

مخاطرات ناپای

در رویکرد مدیریت کارآمد خطر و خطرپذیری

دکتر رسول صمدزاده

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل

r-samadzade@yahoo.com

چکیده

به سبب ماهیت خاص مناطق کوهستانی و پویایی آنها که برآیند تلفیق عوامل متعددی از قبیل فعالیتهای زمین‌ساختی، نوسانها و تغییرات آب و هوایی، ... است، این مناطق و دامنه‌های آنها سیستمهای ژئومورفیک ناپایدار و آسیب‌پذیری محسوب می‌شوند. این در حالی است که مناطق مذکور از دیرباز به عنوان پهنه‌های خوش آب و هوا و بیابانی مورد توجه ساکنین آنها بوده‌اند. هم‌چنین، دره‌های رودخانه‌ای که بیشتر خطوط ارتباطی کشور در امتداد مجاری جریانی آن احداث شده‌اند، و در حال حاضر صرف‌نظر از برخی تنگناها، به عنوان مناطق با توان بالای تفرجگاهی ارزش‌گذاری می‌شوند.

پژوهشهای ژئومورفولوژیکی جدید، علاوه بر این که پیشبرد درک علمی مسائل مربوط به ناپایداریهای سطحی را به دنبال داشته‌اند، به همراه تجربیات حاصله از رویداد این قبیل پدیده‌ها، بر تری فعالیتهای انسانی را در تحریک حرکات توده‌ای و تشدید ناپایداریها آشکار ساخته‌اند. امروزه مواردی هم‌چون حاکمیت روند مثبت جمعیتی، فشار فزاینده طبقات بر تر جامعه بر تصرف مناطق پایدار تر و محله‌های دارای موقعیتهای ممتاز محیطی، اقتصادی و... وجود تقاضا بین طبقات پایین‌دست برای تصاحب مناطق مجاور که در موارد متعددی با برخی تنگناهای طبیعی هم‌چون سیل، ناپایداریهای دامنه‌ای و... مواجه هستند، رشد شتاب‌آلودی پیدا کرده‌اند. این تقاضاهای فزاینده به ویژه در نبود سیاستها و برنامه‌ریزیهای کارآمد، در بیشتر موارد تبعات و اشتباهات هزینه‌بری را به جامعه و ساکنین مناطق تحمیل کرده‌اند که احتمالاً هر از چند گاهی از طریق وسایل ارتباط جمعی از عواقب و تلفات آن باخبر می‌شویم.

چنین خطراتی را می‌توان با اعمال مدیریت صحیح حذف کرد و یا دست‌کم کاهش داد. در این راستا، امروزه مدیریت خطرپذیری و مخاطرات ناپایداریه‌های دامنه‌ای، به عنوان رویکردی نو و در عین حال جدی در مطالعات علوم زمین مخصوصاً «ژئومورفولوژی کاربردی» مطرح است. این رویکرد به جای پرداختن به روش «حل مسئله» و اتخاذ راهبرد «گریز»، بر برنامه‌ریزیهای مناسب بلندمدت به منظور فراهم ساختن چارچوبهای اساسی و اعمال مدیریت کارآمد ناپایداری برای کاهش خطر و لحاظ کردن سیاست توأم با عمل، تأکید دارد.

کلیدواژه‌ها: مدیریت خطرپذیری، ناپایداری دامنه‌ای، عناصر در معرض خطر آسیب‌پذیری.

مقدمه

در مفهوم کلی و غیر فنی، خطر تحت عنوان «فرایندها، موقعیتهای و کنشها یا واکنشهایی تعریف می‌شود که توانایی وارد آوردن خسارات، زیان یا تأثیرات ناگوار دیگر، بر چیزهای ارزشمند برای انسان را دارد» [گروزیه و گلید ۲۰۰۵]. لذا این مفهوم برای تمامی طبقات جامعه مصداق پیدا می‌کند. برای مثال، رویداد رانش زمین و یا زمین‌لرزه‌ای ویرانگر در منطقه‌ای خاصی، یک خطر محسوب می‌شود. اگرچه امکان رویداد تأثیرات منفی خطر قابل درک است، ولی تشخیص زمان رویداد آن معلوم نیست. بنابراین احتمال یا امکان رویداد حادثه‌ای با بزرگی مشخص و در دوره زمانی خاص، عموماً یک

داریهای دامنه‌ای

تجربه‌ی مربوط به مسائل پایداری و ناپایداری دامنه‌ها و تغییر نگرش به این پدیده‌ها می‌گذرد. خطر زمین‌لغزش را می‌توان به عنوان «فرایند فیزیکی بالقوه با توان خسارت‌زایی، به دلیل خصوصیات پیچیده و ویژه‌ای که با بزرگی و فراوانی مشخص اتفاق می‌افتد»، تعریف کرد. از طرف دیگر، خطرپذیری زمین‌لغزش، «تأثیر یا آسیب، خسارت و یا هزینه‌های پیش‌بینی‌شده مرتبط با خطر است.» در واقع خطر را می‌توان با عبارتهای «چه چیز؟»، «کجا؟»، «چه وقت؟»، «با چه قدرت؟»، و «چند وقت به چند وقت؟» به همراه شناخت تغییرات در رفتارهای زمانی و شرایط مکانی مشخص کرد. آزمون نهایی «پیش‌گویی»^۲ خطر زمین‌لغزش، «پیش‌بینی»^۳ خواهد بود که عبارت است از توانایی اظهارنظر در مورد این‌که در مکانهای ویژه، «کجا» و «چه زمانی» رویدادهایی اتفاق خواهد افتاد و آن رویدادها چه خواهند بود. توانایی دانش بشری برای پیش‌بینی خطر زمین‌لغزش با این دقت محدود است، لذا پیش‌گوییهای خطرپذیری و مخاطرات زمین‌لغزشها عمدتاً بر حسب احتمالات بیان می‌شوند [کروزیه و گلید، ۲۰۰۴].

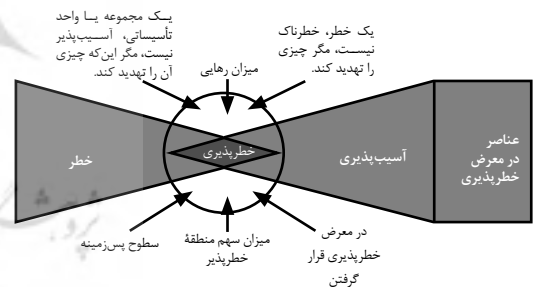
مطالعات خطرپذیری و خطر زمین‌لغزش عملاً در قلمرو مباحث علمی، اجتماعی و فرهنگی قرار می‌گیرند. مدیریت و پژوهش کارآمد خطرپذیری، مستلزم دامنه وسیعی از علاقه‌مندیها و نگرانیهاست. متولیان و مدعیان بسیاری وجود دارند که به طور مستقیم یا غیر مستقیم با مسائل مربوط به شناسایی خطرپذیری و یا اعلام معیارهایی برای کاهش خطرپذیری درگیر هستند. آنان عبارت‌اند از:

- مدیران، تصمیم‌گیرندگان و افرادی که مسئول اجرا و نظارت بر سیاستها هستند
- زمین‌داران و کسانی که از طریق خرید و فروش املاک و مستغلات به درآمدهای سرشاری دست می‌یابند و یا گذران زندگی می‌کنند.
- مؤسسه‌ها، شرکتها و یا شخصیت‌های حقیقی که اختلال در شریانهای حیاتی جامعه، مانند خطوط سوخت، آب، مخابرات، حمل و نقل و... امورات آنها را تحت الشعاع قرار می‌دهند.
- مؤسسه‌های مالی و نمایندگان بیمه.
- دستگاه‌های انتظامی و دیگر سازمانهای دولتی که بر فعالیتهایی از قبیل صدور موافقت‌نامه و مجوز، و مسئولیتهای آنی مدیریتی نظارت دارند.
- سیاستمداران صاحب‌منصب، علاقه‌مند و داوطلب.
- تأمین‌کنندگان و سرویس‌دهندگان، شامل دانشمندان، تکنیسینها، مشاوران، مهندسان، ارزیابان و پیمانکاران.
- گروه‌های عمومی ذی‌نفع و سازمانهای غیر دولتی، از قبیل ژانسه‌های

تهدید به حساب می‌آید و از لحاظ فنی، این شرایط ناگوار به عنوان خطر قلمداد می‌شود.

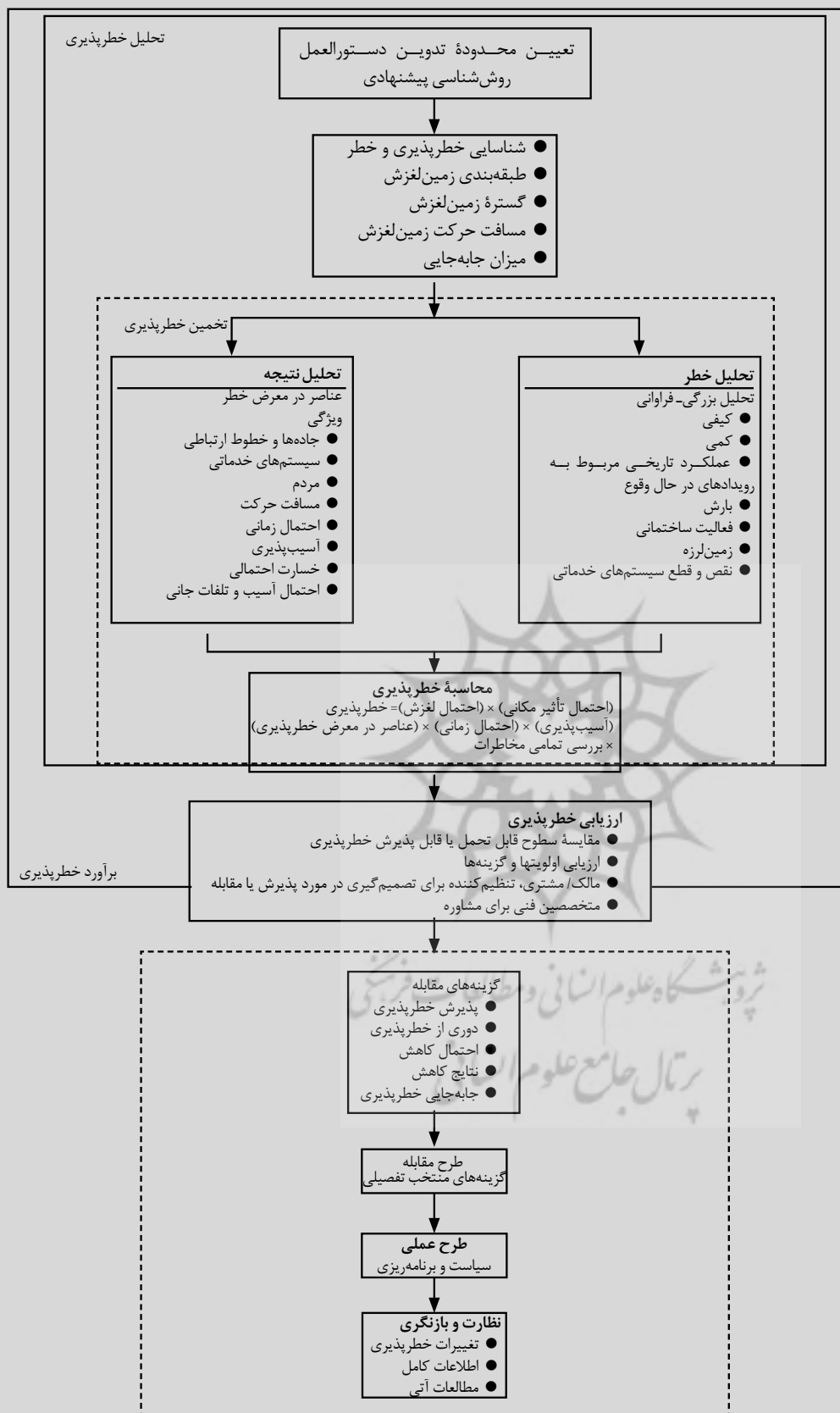
بنابراین در حالت کلی، اصطلاح خطر دارای دو معنی متفاوت است: نخست فرایندها یا فعالیت‌های طبیعی که به طور بالقوه خسارت‌زا هستند، و دوم حالت یا وضعیت تهدیدکننده‌ای که احتمال رویداد آن وجود دارد. نتیجه رویداد خطر می‌تواند بزرگ و یا کوچک و در عین حال مستقیم یا غیر مستقیم باشد. بدیهی است که نتایج به زمین‌های که خطر در آن اتفاق می‌افتد، عناصر و خصوصیات ویژه‌ای که تحت تأثیر قرار می‌گیرند و ارزش و سطح اهمیت آنها بستگی دارد.

به بیان ساده، مفهوم عمده خطرپذیری را می‌توان در دو مؤلفه خلاصه کرد: احتمال رویداد برخی حوادث ناگوار و نتایج متعاقب آن. در این صورت، سطح خطرپذیری ترکیبی است از این دو مؤلفه. بنابراین، «سطح خطرپذیری» از تداخل خطر با میزان عناصر در معرض خطرپذیری از طریق آسیب‌پذیری آنها به دست می‌آید (شکل ۱).



شکل ۱. رابطه مفهومی بین خطر، عناصر در معرض خطرپذیری، آسیب‌پذیری و خطرپذیری [الکساندر و ۲۰۰۲]

درون سیستمهای محیطی در مناطق دارای ناپایداریهای دامنه‌ای که زمین‌لغزشها رایج‌ترین و عمومی‌ترین آنها هستند، به‌عنوان یکی از مخاطرات محیطی، شناسایی شده‌اند، در بررسی چنین مواردی، بر رویدادها و موقعیتهای بالقوه خطرناک ناشی از تأثیرات و رفتارهای متقابل هوا، کره، زیست کره، سنگ کره، و آب کره تأکید می‌شود. نظر به این‌که نیروهای طبیعی مسئول پیدایش شرایط تهدیدآمیز هستند، از این رو «مخاطرات»^۱ طبیعی را باید از مخاطرات سیستمهای دیگر تفکیک کرد؛ اگرچه موقعیتهای متعددی وجود دارند که در آنها تفکیک بین سیستمها ممکن نیست. مفاهیم عمومی مربوط به خطرپذیری و خطر که در بالا به آنها اشاره شد، عیناً برای زمین‌لغزشها نیز قابل اطلاق هستند؛ اگرچه ممکن است در قالب اصطلاحات تخصصی‌تر فرایندی بیان شوند. بیش از دو سده از علم و



شکل ۲. نمودار مراحل کامل مدیریت خطرپذیری لغزش [انجمن ژئومکانیک استرالیا، ۲۰۰۰]

امداد و نجات و گروه‌های محیط‌زیست.

● رسانه‌ها.

هنگام ارزیابی خطرپذیری و یا انتخاب گزینه‌های برخورد با خطرپذیری، تقسیم نقش همه گروه‌های درگیر در قالب یک چتر مدیریتی، مسئله اساسی در «مدیریت خطرپذیری» است.

برآورد خطرپذیری زمین‌لغزش و مدیریت خطرپذیری

در بیشتر جوامع، هدف نهایی مطالعات خطرپذیری و مخاطرات زمین‌لغزش، برآورد دقیق سطح تهدیدات این پدیده است که به تعیین معیارهای عینی، تجدیدپذیر، معنی‌دار و قابل دفاع خطرپذیری نیاز دارد. به فرایند تعیین چنین معیاری از خطرپذیری، برآورد «خطرپذیری»^۴ اطلاق می‌شود. سپس سطح برآورد شده خطرپذیری با توجه به نتایج عاید شده از وضع موجود مناطق در معرض خطرپذیری و «تحلیل منافع خطرپذیری»^۵ ارزیابی می‌شود و به استناد آن، سطح غیرقابل تحمل، تحمل‌پذیر و یا قابل پذیرش خطرپذیری تعیین می‌گردد. مقایسه خطرپذیری از منابع دیگری به غیر از زمین‌لغزش نیز می‌تواند صورت گیرد و برای مقابله با آن اولویت‌هایی تعیین شود. به ردیف کاملی از رویه‌ها و وظایفی که در نهایت به اجرای سیاست‌های منطقی و رسیدن به معیارهای مناسب برای کاهش خطرپذیری می‌انجامند، در مجموع «مدیریت خطرپذیری» می‌گویند [گروزیه و گلید، ۲۰۰۵].

شکل ۲، مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده مدیریت خطرپذیری و روابط سلسله‌مراتبی آنها را نشان می‌دهد. در این شکل، هر مؤلفه در یک ردیف منطقی به ترتیب، با شناسایی برخی موضوعات مهم مورد بررسی قرار می‌گیرد. نخست اگر پروژه‌ای برای برآورد خطرپذیری از زمین‌لغزش‌ها طراحی می‌شود، سؤالات اساسی و عمده آن که از بدو امر مستلزم بررسی خواهند بود، عبارت‌اند از: چه نوع اطلاعاتی مورد نیاز است؟ از چه نوع روش‌شناسی باید استفاده کرد؟ چه منابعی لازم است؟ و مهم‌تر از همه، برآورد مورد استفاده برای چیست؟ پاسخ‌گویی به این سؤالات چهارچوب اصلی پروژه را تشکیل می‌دهد. با وجود این، از لحاظ علمی و تخصصی حتی یک دستورالعمل مطلوب نیز، فقط قادر به پاسخ‌گویی برخی از سؤالات مربوط به خطرپذیری است.

مرحله بعدی شناسایی خطرپذیری و خطر، انتخاب منطقه مورد مطالعه است. در این مرحله پاسخ‌گویی به این سؤالات ضروری است: فرایندهای فیزیکی موجود کدامها هستند؟ این فرایندها ممکن است چه خصوصیات پیچیده‌ای داشته باشند؟ در عین حال، به منظور تعیین توان خطرپذیری، شناسایی عناصر در معرض خطرپذیری ممکن، رابطه زمانی-مکانی آنها با خطر، چگونگی تأثیرپذیری آنها و سطوح ممکن آسیب‌پذیری ضروری است.

مرحله شناخت خطرپذیری و خطر اساساً عبارت است از شناسایی عواملی که باید مورد بررسی جدی قرار گیرند و در تخمین خطرپذیری لحاظ شوند. فرایند تخمین خطرپذیری، رفتار خطر (تحلیل خطر) را با عناصر در معرض خطر و آسیب‌پذیری آنها (نتیجه خطر)، با توجه به امکان محاسبه خطر، ترکیب می‌کند. محاسبه خطرپذیری معمولاً به شکل معادله ساده «خطر

-خطرپذیری» بیان می‌شود:

عناصر در معرض خطرپذیری × آسیب‌پذیری × خطر = خطرپذیری

این یک معادله ساده و در عین حال توانمند است که به طور جداگانه عوامل اساسی دخیل در خطرپذیری را نشان می‌دهد. عوامل مذکور شامل احتمال رویداد یک زمین‌لغزش ویرانگر با بزرگی مشخص (خطر)، موارد ارزشمند در معرض خطرپذیری (عناصر در معرض خطرپذیری)، و مقدار خسارت مورد انتظار از زمین‌لغزش است که تحت عنوان نسبت ارزش خسارت به ارزش کل عنصر (آسیب‌پذیری) بیان می‌شود. اگر چه خطرپذیری تحت عنوان خسارت مورد انتظار در یک واحد زمانی تعریف شده است، در برخی موارد می‌توان آن را بدون محاسبه عوامل دیگر در معادله (با تحلیل ساده تاریخ خسارت) تعیین کرد، که در این صورت، نقش عوامل مشکل‌زا مهم خواهد بود. محاسبه خطرپذیری از حاصل ضرب عوامل سه‌گانه فوق به دست می‌آید. این بدین معناست که اگر هر یک از این عوامل مستقل سه گانه صفر باشد، خطرپذیری صفر خواهد بود. نتیجتاً اگر فرایندی طبیعی در منطقه‌ای عاری از جمعیت اتفاق بیفتد و یا آسیب‌پذیری تأسیسات خیلی اندک باشد، در این صورت آسیب‌پذیری صفر خواهد بود.

تحلیل خطر در مقیاس ناحیه‌ای مستلزم سه مرحله است: نخست تحلیل تمامی زمین‌لغزش‌های مشخص شده به‌منظور تعیین نوع و رفتار احتمالی آنها، دوم تعیین تعداد زمین‌لغزش‌های خسارت‌زا براساس تحلیل ویژگی‌های تأثیرگذاری آنها، و سوم تعیین موقعیت، بزرگی، فراوانی و گستره مکانی زمین‌لغزش‌های بالقوه خسارت‌زا.

در مقابل، تعریف عناصر در معرض خطرپذیری، سخت و تعیین آنها نیز مشکل‌تر است. در مفهوم کلی‌تر، آنها همه موارد و چیزهای ارزشمند برای انسان را در برمی‌گیرند؛ یعنی مواردی که با زندگی انسان گره خورده‌اند. در معادله فوق عامل باقی‌مانده دیگر، آسیب‌پذیری است. کمی‌سازی این عامل احتمالاً مشکل‌تر است.

مقادیر محاسبه شده خطرپذیری به عنوان محصول پژوهش‌های علمی، تا زمانی که میزان تأثیرگذاری‌شان مشخص نشده است، اهمیت و ارزش چندانی ندارند.

ارزیابی خطرپذیری عملی فرهنگی است و مدیریت آن شامل کنش‌هایی است که شناسایی و نظارت بر خطرپذیری، تخمین و ارزیابی آن و هم‌چنین گزینه‌های مناسب برای کاهش خطرپذیری را سامان‌دهی، اداره و کنترل می‌کند. کاهش خطرپذیری ممکن است به‌ترتیب شامل پذیرش، پرهیز، پیش‌گیری، تسکین و یا مشارکت در خطرپذیری باشد. ابزارها ممکن است دربرگیرنده راه‌حلهای مهندسی، آیین‌نامه‌های نظارتی و قانونی، آموزش، احساسات عمومی، بیمه، کمک‌های اولیه، آمادگی و برنامه‌ریزی باشد.

۱. تحلیل خطر زمین‌لغزش

زمین‌لغزش فرایندی ژئومورفولوژیکی است که با شرایط آب و هوایی، هیدرولوژیکی، پوشش گیاهی، ساختمانی، مواد و شکل زمینی که در بطن آن اتفاق می‌افتد، ارتباط پیچیده‌ای دارد. خطر زمین‌لغزش نیز مسئله‌ای پیچیده و چند متغیره است. میزان دقت تخمین خطر در ارتباط با کمیت

و کیفیت داده‌های موجود، متفاوت است. برای جمع‌آوری اطلاعات مربوط به زمین‌لغزش به منظور تحلیل، عمدتاً تکنیک‌های زیر مورد استفاده قرار می‌گیرند

- بررسی‌های سطحی و زیرسطحی؛
- تحلیل‌های آزمایشگاهی؛
- روش‌های مدل‌سازی؛
- تکنیک‌های سن‌یابی و هم‌چنین GIS.

نخستین مرحله از فرایند برآورد خطر، شناسایی ماهیت خطر است که احتمال رویداد آن در منطقه مورد مطالعه وجود دارد. در این مورد تعیین نوع و گستره فعالیت زمین‌لغزش و پراکنش مکانی آن از اهمیت خاصی برخوردار است. مرحله شناسایی خطر مستلزم بررسی سرعت‌های حرکت بالقوه است. سرعت‌های بالا، بیشتر سنگ‌ریزشها و لغزشها را در برمی‌گیرد، در صورتی که سرعت‌های پایین‌تر در «زمین‌لغزشهای خزشی» اتفاق می‌افتد که مقدار آن تنها چند سانتی متر در سال است (آکروزیه و گلید، ۲۰۰۵). به هر حال بسیاری از زمین‌لغزشها حرکت پیوسته‌ای ندارند، بلکه بیشتر به صورت دورهای هستند و عموماً در واکنش به تغییر شرایط محیطی، از قبیل افزایش فشار آب منفذی، روی می‌دهند.

بررسی‌ها عموماً در دو مقیاس کلی صورت می‌گیرند: «تحلیل مکانی ویژه»^۷ و «بررسی‌های ناحیه‌ای». تحلیل زمین‌لغزش‌های واحد در یک مکان ویژه از دیرباز رایج بوده و شامل نقشه‌برداری‌های میدانی، نمونه‌گیری و آزمون خاک، و مدل‌سازی پایداری دامنه با استفاده از تکنیک‌های متفاوت است. در مقابل، تحلیل ناحیه‌ای دقت کمتری دارد و بیشتر بیانگر ماهیت منطقه است. نخستین برآوردهای تقریبی خطر در مقیاس ناحیه‌ای، عموماً شامل تهیه نقشه‌های فهرستی زمین‌لغزش‌های قدیمی و رانش‌های جدید، یا ترکیبی از هر دو بوده‌اند، رویکردهای جدید نیز شامل تحلیل‌های آماری و «روش‌های فرایندگر»^۸ هستند.

هدف کلی شناسایی خطر زمین‌لغزش، تعیین ماهیت تهدید بالقوه است. شناسایی خطر، ضرورت اجتناب‌پذیر هر گونه برنامه طراحی شده برای برآورد خطرپذیری حاصل از زمین‌لغزش هاست. این مرحله ضروری از تحقیق باید با تعیین ماهیت فیزیکی فرایندهای تهدیدکننده آغاز شود: آیا این فرایندها پیوسته‌اند یا دورهای؟ آیا سریع هستند یا آرام؟ آیا یک مسئله مکانی محدود به یک محل یا یک وضعیت ناحیه‌ای هستند؟ با در نظر گرفتن نوع حرکت، جابه‌جایی تدریجی است یا ناگهانی؟ این جابه‌جایی به شکل قطعات ناگهانی خواهد بود یا واحدهای جداگانه؟ مسافت جابه‌جایی مواد چه قدر خواهد بود؟ این مرحله از برآورد باید بتواند هر گونه تأثیر احتمالی خطر را روی عناصر در معرض خطرپذیری پیش‌بینی کند.

شناسایی خطر گام کوچک و در عین حال مهمی در راستای هدف کلی تحلیل خطر و تخمین خطرپذیری است. این مرحله نه تنها مستلزم شناخت ماهیت تهدیدهای طبیعی، بلکه مستلزم شناخت چگونگی پیدایش آنها در یک موقعیت مشخص خواهد بود. تهیه چنین اطلاعاتی، اشراف بر طیف وسیعی از روش‌شناسی‌های مورد استفاده برای تعیین خطر و خطرپذیری را می‌طلبد

۲. میزان حساسیت و خطر زمین‌لغزش

تحلیل خطر به دو صورت کمی و کیفی صورت می‌گیرد. روش‌های قطعی از طریق اصول ژئومکانیکی و راه‌حلهای ریاضی مورد بحث قرار می‌گیرند. حساسیت در برابر زمین‌لغزش تابعی است از میزان پایداری طبیعی دامنه، و نیز وجود و فعالیت عوامل مولدی که توانایی کاهش نیروی مازاد را دارند و در نهایت شروع حرکت را موجب می‌شوند. شناسایی این عوامل مولد، مبنای بسیاری از روش‌های ارزیابی میزان حساسیت و پایداری را تشکیل می‌دهد.

۳. ارزیابی میزان حساسیت

این مرحله شامل رویکردهای زیر است:

- **تهیه نقشه سازهای:** شامل شناسایی پراکنش فضایی یک یا چند نمایه مولد یا اثر ترکیبی آنها.
- **گذشته‌نگری:** (بازشناسی شواهد فرایندهای ژئومورفولوژیکی گذشته و تاریخ رفتار دامنه از طریق شناسایی آثار زمین‌لغزش‌های بازمانده).
- **محاسبه ضریب ایمنی:** محاسبه نسبت مقاومت برشی به تنش برشی متحرک.

رویکردهای دیگر عبارتند از: مدل‌های و انمودسازی فیزیکی و مدل‌سازی آزمایشگاهی فیزیکی قطعی.

۴. روش تاریخی تعیین بزرگی و فراوانی زمین‌لغزشها

منابع تاریخی برای تعیین روابط بین بزرگی و فراوانی زمین‌لغزشها از طریق یابگانه‌های طبیعی بازشناسی شده، در مطالعات میدانی (آثار و شواهد موجود در سطح دامنه‌ها، همانند مورفولوژی و نهشته‌های دامنه‌ای، مخصوصاً شکل و بافت آنها، و ژئومورفولوژی درختی^{۱۲} نهشته‌های دریاچه‌ای لایه‌بندی‌شده سالانه‌ای)، توپوگرافی محلی، خطواره‌ها و هم‌چنین آرشيوهای انسانی (تاریخ‌نگاره‌های مکانهای مقدس، کارت پستالها، روزنامه‌ها، نامه‌ها، سفرنامه‌ها و...) قابل دست‌یابی هستند.

۵. تحلیل آستانه شروع

تحلیل تأثیر و رفتار عوامل آغازگر زمین‌لغزشها می‌تواند برای ارزیابی فراوانی و گاهی نیز رفتارهای بزرگی و فراوانی آنها مورد استفاده قرار گیرد. در طبیعت این عوامل آغازگر عبارت‌اند از: بارندگی، زمین‌لرزه، فورانهای آتشفشانی یا زیربری دامنه‌ها به وسیله فرایندهای رودخانه‌ای، ساحلی و یا هوازدگی. آغازگرهای ناشی از دخالت‌های انسانی نیز عبارت‌اند از: انفجارها، بریدگی دامنه و بارگذاری روی دامنه‌ها (از طریق احداث تأسیسات و بناها در سطح آنها و یا تزریق آب مازاد بر ظرفیت و ذخیره‌سازی آنها) یا سیستم‌های زهکشی که به تغییر رژیم رطوبتی خاک می‌انجامند.

۶. ارزیابی آسیب‌پذیری

آسیب‌پذیری عبارت است از پیامد یا نتایج تأثیر نیروی طبیعی، نه خود نیرو و یا فرایند طبیعی (آلوپس^{۱۳}، ۱۹۹۹). برای بررسی آسیب‌پذیری دو دیدگاه متفاوت وجود دارد: الف) دیدگاه علوم طبیعی؛ ب) دیدگاه علوم

جدول ۱: معیارهای کیفی احتمال خطر [انجمن ژئومکانیک استرالیا، ۲۰۰۰]

سطح	امکان رویداد خطر	توصیف	نمایه احتمال سالانه
A	تقریباً قطعی	رویداد مورد انتظار اتفاق می افتد	$> 10^{-1}$
B	محتمل	رویداد احتمالاً تحت شرایط نامساعد اتفاق خواهد افتاد	$= 10^{-2}$
C	ممکن	رویداد نمی تواند تحت شرایط نامساعد اتفاق بیفتد	$= 10^{-3}$
D	نامحتمل	رویداد ممکن است تحت شرایط خیلی نامساعد اتفاق بیفتد	$= 10^{-4}$
E	به ندرت	رخ دادن رویداد قابل تصور است، اما تنها تحت شرایط کاملاً استثنایی	$= 10^{-5}$
F	غیر قابل باور	رخ دادن رویداد غیر قابل تصور یا در حد تخیل است	$< = 10^{-6}$

جدول ۲: معیارهای کیفی بیانگر ابعاد خطر در رابطه با تأسیسات و ساختمانها [انجمن ژئومکانیک استرالیا، ۲۰۰۰]

سطح	ابعاد خطر	توصیف
۱	فاجعه آمیز	خسارت های بزرگ مقیاس و یا ساختمانهای کاملاً تخریب یافته مستلزم کارهای اساسی برای پایدارسازی است.
۲	بزرگ	خسارت گسترده به بیشتر ساختمانها، یا در حال گسترش فرامحلی مستلزم کارهای پایدارسازی مهم است.
۳	متوسط	خسارت متوسط به برخی ساختمانها یا قسمت عمده ای از محلها مستلزم کارهای پایدارسازی بزرگ است.
۴	کوچک	خسارت محدود به قسمتی از ساختمانها یا بخشی از محل مستلزم برخی کارهای پایدارسازی و بازگرداندن به وضعیت اولیه است.
۵	ناچیز (کم اهمیت)	خسارت اندک

جدول ۳: مفاهیم کیفی سطح خطر پذیری [انجمن ژئومکانیک استرالیا، ۲۰۰۰]

سطح خطر پذیری	ویژگیهای عمومی مفاهیم
خطر پذیری خیلی زیاد	پژوهش و بررسی تفصیلی گسترده، برنامه ریزی و اجرای گزینه های مهم پیش گیری برای کاهش خطر پذیری با سطوح قابل پذیرش. ممکن است خیلی گسترده باشد و عملی نباشد.
خطر پذیری زیاد	بررسی تفصیلی، برنامه ریزی و اجرای گزینه های لازم برای پیش گیری به منظور کاهش خطر پذیری یا سطوح قابل پذیرش.
خطر پذیری متوسط	تهیه برنامه مطلوب و مناسب برای اجرای حفظ یا کاهش خطر پذیری. ممکن است بررسی و برنامه ریزی به منظور اجرای گزینه ها لازم باشد.
خطر پذیری کم	معمولاً قابل پذیرش است. پیش گیری لازم است و برای حفظ یا کاهش خطر پذیری، مسئولیتها باید تعیین و تعریف شوند.
خطر پذیری خیلی کم	مدیریت به وسیله روشهای تثبیت شبیه های معمولی.

- گروه های متفاوت انسانی و اکنشهای متفاوتی در برابر فرایندهای مخاطره آمیز از خود نشان می دهند.
- سیستمهای هشداردهی اولیه، آسیب پذیری افراد را تحت تأثیر قرار می دهند.
- احتمال مکانی رویداد زمین لغزشها متغیر است.

۷. برآورد کیفی

مهم ترین معیارهای برآورد کیفی خطر پذیری در جدولهای ۱ تا ۳ ارائه شده اند.

- اجتماعاً. عموماً ارزیابیهای آسیب پذیری در پژوهشهای مربوط به خطر حرکات توده ای و زمین لغزش، مبتنی بر دیدگاه علوم طبیعی است. برخلاف فرایندهای طبیعی دیگر، مثل سیل و زمین لرزه، ارزیابی آسیب پذیری در برابر زمین لغزش به سبب پیچیدگی موضوع و وجود گستره وسیعی از فرایندهای زمین لغزش [الروی ۱۴، ۱۹۹۶] بسیار مشکل است. به عقیده گلید (۲۰۰۴)، در این زمینه اثرات و نتایج زیر باید مدنظر قرار گیرند:
- آسیب پذیری عناصر متفاوت در معرض خطر پذیری برای فرایندهای مشابه، متفاوت است.
- میزان آسیب پذیری فرد در برابر زمین لغزش تابعی از زمان رویداد آن است.

همراه است و هیچ‌گونه راه‌گریزی از آنها وجود ندارد. به همین دلیل، هم‌جواری سکونتگاه‌های انسانی، تأسیسات اقتصادی و شریان‌های حیاتی با زمین‌لغزشها، هزینه‌هایی را به ساکنین آن تحمیل می‌کند. تنها گزینه ممکن در این زمینه، اتخاذ مدیریت راهبردی و ارائه راهکارهای لازم برای حذف و یا به حداقل رساندن آثار و تبعات این قبیل حوادث است.

مدیریت خطر و خطرپذیری عبارت است از: شناسایی، محاسبه و ارزیابی خطرپذیری، برآورد و اعمال گزینه‌های کاهش‌دهنده خطر، و تعادل‌بخشی به ابعاد هزینه‌ها با روشی منطقی و قابل پذیرش [کروزیه و گلید، ۲۰۰۵]. با این حال، کاهش خطرپذیری موضوع پیچیده‌ای است که به مدیریت دقیق احتیاج دارد. عامل اساسی در مدیریت هرگونه خطر و خطرپذیری، آگاهی از خطر، اطلاع از مسئولیت و همچنین اعتقاد به توانایی انسان در کاهش خطر و خطرپذیری است. در این راستا نخستین گام، ارائه گزینه‌های کاهش خطرپذیری زمین‌لغزش در قالب رویکردهای متفاوتی است که به اختصار در جدول فهرست‌بندی شده‌اند. این رویکردها شامل معیارهای مهندسی دشوار تا معیارهای آموزشی و برنامه‌ریزی سبک است.

به طور کلی این گزینه‌ها را می‌توان تحت عناوین زیر گروه‌بندی کرد:

● **تعدیل خطر:** معمولاً شامل راه‌حلهای مهندسی طراحی شده برای تعدیل ویژگیهای رویداد و کاهش فراوانی آن است؛ به عبارت دیگر، در امان نگه‌داشتن مردم از خطر.

● **تعدیل رفتار:** کاهش نتایج و عواقب رویداد به وسیله گزینه‌هایی هم‌چون دوری از خطر، سیستمهای هشداردهی، کاهش آسیب‌پذیری، آموزش، برنامه‌ریزی، و محرکهای اقتصادی و مقرراتی.

● **تقسیم زیان:** شامل سیستمهای بیمه‌ای و کمک‌رسانی به آسیب‌دیدگان.

با در نظر گرفتن رویکردهای یاد شده، مرحله بعدی اعمال مدیریتی شایسته و هماهنگ است.

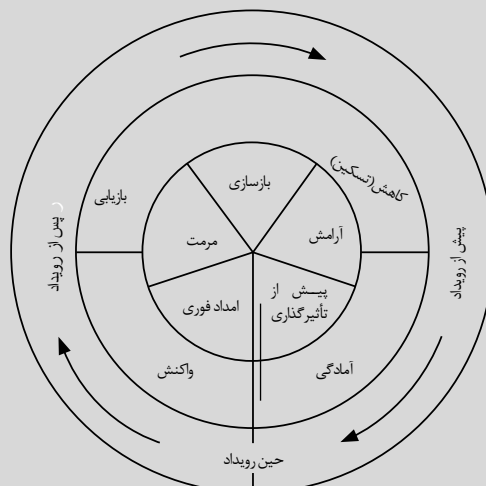
چرخه عمومی سه مرحله‌ای خطرپذیری (پیش از رویداد، در حین رویداد و بعد از رویداد) در شکل ۳ نشان داده شده است. این چرخه الگویی را ارائه می‌دهد که می‌تواند در فضایی ایده‌آل نیز برای کاهش خطر ناشی از زمین‌لغزش به کار گرفته شود. چرخه مذکور با ترکیب پاسخ مدیریتی سریع و روشهای مدیریتی مربوط به یک رویداد خاص، فراتر از چارچوب مدیریتی زمین‌لغزش است.

فعالیت‌های این مراحل و فرایندها به صورت منفک و مجزا از یکدیگر نیستند، بلکه مکمل و وابسته به یکدیگرند. برنامه‌های پس از رویداد را باید در مرحله قبل از وقوع تعیین کرد و سپس مورد ارزیابی قرار داد. همچنین، در اجرای برنامه‌های پس از وقوع خطر نیز باید اصول مربوط به کاهش عوارض خطرپذیری و آمادگی در برابر آن را رعایت کرد.

برنامه‌ریزی پس از وقوع خطر شامل سه دسته فعالیت یا مرحله می‌شود که عبارت‌اند از:

الف) مرحله نخست: برنامه‌ریزی دوره امداد فوری، از لحظه رویداد خطر تا روز پنجم و یا حداکثر یک هفته.

مهم‌ترین اقدامات در این دوره عبارت‌اند از: شناسایی نقاط آسیب‌دیده، نجات آسیب‌دیدگان و بیرون کشیدن اجساد و دفن آنها و تأمین غذا و



شکل ۳. چرخه عمومی مدیریت خطرپذیری [الکساندر، ۲۰۰۲-۲۰۰۰]

۸. برآورد کمی خطرپذیری

محاسبه‌های کمی خطرپذیری از طریق بیان نتایج و فراوانی خطرپذیری با داده‌های عددی اندازه‌گیری و یا وزن داده می‌شوند و حاصل جمع آنها تعیین می‌شود. ساده‌ترین حالت در این روشها، سیستم نرخ‌دهی است که اصول آن به صورت زیر است:

- منطقه مورد بررسی به شبکه‌هایی با ابعاد کمتر از ۲۰۰ متر تقسیم می‌شود.
- وزن پارامترها در هر شبکه، بسته به معیار مورد استفاده، با جمع کردن، ضرب کردن و... پارامترها در هم‌دیگر تعیین می‌شود.
- درجه خطر در هر شبکه مشخص و نقشه خطر تهیه می‌شود.

مهم‌ترین مسئله در این روشها شیوه نرخ‌دهی است که امکان دارد به یکی از صورتهای زیر باشد:

الف) وزن‌دهی با بینش: براساس مطالعه و بررسی لغزشهای گذشته منطقه، اهمیت نسبی عوامل مؤثر در لغزش مشخص و به آنها وزن معین داده می‌شود.

ب) وزن‌دهی تقلیدی: در مناطقی که اطلاعاتی از لغزشهای گذشته نداریم، براساس تجربه دیگران در مناطق مشابه و قضاوت مهندسی وزن‌دهی انجام می‌گیرد.

ج) وزن‌دهی با در نظر گرفتن حوادث تحریک‌کننده: براساس مطالعه افزایش تحریک‌شده طی زمین‌لرزه یا ریزشهای جوی، بین شدت پدیده و رویداد لغزش رابطه‌ای ارائه می‌شود. نتایج این‌گونه مطالعات را می‌توان به مناطق دیگر تعمیم داد.

بعضی از روشها، ترکیبی از سیستمهای طبقه‌بندی زمین و نرخ‌دهی را به کار می‌برند. در این حالت وزن کلی پارامترها در کوچک‌ترین جزء زمین تعیین می‌شود.^{۱۵}

مدیریت خطرپذیری

اصولاً زندگی در مناطق خطرپذیر و حادثه‌خیز همیشه با هزینه‌هایی

جدول ۴. گزینه‌های کاهش خطر زمین‌لغزش

روشهای فیزیکی

- تقویت پنجه دامنه از طریق ریختن سنگ در پای آن، سفت کردن مصالح سست در پنجه، اصلاح شیمیایی در پنجه، خاک‌برداری، خاک‌ریزی و زه‌کشی دوباره.
- تقویت شیبها با استفاده از شمعها، پینها، لنگرها و پیچها؛
- دوغاب‌ریزی درز و شکافها؛
- تقویت شیمیایی خاک؛
- منحرف کردن واریزه‌ها از طریق تونل زدن، راهروها، پوششهای شبکه‌ای، و سدهای نگه‌دارنده واریزه‌ها؛
- مهندسی محیط زیست.

روشهای هیدرولوژیکی

- منحرف کردن آبهای سطحی از محل؛
- ایجاد پوششهای نفوذ ناپذیر بافت زمین؛
- ایجاد آب‌گذرها؛
- ایجاد واریزه‌های سیال ضد آب؛
- زهکشی یا پایین آوردن حجم آب در قسمتهایی که ممکن است با اضافه شدن آب به آنها، فرایند زمین‌لغزش تشدید یابد و یا نوسانها و جابه‌جاییهایی در سطح دامنه‌ها پدید آید.

پاک‌سازی محل

- برداشتن واریزه‌هایی که ممکن است باعث تشدید حادثه شوند؛
 - ترازبندی سطح زمین به منظور تغییر شکل (پراکندگی آب) و یا بستن درز و شکاف؛
 - برداشتن مواد حساس؛
 - استفاده از مهندسی محیط‌زیست.
- ### سیستم هشدار
- پیمایش دوره ای و کنترل مداوم؛
 - استفاده از سیستمهای هشداردهی مبتنی بر عوامل آغازگر، مانند آب جمع شده در محل به وسیله بارندگی و تکانهای لرزه‌ای؛
 - استفاده از سیستمهای هشداردهی که با جابه‌جایی دامنه فعال می‌شوند.

مقررات

- وضع قوانین ساخت و ساز؛
- تعیین معیارهای خاک‌برداری، پی‌ریزی و زهکشی؛
- وضع قوانین ایمنی رفتار؛
- تعیین فعالیتهای «مجاز»، «تحت کنترل» یا «محتاطانه».

محرکهای مالی

- حذف محرکهای مالیاتی برای مناطق توسعه‌نیافته؛
- اجرای سیاستهای وام دهی برای توسعه بازدارنده.

طرحهای برنامه ریزی آمایش سرزمین

- مناطق فعالیت/ ساخت و ساز شامل محدودیتهای انواع فعالیتهای و یا مناطقی که می‌توان توسعه داد (پهنه‌بندی خطر)، شامل مکان‌یابی شریانهای حیاتی.

آموزش

- اطلاع‌رسانی، آموزش و حمایت.

طرحهای غیرمشارکتی

- بیمه.

سرپناه برای آسیب دیدگان [شادی طلب، ۱۳۷۲].

که در معرفی مخاطرات باید ذکر شوند. نهایتاً می‌باید توصیه‌پذیری و قابل دفاع از خطر و خطرپذیری وجود داشته باشد. این یک اصل نهایی است که جامعه، اشخاص، کارشناسان و مسئولین ذی‌ربط می‌توانند پاسخهای خود را براساس آن بنا نهند. در بیشتر مواقع، جوامع با وضع قوانینی برای هدایت فرایند مدیریت، مسئولیت خطیری را پذیرفته‌اند. مسئولین و تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی ذی‌نفع باید در مورد چگونگی تجلی اصول قانونی در سیاست و در نتیجه تبدیل آنها به عمل تصمیم بگیرند.

پی‌نوشت

1. hazards
2. Prediction
3. forecast
4. risk estimation
5. risk-benefit anaefit analysis
6. Greeping Landslides
7. site-Specific anlysis
8. Process-based methods-
9. Factor map
10. Precedence
11. Factor of safety
12. Dendrogeomorphology
13. Lewis

۱۴. Leroi

۱۵. برای اطلاع بیشتر در این زمینه، رجوع کنید به: مجموعه مقالات اولین کارگاه تخصصی بررسی راهبردهای کاهش خسارات زمین‌لغزه در کشور، انتشارات مؤسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، ۱۳۷۳.

منابع

۱. آشنایی غفوری، محسن و همکاران (۱۳۷۳). زمین‌لغزه در ایران. گستردگی و اهمیت اقتصادی. مؤسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله.
۲. تیو، مهرا و همکاران، (۱۳۷۶). زمین‌لغزه ۷۵/۱۲/۱۰ گلستان، اردبیل. مؤسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله.
۳. شادی طلب، ژاله، (۱۳۷۲). جامعه‌شناسی فاجعه. بنیاد مسکن انقلاب اسلامی. تهران.
۴. زرگر، اکبر (۱۳۶۹). مقولات بنیادی بازسازی بعد از فاجعه. ارائه‌شده در چهارمین گردهمایی متخصصین زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله و کارشناسان آموزشی همگانی. مؤسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله.
۵. کمک‌پناه، علی و منتظرالقائم، سعید (۱۳۷۳). مجموعه مقالات اولین کارگاه تخصصی بررسی راهبردهای کاهش خسارات زمین‌لغزه در کشور. مؤسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله.

6. Alexander, D, E(2002) Principles of Emergency planning and management 'New York: oxford unirersity press
7. Australian Geomechanics society (2000) landslide risk management concepts and guidelines. Australian Geomechanics March.35(1), 49- 92
8. Grozioris, M & Glade. T. (2005) Landslide Hazard and Risk: issues, Concepts and Approach, john wiley press p.1-34
9. Grozier j.M. (2005) Management Frameworks For Landslide Hazard an Risk: issues and options john Wiley press, P331- 350
10. Glade. T, 2004 b, Vulnerability assessment in landslide risk analysis, Die Erd, 132- 121- 138
11. Leroi. E 1996 – Landslide hazard – Risk maps at different scales; objectives, tools and development, in senneset, k. (ed), landshides-Glissements de terrain, 7th international symposium on landslide(35-51).
12. lewis. J- 1999; Development in disaster- prone places- studies of vulnerability (londen: intermediate technology publications ltd).

ب) **مرحله دوم:** برنامه‌ریزی دوره انتقالی، از روز پنجم تا سه ماه. در این دوره کار اصلی، شناسایی بازماندگان و نیازها و امکانات آنها و هم‌چنین فعال کردن اقتصاد منطقه آسیب‌دیده و برقراری دوباره خدمات شهری و شریانهای حیاتی است. سرپناه‌های فوری موقتی که در دوره قبل برپا شده‌اند، در این مرحله به واحدهای نیمه دائمی تبدیل می‌شوند که تا شروع دوران بازسازی و پایان آن قابل استفاده و برپا هستند [زرگر، ۱۳۶۹؛ تیو، ۱۳۷۲].

ج) **مرحله سوم:** برنامه‌ریزی دوره بازسازی، از ماه سوم به بعد.

در این دوره، مجموعه فعالیتهایی برای توانمندسازی مردم آسیب‌دیده در جهت کاهش آسیب‌پذیری در برابر مخاطرات آتی انجام می‌پذیرد. هدف از بازسازی پس از خطر، برقراری مجدد زندگی در نواحی آسیب‌دیده از خطر است. در برنامه‌ریزی پس از خطر مهم‌ترین نکته، پیش‌گیری و کاهش آسیب‌پذیری در برابر رویدادهای آتی است و از این رو با برنامه‌ریزی کاهش عوارض خطر و خطرپذیری ارتباط پیدا می‌کند [زرگر، ۱۳۶۹].

اساساً مدیریت کارآمد خطر و خطرپذیری مستلزم در نظر گرفتن منابع،

نظریات و اصول فلسفی زیر است:

● منبع اطلاعاتی علمی و فنی؛

● جمعیت اطلاع‌رسانی شده؛

● زیرمجموعه‌های وزارت کشور به عنوان نماینده دولت در سطح استان و شهرستان (استاندار، یها و فرماندار یها) که به آنها اطلاع‌رسانی شده باشد و قادر به انجام کار باشند؛

● اساس فلسفی برای مدیریت هزینه‌ها؛

● نهادهای قانونی و کیفی متناسب؛

● کمیته‌ای متشکل از کارشناسان و متخصصان فنی و حرفه‌ای برای اداره و اجرای برنامه کاهش خطرپذیری؛

● مبنای فلسفی برای تعیین قابل پذیرش بودن خطرپذیری؛

● یک برنامه منظم به همراه اهداف دست‌یافتنی و آرمانی، سیاستها و روشها؛

● تجربه و تمرین؛

● یک سیستم کارآمد ارتباطاتی و آموزشی.

نتیجه‌گیری

در این مقاله، ضمن بیان مفاهیم نظری مربوط به خطر و خطرپذیری، با نگاهی ویژه به حرکات توده‌های مخصوصاً زمین‌لغزه‌شها، قالب و چارچوبی کلی از اهداف و آرمانها، و تعیین اصول فلسفی برای یک مدیریت خوب و کارآمد ارائه شد. مباحث مطرح شده اصولاً متشکل از معیارهایی هستند که از تجارب متخصصین علوم زمین، علوم اجتماعی و مهندسی، کارشناسان سیاسی و مدیران برگرفته شده‌اند. موفقیت طرحهای مدیریت خطرپذیری به تکرار مداوم فرایندهای دریافت اطلاعات و واکنشهای مدیریتی بستگی دارد. هنوز جنبه‌های زیادی از مدیریت خطرپذیری وجود دارند که به خوبی شناسایی نشده‌اند. مهم‌تر از اینها، مواردی چون بزرگی - فراوانی رفتار مخاطرات، عوامل آسیب‌پذیری و نسبتهای خطرپذیری - سود هستند