس می شد. مردم بروجرد عموما در خیابان‌ها به سر برده و به دلیل ترس از وقوع زلزله مجدد و پس لرزه‌ها، از بازگشت به منازلشان خودداری می‌کردند .به همین دلیل کمبود چادر به یک مشکل جدی در سطح مناطق زلزله زده اعم از خسارت دیده و خسارت ندیده تبدیل شده بود. از عواقب اطلاع رسانی محدود در زلزله درب آستانه سیلاخور، کمبود آمار کمک‌های ملی و بین المللی در منطقه بود، بطوری‌که کمک‌های ارسالی در سطح ملی متناسب با اطلاع رسانی محدود، کمتر از موارد مشابه بوده است.

از مهم‌ترین مشکلات اجتماعی منطقه ترس از عدم توانایی در تامین مایحتاج اولیه بازماندگان برای خانواده‌ها بود که عدم اطلاع رسانی صحیح، تعطیلی چند روزه خدمات شهری، نبود امکانات خدماتی، تعطیلی بانک‌ها، ادارات و موسسات دولتی و بخصوص کمبود چادر و ایجاد بازار سیاه اقلام ضروری، در القا آن و ایجاد ناامنی دخیل بود، بطوری‌که در سطح شهر در مواردی درگیری‌های پراکنده‌ای با نیروهای انتظامی بوجود آمد. متاسفانه وجود این بی نظمی‌ها منجر به اخلال در امر امدادرسانی و خدمات رسانی به مردم می‌گردید. برخی از مردم زلزله زده شهر دورود از نحوه کمک رسانی و تقسیم چادرها در بین آنها ناراضی بودند و عده‌ای از آنها در مقابل فرمانداری شهرستان دورود تجمع کرده بودند .تأخیر در توزیع چادرها باعث هجوم مردم به سمت کمک‌های

ارسالی و ایجاد هرج و مرج در توزیع چادرها گردیدکه خود باعث تضعیف روحیه بازماندگان بود. به عنوان نمونه در ساعت اولیه بعد از وقوع زلزله، انبار هلال احمر شهر دورود بوسیله عده‌ای سودجو غارت گردید و عملا انبار آماده هلال احمر بروجرد که باید سریع‌ترین کمک را به منطقه اعزام می نمود از دور خارج گردید. نبود امکانات باعث شد که ادارات هلال احمر در روز اول حادثه با هجوم مردم آسیب دیده در بروجرد و در برخی موارد سرقت اقلام امدادی مواجه شوند. در مقایسه با مناطق شهری، طبعاً احساس کمبود امنیت در مناطق روستایی بیشتر محسوس بود.

نتایج

سیستم‌های امنیتی شهرهای بزرگ در اثر وقوع بحران بسیار آسیب پذیر بوده و می‌توانند سریعاً دچار ناامنی شوند.ایجاد سیستم امنیتی – محلی – روستایی بسیجیان و آموزش‌های لازم توسط هلال احمر یا بسیج به جوانان محله ها و روستاها درحفظ امنیت منطقه بسیار کارآمد است. امنیت انبارهای هلال احمر و دیگر بخش‌های امداد رسانی با توجه به قریب الوقوع بودن اینگونه حوادث بسیار مهم است .پیشنهاد می شود انبارهای امداد و نجات هر منطقه در میان پادگان‌های نظامی احداث شود .با توجه به آمادگی تقریبا دائمی نیروهای مسلح و حفاظت بالا از پادگان‌ها در هنگام حادثه، امنیت این انبارها تامین شده و مانع سوء استفاده افراد سودجو خواهد گردید. میزان کمک‌های دولتی و مردمی نسبت مستقیم با اطلاع رسانی رسانه های ملی و مطبوعات دارد. سیستم اطلاع رسانی قوی و متمرکز برای جلوگیری از پخش شایعات، تکذیب شایعات و راهنمایی مردم توسط رادیوهای محلی و شبکه های محلی بسیاری ضروری است.

توزیع و اهدای کمک‌های امدادی از مهم‌ترین بخش‌های امداد رسانی است که انجام آن باید به طریقی صورت گیرد که در عین حفظ حرمت و احترام به شخصیت افراد، حقی از آنها تضییع نگردد .با وجود زحمات بیدریغ امدادگران در توزیع اقلام امدادی، وجود برخی نواقص و مشکلات باعث گردید تا ساکنان این مناطق مقابل ساختمان هلال احمر و فرمانداری‌های بروجرد و دورود تجمع کرده و خواستار رسیدگی به مشکلاتشان شوند .به رغم توزیع ۲۶۷۱۸ هزار چادر امدادی در میان حادثه دیدگان، ۱۵ تا ۲۰ هزار خانواده آسیب دیده نیز نیاز مبرم به اسکان موقت داشتند. بوروکراسی اداری در توزیع امکانات بویژه چادر از معضلات مهم در توزیع خدمات امدادی در منطقه بوده است. با این وجود مسئولان نهایت سعی و تلاش را در توزیع کمک‌های ارسالی بکار می‌بستند و حتی بعلت محدود بودن امکانات حمل ونقل و امنیت لازم از اتوبوس های شرکت واحد برای جابجایی اقلام امدادی استفاده می کردند.

۴-۷-۴. عملیات امداد و جستجو

۴-۷-۴-۱.عملیات امدادی -درمانی

اولین تیم های(امدادی-درمانی) اورژانس همزمان با نیروهای امدادی استان لرستان در ساعت ۹ صبح روز حادثه وارد منطقه زلزله زده شدند، و تقریبا همان روز عملیات انتقال مجروحین و کشته شدگان پایان یافت .در پی وقوع این زمین لرزه بلافاصله ۹۰ دستگاه آمبولانس، ۹۰ تیم فوریت های پزشکی و دو تیم تخصصی از استان‌های فارس و اصفهان، ۸ بالگرد و یک فروند هواپیمای آنتونف برای انتقال مصدومان به منطقه حادثه اعزام شدند .همچنین آمبولانس های امداد جاده ای نوروزی اورژانس، مستقر در جاده‌ها بلافاصله پس از وقوع این حادثه به سمت منطقه زلزله زده حرکت کردند. با توجه به

تعداد بالای مجروحین حادثه و عدم گنجایش پذیرش این تعداد مجروح و مصدوم در مراکز درمانی استان، تعداد زیادی از مجروحین آنها توسط بالگردها به استان‌های همجوار انتقال یافتند. شکستگی اندام و قطع عضو از جمله مهم‌ترین مصدومیت‌های زلزله زدگان بود.متاسفانه از ۸۸ خانه بهداشت و ۱۲ مرکز بهداشت درمانی در منطقه زلزله زده، ۱۶ خانه بهداشت در پی زلزله به طور کامل تخریب و چهار مرکز بهداشت و درمانی در اثر آسیب‌های وارده غیر قابل استفاده گردیدند.

۴-۷-۴-۲.عملیات جستجو و نجات

تجمع افراد غیر متخصص در محدوده آواربرداری نیز از مشکلات رایج در مناطق زلزله زده است که باعث می‌شود امر امدادرسانی به مصدومان و زیر آوارماندگان مختل گردد. در زلزله لرستان تیم های اعزامی از پادگان مهندسی بروجرد واقع در نزدیکی محل زلزله در ساعات اولیه رخداد زلزله با اعلام آماده باش، نیروهای خود را به منطقه اعزام کرده و با کمک افراد محلی توسط بیل و کلنگ به عملیات جستجو پرداختند. عدم وجود یک نظام واحد و یکپارچه در هدایت هرچه بهتر و سازماندهی افراد و تعیین شرح وظایف برای هرکدام از امدادگران و نظارت بر امداد رسانی صحیح آنها از کارایی مدیریت امداد می‌کاهد .لازم به ذکر است که در قسمت شهری زلزله (شهر بروجرد) بر خلاف مناطق روستایی بعلت خرابی محدود سازه ای احتیاج چندانی به انجام عملیات آوار برداری نبوده است.

تجربه های گرفته شده

استفاده از لودر در آوار برداری بویژه در ساعات اولیه باید با احتیاط کامل صورت گرفته و یا بطور کل کاربرد آن خودداری شود. نظر به آمادگی سریع و متمرکز نیروهای نظامی و نظم بالای آنها(تقریبا حجم بالای نیرو در یک منطقه)مناسب است که بخشی از وظایف اولیه امداد و نجات پس از آموزشهای لازم به نیروهای نظامی سپرده شود.

۴-۷-۵. اسکان موقت پس از زلزله

زلزله زدگان بخصوص در مناطق روستایی، با کمبود امکانات اسکان موقت و چادر مواجه بودند .در بعضی روستاها مردم با توجه به زلزله سال گذشته از چادرهای زلزله اردیبهشت ماه ۱۳۸۳ استفاده کرده بودند. آب و هوای مرطوب بارانی و سردی هوا و کمبود نایلون و نامناسب بودن چادرها(چادرهای شخصی) برای شرایط جوی، نیز از عمده مشکلاتی بود که در منطقه وجود داشت .با وجود فضای باز در اکثر مناطق و روستاهای آسیب دیده، محل استقرار آسیب دیدگان اغلب در کنارآوارها و گاهاً در مکان‌های غیر بهداشتی صورت گرفته بود.

۴-۷-۶ اقدامات بهداشتی

از زمان وقوع زمین لرزه اقدامات مستمری جهت حفظ بهداشت انجام گردید. به منظور ارتقاء سطح بهداشت مناطق زلزله زده این شهرستان کار نصب واحدهای بهداشتی و حمام از ابتدا آغاز گردید. همچنین خدمات فراوانی که از سوی شبکه بهداشت و درمان بروجرد جهت نظارت و کنترل آب منطقه و وضعیت بهداشتی و کنترل بیماری ها صورت می‌گرفت به علت ابعاد وسیع حادثه جواب‌گوی مشکلات منطقه نبود. تیم‌های

پزشکی مستقر در مناطق هر روز گزارش کار خود را به ستاد مرکزی ارایه داده و ستاد پس از جمع آوری و اولویت بندی‌گزارش‌ها سریعا موارد لازم را مورد بررسی قرار می‌داد .متأسفانه در بازدید انجام شده از روستاهای آسیب دیده از زلزله با وجود حضور تیم های مراقبت در این مناطق، گاهی وضعیت بهداشتی از نظر آب، غذا و بهداشت محیط نگران کننده بود، بطوری‌که تا سه روز پس از واقعه هنوز آب بسته بندی شده در اختیار آسیب دیدگان قرار نگرفته بود. بی توجهی به این موارد منجر به بروز حالت‌های ناخوشایندتر در افراد آسیب دیده شده و بازیابی روانی آنها را به تاخیر می‌اندازد. برای کنترل این شرایط سازمان‌های بهزیستی هلال احمر و مسئولان منطقه ای و کشوری می‌توانند نقش بسزایی داشته باشند. نکته دیگری که شاید در نگاه اول از اهمیت چندانی برخوردار نباشد، معضلات بهداشتی ناشی از باقی ماندن فضولات دامی و اجساد حیوانات تلف شده در اثر زلزله است. همچنین سم پاشی و مبارزه شیمیایی با آفات مزارع و توزیع علوفه از جمله اقدامات مهم در مناطق روستایی پس از وقوع زلزله است. زیرا علاوه بر تأثیر گذاری بهداشت منطقه تغذیه دام یو انسانی را نیز تحت الشعاع قرار خواهد داد.

شکل ۴-۴: نصب چادر در کنار فضولات دامی در روستاها. ماخذ(پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله سال ۱۳۸۵)

تجربه های گرفته شده

نصب سرویس‌های بهداشتی صحرایی بر اساس جمعیت هر منطقه صورت گیرد .با توجه به استفاده ازمخازن دفع فاضلاب، برنامه مشخصی جهت تخلیه آن در دستور کار قرار گیرد.در صورتی که اسکان در کمپ‌های بیرون از مناطق آسیب دیده و بدور از خرابی‌ها باشد این امکان وجود دارد که امداد رسانی و مسائل بهداشتی تحت کنترل قرار گیرند.

۴-۷-۷. کودکان

پس از وقوع هر زلزله وضعیت روحی و روانی کودکان زلزله زده بشدت آسیب می‌بیند . زیرا در هنگام وقوع چنین حوادثی والدین کودکان در هر خانواده به فکر تهیه امکانات اولیه زندگی هستند و کمتر به کودکان خود توجه می‌کنند. والدین باید در این ایام به فکر کودکان خود باشند و زمان بیشتری برای دلجویی از فرزندانشان صرف کرده تا حالت روحی آنها را به شرایط عادی برگردانند .درحالت عمومی ۴۰ درصد از جمعیت مناطق زلزله زده را کودکان تشکیل می دهند و این در حالی است که جزئی ترین مسایل و وقایع می تواند اثرات منفی بر ذهن کودک گذاشته و سلامت روانی او را تهدید کند. کودکان این مناطق به دلیل شرایط حاکم بر منطقه و ترس و وحشت ناشی از وقوع زمین لرزه آسیب پذیر بوده و باید نسبت به تقویت روحیه آنها اقدام نمود . مهم‌ترین چالش در مناطق زلزله زده بهبود وضعیت و برگرداندن شرایط به حالت عادی است. در این زلزله کانون پرورش فکری کودکان و نوجوان به منظور حمایت از کودکان مناطق زلزله زده روستایی بروجرد اقدام به ایجاد یک پایگاه در شهر بروجرد نمود.

اجرای کارگاه نقاشی، شعر، قصه گویی، برگزاری برنامه‌های فرهنگی و هنری و نمایش‌های عروسکی از جمله برنامه‌های در نظر گرفته شده برای بازگشت کودکان به آرامش بود.

تجارب گرفته شده

نیازهای غذایی کودکان شیر خوار در روزهای اول حادثه باید حتما در نظر گرفته شوند زیرا تغذیه این کودکان با کنسرو امکان پذیر نبوده و باید اقلام مناسب آنها تهیه گردند.

۴-۷-۸. شبکه های آبرسانی وانتقال نیرو وسوخت رسانی:

آب شرب مردم شهربروجرد از زمان وقوع زلزله تغییر رنگ داده و کدر گردیده بود که مشکل اصلی آن نبود فیلترهای مخصوص در مسیر چشمه گلرود که بخش اعظم آب بروجرد ازآن تامین می‌شود بوده است. مسئولان آب و فاضلاب شهرستان بروجرد اظهار داشتند که در صورت اتمام پس لرزه های ناشی از وقوع زمین لرزه در این شهر می توان امیدوار بود که هر چه سریع‌تر رنگ آب به حالت اولیه تغییر یابد، در غیر این‌صورت باید به فکر تصفیه‌خانه و یا نصب فیلترهای مخصوص در مسیر خط چشمه گلرود این شهر بود. آب مصرفی شهر بروجرد از۲۱ حلقه چاه و چشمه گلرود تامین می شود. در موقع زلزله شبکه های آبرسانی اکثر روستاها دچار مشکل شد و به رغم استقرار تانکرهای آبرسانی و توزیع بطری های آب آشامیدنی در محل حادثه، ساکنان روستاهای منطقه همچنان از آب‌های لوله کشی آلوده استفاده می کردند که خود عامل مهم در ابتلا برخی مردم به بیماری‌های اسهال و استفراغ بود.

شبکه سوخت رسانی شهر بروجرد و دورود از طریق انبار نفت تامین می شود و بعلت آسیب ندیدن انبارهای سوخت رسانی بروجرد و پمپ بنزین‌ها، توزیع سوخت در سطح مطلوبی انجام می‌شد و نقصی در این مورد مشاهده نگردید. شبکه برق رسانی بروجرد با قدمت تقریبی ۳۰ سال با مشکلات عدیده ای به جهت فرسودگی تجهیزات روبرو بوده که خود بر آسیبهای ناشی از زلزله افزوده است .در روزهای نخستین وقوع زلزله تعمیر شبکه برق رسانی به صورت موقت و صرفاً برای برآورد نیازهای اولیه مردم صورت گرفته است. بطوری‌که در مقابل وقوع یک طوفان یا شرایط بحرانی جدید به شدت آسی بپذیر است .در اثر زلزله اغلب سیستم‌های نگهدارنده بتنی و کابل‌های برق و برخی ترانسفورماتورها آسیب دیدند و قطع شدند. در مجموع نزدیک به۳۸میلیارد ریال خسارت به تأسیسات و تجهیزات شبکه ۲۰ کیلوولت و فشار ضعیف صنعت برق این استان وارد گردید.

۴-۷-۹. ساختمان‌های ویژه

مراکز آتش نشانی شهر بروجرد در اثر زلزله دچار آسیب‌های غیر سازه‌ای شدند، اما ماموران آتش نشانی در حالت آماده باش کامل در بیرون از ساختمان آتش نشانی قرار داشتند.

ساختمان شهرداری بروجرد در اثر زلزله دچار آسیب های سازهای و غیر سازهای شدیدی شده بود، بطوری‌که هیچ کدام از کارکنان در داخل ساختمان حضور نداشتند و دفتر شهردار شهر در داخل حیاط شهرداری در زیر چادر برپا شده بود.

شهر بروجرد دارای پنج بیمارستان بزرگ است که تنها دچار آسیب‌های غیر سازه ای محدود شده و مشکلی در روندخدمت رسانی آنها بوجود نیامده بود.

۴-۷-۱۰.کمک‌های ارسالی

کمک‌ها، تجهیزات و نیروهای امدادی از سوی سازمانهای امداد و نجات استان‌های اصفهان، کرمانشاه، چهارمحال و بختیاری، همدان، مرکزی، ایلام، خوزستان، تهران، کردستان و لرستان به مناطق زلزله زده استان لرستان ارسال و اعزام شدند .همچنین یک تیم ارزیابی سریع سازمان ملل متحد مناطق زلزله زده جهت تعیین میزان خسارت‌های وارده به منطقه اعزام گردیدند.

تجربه های گرفته شده

میزان کمک‌های دولتی و مردمی نسبت مستقیم با اطلاع رسانی رسانه های ملی و مطبوعات دارد. بکارگیری پتانسیل های منطقه برای رفع مشکل (مانند شناسایی انبارهای مواد غذایی – پوشاک ودیگر مایحتاج) در موقع بحران و سپس جایگزین کردن آنها پس از زلزله بصورت نقدی یا موارد تشویقی کمک زیادی در تامین احتیاجات آسیب دیدگان خواهد کرد. استفاده از پیش بینی های سازمان هواشناسی برای تعیین وضعیت آب و هوایی مناطق زلزله زده در نوع کمکهای مورد نیاز افراد آسیب دیده بسیار حائز اهمیت است، از جمله این موارد می توان به نوع چادرهای اهدایی اشاره نمودنیاز اصلی مردم در روزهای اول حادثه صرفاً چادر و غذا می باشد که باید به نحوه احسن رسیدگی شود. در سیستم مدیریت بحران کشور میزان کمک‌ها و بزرگی زلزله با تعداد کشته شدگان ارتباط مستقیم دارد، در زلزله اخیر با وجود تعداد کشته شدگان محدود، وسعت خرابی بسیار بالا بود.

۴-۷-۱۱. جمع بندی مشکلات بوجود آمده

۱. شرایطی که ترس از وقوع زلزله مجدد موجب ترک منـازل شـده بـود، بخصـوص در شهرستان بروجرد کمبود چادر برای سپری کردن ساعات شـبانه روز در بیـرون منـازل مشکل اصلی و اساسی ساکنین بود.

۲. شکسته شدن شیشه‌های منازل بر اثر زلزلـه، رسـیدگی جـدی بـه وضـعیت امنیـت منطقه جهت جلوگیری ازسرقت‌های احتمالی امری ضرروی بود.

۳. امکانات امدادی بصورت مناسب توزیع نمی‌گردید.

۴. در اثر کمبود نان صف‌های طویل در نانوایی‌های شهرهای اطراف روسـتاهای آسـیب دیده مشاهده می گردید.

۵. هجوم آسیب دیدگان برای تهیه اقلام امدادی و شکل‌گیری بازار سیاه احتیاجات اولیه از معضلات پس اززلزله بود.

۶. مردم در معابر و پارک‌ها با روشن کردن آتش و استفاده از پتو خود را در مقابل سرما حفظ می‌کردند.

۷. تهیه پول نقد بعلت خالی شدن عابر بانک‌ها و تعطیلی بانک‌ها بسیار دشوار بود.

۸. گسترش شایعات درباره وقوع زلزله شدیدتر، آرامش عمومی را مختل کرده بود.

۹.خطر طغیان رودخانه‌های دورود و روستاهای اطراف و وخامـت شـرایط آب و هـوایی احتمال بروز شرایط بحرانی را تشدید می کرد.

۱۰. سر و سامان دادن دام‌ها و تامین علوفـه آنهـا بـرای روسـتاییان از اهمیـت زیـادی برخوردار است، لذا کار آمار برداری از جایگاه‌های دام و انبار علوفه خسارت دیده در این مناطق نظر به تامین معاش مردم باید در اولویت قرار می گرفت.

۱۱. تعطیلی نسبی شهر باعث کندی خدمت رسانی و ارائه خدمات شده بود.

۱۲. سرویس های بهداشتی مناطق حادثه دیده وضعیت نامطلوب داشته و دیر نصب گردید. به نظر می رسید احداث سریع‌تر و بیشتر سرویس بهداشتی در منطقه بسیار مبرم و مورد نیاز باشد.

۱۳. نصب چادرهای هلال احمر اکثرا توسط نیروهای متخصص به نحوه مطلوبی انجام شده است.

۱۴. لوازم بهداشتی توزیع شده در سطح مناطق آسیب دیده بسیار محدود میباشد.

۱۵.با وجود امداد رسانی گروه ها، عدم نظارت بر نحوه صحیح امداد رسانی بسیار مشهود بود، بطوری‌که با وجود آمارهای بسیار بالای اقلام امدادی اکثر مردم ناراضی بودند

۱۶. بر خلاف بعضی از زلزله های گذشته اسکان در کمپ‌های مخصوص هلال احمر دیده نمی شد.

۱۷. با توجه به وجود پایگاهای بسیج و شوراهای روستایی در اکثر روستاها، انتظار می‌رفت که در حفاظت از روستای محل سکونت کارآمدتر عمل نمایند.

بطور کلی باید با مستندسازی فعالیت‌ها و تجارب بدست آمده در بلایای طبیعی از جمله زلزله های بم و لرستان و... دستورالعمل هایی را برای استفاده در موارد مشابه تهیه واز آن برای کاهش خسارات جانی ومالی استفاده کنیم. بکارگیری سیستم‌های تشویقی بخش خصوصی و محلی استانی و یا استانهای معین در کمک به حل بحران نظیر تخفیف مالیاتی، عوارض های مختلف گمرکی و ... بسیار مؤثر خواهد بود. راه‌های ارتباطی به مناطق زلزله زده توسط علامت‌ها و رنگ‌های خاص علامت‌گذاری و نشانه گذاری شود.ایجاد هماهنگی بین تشکیلات ستاد حوادث غیر مترقبه در سطح استانها و شهرستان‌ها برای جلوگیری از ناهماهنگی تصمیمات پس از وقوع بحران نیز موثر خواهد بود. برای افزایش کیفیت خدمات رسانی مدیریت بحران را می توان به اجزای کوچک‌تر

گسترش داد .مثلادر سطح کشور، در سطح استان، در سطح شهر، در سطح روستا و در سطح محله بیمه به عنوان وسیله ای برای کاهش اثرات حادثه می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.همچنین باارتقای سطح آگاهی و ایجاد آمادگی با برگزاری هر چه بیشتر مانورهای آمادگی زلزله برای ستادهای مدیریت بحران، نیروهای انتظامی و نظامی استان‌ها، مدارس و دانشگاه‌ها در موارد مشابه از این دانش و تجارب به نفع خود و خوانواده وجامعه خود گام برداریم.

خلاصه

در برنامه آموزشی جامعه، افرادی که به وسیله بحران تهدید می‌شوند، باید بیاموزند که در انتظار چه بحرانی باید باشند و در زمان بحران چگونه با آن برخورد نمایند و چه اقداماتی ضروری است. ضمن آموزش، با سیستم‌های هشداردهنده آشنا شده و فرآیند واکنش نسبت به بحران را فرامی‌گیرند و منتظر کمک‌ها و همکاری‌هایی که ممکن است از دولت، سازمان‌های مردمی و سازمان‌های بین‌المللی دریافت کنند خواهند شد. همچنین آموزش‌گران بایستی ضمن یاددهی، از مردم منطقه در مورد مسائل و کمبودهای طرح‌های آمادگی اطلاعاتی کسب نمایند.

بایستی فرصتی ایجاد نمود که با تاکید بر برنامه‌های آموزشی، نقاط خالی و ضعف اقدامات واکنشی شناخته شوند و آگاهی لازم در بازنگری مداوم در طرح‌ها حاصل گردد. برای این منظور لازم است هر چند ماه یکبار یک برنامه عملیاتی با تجسم بحران فرضی انجام گیرد. با اجرای تمرین و مانور می‌توان اجزا و کلیت طرح های مقابله با بلایای طبیعی را آزمایش، ارزیابی و به طور مستمر مورد تجدید نظر و تکامل قرارداد. مانورها، عملکرد

سازمان ها و افراد را مشخصکرده و معیاری برای سنجش اجرایی بودن و عملکرد برنامه مدیریت حوادث هستند. همچنین حرکاتی نظیر فرار، نجات، تخلیه، رساندن مواد ضروری، برپا کردن پناهگاه و ارزیابی نیاز به تمرین و آمادگی دارد.

خودآزمایی

۱. به منظور آماده سازی مدیران شهری برای مقابله با وضعیت های اضطراری چه راه‌کارهایی را پیشنهاد می‌کنید؟

۲. نقش شهرداری‌ها را در مقابله با حوادث طبیعی تبیین کنید.

۳. آمادگی،ظرفیت و توان شهرداری ویا ارگانهای شهری محل زندگیتان را در برابر حوادث طبیعی احتمالی در آن شهر ارزیابی کنید.

۴. EAP چیست؟

۵. شهرهای تاب آور چه ویژگی هایی دارند؟

۶. به منظور آماده سازی شهروندان برای مقابله با بلایای طبیعی چه راه‌کارهایی را پیشنهاد می‌کنید؟

۷. مانورها به چه منظور به کار برده می‌شوند و به چند دسته تقسیم می‌شنود؟ توضیح دهید؟

۸. مانورهای انجام شده در کشور را ارزیابی کنید. برای بهتر برپا شدن مانورها چه راهکارهایی را پیشنهاد می‌کنید؟

۹. روش‌هایی را برای مقابله با حوادث طبیعی سیل و زلزله در زمان قبل از بحران، حین و بعد از بحران بیان کنید؟

فهرست منابع و مراجع

۱. اداره هماهنگی امداد سوانح، سازمان ملل متحد؛ ژنو- سرپناه پس از سانحه، رهنمودهایی در زمینه امداد، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، وزارت مسکن و شهرسازی-اکتبر ۱۹۸۷.

۲. احمدی، حسن،«نقش شهرسازی در کاهش آسیب‌پذیری شهر، مسکن و انقلاب،۱۳۷۶.

۳. اسکیننر و مرشام،«مدیریت سوانح»، ترجمه جعفری، محمدرضا، انتشارات دانشگاه تهران،۱۳۸۷.

۴. اسمیت،کیت،«مخاطرات محیطی»،ترجمه مقیمی،ابراهیم و گودرزی نژاد،شاپور،انتشارات سمت،۱۳۸۲.

۵. اشرفی " مجموعه قوانین ومقررات شهرداریها" گنج دانش، ۱۳۸۳

۶. آیسان، یاسمین و دیویس، یان،«معماری و برنامه ریزی بازسازی»، ترجمه علیرضا فلاحی،تهران، دانشگاه شهید بهشتی،۱۳۸۵.

۷. آقا بابایی و صالحی " شهرهای تاب آور ، مفاهیم و مدلها" بی جا،۱۳۸۹

۸. بحرینی، حسین و آخوندی، عباس،« مدیریت بازسازی مناطق آسیب دیده از سوانح طبیعی»، دانشگاه تهران،۱۳۷۹.

۹. بحرینی، حسین وهمکاران،برنامه ریزی کاربری زمین در مناطق زلزله خیز(منجیل، لوشان، رودبار)، مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی، نشر لیلی، ۱۳۷۵.

۱۰. بدری، سیدعلی، «آشنایی با مدیریت بحران (اصول و مبانی)»، جزوه آموزشی سازمان شهرداریها و دهیاریها،۱۳۸۴.

۱۱. برگی،خسرو،«اصول مهندسی زلزله»، مؤسسه انتشارات جهاد دانشگاهی (ماجد)،۱۳۷۳.

۱۲. بیرودیان، نادر، « مدیریت بحران»، اصول ایمنی در حوادث غیر منتظره، انتشارات جهاددانشگاهی مشهد،۱۳۸۵.

۱۳. پژوهشکده زلزله شناسی پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله «گزارش فوری زمین لرزه ۱۱ فروردین ۱۳۸۵ درب آستانه (سیلاخور)»، ۱۳۸۵.

۱۴. تجریشی، مسعود: «مدیریت سیل در محدوده شهرها، طرح وزارت مسکن و شهرسازی»، آذر ۱۳۷۶.

۱۵. تن برگ دیودونیه ،« مدیریت بحران» ، ترجمه علی ذوالفقاریان اصل ، چاپ اول ، انتشارات حدیث ،۱۳۷۳.

۱۶. توماس ای .درابک، و جی هواتمر، جرالد،« مدیریت بحران، اصول و راهنمای عملی برای دولت های محلی»، انتشارات شرکت پردازش و برنامه ریزی شهری وابسته به شهرداری تهران،۱۳۸۳.

۱۷. ثانی،مصطفی،«اثرات سیل در استان گلستان و مدیریت مقابله با آن در شرایط بحران»،دومین کنفرانس بین المللی مدیریت جامع بحران در حوادث غیرمترقبه طبیعی،۱۳۸۵.

۱۸. جهانگیری،کتایون، اصول و مبانی مدیریت بحران، موسسه آموزش عالی علمی-کاربردی هلال ایران،۱۳۸۸.

۱۹. چیتی, محمد حسن:« انحراف سیلاب», کاگاه آموزشی تخصصی مهار سیلاب رودخانه‌ها, انجمن هیدرولیک ایران, اردیبهشت ۱۳۷۶.

۲۰. حسینی، مازیار، «مدیریت بحران»، مؤسّسه‌ی نشر شهر،۱۳۸۷.

۲۱. حسینی،مازیار و ابراهیمی،محسن و حسینی جناب،محسن،مدیریت بحران شهر تهران و مانور، مجله الکترونیکی راه و ساختمان،۱۳۸۲.

۲۲. حمیدی، ملیحه،«نقش برن امه ریزی و طراحی شهری در کاهش خطرات و مدیریت بحران»، مجموعه مقالات کنفرانس بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، جلد دوم،۱۳۷۴.

۲۳. خالدی، شهریار،« بلایای طبیعی»، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران،۱۳۸۰.

۲۴. داننده مهر، علی،« اندازه‌گیری و ارزیابی میزان خسارات ناشی از سیلاب‌ها»، دهمین کنفرانس دانشجویی مهندس عمران، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، آبان ۱۳۸۲.

۲۵. سعیدی،علیرضا،«آشنایی با بحران‌های پس از زلزله در ایران»،دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت جامع بحران در حوادث غیرمترقبه طبیعی،۱۳۸۵.

۲۶. شریعت جعفری، محسن،«زمین لغزش »،انتشارات سازه،۱۳۷۵.

۲۷. شکیب، همزه و علی مقدسی موسوی،« مدیریت بحران در پایتخت، مجموعه مقالات دومین سمینارساخت و ساز در پایتخت»، ۱ تا ۳ خرداد، دانشگاه تهران، ۱۳۸۵.

۲۸. صالحی ، اسماعیل ۱۳۷۷ " راهنمای مدیریت بحران وقایع طبیعی "انتشار مرکز مطالعات برنامه ریزی شهری" معاونت هماهنگی امور عمرانی وزارت کشور

۲۹. صالحی،اسماعیل، " درسنامه شهرسازي در برابر بایاي طبیعي " کارشناسي ارشد سوانح دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران، ۱۳۸۸

۳۰. صالحی،اسماعیل،« ساختار اداری سازمان ها در سوانح طبیعی»ضمیمه ماهنامه شهرداری ها شماره ۵۸، ویژه نامه زلزله شماره ۱۲،۱۳۸۲.

۳۱. طاهری بهبهانی، محمد و همکاران، «مجموعه مباحث و روش‌های شهرسازی،کنترل سیل در طرح ریزی شهری»، مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی ومعماری ایران،۱۳۷۱.

۳۲. عبدالهی،مجید،«مدیریت بحران در نواحی شهری(زلزله و سیل)»،انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور،۱۳۸۳

۳۳. عادلی،حجت الله،«مهندسی زلزله»، جلد اول،انتشارات دهخدا، ۱۳۷۹.

۳۴. عصار، محمد و ابوالحسن قدیم، «راهنمای بهسازی در بلایای طبیعی»، تهران، ۱۳۷۳.

۳۵. علمداری، شهرام، جامعه آماده (۱)، اصول آماده سازی جوامع وسازمان هابرای شرایط اضطراری، نشر نواندیشان آریا، چاپ اول، ۱۳۸۴

۳۶. فاروقی،علیرضا،زلزله در تهران: احتمال وقوع و بزرگای محتمل،۱۳۸۴.

۳۷. فرزانگان،اسماعیل،«مفاهیم بنیادین زلزله با نگاهی به لرزه خیزی ایران»،سمینار آموزشی،۱۳۸۳.

۳۸. قلندر زاده همکاران،«مدیریت ریسک زلزله»،دومین کنفرانس بین المللی مدیریت جامع بحران در حوادث غیرمترقبه طبیعی،۱۳۸۵.

۳۹. محمدی، حسین،«مخاطرات جوی»، انتشارات دانشگاه تهران،۱۳۸۷.

۴۰. مرکز مطالعات و خدمات تخصصی شهری و روستایی، پژوهشکده علوم انسانی و اجتماعی جهاد دانشگاهی،«مدیریت بحران شهری»،۱۳۸۵.

۴۱. ملک محمدی،بهرام و تجریشی،مسعود،«روش مناسب اجرای برنامه بیمه سیل در مدیریت بحران سیلاب در مناطق شهری»،دومین کنفرانس بین المللی مدیریت جامع بحران در حوادث غیرمترقبه طبیعی،۱۳۸۵.

۴۲. مهدوی‌نیا،جعفر همکاران،دومین کنفرانس بین المللی مدیریت جامع بحران در حوادث غیرمترقبه طبیعی،۱۳۸۵.

۴۳. نجفی پور،فرزین،«ضرورت ایجاد طبقه بندی سیل جهت مقابله اصولی با خطرات آن»، کارگاه‌های فنی کمیته ملی آبیاری وزهکشی ایران، همزیستی با سیلاب،۱۳۸۵.

۴۴. نیک صفت،غلامرضا،مدیریت کاربری اراضی در سیلابدشت، مجله عمران دنشگاه شریف،دانشکده مهندسی عمران،شماره ۲۲، زمستان۱۳۷۶.

45. Birkmann, j., (2006), measuring the “Immeasurable” vulnerability Assessment, Expert Working Group and Launch, UN-Headquarterss, united nation university, Institute for Environment and Human security, New York.

46. Carl-Michael Coyet et al., Towards Better Practices in Housing and Construction: A Review of Experiences and Practices in the Red Cross and Red Crescent Movement (Geneva: IFRC, 2002)

47. EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database - www.em-dat.net– Université Catholique de Louvain – Brussels – Belgium

48. International Federation of Red Cross and and Red Crescent Societies.june 2000, Disaster Emergency Needs Assessment, Disaster Preparedness Training Programme.

49. Kent R., Disaster preparedness, UNDP Disaster management Training Programme, 2nd Edition, 1994.

50. Manual and guidelines for comprehensive Flood Loss Prevention and Management, Escap, UN.Jan 1991

51. Naeim, farzad, The Seismic Design Handbook, 2nd Edition, Kluwer Academic Publishers, Boston, MA, 2001

52. Rehabilitation & Reconstruction: Disaster Management program(UNDP,DHA-2004)

53. Sinha, P.C. (2006) “Disasters, Vulnerabilities and Risks; Trends, Concepts, Classifications and Approach”, SBS Publishers & Distributors PVT. , pp 15-16

54. Sultan Barakat, Rebuilding and Resettlement, 9 Years Later: A Case Study of Contractor-built Reconstruction in Yemen Following the 1982 Dhamar

55. Tabatabai R.M.M: Introduction to Flood Control Management, Power and water Institute Of Technology, Lecture notes, Tehran 2003

56. UNDP Executive summary, 2005.Reducing disaster risk: a challenge for development, Geneva.

57. UN/ISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction), 2004, living with Risk. A global review of disaster reduction intiative. United Nation. Geneva.

وزارت کشور
سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور
پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی

استانداری سیستان و بلوچستان
معاونت امور عمرانی
دفتر امور شهری و شوراها

پژوهشکده مدیریت شهری و روستایی
تهران ـ بلوار کشاورز
ابتدای خیابان نادری
پلاک ۱۷
تلفن : ۸۸۹۸۶۳۹۸
نمابر: ۸۸۹۷۷۹۱۸
www.imo.org.ir

ISBN:978-600-5950-79-3

قیمت : ۶۵۰۰۰ ریال