«پاول گرس»[1]، دانشکده‌ی جغرافیای دانشگاه کارولینای شرقی، گرین ویل.
«داگلاس شرمن»[2]، دانشکده‌ی جغرافیای دانشگاه کارولینای جنوبی، لوس آنجلس.
«کارل نوردستروم»[3]، موسسه دریایی و علوم ساحلی دانشگاه راجرز، نیوبرونزویک.

مترجمان :

- دکتر محمد رضا ثروتی ، دانشیار گروه جغرافیای دانشگاه شهید بهشتی تهران.
- دکتر ابوالفضل عشقی ، استادیار گروه جغرافیای دانشگاه آزاد اسلامی مشهد.
- محمود دهقان ، کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی.

ژئومورفولوژی و مخاطرات طبیعی[4]

Geomorphology and Natural Hazards

Dr. Mohammad Reza Servati
Dr. Abolfazl Eshghi
Mahmood Dehghan

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Abstract:

The geomorphic researches were commenced since late 1960s by White and his students and were a motivator of research paradigm, including danger

---

۱ – Poul, A. Gares

۲ – Douglas, J. Sherman

۳- Karl, F. Nordstrom

٤- مأخذ Geomorpholoy and Natural Hazards , Proceedings of The 25th. Binghanton Symposium, In Geomorphology, held in Sept. 24-25, 1994. M. Morisaewa (editor)

assessment of any natural disaster, the recognition of accordant justifications with the dangers, the determination of public prediction of the event, and determining the process through which the people justify themselves. Although the natural system studies play a major role in initial researches, however, paradigm criticism was resulted in the dominance of social sciences. Geomorphologists attempt to fill in the scientifis gaps relating to the natural landscapes in any danger or threat. But the application of such information will be useful for the social scientists when they are calibrated as a general scheme. According to White, et al. a calibrated and framed plan will consist of seven natural parameters considering the danger recognition: the magnitude of the event, its frequency, its duration, the area, extends of the threat, its speed, and its spatial distribution. Geomorphic threats and dangers along with landscape changes will be considerable when they affect human societes. The phenomena that produce such changes in nature are rarely geomorphic, and mostly are related to meteorological and hydrologic conditions.

Keywords: *Geomorphology , Natural Disaters , Natural Systems.*

چکیده :

پژوهش‌های مربوط به مخاطرات طبیعی در دهه‌ی ۱۹۶۰ توسط «گیلبرت وایت»[۱] و دانشجویانش آغاز گردید، و مشوق یک پارادایم تحقیقی، شامل ارزیابی خطر از هر حادثه‌ی طبیعی، شناسایی سازگاری‌های منطبق با خطرات، تعیین پیش‌بینی مردم از حادثه، تشریح فرآیندی که از طریق آن مردم؛ خود را سازگار می‌نمایند و برآورد تاثیر سیاست‌های عمومی بر انتخاب آن فرآیند بود.

اگر چه مطالعات سیستم‌های طبیعی، نقش مهمی در پژوهش‌های اولیه ایفا نمود، ولی انتقادات پارادایمی، منتج به تأکید بر علوم اجتماعی گردید. ژئومورفولوژیست‌ها تلاش می‌نمایند تا خلاهای علمی مربوط به چشم‌اندازهای طبیعی هر مخاطره‌ی مشخص را برطرف

۱- Gilbert White

نمایند، ولی استفاده از این اطلاعات توسط دانشمندان علوم اجتماعی، زمانی مفید خواهد بود که به صورت یک طرح کلی، قالب‌بندی شده باشند. از نظر وایت و همکارانش یک طرح قالب‌بندی شده، در زمینه تشخیص مخاطرات، شامل هفت پارامتر طبیعی است: بزرگی حادثه، فرکانس یا دوره‌های تکرار آن، مدت زمان یا دوام آن، وسعت ناحیه‌ای آن مخاطره، سرعت وقوع آن، توزیع فضایی و فضای مقطعی آن.

مخاطرات ژئومورفیکی همراه با تغییرات چشم‌اندازهای زمین، زمانی قابل ملاحظه خواهد بود که جوامع انسانی را تحت تأثیر قرار دهند. فرایندهایی که این تغییرات را در طبیعت به وجود می‌آورند، ژئومورفیکی هستند و عمدتاً با شرایط جوی و هیدرولوژیکی مرتبط می‌باشند.

بررسی‌های مربوط به مخاطرات ژئومورفولوژیکی در چهار زمینه‌ی فرسایش خاک، حرکات توده‌ای، فرسایش ساحلی و فرسایش رودخانه‌ای مبین آن است که می‌توان آنها را براساس هفت پارامتر مذکور، ارزیابی و طبقه‌بندی نمود. ژئومورفولوژیست‌ها، همچنین در مطالعات مخاطرات طبیعی، بر تحولات دینامیکی اشکال زمین تاکید داشته‌اند. موضوعاتی مانند: پیش‌بینی وقوع حوادث، تعیین ویژگی‌های موقت و فضایی آنها، اثرات این ویژگی‌های طبیعی بر روی انسانها و نیز نحوه‌ی سازگاری، فرصت‌هایی را برای ژئومورفولوژیست‌ها جهت بهبود درک ما، از مخاطرات ژئومورفیکی فراهم می‌آورد؛ بویژه پژوهش‌های مرتبط با حوادث بزرگ غیرمترقبه. مسئله پیش‌بینی وقوع آنها و ارزیابی از اثرات فعالیت‌های بشری بر سیستم‌های طبیعی از این جمله است.

واژگان کلیدی : *ژئومورفولوژی، حادثه‌ی طبیعی، سیستم طبیعی*

مقدمه:

دامنه‌ی پژوهش‌های مربوط به مخاطرات طبیعی، تاریخچه‌ای غنی در علم جغرافیا دارد، زیرا تقابل بین فرایندهای طبیعی و سیستمهای انسانی را در بر می‌گیرد. یک ناحیه ناسازگار یا مورد تقابل، در صورتی که مرتبط با روند توسعه‌ی چشم‌اندازهای طبیعی باشد،

می‌تواند اثرات فاجعه‌آوری بر جوامع بشری داشته باشد. مردم از طریق وقایع شدید ژئومورفولوژیکی کشته شده، یا دچار زیان و خسارت می‌شوند. به طور مثال، در سال ۱۹۷۰، وقوع زلز له سبب گردید که جریان واریزه از دامنه‌های کوه «هوراسکن»[۱] در پرو، جان حدود ۲۵ هزار نفر را بگیرد (تایپ، ۱۹۷۹)[۲].

فرسایش ساحلی و طغیان آب ناشی از طوفان شدید شمال شرقی (چهارشنبه سیاه ۱۹۶۲)، منجر به خسارتی معادل ۳۳/۷ میلیون دلار آمریکا، در طول سواحی «نیوجرسی»[۳] و «دلور»[۴] گردید (برگرفته از آمار بخش مهندسی ارتش آمریکا، ۱۹۶۲) میلیون‌ها دلار برای کنترل، کاهش یا تعدیل دیگر حوادث ژئومورفیک مشابه، هزینه می‌گردد. این موارد نشان می‌دهند که وقایع ژئومورفولوژیکی از چندین طریق می‌توانند بر سیستم‌های جوامع بشری مؤثر بوده، آنها را مورد تهدید قرار دهند. پژوهش‌های اولیه مخاطرات طبیعی در مورد وقایع شدید طبیعت و اثرات آنها بر جوامع بشری، متمرکز شده بود. یکی از اهداف اساسی مطالعات مخاطرات، تعیین یک برنامه‌ریزی دقیق به منظور کاهش این وقایع مخاطره‌آور بود. تلفیق سیستم‌های طبیعی و انسانی این زمینه را برای دانشمندان ایجاد نموده تا به انتظامی معین در این حوزه‌ی مطالعاتی نایل آیند. اگر چه، هم نظر دانشمندان علوم طبیعی و هم دانشمندان علوم اجتماعی برای یکدیگر قابل اهمیت است؛ ولی با این وجود، هر گروه تعصب خاصی را در زمینه تخصصی خودشان نسبت به این پژوهش‌ها نشان داده‌اند که این امر منجر به کاهش مشارکت هر گروه از دانشمندان در نیل به یک پیشرفت فراگیر می‌شود. مروری بر پیشرفت‌های انجام شده در حوزه پژوهش‌های مخاطرات طبیعی طی دوره‌های مختلف نشان می‌دهد که سهم مشارکت گروهی متخصصان در کل تحقیقات قابل توجه بوده، حتی در برخی نواحی ویژه، مشارکت ژئومورفولوژیست‌ها می‌تواند بسیار قابل توجه باشد.

این مقاله مشتمل بر سه هدف اصلی است:

۱- Mt. Huarascan
۲- Type (1979)
۳- New Jersey
۴- Delaware

الف - بررسی و مروری کلی بر تحقیقات مخاطرات طبیعی.

ب - بررسی نقش و میزان مشارکت ژئومورفولوژیست‌ها در پژوهش‌های مربوط به مخاطرات طبیعی.

ج - بررسی نواحی مشخصی که تحقیقات در آنها کارساز بوده است.

به عنوان اولین بحث و بررسی در این زمینه، اگر چه می‌دانیم که ژئومورفولوژیست‌ها مشارکت وسیعی در تفسیر فرایندهای تشکیل‌دهنده اشکال سطحی زمین داشته و نیز در زمینه‌ی حوادث شدید طبیعی مقاله‌های زیادی نگاشته‌اند؛ ولی ما در اینجا جایگاه اصلی را به مطالعات آنها در پارادایم تحقیقات مخاطرات طبیعی، اختصاص نداده‌ایم.

به عنوان یک نتیجه کلی، پژوهش‌های مخاطرات طبیعی، توسعه‌ای شگرف را در عرصه علوم اجتماعی فراهم آورده و مرتبه‌ی عوامل طبیعی، علی‌رغم شاخص بودنشان در پارادایم مخاطرات اصلی، تا حدودی کاهش یافته است. ژئومورفولوژیست‌ها می‌توانند با همگن‌سازی کارهایشان، به طور مؤثری در پارادایم مخاطرات طبیعی به شناسایی عوامل طبیعی کمک نمایند.

پارادایم‌های مخاطرات طبیعی :

گیلبرت وایت و دانشجویانش، از اولین پیش‌گامان پژوهش‌های مربوط به مخاطرات طبیعی بودند. در نخستین تحقیق، وایت آشکار نمود که خسارات ناشی از سیلاب‌های رودخانه‌ای، بین سال‌های ۵۸-۱۹۴۲، علی‌رغم هزینه کردن بیش از ۵ میلیارد دلار جهت کنترل سیلاب‌ها (شامل احداث سدها، خاکریزها و ساخت کانال‌ها) افزایش فراوانی داشته است (وایت و همکاران، ۱۹۵۸).[۱]

او همچنین نتیجه گرفت که ساکنان نواحی طغیانی که می‌بایست مورد حمایت قرار گیرند، در هنگام سیلاب رودخانه، خسارت‌های بیشتری را متحمل می‌شوند. این مشاهدات و

۱- White et.al., (1958)

مطالعات اولیه به تکمیل یک پارادایم جدید منجر گردید که شامل پنج اصل مهم بود (وایت، ۱۹۷٤).[۱]

۱- برآورد مساحت سکونت‌گاه‌های انسانی که مستعد مخاطرات طبیعی هستند.

۲- تعیین دامنه‌ی سازگاری‌های امکان‌پذیر توسط جوامع اجتماعی، نسبت به حوادث بسیار شدید.

۳- ارزیابی این که مردم چگونه و از چه دیدگاهی وقایع بسیار شدید و مخاطرات ناشی از آنها را در می‌یابند.

٤- ارزیابی فرآیندهای انتخاب سازگاری‌ها به منظور کاهش خسارات.

۵- برآوردی از میزان اثرات خط‌مشی‌های عمومی در حال تغییر، بر گزینه‌ی فرآیند انتخابی.

این پارادایم شامل یک طبقه‌بندی از مخاطرات طبیعی براساس افراد متأثر شده از آنها و دامنه واکنش‌های حاصل از آن (نوع سازگاریها) بویژه برای وقایع شدید بود. بخش وسیعی از این پژوهش، براساس مطالعات موردی انجام شده بود که واکنش جوامع بشری را نسبت به وقایع فاجعه‌آور بزرگ، می‌سنجید (وایت، ۱۹۷٤)[۲].

از آنجا که در پارادایم تحقیق، دامنه‌ی زمانی ارزیابی خطرات نسبتاً زیاد بود، می‌توان براساس عوامل مهم تجزیه و تحلیلی، یک پیش‌بینی از میزان آسیب‌پذیری مردم طی هر حادثه احتمالی انجام داد. (وایت و برتون، ۱۹۸۰)[۳]. موضوع دیگر در پارادایم مخاطرات طبیعی، سطح اطلاعات و آگاهی‌هایی است که افراد یا جوامع بشری نسبت به آن واقعه دارند و بر پایه این آگاهی‌ها تصمیماتی را به منظور سازگاری با حوادث اتخاذ می‌کنند. وایت در سال ۱۹٦۰ پیشنهاد می‌کند که افراد و جوامع بشری می‌توانند از یک فرضیه‌ی روش‌شناسی تحلیلی بهره‌مند شوند، تا این امر آنان را در جهت انتخاب سازگاری‌هایشان به بهترین وجه ممکن کمک نماید. حتی در این رابطه دیدگاه وسیع‌تری وجود دارد که انتخاب هر نوع سازگاری، توسط افراد یا

۱- White (1974. A)

۲- W (1974. B)

۳- WHITE and Burton, (1980)

جوامع بشری بر طبق چگونگی عملکردی است که از ماهیت هر مخاطره مشاهده می‌کنند (کیتز، ۱۹۷۱؛ میشل، ۱۹۷٤)[۱]. همچنین این انتخاب سازگاری می‌تواند تحت تأثیر سیاستهای عمومی اعمال شده، توسط دولت‌ها قرار گیرد. طی ۱۰ تا ۱۵ سال اخیر، این پارادایم جدید وایت مورد بحث و انتقاد قرارگرفته است. هیوویت (۱۹۸۳)[۲] معتقد است که متمرکز کردن تحقیق روی حادثه شدید، روش درستی نیست. بلکه بایستی توجه داشت که هر واقعه شدید، طی یک سلسله فعالیت‌های دامنه‌دار صورت گرفته و در زندگی افراد بروز می‌کند.

بنابراین در نظر گرفتن هر حادثه‌ی بزرگ، به صورت مقوله‌ای مستقل از زندگی معمولی افراد، نتیجه‌اش درک نادرست عواملی است که بر واکنش مخاطره اثر می‌گذارد. این واکنش ممکن است به همان اندازه که بر عملکرد راه جامعه مؤثر می‌افتد؛ بر ارزیابی فردی به پاسخ انتخابی نیز تأثیرگذار باشد. هیوویت مدعی است که پارادایم جدید وایت در مورد حادثه طبیعی (با تأکید بر هشدارهای بازدارنده و جبران خسارات وارده) متمرکز است که خود شامل بازسازی دراز مدت و جبران بلایا خواهد بود. دیدگاه هیوویت در این زمینه آن است که بخش مهمی از مخاطرات طبیعی، ناشی از خسارات انسانی است و این امر رابطه مستقیمی با حوادث طبیعی (در یک دوره دراز مدت) خواهد داشت. این دانشمند، محققان را تشویق می‌نماید تا بر اثر رفتارهای اجتماعی، سیاسی و اقتصادی جوامع، در ایجاد بلایای طبیعی تاکید ورزند. فرضیه‌پردازان مارکسیست، نظریه هیوویت (۱۹۸۳) را درباره مخاطرات طبیعی به این صورت اشاعه داده‌اند که مخاطرات طبیعی ناشی از عملکرد سیستم‌های اقتصادی بوده و افراد را مجبور به اقامت‌گزینی در مناطق مصیبت‌خیز نموده‌اند که این خوشایند صاحبان قدرت بوده، ولی برای مردم عادی مشکل‌آفرین است (وادل، ۱۹۷۷، ۱۹۸۳، واتس، ۱۹۸۳)[۳] مارکسیست‌ها معتقدند که گاهی با ارتباط دادن مخاطرات طبیعی به عنوان عملکردی خدایی، طبیعت مورد سرزنش قرار می‌گیرد، در حالی که نقش ساختارهای اقتصادی و سیاسی در ایجاد این بلایا،

۱- Kates, (1971), Mitchell, (1974)

۲- Hewitt, (1983)

۳- Waddel, (1977 , 1983), Watts, (1983)

نـادیده انگاشـته مـی‌شـود. از دیدگـاه مارکسیسـت‌ها در برخی کشورهای جهان سوم که رشد جمعیـت نـرخ فزایـنده‌ای دارنـد، عوامـلی مانـند کمـبود مـنابع و سـرمایه، بـه عـنوان نشـانه‌هـایی از کـم توسـعه‌یافـتگی نـبوده، بلکه آنها اثرات توسعه‌نیافتگی می‌باشند (ساسمن و همکاران، ۱۹۸۳)[۱]. از این نظر مسئله توسعه‌نیافتگی به حاشیه‌نشینی شهر منجر می‌گردد و سبب ایجـاد طـبقه‌ای ازمردم می‌شود که به دلیل کمبود منابع و سرمایه‌هایشان، مجبورند در مکان‌های نامسـاعد سـکونت گزینند. مساکن این حاشیه‌نشینان عموماً بر روی شیب تند تپه‌ها، دشت‌های سـیلابی، پهـنه‌های گلی خلیج‌های جزر و مدی و در نواحی لم‌یزرع یا در سایر نواحی مصیبت بـار مشـابه بوده، که همگی آنها مخاطره‌آورند. مشکل حاشیه‌نشینی، حتی گریبان‌گیر کشورهای توسعه یافته نیز می‌باشد (واریک، ۱۹۸۳)[۲].

اگـر چـه ممکـن اسـت سـطح این نوع حاشیه‌نشینی با کشورهای جهان سوم تفاوت داشته باشد ولی به عنوان یک مسئله اساسی در کشورهای توسعه‌یافته وجود دارد.

کلید درک مسئله حاشیه‌نشینی؛ مرتبط با سیستم سکونت‌گزینی است که در یک دوره نسـبتاً دراز مـدت شـکل می‌گیرد. همچنین زمینه‌های تاریخی، بستری را برای این مسئله فراهم می‌آورد و راهکارهای آن مرتبط با تغییرات فراگیر سیاسی- اجتماعی بزرگی، نسبت به پذیرش سازگاری‌های واقع در ساختارهای محلی خواهد بود.

ایـن ارزیابی‌های تئوریکی، گروهی از پژوهشگران مخاطرات طبیعی را به سوی ابداع چارچوبـه‌هـای جدیـد بـه مـنظور تجـزیه و تحلیل وقایع بزرگ سوق داد. میشل و همکارانش (۱۹۸۹)[۳] یک مدل استنباطی از مخاطرات طبیعی با چهار رکن اصلی پیشنهاد کردند:

۱- فرآیندهای طبیعی، ۲- جمعیت‌های انسانی، ۳- سازگاریها، ٤- تلفات و خسارات خالص.

هر اصل در این مدل با دیگر اجزای آن روابط متقابل علت و معلولی دارد، به طوری کـه فرآیـندهای طـبیعی بـر جوامع انسانی اثر می‌گذارد و در مقابل جوامع انسانی نیز بر تشدید

۱- Susmsn, et. al. (1983)

۲- Warrick, (1983)

۳- Mitchell, et. al. (1989)

فرآیندهای طبیعی مؤثرند و حلقه‌های پس‌خور سازگاری‌ها و فرآیندهای طبیعی و نیز بین خسارات ایجاد شده و جوامع بشری به وجود می‌آیند. این مدل تفاوت اندکی با مدل اصلی وایت دارد، به طوری که در این مدل جدید هر چهار رکن یاد شده در طی زمان دستخوش تغییر می‌گردند (میشل و همکاران، ۱۹۸۹).

به موازات رشد جوامع انسانی، ممکن است آنها فرآیندهای طبیعی را تشدید نمایند، از طرفی پیشرفت تکنولوژی می‌تواند سازگاری‌های جدیدی را نسبت به مخاطرات به وجود آورد. اساس این مدل با زمان حوادث و مفاهیم اجتماعی، سیاسی، اقتصادی و طبیعی هر نوع مخاطره مرتبط است. مفهوم زمان را می‌توان با گردبادی در ناحیه ساحلی، در یک روز تعطیلی آخر هفته‌ی تابستان، در مقایسه با زمانی که جمعیت کمی در ساحل باشند؛ مورد بررسی قرار داد. مفهوم فضایی این مخاطره زمانی مطرح می‌گردد که این گردباد تشدید شده، به صورت طوفانی بزرگ در منطقه ساحلی، توسعه یافته و نسبت به زمانی که ساحل خالی از سکنه است مورد آزمایش قرار گیرد. در جانب‌داری از مدل استنباطی میشل و همکارانش (۱۹۸۹) بایستی عنوان کرد که اگر چه او برخی از متغیرهای سیاسی - اجتماعی را در تحلیل‌هایش از مخاطرات طبیعی وارد کرده؛ ولی در مورد آسیب‌پذیری جمعیت با تأکید بر مقوله‌های اقتصادی - تاریخی، هیچ توضیحی نداده است. توجه به این نکته ضروری است که تأکید ورزیدن بر این اصل فیزیکی حادثه، عمدتاً با الگوی اکولوژی انسانی هیوویت، مطابقت دارد. «پالم» (۱۹۹۰)[۱] با دخیل کردن تعداد بیشتری از متغیرهای سیاسی - اجتماعی در تحلیل مخاطرات زلزله، پژوهشهای جدیدی انجام داد؛ ولی او دیدگاه مارکسیستی را نمی‌پذیرد. این دانشمند دو سطح را برای تحلیل مخاطرات مشخص کرد. یکی سطح خورده و دیگری سطح کلان. اولی شامل تحلیل‌هایی است که دنباله‌روی پارادایم سنتی مخاطرات طبیعی بوده، دومی تمرکز بر نقش اقتصادی و تاریخی، در تحلیل آسیب‌پذیری دارد. پالم مشخص نمود که تحلیل خرد، برنامه‌های مدیریتی ارائه می‌دهد که توسط آنها قادر خواهیم بود آسیب‌پذیری را طی مدت کوتاهی، سبک‌تر نماییم ولی در بلند مدت بایستی راهکارها، مبتنی بر تغییرات اجتماعی باشند.

۱- Palm (1990)

وی پیشنهاد می‌کند که شناخت و درک مخاطرات، باید مشتمل بر تجزیه و تحلیل در کلیه سطوح آن بوده و به طور همزمان انجام پذیرد. در یک بازنگری اخیر از پارادایم مخاطرات طبیعی، برتون، کیتز و وایت (۱۹۹۳) درمورد پیشرفت در این زمینه مباحثه کرده‌اند. آنها به تجدید نظر در فعالیتهای پژوهشی اقدام کرده (برتون و همکاران، ۱۹۷٤)[۱] و همانند پالم، پیچیدگیها و مشکلات این حوزه‌ی تحقیقی را مشخص نمودند. مباحث آنها به دو نظر تئوریکی (یعنی تقلیل خسارات و مفهوم کاتاستروفیسم) انجامید، مفهوم تقلیل خسارات یا آسیب‌پذیری اشاره به جوامعی دارد که قادرند از عهده مخاطراتی که دوباره تجدید می‌شوند برآمده، موفقیت بیشتری کسب کنند. این امر به دلیل موفقیت سازگاریهای اصلاحی و جدید طی وقوع مخاطرات است. به تدریج مقدار خسارتها و تلفات این حوادث در طی بعد زمانی کاهش می‌یابد، ولی این موقعیت شرایط بالقوه‌ای را برای مواجهه با یک حادثه‌ی فاجعه‌آور (کاتاستروفیسم) طی یک حادثه فرامنطقه‌ای بزرگ به وجود می‌آورد. از طرفی حمایت مردم توسط پیشرفت فن‌آوری‌های جدید، موجب آن می‌گردد که ساکنان بیشتری در منطقه‌ی خطر بمانند؛ ولی اگر یک حادثه‌ی فرامنطقه‌ای بزرگ رخ دهد، بیشتر مردم و ساختمانها و تاسیسات آنها تحت تأثیر آن خطر بزرگ قرار می‌گیرند. بازنگری بیشتر در چارچوب پژوهشهای مخاطرات طبیعی نشان می‌دهد که توسعه‌ی بخش تئوریکی این حوزه‌ی تحقیقی، از یک پارادایم اولیه به حالتی پیچیده و ترکیبی تبدیل شده است. تغییرات ایجاد شده در این پارادایم، عمدتاً توسط انتقادات برخی اکولوژیست‌های انسانی صورت گرفته که معتقدند پارادایم اولیه، بیشتر بر روی حادثه فیزیکی و هزینه‌های عوامل اقتصادی ـ اجتماعی تمرکز یافته است. میشل و همکارانش (۱۹۸۹) و پالم (۱۹۹۰) معتقدند نقش حادثه فیزیکی زمانی اهمیت دارد که تأکید بیشتری بر جنبه انسانی مسئله صورت بگیرد، اگر چه طی تغییر پارادایم به نظر می‌رسد که نقش دانشمندان طبیعی در پژوهش‌های مخاطرات طبیعی، کاهش یافته است. اما سوال اصلی (یعنی درجه‌ی خطرپذیری مرتبط با پدیده‌های مختلف طبیعی) هنوز به صورت یک سرنخ

۱- Burtton, et.al. 1974

باقی می‌ماند، اهمیت آن در این موضوع نهفته است که خطرات افزایش یافته نتیجه‌ی فعالیت‌های بشری می‌باشد (برتون و همکاران ۱۹۹۳، میشل و همکاران، ۱۹۸۹).

مخاطرات و علوم طبیعی :

در طی بیش از ۳۰ سال اخیر، دانشمندان علوم طبیعی، گام‌های بلندی را جهت شناخت و تبیین حوادث بزرگ طبیعی برداشته‌اند، اما نقش این علوم طبیعی در پژوهشهای مخاطرات طبیعی، نسبتاً ناشناخته باقی مانده است. هر چند وایت و دانشجویانش مشخص کردند که جوامع انسانی مصرف‌کننده از منابع، نمی‌توانند به صورت مجزا از سیستم‌های اتمسفر، هیدروسفر، ژئومورفیکی و بیوسفر مورد مطالعه؛ قرار گیرند بلکه جزیی از این سیستم‌ها محسوب می‌شوند (وایت ۱۹۷٤a)؛ ولی هر سیستم طبیعی، بطور غیرمستقیم با پنج اصل پارادایم مخاطرات طبیعی یاد شده؛ مرتبط است. از این نظر شناخت و درک سیستم‌های طبیعی برای رسیدن به اهداف پارادایم، بسیار مشکل و پیچیده است، حتی بررسی دقیق هدف اول (یعنی تعیین وسعت سکونت‌گاههای انسانی) در صورتی که اختصاصات فضایی و موقتی حادثه، شناخته نشده باشند؛ کاری بس پیچیده خواهد بود.

برای نایل شدن به هدف دوم (یعنی تعیین دامنه‌ی سازگاری‌ها) ضروری است تا ویژگیهای فیزیکی وقایع بزرگ را شناسایی کنیم، اگر چه این ویژگیهای فیزیکی مخاطرات، نقش کمتری در سه هدف باقی مانده دارند، ولی از آنها به منظور برنامه‌های طراحی مهندسی، جهت سازگاری‌های خاص استفاده می‌شود (مانند کارهای اکیپ مهندسی آمریکا، ۱۹۸٤)، و به ویژه نحوه تصمیم‌گیری مردم را نسبت به مخاطرات مشخص می‌کند (میشل، ۱۹۷٤) و نیز در ایجاد برنامه‌ریزی ملی در برابر هر مخاطره اهمیت دارند (پلات، ۱۹۷٦)[۱].

برتون و همکارانش (۱۹۷۸) بر اهمیت طبیعی حوادث در پژوهش‌های مخاطرات طبیعی، به هفت متغیر فیزیکی، در هر حادثه؛ تأکید نمودند. این هفت متغیر که بر عملکردهای انسانی اثرگذار هستند با توجه به مقیاس آنها، عبارتند از: بزرگی حادثه (زیاد ـ کم)، فراوانی یا

۱- Platt, 1976

دفعات تکرار (فراوان، نادر)، مدت زمان حادثه (طولانی، کوتاه) وسعت محیطی (گسترده، محدود)، سرعت شروع یا وقوع حادثه (آرام و سریع)، توزیع فضایی حادثه (پراکنده، متمرکز) و فاصله زمانی حادثه (منظم، اتفاقی). اغلب این پارامترهای طبیعی برای ژئومورفولوژیست‌ها آشکار است. بزرگی هر حادثه با میزان انرژی‌ای که در آن حادثه ذخیره شده است، ارتباط دارد. فراوانی، تعداد دفعاتی است که یک حادثه در مدت زمانی مشخص رخ می‌دهد. مدت زمان حادثه بر طول زمان آن تأکید دارد؛ وسعت محیطی به فضای طبیعی تحت تأثیر هر حادثه، مربوط می‌باشد، مانند مسیر «هاریکن آندریو»[۱] در امتداد جنوب «فلوریدا» و «لوئیزیانا»[۲]. سرعت وقوع حادثه به زمان بین ظهور هر حادثه و نقطه اوج آن دلالت دارد. پراکندگی فضایی در بردارنده‌ی فضای احتمالی است که تحت تأثیر کل حادثه و مخاطرات ناشی از آن واقع شده باشد.

پراکندگی فضایی مخاطرات ممکن است متمرکز یا گسترده باشد. به‌عنوان مثال پراکندگی فضایی مخاطرات زمین لغزه‌ها، متمرکز است در حالی‌که پراکندگی فضایی فرسایش خاک بیشتر و گسترده‌تر می‌باشد. فاصله‌ی زمانی حوادث طی هر مخاطره‌ی فصلی یا دوره‌ای، ممکن است منظم بوده، دارای یک دامنه‌ی زمانی مشخص باشد (مانند هاریکن‌ها و ترنادوها) یا ممکن است اتفاقی باشند (مانند زلزله‌ها). هر حادثه مخاطره‌آور را می‌توان بر حسب کیفیت متغیرهای طبیعی آن، طبقه‌بندی کرد. براساس ترکیبی از متغیرها و بررسی ویژگی‌های طبیعی هر حادثه، می‌توان به مقیاس شدت یا پیوستگی آن پی برد: مثلاً حوادث نسبتاً متناوب و بلند مدت، وسعت ناحیه‌ای گسترده، سرعت شروع آهسته، توزیع فضایی پراکنده و فاصله زمانی منظم (شامل فرسایش خاک، بالا آمدن سطح اساس دریا، یا خشکسالی). مخاطرات شدید و متمرکز شده از نظر زمانی و مکانی پیوستگی زیادی ندارند، مانند زلزله‌ها، فورانهای آتشفشانی و تورنادوها. برتون و همکارانش (۱۹۹۳) بررسی کردند که مخاطرات طبیعی اغلب دارای ویژگی‌های متمرکز فراگیر بوده و در موقعیت‌های مختلف زمانی و مکانی کاملاً متفاوتند.

۱- Hurricane Anderew

۲- Florida and Louisiana

یک توفان‌مداری ممکن است بخشی از خط ساحلی را برای یک دوره‌ی کوتاه (مانند هاریکن باب[۱] در نیوانگلند در سال ۱۹۹۱) و یا بخشی وسیع از یک ناحیه‌ی خشکی را به همراه فروریزش تحت تأثیر قرار دهد (مانند طوفان‌مداری آگنس در سال ۱۹۷۲).

شرمن و نوردستروم (۱۹۹٤)[۲] معتقدند که روابط علت و معلولی در ایجاد حوادث مؤثرند. این نظریه مبین آن است که ایجاد یک حادثه‌ی بزرگ می‌تواند حادثه‌ی گسترده و شدید دیگری را متفاوت از واقعه اولیه، به وجود آورد. اگر چه مخاطرات ژئومورفیکی با طور اساسی به تغییرات چهره یا سطح زمین مرتبط هستند ولی همواره بایستی یک مکانیزم در ایجاد هر مخاطره دخالت داشته باشد. به عنوان مثال: علت زمین‌لغزه‌ها در ارتباط با زلزله‌ها یا بارشهای شدید است. فرسایش خاک یا فرایندهای بادی و هیدرولوژی سطحی با بارشهای سنگین مرتبط می‌باشد. بنابراین مطالعه فرایندها به درک صحیح مخاطرات ژئومورفولوژیک می‌انجامد. روابط علت و معلولی ممکن است شامل اغلب دخل و تصرفات بشری در ایجاد وقایع بزرگ، بویژه هنگام گذر از حد آستانه‌ها باشد. مثلاً تغییر کاربری زمین در یک حوضه‌ی آبخیز بر شرایط دبی رودخانه اثر می‌گذارد و منجر به مخاطره می‌شود.

در اینجا اگر چه مخاطره با جریان یا دبی آب رودخانه ارتباط داشته، ولی علت اصلی یا عاملی که سبب این مخاطره گردیده، تغییر کاربری زمین بوده است. این روابط علّی و معلولی بین اجزاء مخاطرات طبیعی با نظریه‌ی میشل و همکارانش (۱۹۸۹) در زمینه‌ی مفهوم مخاطرات انطباق دارد. یک راهکار دیگر از ارزیابی مخاطرات، بررسی درجه‌ی مخاطره‌آمیز بودن هر مکان است (هیوویت و برتون ۱۹۷۱، پالم و هاگسون، ۱۹۹۳[۳]). این نظریه عمدتاً به مکان‌های خاصی توجه دارد تا از طریق آنها بتوان احتمال هر مخاطره‌ی بالقوه و یا هر نوع مخاطره‌ی ویژه‌ای را در آن مکان، ارزیابی و پیش‌بینی نماید. مثلاً منطقه‌ی لوس‌آنجلس به دلیل مستعد بودن برای زلزله (وجود گسل)، شیب تند و ناپایداری دامنه‌ها، طوفان‌های ساحلی

۱- Bob Hurricane

۲- Sherman and Nordstrom (1994)

۳- Palm and Hagson, (1993)

مخرب یا «تسونامی» یکی از مناطق پرخطر در زمینه‌ی حوادث طبیعی محسوب می‌شود و بایستی همواره مورد ارزیابی قرار گیرد. نیز منطقه‌ی «نیومادرید»[۱] در امتداد رودخانهٔ «می‌سی-سی‌پی» به خاطر وجود پتانسیل زیادی برای سیلابها و زمین‌لغزه‌ها، وجود خشکسالی‌ها، کولاک‌ها و تندبادها، جزو مناطق پرخطر بوده و می‌تواند مورد حفاظت و بررسی مداوم قرار گیرد. ژئومورفولوژیست‌ها با بسیاری از متغیرهای مربوط به مخاطرات طبیعی به منظور ارزیابی حوادث شدید آشنایی دارند ولی تعداد کمی از آنها روشهای ارزیابی و تحلیل این وقایع را پذیرفته‌اند. عده‌ای از ژئومورفولوژیست‌ها از طریق تحلیل بزرگی ـ فراوانی برای تفسیر ماهیت طبیعی حوادث استفاده می‌کنند و به ندرت ویژگی‌های مخاطره را به طور مجزا ارزیابی می-نمایند. اگر چه ممکن است به طور غیرمستقیم، در تحقیق به آنها اشاره کرده باشند ولی تحلیل کاملی از خصوصیات هر مخاطره صورت نمی‌گیرد.

آگاهی از درجه‌ی مخاطره‌آمیز بودن هر مکان نیز به ندرت توسط ژئومورفولوژیست‌ها در نظر گرفته می‌شود، شاید این امر به علت مرتبط ندانستن وقوع آن حادثه با خطراتی است که در آن سوی منطقه وجود دارند. یک تحقیق جالب و استثنایی در این زمینه، مقاله‌ی «کوک» (۱۹۸٤)[۲]، تحت عنوان «مخاطرات ژئومورفیکی در لوس‌آنجلس» است که بر روی فرایندهای رودخانه‌ای و شیب‌های تند در یک ناحیه، متأثر از حوادث مرکب، تأکید دارد. در این مقاله، از دانشمندان طبیعی که پارادایم مخاطرات را در پیشرفت مطالعات مؤثر دانسته‌اند، حمایت و قدردانی شده است.

تعیین مخاطرات ژئومورفیک :

اگرچه بسیاری از دانشمندان علوم اجتماعی، حادثه طبیعی را کنار گذاشته، عمدتاً بر روی جنبه‌های اجتماعی مخاطرات تأکید می‌ورزند، اما ژئومورفولوژیست‌ها برآنند تا با تشریح دقیق قلمروشان و نیز ابعاد دقیق هر حادثه‌ی طبیعی به مشارکت خود در حل بحران بپردازند.

۱- New Madrid

۲- Cooke (1984)

از دیدگاه دقیق ژئومورفولوژیکی، مخاطرات ژئومورفیک را به عنوان عاملی تهدیدزا برای منابع انسانی که ناشی از عدم ثبات اشکال سطحی زمین هستند، در نظر می‌گیرند. این تهدیدات از واکنش «لندفرم»ها به فرایندهای سطحی، ناشی می‌شوند، اگرچه منشأ این فرایندهای در حال تشکیل ممکن است در فواصل دورتری از سطح زمین به وجود آیند ولی اثرات آنها قابل توجه است. با توجه به این تعریف، زلزله‌ها به خودی خود و به عنوان یک حادثه‌ی طبیعی در طبیعت مخرب نمی‌باشند، بلکه واکنش‌های آنها مانند شکستگی زمین و فروریزش دامنه‌ها می‌توانند بر تأسیسات انسانی بسیار مؤثر باشد، یا مثلاً بالا آمدن سطح آب دریا، یک مخاطره ژئومورفیکی محسوب نمی‌شود، بلکه افزایش فرسایش ساحلی در نتیجه بالا آمدن آب دریا یک مخاطره ژئومورفولوژیکی خواهد بود. بر طبق این تعریف، فرایندهایی همچون باد، سیلاب‌ها و تسونامی، تا زمانی که چشم‌اندازهای سطحی زمین را تغییر ندهند؛ جزو مخاطرات ژئومورفیک در نظر گرفته نمی‌شوند. اگر چه این فرایندها را جزو مخاطرات جوی یا هیدرولوژیکی طبقه‌بندی کرده‌اند، ولی بسیاری از آنها با وقایع ژئومورفیک پیوند خورده‌اند.

به عنوان مثال، تشخیص اثرات فرسایش ساحلی از طغیان ساحلی، کمی پیچیده است ولی باید دانست که عامل طغیانی شدن منجر به فرسایش و تخریب ساحل شده است. این تعریف، تأکید بیشتری بر اهمیت حادثه از نظر بزرگی زیاد ـ فراوانی کم در مخاطرات ژئومورفی دارد، چرا که تغییرات سطحی، همچنان تداوم دارند. ثبت مشاهدات انجام شده از انواع مخاطرات طبیعی طی ۵ سال گذشته حاکی از آن است که حوادث بزرگ مثل زلزله‌ها و هاریکان‌ها بیشترین فراوانی وقوع را داشته و نیز بیشترین شمار آسیب‌دیدگان را شامل شده‌اند، اما مخاطرات حقیقی ژئومورفیک مانند لغزش‌های زمین با تفاوت کمتری اتفاق افتاده و تناوب کمتری نیز داشته‌اند (جدول شماره ۱). حوادث بسیار بزرگ، عمدتاً دارای تغییر چهره‌ی آشکارتری بر سطح زمین هستند ولی حوادث با فراوانی متوسط کارایی بیشتری به دلیل بلند مدت بودن دارند (ولمن و میلر، ۱۹۶۰)[۱]. بنابراین، اجزای مخاطرات ژئومورفیکی بیشتر بر میزان استمرار یا تداوم مخاطره در مقایسه با اجزای هیدرولوژیکی یا زمین‌لرزه‌ای تأکید دارد.

۱- Wolman and Miller, (1960)

علاوه بر موضوع بزرگی کمتر و فراوانی بیشتر، مخاطرات ژئومورفیکی عموماً سرعت آهسته‌تری در شروع واقعه، مدت طولانی‌تر، وسعت ناحیه‌ای گسترش یافته‌تر، توضیح فضایی پراکنده‌تر و فاصله‌ی زمانی منظم‌تری را دارند. مخاطرات ژئومورفولوژیکی (از نوع ناپایداری دامنه) با چنین ویژگی‌های مخاطراتی مطابقت ندارد، ولی معمولاً تغییرات مهم چشم‌اندازی زمین طی یک دوره طولانی مدت با آهنگ کندتری صورت می‌گیرد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول شماره‌ی ۱- تعداد دفعات تکرار (فراوانی) و تلفات مربوط به حوادث فاجعه‌آور در سطح جهانی (۱۹۹۲-۱۹۸۸)

سال	بهمن‌ها	لغزش‌ها	آتشفشان‌ها	زمین‌لرزه	تورنادو	سیلاب	هاریکن‌ها	تسونامی	مجموع
۱۹۸۸ (فرکانس)	۵	۲	۰	۲۹	۱۰	۳	۱۴	۰	۶۳
(تلفات)	۴۹	۳۲۳	۰	۲۶۷۷۱	۳۲	+۱۰۰۰۰	۲۹۵۸	۰	+۴۰۱۳۳
۱۹۸۹ (فرکانس)	۰	۳	۳	۲۵	۱۳	۳	۱۱	۰	۵۸
(تلفات)	۰	۲۸۶	۰	۱۳۳۶	۶۹۱	۰	۸۱۲	۰	۳۱۲۵
۱۹۹۰ (فرکانس)	۴	۱	۴	۳۰	۱۱	۶	۱۱	۰	۶۷
(تلفات)	۴۶	۲۱	۰	۳۷۷۲۰	۵۳	۱۵۸	۳۵۱	۰	۳۸۳۴۹
۱۹۹۱ (فرکانس)	۵	۱	۵	۲۴	۶	۰	۹	۰	۵۰
(تلفات)	۲۸	۶۴	۱۴۱	۵۲۶	۵۵	۰	۱۴۳۶۲۹	۰	۱۴۴۴۴۳
۱۹۹۲ (فرکانس)	۲	۲	۵	۲۶	۱۰	۰	۶	۲	۵۳
(تلفات)	۲۱۷	۳۳۰	۱	۳۶۳۷	۳۷	۰	۲۳	+۱۰۰	+۴۳۴۵
کل (فرکانس)	۱۶	۹	۱۷	۱۳۴	۵۰	۱۲	۵۱	۲	۲۹۱
(تلفات)	۳۴۰	۱۰۲۴	۱۴۳	۶۹۹۹۰	۸۶۸	۱۰۱۵۸	۱۴۷۷۷۳	+۱۰۰	+۲۳۰۳۹۵

مآخذ: نیویورک تایمز.

در قسمت‌های بعدی به مطالعه‌ی بیشتر بر روی ٤ بلیه‌ی مورفولوژیکی می‌پردازیم که عبارتند از: فرسایش خاک توسط آب، حرکات توده‌ای، فرسایش رودخانه‌ای (آبرفتی) و فرسایش ساحلی.

امید است که این بازنگری موجب بینش عمیق‌تر در پژوهش‌های مخاطرات در دیگر زمینه‌های ژئومورفیکی، همچون رسوبات بادرفتی، لاهارها، حرکات یخچالی، اثرات مجاور یخچالی ناشی از گسترش یخ‌ها یا تأثیر حل‌شدگی بر تشکیل سنگچال‌ها گردد. برخی از این مخاطرات اخیر مطالعه شده‌اند (شرمن و نوردستروم، ۱۹۹٤)، در حالی که دیگر مخاطرات از جمله حرکات یخچالی یا اثرات مجاور یخچالی، تأثیرات کمتری بر جوامع بشری داشته، مخاطرات کمتری دارند. ما به منظور سهولت در این مبحث، ژئومورفولوژی را در متن پارادایم اولیه مخاطرات طبیعی جای داده‌ایم (وایت، ۱۹۷٤). ما اهمیت و شناخت عوامل اقتصادی ـ اجتماعی در ایجاد شرایط مخاطرات را بررسی نموده، آن را به عنوان بخشی از پژوهش بعدی در نظر می‌گیریم. سرانجام آنکه، حل مسائل مخاطرات طبیعی، بایستی بر مبنای مشارکت اقتصاددانان و متخصصان علوم اجتماعی صورت گرفته، ژئومورفولوژیست‌ها نیز بایستی قادر به تشخیص این نکته باشند که چگونه سیستم‌های طبیعی از طریق فعالیت‌های بشری تأثیر می‌پذیرند. بر طبق دو هدف اولیه در پارادایم مخاطرات طبیعی (وایت، ۱۹۷٤) می‌توان اذعان داشت که جنبه‌های طبیعی هر حادثه‌ی مخاطره‌آور می‌تواند بر مبنای ٥ اصل ارزیابی شود.

۱- دینامیک فرایندهای طبیعی، -۲ پیش‌بینی حادثه، ۳- تعیین ویژگی‌های فضایی ـ زمانی حادثه، ٤- درک مؤثر از ویژگی‌های طبیعی بر مشاهده‌ی مردم، ٥- آگاهی در مورد این که چگونه مناظر طبیعی می‌توانند برای انتخاب کردن سازگاری‌ها به آن حادثه مورد استفاده واقع شوند.

فرسایش خاک توسط آب :

علی‌رغم بسیاری از بلایای طبیعی، فرسایش خاک خسارتهای مستقیمی را بر زندگی انسان به دنبال ندارد، بلکه به دلیل گستردگی وسیع آن و هزینه‌های بالای اصلاح خاک عامل بالقوه‌ی نابودی خاک و کاهش تولید غذا به شمار می‌رود. «ایونز» (۱۹۹۰)[۱] مشخص نمود که ۳۶ درصد خاک‌های قابل کشت در «انگلستان» و «ولز»[۲] با خطر فرسایش شدید مواجهند. ارزیابی از هزینه‌های مربوط به فرسایش خاک در «انتاریوی» جنوبی کانادا حاکی از آن است که تا چه حدی، مسئله فرسایش خاک دامن‌گیر سیستم‌های انسانی شده است. (جدول ۲). بر طبق مطالعات وال و دیکنسون (۱۹۷۸)[۳]، هزینه‌ی کل خسارتهای ناحیه مذکور در سال ۱۹۷۶ برابر ۹۵ میلیون دلار آمریکا بوده که با توجه به شاخص قیمت‌ها، این هزینه معادل با ۲۵۰ میلیون دلار آمریکا در سال ۱۹۹٤ خواهد بود. نظایر این هزینه‌ها در دیگر نقاط نیز مشاهده شده است (استاکینگ، ۱۹۸۸)[٤]. «پیمنتال» و همکارانش (۱۹۷٦)[٥] مطالعه کردند که فرسایش در حدود ۳۵ میلیمتر از خاک فوقانی در لایه‌ای به ضخامت ۳۰۰ میلیمتر، باعث کاهش یک‌بار برداشت ذرت به اندازه ۱۰ «بوشل» در هکتار می‌شود. نتایج مشابهی نیز توسط دیگر محققان حاصل شده است (لارسون و همکاران، ۱۹۸۳)[٦].

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱- Evans, (1990)
۲- Wales
۳- Wall and Dickinson (1978)
٤- Stocking 1988
٥- Pimental, et.al. (1976)
٦- Larson, et.al. (1983)

جدول شماره ۲- هزینه‌های مرتبط با فرسایش خاک در انتاریوی جنوبی، کانادا (۱۹۷۹-۱۹۷۵).

(اعداد به میلیون براساس نرخ دلار آمریکا در سال ۱۹۷۶ می‌باشند.) *

نوع فعالیت	هزینه / سال	درصد کل هزینه
رسوب‌گذاری در بندرگاه دریاچه‌ی «اریه»	۷/۷	۸
رسوب‌گذاری در کانال‌های زهکشی	۲۳/٦	۲۵
رسوب‌گذاری در مخازن و دریاچه‌ها	٤/۳	۵
رسوب‌گذاری شهری	۳/۸	٤
هزینه‌های عملکرد آب	۸/۲	۹
خسارات خاک‌های زراعی	۱٤/۳	۱۵
خسارات کوددهی	۲۳/٤	۲۵
ذخایر انرژی کشاورزی	٦/۵	۷
ارزش حیات وحش و ماهیان	۲/٦	۲
مجموع	۹٤/٤	۱۰۰

* از وال و دیکنسون ۱۹۷۸، بوردمن، ۱۹۸۸.

فرسایش خاک توسط آب در محیط‌های بکر طبیعی هنوز در حداقل بوده و محدود است (بنت ۱۹۳۹؛مورگان، ۱۹۸٦)[۱]، ولی در اراضی تحت کشت، جایی که انسان در خاک دخل و تصرف کرده، این نوع فرسایش در حال گسترش است (تریمبل و لاند، ۱۹۸۲، هیگیت، ۱۹۹۱، دیرینگ، ۱۹۹۲)[۲]. متغیرهای زیادی که در فرسایش خاک سهیم بوده‌اند، توسط مورگان (۱۹۸٦) و ایونز (۱۹۹۰) و هیگیت (۱۹۹۱) مطالعه شده‌اند. این بررسیهای تجربی، نشان‌دهنده‌ی پیچیدگی شرایطی است که فراوانی مورد نظر را به وجود می‌آورند. آنها تأکید داشته‌اند که شدت فرسایش خاک بویژه با وقوع بارشهای سنگین یا شرایط ژئومورفیک آن منطقه مرتبط است. آنها همچنین مشکلاتی را که در پیش‌بینی فرسایش خاک در اراضی کشاورزی وجود دارد، مطرح کرده‌اند. پیش‌بینی فرسایش خاک به طور سنتی از طریق معادله‌ی جهانی فرسایش خاک (USLE) (ویشه میر و اسمیت، ۱۹۷۸)[۳]، قابل محاسبه بوده و برآوردی از فرسایش سالیانه‌ی خاک را به دست می‌دهد، ولی در این معادله تأثیر حوادث خاص نادیده انگاشته شده است. مطالعات میدانی نشان داده است که برخی اشکالات در متغیرهای معادله‌ی جهانی فرسایش خاک (USLE) وجود دارد و تلاشهایی نیز برای تکمیل کردن این معادله با در نظر گرفتن شرایط محلی انجام شده است (سین زوت و همکاران، ۱۹۸۹)[٤]. ترکیب نمودن USLE با GIS (بارنس، ۱۹۸۸)[٥] یا مدل‌های رقومی ناحیه‌ای (فلیک و همکاران، ۱۹۹۰)[٦] و یا توسعه‌ی مدلهای جایگزین (همانند مدل ANSWERS)[۷] (بیسلی و هاگینز، ۱۹۸۲)[۸] یا مدل

پرتال جامع علوم انسانی

۱- Bennett (1939), Morgan (1986)

۲- Trimble and Lund (1982), Higgitt (1991), Dearing (1992)

۳- Wischemier and Smith (978)

٤- Sinzot, et.al. (1989)

٥- Barnes (1988)

٦- Flacke, et.al. (1990)

۷- مدل غیرمتمرکز واکنش‌های محیطی منابع آب

۸- Beasley and Huggins (1982)

GAMES[1]، (دیکنسون و همکاران) می‌تواند کارسازتر باشد. یکسری راهکارها بر نیروهای دینامیکی تمرکز نموه‌اند (دپلوی، ۱۹۹۰)[2] یا بر مدل‌های عملکرد فرایند، از قبیل پروژه پیش-بینی فرسایش آبی (WEPP) تأکید دارند (فاستر، ۱۹۹۰)[3]. تعیین وسعت مخاطره فرسایش خاک حدود یک سوم بخشهای هر تحقیق را به خود اختصاص می‌دهد. راهکارهای متفاوتی در برابر این مسئله ارائه شده است ولی توزیع فضایی فرسایش را بر مبنای اطلاعات تجربی و مفید کمتر به طور واقعی نشان می‌دهد. اگر چه فرسایش خاک ممکن است عمدتاً متأثر از بارندگیهای شدید باشد (بابو و همکاران ۱۹۷۸[4]، ویشه‌میر و اسمیت، ۱۹۷۸)، اما دیگر متغیرها نیز بر فرسایش خاک تأثیر می‌گذارند و این نظریه فقط عامل بالقوه‌ای برای فرسایش است. فرسایش واقعی خاک بر پایه‌ی نقشه‌ی اطلاعات نیمرخ خاک تعیین می‌شود (دانشکده‌ی کشاورزی آمریکا، ۱۹۵۷؛ تریمبل، ۱۹۷٤)، اما ضرورت به هم خوردگی بین موقعیت‌های نمونه‌گیری نیمرخ خاک و عدم توانایی در دقت بالای این اطلاعات یکی از محدودیت‌های مهم در زمینه‌ی کنترل مخاطرات است. وقتی دقت اطلاعات و ارزیابی فرسایش خاک بالا می‌رود که ناحیه مورد ارزیابی از نظر وسعت کوچکتر باشد. در این صورت افزایش تعداد متغیرهای دخالت‌کننده و ترکیب آنها در تجزیه و تحلیل فرسایش، امکان‌پذیر است (مورگان ۱۹۸٦). شاخص‌های فرسایش‌پذیری و نقشه‌های تعیین نیمرخ خاک می‌توانند با یکدیگر ترکیب شده و جهت تشخیص نواحی با احتمال خطر فرسایش شدید به کار روند. این نواحی بحرانی بعداً می‌توانند از نظر جزئیات مورد تجزیه و تحلیل بیشتر قرار بگیرند (مورگان، ۱۹۸٦). پیش‌بینی مخاطره توسط فرد یا گروهی از افراد می‌تواند برای کشاورزانی که کل زمینهایشان در معرض فرسایش قرار دارد مؤثر باشد. یکی از روش‌های مهم پیش‌بینی خطرات تجربیاتی است که کشاورز به طور طبیعی در ارتباط با مخاطرات آموخته است. از نظر واژه‌شناسی کلمه

۱- مدل گلفی برای ارزیابی اثرات سیستم‌های مدیریت کشاورزی در فرسایش و رسوب‌گذاری.

۲- De Ploey (1990)

۳- Foster (1990)

٤- Babu, et.al. (1978)

مخاطرات فرسایش خاک یک موضوع متداوم درازمدت و مسئله‌ای با پراکندگی یا گستره‌ی زیاد است. مقدار فرسایش خاکی که در هر سال صورت می‌گیرد، در زمین‌های با ابعاد کوچک، از ۱ تا ۲ درصد کل آنها و مقدار حجم فرسایش خاک آن ۰/۵ تا یک متر مکعب در هر هکتار است (کولبورن و استینز۱۹۸۵؛ فولن و رید، ۱۹۸۹؛ ایونز، ۱۹۹۰)۱. بوردمن (۱۹۹۰) گزارش داده است که فرسایش در اراضی کشاورزی به طور میانگین فقط یک بار طی هر ۵ تا ۲۰ سال رخ می‌دهد و از آنجا که فرسایش سالیانه تنها به چند میلیمتر بسنده دارد، افت سالیانه محصول قابل چشم پوشی بوده و بعید به نظر می‌رسد که کشاورز وجود این مسئله را در مزرعه‌اش تشخیص دهد، اگر چه او با این مسئله در سطوح کلی آشنایی دارد (شلتون و همکاران، ۱۹۹۱)۲. بنابراین اهمیت فرسایش خاک به عنوان یک مخاطره که با تأثیر مستقیم، به علت ماهیت فراگیر و به خاطر مشکل هزینه‌های دقیق این مخاطره که در سطوح جامعه پخش شده‌اند، بسیار مشهود نخواهد بود (جدول ۱). پیش‌بینی کردن هر مخاطره در واقع نوع سازگاری منطبق با آن را ارائه می‌دهد و تمرکز روی مدیریت حفاظت اراضی کشاورزی دارد (مورگان، ۱۹۸۵). معمولاً ماهیت فراگیر بودن فرسایش خاک باعث می‌شود که کشاورزان سازگاری مهم منطبق با آن مخاطره را بر زمین خودشان نپذیرند. مدیریت فرسایش خاک مستقیماً تحت نظر دولت هدایت و کنترل می‌شود. در ایالات متحده آمریکا، اداره‌ی حفاظت خاک نقش حمایتی فعالی را در مقابله با بیابانزایی دارد. با پذیرش مسئله‌ی مدیریت، حضور داوطلبانه افراد به حضور اجباری تبدیل شده است (ناپیر، ۱۹۹۰، اشتاینر، ۱۹۹۰)۳. تلاشهایی در جهت منافع اقتصادی کشاورزان در اثر مدیریت حفاظت خاک صورت گرفته است. یکی از آنها استفاده از کشت زمستانه است (کوراک و همکاران، ۱۹۹۱)۴. مهمترین سازگاریهای منطبق با مخاطره فرسایش خاک برای کشاورزان عبارتند از: روشهای مکانیکی، همانند احداث تراس-

۱- Colborne and Staines (1985), Fullen and Reed (1986), Evans (1990).

۲- Shelton et.al. (1991)

۳- Nopier (1990), Steiner (1990)

٤- Corak, et.al. (1991)

هـا و کمربـندی‌های حفاظتی در سطوح با توپوگرافی متراکم، مدیریت خاک که بر ترویج رشد پوشـش گیـاهی مـتراکم و غـنی شدن هوموس خاک تاکید دارد، روشهای کشاورزی که شامل بهـره‌گیـری از پوشش گیاهی به منظور کاهش اثرات بارندگی است و عملیات زراعی که متکی بر تکنیک‌های صحیح کشت و زرع در خاک و مدیریت تولید می‌باشد (مورگان، ۱۹۸٦).

تشـدیدپذیری فرسـایش خـاک یک مسئله رو به گسترش است (هیگیت، ۱۹۹۱) که هـر چـند آن را تشـخیص نمـی‌دهند، ولی از بین رفتن حاصلخیزی خاک، خود یک مخاطره‌ی ژئومورفیکـی محسوب می‌شود. تحقیقات انجام شده در ارتباط با موضوع فرسایش خاک بسیار زیـاد اسـت و بخـش عمده‌ای از این تحقیقات، نتیجه‌ی کار در کشورهای توسعه‌یافته‌ی مناطق معتدله می‌باشد (هیگیت، ۱۹۹۰). تکنیک‌های مهم مدیریتی زیادی، جهت کنترل فرسایش خاک طـراحی و ابـداع شده‌اند (مورگان، ۱۹۸٦)، علی‌رغم آنکه حادثه‌ای که منطبق با آن سازگاری‌ها رخ مـی‌دهـد، اتفـاقی نـبوده، خـود علل مشخصی دارد. (ناپیر، ۱۹۹۰)، مدل‌های بهتر، می‌توانند پیـش‌بینی فرسایش خاک را بهبود بخشند. آنها ممکن است تکنیک‌های متناوب کنترل فرسایش را ارائـه دهـند، امـا انطباق سازگاری‌ها توسط کشاورزان بعید است، مگر اینکه آنها تحت فشار قانون قرار گیرند یا این که متقاعد شوند که این سازگاریها وضعیت اقتصادی آنها را بهبود می‌بخشـد. ایـن مسـئله یک محرک اقتصادی است نه روش عاقلانه ژئومورفولوژیکی که منوط به انتخاب سازگاریها در برابر این مخاطرات باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

حرکات توده ای :

طـبق بـرآوردهای جهـانی، گسـیختگیهای دامـنه‌ای درصـد کوچکـی از کـل تـلفات وخسـارتهای ناشـی از حـوادث فاجعـه‌آمیـز را بـه خود اختصاص داده است. طی دوره زمانی ۱۹٤۷ تـا ۱۹۸۰ تـنها ۲۹ واقعـه از ۱۰٦۲ حادثـه فاجعه‌آمیز طبیعی با بیش از ۱۰۰ کشته و ۱۰۰ مجـروح، جـزو زمیـن لغزشـها گـزارش شـده اسـت (شـاه،۱۹۸۳)[۱]، بـا ایـن‌حال همین تعداد کشـته‌شـدگان در آن زمـان رقـم قـابل توجهـی بوده است (جدول ۳). حوادث با بزرگی کمتر،

۱- Shah (1983)

فـراوانی وقـوع بیشـتر و توزیـع گسـترده‌تـری دارنـد. لغزشـهای کوچک متعدد در یک فضای ژئومورفیکـی محـدود و در یـک دوره‌ی زمـانی محـدود، مـی‌توانند اثرات قابل توجهی داشته باشـند، همچـنان‌کـه در ژانویـه ۱۹۶۹ در ارتفاعـات «سـانتامونیکای» کالیفرنیای جنوبی (کمپل، ۱۹۷۵)[۱] یـا در ژانویـه ۱۹۸۲ در خـلیج سانفرانسیسکو (المن و ویکزوریک، ۱۹۸۸)[۲] این وقایع رخ دادنـد. اطلاعات گردآوری شده از منابع مختلف در مورد حوادث ویژه، حاکی از آن است کـه هزیـنه‌هـای ناشـی از ایـن خسارتها بسیار بالا بوده است (جدول٤). محاسبه زیانهای مالی مرتـبط با تعداد زیادی لغزشهای کوچک یا سنگ‌ریزشها که در بسیاری از شاهراه‌های دنیا اتفاق افـتاده، کـاری دشـوار و پیچیـده اسـت. شوسـتر (۱۹۷۸)[۳] برآورد کرده که منحصراً در آمریکا، سـالیانه ۱۰۰ میـلیون دلار خسارت به شبکه اتوبانهای داخلی ایالات فدرال در دهه ۱۹۷۰ وارد شـده اسـت. این چنین اطلاعات منطقه‌ای، نشان‌دهنده‌ی اثرات گسیختگیهای دامنه‌ای و عظمت آنهـا در سراسر جهان است. از نظر تعریف دامنه‌ی حرکات توده‌ای، از کوچک به بزرگ، دارای فـراوانی نسبتاً کم، کوتاه مدت، دارا بودن سرعت نسبتاً زیاد در آغاز، وسعت ناحیه‌ای محدود و پراکـندگی فضایی متمرکز شده با ابعاد زمانی اتفاقی است. طبقه‌بندی آنها بسیار پیچیده می‌باشد زیـرا حـرکات تـوده‌ای در اشکال بسیار متفاوت و با حرکات متناوبی در سرعتهای مختلف رخ می‌دهند (وارنس، ۱۹۷۸)[٤]. ریزشهای سنگی در هنگام شروع سرعت زیادی دارند، در حالی که روانه‌های گلی سرعت کمی دارند. لغزشهای آواری، به طور خاص ممکن است به لحاظ اندازه محـدود باشـند، امـا اگـر تعـداد زیـادی از آنهـا در یـک دوره کوتـاه زمانی و در یک محدوده جغـرافیایی کوچـک رخ دهـند، مـی‌توانـند اثـرات قابل توجهی بر جوامع انسانی داشته باشند. لغزشـهایی که سبب بیشترین تلفات شده‌اند را می‌توان جزو لغزه‌های واریزه‌ای، طبقه‌بندی کرد (الکساندر، ۱۹۸۹)[٥].

۱- Campbell (1975)

۲- Elman and Wieczorek (1988)

۳- Shuster (1978)

٤- Varnes (1978)

٥- Alexander (1989)

فرایندهای حرکات توده‌ای، در برگیرنده‌ی تاثیرات متقابل مقاومت برشی و تنش برشی است. البته محاسبه این پارامترها، مشکلاتی را در هر مکان به‌همراه دارد، نیز مطالعات مرتبط با گسیختگی دامنه‌ای، شامل شرایط محیطی غالب می‌شود. نقش پیشرفتهای اخیر در درک و شناخت گسیختگیهای دامنه‌ای، توسط آلیسون (۱۹۹۰، ۱۹۹۱، ۱۹۹۳) [۱] و بوایس (۱۹۹۳) [۲] مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته‌اند. درک بیشتر فرایندهای طبیعی امیدواری را برای جوامع آسیب‌پذیر از طریق اخطارهای مرتبط با گسیختگی دامنه‌ای؛ فراهم کرده است. شرایط محیطی به سهولت می‌توانند قابل اجرا باشند، همانند اندازه‌گیری بارندگی که به عنوان یک ویژگی مخاطره می‌تواند به سرعت انجام گیرد.

تعیین پراکندگی فضایی مخاطرات زمین لغزه‌ای، بسیار دشوار است، زیرا گسیختگی‌های دامنه‌ای، نتیجه‌ی چندین عامل متقابل بوده، بسیاری از آنها در مکانها یا موقعیتهای خاص به وجود می‌آیند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱- Alisun (1990, 1991, 1993)

۲- Bovaise (1993)

جدول شماره‌ی (۳) - بلایای مربوط به زمین لغزشهای عمده از سال ۱۹۰۰ که ۲۰۰ نفر یا بیش از آن کشته داده است.

سال	محل	تلفات	نوع حادثه
۱۹۱۹	جاوه کوه کلیوت	۵۰۰۰	ناتوانی دامنه
۱۹۲۰	چین کانزو	۱۰۰۰۰	زمین لرزه
۱۹۲۱	قزاقستان، آلماتا	۵۰۰	لغزش واریزه‌ای
۱۹۳۸	ژاپن، کوب	٤٦١	روانه گلی / لغزش
۱۹٤۱	پرو، کوربارونادژ	۵۰۰۰	پیشروی دریاچه یخی
۱۹٤۵	ژاپن، کور	۱۱۵٤	بارندگی شدید
۱۹٤۹	تاجیکستان، تیان شان	۱۲۰۰۰	لغزشهای ناشی از زلزله
۱۹۵۸	ژاپن، ناحیه توکیو	۱۱۰۰	بارندگی شدید
۱۹٦۲	پرو، رانراچیرکا	+٤۰۰۰	بهمن
۱۹٦۳	ایتالیا، ویانت جرج	۲۱۱۷	آب زیرزمینی و امواج
۱۹٦٦	برزیل، ریودو ژانیرو	۱۰۰۰	بارندگی شدید
۱۹٦۷	برزیل، ریودو ژانیرو	۱۷۰۰	بارندگی شدید
۱۹۷۰	پرو، کوه هوراسکن	۱۸۰۰۰	بهمن
۱۹۷۱	پرو، چنکار	٤۰۰	لغزش و امواج
۱۹۷۲	پرو، یانگی	۲۳۰۰۰	زمین لرزه
۱۹۷٤	پرو، رودخانه مانتارو	٤۵۰	بارندگی شدید و طغیان
۱۹۷٦	گواتمالا، شهر کواتمالا	۲٤۰	زمین لرزه
۱۹۸۱	جاوه، کوه سمرو	۵۰۰	بارندگی شدید
۱۹۸۲	لیبریا، ناحیه مونرویا	۲۰۰	فروریزش معدن
۱۹۸۳	پرو، یاکتان و چستیاپا	+۳۰۰	بارندگی شدید
۱۹۸۳	چین، کوه سال	۲۷۷	بالاآمدن آبهای زیرزمینی
۱۹۸۵	کلمبیا، نوادو دریوز	۲۲۰۰۰	لاهار آتشفشانی
۱۹۸۸	برزیل، ریود ژانیرو	۲۰۰	جریانهای واریزه‌ای
۱۹۸۹	تاجیکستان، شارورا	۱۰۰۰	زمین لرزه
۱۹۹۲	ترکیه، گرمک	۲۰۵	زمین لرزه
۱۹۹۳	اکوادور	+۲۰۰	بارندگی شدید

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول شماره‌ی ٤- هزینه‌های مربوط به خسارات زمین‌لغزه‌ها در مناطق و دوره‌های انتخاب شده

(به میلیون دلار آمریکا، بدون احتساب نرخ تورم) *

موقعیت	سال	هزینه خسارات	منبع
سن جویس، کالیفرنیا	۷۰-۱۹٦۸	۱/۷٦	نیلسن و براب (۱۹۷۲)
خلیج سان فرانسیسکو	٦۹-۱۹٦۸	۲۵/۱۸	تیلر و براب (۱۹۷۲)
لوس آنجلس، کایفرنیا	۱۹٦۹	٦/۳	اسلوسون و کراون (۱۹۷۷)
لوس آنجلس، کایفرنیا	۱٦۷۸	+٦۰	اسلوسون و کراون (۱۹۷۸)
سیاتل، واشنگتن	۷۲-۱۹۷۱	۰/٤٦	تابز (۱۹۷۵)
شرکت الغنی، پنسیلوانیا	۷٦-۱۹۷٤	٦/۷۱	فلیمینگ و تیلر (۱۹۸۱)
شرکت همیلتون، اوهایو	۷٦-۱۹۷٤	۱۷/٤٤	فلیمینگ و تیلر (۱۹۸۱)

۱- Lundgren (1986)

روش دیگـر در مطالعـه‌ی ایـن فرایند اساسی، مشخص کردن زمین‌لغزه‌های بالقوه از طریق نقشه‌برداریهای ژئومورفولوژیکی است که بر اساس مدارک قابل مشاهده حاصل می‌شود. ایـن روش، بویـژه در نواحـی بـا تاریخچـه‌ای طولانی از گسیختگی دامنه، در تعیین ویژگیهای ژئومورفیـک دامنه‌های مستعد به لغزش و تحلیل فرایندهای ژئومورفیکی و زمین‌شناسی گذشته آنهـا بسـیار قـابل توجـه است (نیلسن و بارب، ۱۹۷۷؛ کوک و دورنکمپ، ۱۹۹۰)[۱]. نقشه‌سازی ژئومورفولوژیکـی از مخاطره‌های مربوط به لغزش‌ها شامل تکنیک‌های تحلیل فضایی، از جمله نقشـه‌بـرداری زمیـن لغـزه‌ها بر پایه‌ی مشاهدات میدانی (کرتز و شوایتزر، ۱۹۹۱)[۲] یا عکسهای هوایـی (کرتـز و شـوایتزر، ۱۹۹۸)، سیسـتم اطلاعـات جغـرافیایی (GIS) برای ثبت ویژگیهای ژئومورفیـک آن ناحیـه، بـر پایـه‌ی شـبکه‌بـندی نقاط (کارارا و همکاران، ۱۹۹۱)[۳] با استفاده از پرسشـنامه‌ی توصـیف مـتغیرهای گسـیختگی دامنه (کوک و دورنکمپ، ۱۹۹۰) می‌باشد. چنین راهکارهایی می‌توانند نمایانگر مناطق مستعد خطری باشد که زمین‌لغزه‌ها احتمالاً در آنجا روی خواهند داد؛ اما بایستی توجه داشت که گزینش دامنه‌های مستعد گسیختگی کار دشواری است. ایـن گزینـش مـی‌تواند بر پایهٔ مطالعات مهندسی انجام گیرد (کوک و دورنکامپ، ۱۹۹۰) ولی اینها از نظـر زمـانی، طولانـی و نیـز پرهزینه بوده، بهره‌گیری از آنها در ارزیابی خطرات عملی نیسـت. راهکـار دیگر، به کارگماری شاخص‌هایی به‌منظور شرایط حرکتهای محیطی در نواحی مسـتعد گسـیختگی، (بویـژه در نواحـی مستعد زمین‌لغزه) است که توسط فن‌آوری‌های تحلیل فضـایی و اسـتفاده از آنهـا جهـت اعـلام خطر به جوامع مستقر در آن شرایط صورت می‌گیرد (کیفر و همکاران، ۱۹۸۷)[۴]. بهره‌گیری همه جانبه از این سیستم هشداردهنده محدود است زیرا ایـن کـار مسـتلزم شـبکه‌هـای گران‌قیمت و ابزارهایی دقیق جهت اندازه‌گیری رطوبت خاک و شـرایط بـارندگی اسـت. ایـن روشها معمولاً در نواحی‌ای مفید خواهند بود که نقشه‌برداری از

۱- Nilson and Barbb (1977), Cook and Doornkamp (1990)

۲- Kertez and Schweitzer (1991)

۳- Carrara, et.al. (1991)

٤- Keefer, et.al. (1987)

مخاطـرات لغزشـی، درجـه‌ی ریسـک بالاتـری را نمایـان سازد و در نتیجه، بهره‌گیری از منابع تکنولوژیکی به حداکثر خود خواهد رسید.

وقـتی یـک ناحیـه‌ی مسـتعد لغـزش مشخص گردید، سازگاری به آن مخاطره مورد بررسـی قـرار خواهـد گرفت. این سازگاری‌ها شامل کنترل کاربری زمین در شدت مخاطرات، تخـلیه‌ی بـه موقع ناحیه، بیمه‌ی حوادث، و طراحی مهندسی در شیب‌های تند و پر خطر است (نوردسـتروم و رنویـک، ۱۹۸٤؛ کوکـلمن، ۱۹۸٦)[۱]. متأسفانه اقامت‌گزینی انسانها در شیب‌های تـند و نیـز رقابت مردم در ایجاد ساختمانهای جذاب‌تر بر روی دامنه‌های ناپایدار یا هجوم فقرا بـه سـاخت و سـاز در اراضـی شـیب‌دار ناپایدار، باعث تشدید مخاطرات می‌شود. خسارتهای ناشـی از لغزش‌ها به‌طور فزاینده‌ای در سطح جهانی افزایش داشته است (الکساندر، ۱۹۸۹)، به طـوری کـه هزیـنه‌ی خسـارتهای وارده در کشور آمریکا، بالغ بر یک میلیون دلار در سال بوده اسـت (سـازمان زمیـن‌شناسـی آمـریکا، ۱۹۸۲). مدیـران مخاطـرات لغزشـها ناچـار بـه اتخـاذ راهـبردهای مـتفاوتی در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه می‌باشند. به نظر می‌رسد که در کشـورهای توسعه‌ی یافته، حاشیه‌نشینی روند معکوس یافته و نواحی با آسیب‌پذیری شدید (بـه دلیـل چشم‌انداز ویژه طبیعی‌شان) را در برگرفته است. این چنین نواحی، به سازگاری‌هایی نیازمـند اسـت کـه یـا مسـتلزم هزیـنه و بودجـه‌هـای بالایی باشد یا مستلزم منع اقامت در این محیطهـای مخاطـره‌آور گـردد. در کشـورهای کم توسعه، مفهوم حاشیه‌نشینی ریشه در آسیب-پذیـری محیطـی نیـز دارد و رهـایی از ایـن خطـر فقط از طریق اعمال راهکارهای اقتصادی-اجتماعی امکان‌پذیر است (ساسمن و همکاران، ۱۹۸۳)[۲] به طوری که خطر فرسایش خاک، تنها نمی‌تواند از طریق راه‌حل‌های منحصراً ژئومورفولوژیکی کاهش یابد.

فرایندهای ساحلی و فرسایش :

مخاطـرات ساحلی شامل چهار مورد اساسی است: باد، امواج، طغیان آب و فرسایش. مـا در مـورد فرسـایش بیشـتر بـر روی اجزاء ژئومورفولوژیکی آن تأکید می‌نماییم. البته عوامل

۱- Nordstron and Renwick (1984), Kocklman (1986)

۲- Susman, et.al. (1983)

دیگری نیز در ارزیابی فرسایش سهیم‌اند، زیرا آنها در عامل فرسایش دارای روابط علت و معلولی هستند. فرسایش ساحلی هم به عنوان یک مسئله کوتاه مدت مرتبط با توفانها و هم به عنوان یک مسئله بلند مدت مربوط به رسوب‌گذاری و بالا آمدن سطح اساس آب قابل ملاحظه بوده، یا ممکن است ترکیبی از آنها مورد نظر باشد. فرسایش ساحلی معمولاً با مشخصات زیر صورت می‌گیرد. از بزرگی کم تا متوسط با تکرار وقوع زیاد، دراز مدت، وسعت ناحیه‌ای گسترده، سرعت تدریجی در مرحله آغاز، پراکندگی فضایی گسترده و فاصله‌ی زمانی منظم به طور کلی فرایندهای آرام از طریق حوادث با بزرگی زیادتر و مرتبط با طوفان‌های ساحلی، تعیین می‌شوند. خطر فرسایش ناشی از وقوع توفانهای شدیدتر، با گستردگی ناحیه‌ای و طول مدت کوتاه، همراه است، اما از آنجا که توفانها، جزو حوادث جوی محسوب می‌گردند، پیش-بینی آن در کوتاه مدت به دقت انجام شده و سرعت شروع این پدیده نسبتاً آرام و فرسایش ساحلی بسیار گسترده است. کامفوئیس (۱۹۸۰)[۱] برآورد نموده که ۹۵ درصد خطوط ساحلی جهان با سرعت متفاوتی، فرسایش‌پذیر شده‌اند. تعداد افرادی که جانشان در خطوط ساحلی به خطر می‌افتد، همواره رو به افزایش است. جمعیت مناطق ساحلی ایالات متحده بین سالهای ۱۹٤۰ و ۱۹۸۰ به دو برابر رسیده است. میزان برهنگی سواحل اطلس و خلیج‌های آن بین سالهای ۱۹٤۵ و ۱۹۷۵ تا ۱۵۰ درصد افزایش داشته است (پلات، ۱۹۸۷)[۲]. در سالهای اخیر توفان‌های ساحلی زیان‌های بسیار هنگفتی را در امتداد سواحل شمال شرقی آمریکا پدید آورده‌اند (جدول شماره ۵).

پرتال جامع علوم انسانی

۱- Kamphuis (1980)

۲- Platt (1987)

جدول شماره‌ی (۵)، برگزیده‌ی توفان‌های ساحلی عمده در خطوط ساحلی نیویورک – نیوجرسی از سال (۱۹۷٤).*

«برآورد خسارتها بدون احتساب نرخ تورم می‌باشند».

تاریخ	طوفان	خسارات	ملاحظات
۱۹۷٤/۱۲/۱	شمال شرقی	۳/۵ میلیون دلار	
۱۹۷٦/۸/۱۱	هاریکن بل	۵ میلیون دلار	
۱۹۷۸/۲/۹	شمال شرقی	۲۰ میلیون دلار	
۱۹۸٤/۳/۲۹	شمال شرقی	۲۵۰ میلیون دلار	
۱۹۸۵/۹/۲۸	هاریکن گلوریا	۲۲۰ میلیون دلار	شامل هجوم سیلاب
۱۹۹۲/۱۲/۱۲	شمال شرقی	۲۳٤ میلیون دلار	فقط در نیویورک
۱۹۹۳/۳/۱٤	شمال شرقی	۸۰۰ میلیون دلار	فقط در نیویورک
			برآورد در کل مسیر توفان

منبع: نیویورک تایمز

تغییرات ایجاد شده در خطوط ساحلی، ناشی از فرایندهای امواج و جریانهای شدید است. شناخت نظری این فرایند به خوبی قابل درک است (کارتر، ۱۹۸۸؛ هوری کاوا، ۱۹۸۸)[۱]. مشکل اساسی در این مورد، شناخت دقیق از پیش‌بینی عملکردهای حاصل از حرکتها و جابجایی‌های رسوب در مقیاس کوچک و واکنش ساحل نسبت به این پدیده در مقیاس بزرگ است. بررسی‌های زیادی در مورد نیروهای هیدرودینامیکی مؤثر بر ذرات رسوبی، حرکات آنها، ویژگی‌های هیدرودینامیکی بستر و میزان حمل رسوب انجام شده است (آلن، ۱۹۸۸)[۲] از این نظر مشخص شده که مدل‌های پیش‌بینی انتقال رسوب در مناطق خیزابی ضعیف بوده‌اند (شرمن و بویر، ۱۹۹۳)[۳] و نیز مدل‌های بزرگ مقیاس واکنش به فرآیندهای

۱- Carter (1988), Horikawa (1988)

۲- Allen (1988)

۳- Sherman and Boyer (1993)

ساحلی، تمرکز روی استاتیک داشته‌اند (رایت و شورت، ۱۹۸٤)[۱]. به همین خاطر آنها نتوانسته‌اند جوابگوی محاسبه‌ی متغیرهای امواج و رژیم‌های جریان، میزان حمل رسوب در سطوح جزر و مدی یا در رابطه با شکل ساحل باشند. شناخت موج و فرایندهای جریانی و نیز تغییرات لندفرمهای حاصله از آنها؛ تنها زمانی به موضوع مخاطرات ارتباط می‌یابند که توانایی پیش‌بینی وقوع حوادث فاجعه‌آور را داشته باشند. پژوهش در این زمینه بایستی بر پایه‌ی ارتباط بین هیدرودینامیک ساحلی و فرسایش در خط ساحل بنا شده باشد، اما مدل‌هایی که در حال حاضر رایج هستند؛ نسبتاً ساده بوده، بر موارد مذکور تأکید ندارند. فرسایش خط ساحل یک مدل دو بعدی است (دین، ۱۹۹۱)[۲] و اساس آن بر پایه قانون «بران»[۳] استوار است که طبق آن نیمرخ تعادل در واکنش به تغییرات سطح آب، جابجا می‌شود.

مدل سبیچ[٤] (لارسون و همکاران، ۱۹۹۰) عوامل موجود در قانون بران را که بر پایه مفهوم نیمرخ تعادل استوار گردیده، ترکیب نموده، اما بیشتر به واکنش ساحل در شرایط توفانی تأکید دارد. زیرا نرخ حمل رسوب در ارتباط با تابع زمانی بررسی می‌شود. این دیدگاه نیز همچون قانون بران، نمی‌تواند مسئله ژرفاسنجی نزدیک ساحل، (که شامل سیستم‌های بسته بوده و بنابراین به دقت عمل در محاسبات نیاز دارد) را ارائه دهد. مدل‌هایی که براساس نیمرخ تعادل استوار شده‌اند، به طور وسیعی در پروژه‌های مهندسی سواحل (از مصالح ساحلی گرفته تا شبیه‌سازی فرسایش تپه‌های ماسه‌ای ساحلی) کاربرد دارند (هیلس و همکاران، ۱۹۹۱ و ولینگا، ۱۹۸۲)[٥]. اما این مدل‌ها به دلیل آنکه شکل‌گیری نیمرخ تعادل را در واکنش به شرایط توفانی در نظر می‌گیرند؛ مورد انتقاد قرار گرفته‌اند. (دوبویس، ۱۹۹۲، پیلکی و همکاران ۱۹۹۳)[٦]. با توجه به موضوع شبیه‌سازی ساحل در واکنش به شرایط توفانی که بر پایه روابط

۱- Wright and Short (1984)

۲- Dean (1991)

۳- Bruun's rule

٤- Sbeach

٥- Hales, et.al. (1991), Vellinga (1982)

٦- Dubois (1992), Pilkey, et.al. (19

متقابل تئوریکی استوار بود؛ هالرمیر (۱۹۸۷)[۱] برای تعیین حجم رسوب فرسایشی طی دوره یک توفان یا دوره‌های برگشت آن از داده‌های تجربی استفاده کرد؛ سپس این داده‌ها جهت پیش‌بینی حجم تپه‌های ماسه‌ای مورد نیاز، برای محافظت در برابر صد سال توفان به کار گرفته شدند (فیما، ۱۹۸۸)[۲]. این رهیافت منحصر به فرد، برای تغییرات در نیمرخ تعادل یا برای امواج خروشنده که سبب تشدید فرسایش در مکانهای مشخص می‌گردد و یا روند فزاینده آسیب-پذیری، هیچ پاسخی ندارد. نیز به مسئله تنوع فضایی مربوط به آسیب‌پذیری در هیچکدام از مدل‌های یاد شده، اشاره‌ای نشده و این مشکل اساسی جهت حفاظت در برابر مخاطرات است. تغییرپذیری فضایی در زمینه‌ی مخاطرات مربوط به طغیانهای خط ساحلی قبلاً مورد آزمایش قرار گرفته بود (گیرس، ۱۹۹۰)[۳] ولی این مسئله مستلزم ارزیابی دقیق از خطر فرسایش ساحلی است.

ابعاد فضایی آسیب‌پذیری، می‌تواند به عنوان راهکاری از طریق سنجش تغییرات در خطوط ساحلی و در طی زمان انجام پذیرد. حالت مطلوب این تغییرات، تعیین آنها از طریق اطلاعات بررسی شده می‌باشد، اما، استثناهایی وجود دارد (برای مثال، مک‌لاسکی و استفنسون، ۱۹۸۵)[۴] که فقط با بررسی چندین سری اطلاعات بازبینی شده، می‌توان با مراجعه به گذشته، تغییرات بلند مدت را تعیین نمود یا یک پوشش ناحیه‌ای را فراهم کرد. راهبرد دیگر در این زمینه، استفاده از اطلاعات تفسیر عکسهای هوایی و نقشه‌های تاریخی سواحل است. این امر، مشکل تعدد منابع را حل کرده، می‌تواند اطلاعات مفیدی را در زمینه‌ی تغییرات خط ساحل و تهیه نقشه از عکس هوایی ارائه نماید (دالن و همکاران، ۱۹۹۲)[۵]. تفاوت بین این راهکارها و روشهای مدل‌سازی در آن است که اینها توانایی پاسخ به تغییرات حاصل از توفان‌های منفرد را ندارند، بلکه نمایانگر تغییرات خط ساحل در یک فاصله‌ی زمانی مشخص می‌باشند. دخالت انسان در خط ساحلی، از طریق پروژه‌های مقاوم‌سازی ساحل یا احداث سازه‌های ساحلی در طی این فواصل زمانی، آثار حوادث فرسایشی را تا حدی پنهان می‌نمایند. سازگاری‌های نسبتاً

۱- Hallermeier (1987)

۲- Fema (1988)

۳- Gares (1990)

٤- Mcluskey and Stephenson (1985)

٥- Dolan, et.al. (1992)

زیادی برای افراد ساکن در خط ساحلی که در معرض فرسایش واقع‌اند، وجود دارد. راهکارهای سنتی مستلزم استفاده از سازه‌های مهندسی (موج‌شکن‌ها، پشته‌سازی و دیواربندی) است، ولی ممکن است این اعمال، تخریب ساحل را تشدید نماید (پیکلی، ۱۹۸۱)[۱]. در حال حاضر، تغذیه ساحلی[۲] یکی از روشهای مرجع، در زمینه‌ی جبران خسارتهای فرسایش است، اما این گونه طرح‌ها، واقعاً هزینه‌بر و یافتن منابع رسوبی برای پر کردن ساحل، کاری مشکل-ساز است (لئونارد و همکاران، ۱۹۹۰)[۳]. چندین پیشنهاد برای حفاظت بیشتر تپه‌های ماسه‌ای – ساحلی ارائه شده که بتوان خط ساحلی را با استفاده از عملکردهای طبیعی حفظ نمود (گیرس و همکاران، ۱۹۸۰؛ گادفری، ۱۹۸۷)[۴]. اخیراً بیمه سیل در نواحی ساحلی به طور وسیعی کاربرد یافته است به طوری که اکثر جوامع ساحلی به برنامه بیمه‌ی سیلاب فدرال ملحق شده‌اند (داوسون، ۱۹۸۷)[۵]. این برنامه‌های بیمه کردن در ابتدا فقط بر روی طغیانهای ساحلی متمرکز شده بودند ولی در سال‌های اخیر «فیما»[۶]، مسئله‌ی فرسایش را با توجه به قوانینی مورد توجه قرار داده است (دیویسون، ۱۹۹۳)[۷]. یک اصل مهم در مقررات جدید، شرط نقل مکان یا ترک خانه‌هایی است که توسط فرسایش مورد تهدید واقع شده‌اند (راجرز، ۱۹۹۳)[۸]، عملی که خود نوعی سازگاری پیشرفته با فرایندهای ساحلی محسوب می‌گردد. (پیلکی، ۱۹۸۱).

فرایندهای رودخانه‌ای و فرسایش

مخاطرات آبرفتی، هم شامل سیلاب و هم شامل فرسایش ناشی از آن می‌شود، اگر چه باید اذعان داشت فقط جنبه‌های فرسایشی سیلابها به عنوان مخاطرات ژئومورفیکی در نظر گرفته شوند. در ادبیات ژئومورفولوژی و هیدرولوژی، اطلاعات زیادی در مورد مسایل سیلاب

۱- Pilki (1981)
۲- Beach nourishment
۳- Leonard, et.al. (1990)
٤- Gares, et.al. (1980), Godfrey (1987)
٥- Dawson (1987)
٦- Fema
۷- Davison (1993)
۸- Rogers (1993)

وجـود دارد، امـا مـنابع بسـیار معدودی در مورد مسایل فرسایش آبرفتی موجود است. شناخت کـلی از ارتـباطات مـتقابل دبی رودخانه، هندسه هیدرولیک مجاری رودخانه‌ای، نحوه‌ی انتقال رسـوب، سیسـتم‌های زهکشی و هیدرولیک مجاری، حاصل شده است (نایتون، ۱۹۸٤ و موری سـاوا، ۱۹۸۵)[۱]. پیشرفت‌های اخیر در ژئومورفولوژی آبرفتی، توسط ریچاردز (۱۹۸۸)[۲] و راودز (۱۹۹۲)[۳] بازبینی شده‌اند. شرایط اساسی مرتبط با فرسایش حاشیه‌ای رودخانه مورد مطالعه قرار گـرفت (نایتون، ۱۹۸٤؛ ریچاردز، ۱۹۸۲) که خود به عنوان یک فرایند اساسی در مدل پیش‌بینی فرسـایش کـناره‌ای مؤثـر بـود، امـا تعـدادی از متغیرهای کنترل‌کننده فرسایش وجود دارند که بایسـتی بـه‌طور مؤثرتری در ایجاد یک مدل کارآمد؛ در نظر گرفته شوند. پیشرفت‌های به‌دست آمـده در زمیـنه‌ی مـدل‌سازی از «مآندرشدگی» می‌تواند در نمایان کردن مکانهای عمده با خطر فرسـایش کـناره‌ای مؤثـر باشد (فوردیش، ۱۹۹۱ و راودز، ۱۹۹۲)[٤]. فرسایش کناره‌ای شدید، با دینامیک بریدگی کناره‌های رود پیچ در ارتباط است و این موضوع، زمینه مساعدی را در جهت پیـش‌بینی وقوع مخاطرات فراهم می‌سازد. فرسایش کناره‌ای، در امتداد بسیاری از رودخانه‌های کشـورهای توسـعه یافـته یک امر طبیعی و عادی نبوده، بلکه به دلیل دست‌کاری کردن حواشی رودخانه‌ها و استفاده از تثبیت‌سازی مجراها است. (بروکز، ۱۹۸۵)[۵].

میـانگین میزان فرسایش سالانه در یک رودخانه تثبیت نشده و در اقلیم معتدل تا ۱۰ متر می‌رسد (جدول شماره ٦). این میزان ممکن است در مناطق حاره‌ای افزایش یابد، به طوری کـه میـزان فرسایش کناره‌ای رودخانه «براهماپوترا» بین ۲۰۰ تا ٤۰۰ متر در هر سال، طی دوره ۸۱-۱۹۷۵، بوده است. (هیگ و حسین، ۱۹۸۸)[٦].

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱- Knighton (1984), Morisawa (1985)

۲- Richards (1988)

۳- Rhoads (1992)

٤- Furdish (1991), Rhoads (1992)

۵- Brookes (1985)

٦- Hague and Hossain (1988)

*جدول شماره ی (٦)- مقدار فرسایش کناره‌ای در چندین ناحیه**

نام رودخانه	متوسط میزان پسروی	دوره سنجش
جی بی آکس[۱]	۰/۱۵ تا ۰/٤٦	۱۹۷٤-۷٦
جی بی بولین دین[۲]	۰/۹	۱۹٦۷-٦۹
جی بی کاند[۳]	۰/٦٤	۱۹۷۲-۷٤
کراوفورد بورن[٤] (ایرلند شمالی)	۰/۵	۱۹٦٦-٦۸
جی بی اگزه[۵]	۰/٦ تا ۱/۲	۱۹۷٤-۷٦
می سی سی پی[٦] (آمریکا)	٤/۵	۱۹٤۵-٦۲
تورنز[۷] (استرالیا)	۰/۵۸	۱۹٦۰-٦۳
واتس برنچ[۸] (امریکا)	۰/۵ تا ۰/٦	۱۹۵۵-۵۷
ویسلوکا[۹] (لهستان)	۸ تا ۱۱	۱۹۷۰-۷۲

* از نایتون (۱۹۸٤)

به نظر می‌رسد که یک ارتباط متقابل بین فرسایش کناره‌ای و ناحیه زهکش‌کننده وجود داشته باشد که می‌تواند منجر به تشدید این عملکرد گردد (هوک، ۱۹۸۰). این نوع بررسی‌ها و اطلاعات، برآوردی از بزرگی مسئله فرسایش کناره‌ای را ارائه می‌دهند ولی

۱- Axe, GB

۲- Bollin – Dean, GB

۳- Cound, GB

٤- Crawfordsburn,

۵- Exe, GB

٦- Mississipi

۷- Torrens

۸- Wtts Branch

۹- Wisloka

اطلاعـات کمـی از فرکانس فرسایش را نمایان می‌سازد. یک رابطه متقابل مستقیم بین فرسایش کـناره‌ای و تـنش برشـی بـر سـطح دیواره وجود دارد که از طریق سرعت جریان آب به دست می‌آید (هوک، ۱۹۷۹)، و اشاره به آن دارد که بایستی افزایش فرسایش کناره‌ای در پی بالا رفتن دبـی اتفاق افتد. تحلیل پارامترهای هندسه هیدرولیک، در یک ایستگاه و در عرض مشخصی از مجـرا نیـز، رابطه متقابل با دبی را نشان می‌دهد (نایتون، ۱۹۷۵) ولی موضوع ارتباط متقابل بین دبی و فرسایش کناره‌ای، هنوز نتوانسته توجه زیادی را به خود جلب نماید. فقدان اطلاعات در مـورد فـراوانی فرسـایش کـناره‌ای، مشـکل مهمـی در تشخیص پارامترهای مخاطرات بحرانی، سرعت شروع بحران، طول مدت و فضای مکانی می‌باشد.

تعییـن مـناطق آسـیب‌پذیـر از طـریق بررسـی‌هـای تاریخچـه فرسایش در امـتداد رودخانه‌های طغیانی امکان‌پذیر است (هوک، ۱۹۸۰؛ هیکو و حسین، ۱۹۸۸)، که این موضوع با نظـریه‌ی بـه کار گرفته شده در تحقیقات ساحلی مطابقت دارد. این مسئله مرتبط با راهکارهای تـاریخی است؛ همچنان که در گذشته حادث شده می‌تواند در آینده نیز تداوم داشته باشد. یک نظـریه‌ی دیگـر در ایـن زمیـنه توضیح می‌دهد که فرسایش بحرانی می‌تواند در آینده، در بیشتر قسـمت‌هـای آسـیب‌پذیر رودخانه‌ها روی دهد و این نقاط بایستی جزء نواحی با آسیب‌پذیری بـالا طبقه‌بندی شوند. اگر این اطلاعات با روابط متقابل دبی- فرسایش، تلفیق گردند؛ می‌توانند به ارزیابی مناسب از آسیب‌پذیری با توجه به شرایط بزرگی- فرکانس بیانجامند.

طـبق نظـر بـرتون و همکـاران (۱۹۷۸) روابـط متقابل بین بارندگی، دبی و فرسایش کـناره‌ای در مکانهـای با مخاطرات ژئومورفولوژیکی آبرفتی به چند نتیجه‌گیری مهم می‌انجامد. وقوع منظم بارش در نواحی معتدله و آگاهی از اینکه حتی مقادیر ملایم بارندگی سبب افزایش دبـی گـردیده، مخاطـرات ژئومورفیـک رودخانه‌ای (با فراوانی نسبتاً بالا، بزرگی حادثه و مدت نسـبتاً کوتـاه) را خبر می‌دهد. به نظر می‌رسد که به علت الگوهای فصلی یا دوره‌ای بارش، این وقایع به صورت نسبتاً منظم و با فاصله زمانی اتفاقی، رخ می‌دهند. آگاهی از روابط متقابل دبی و روانـاب، نشـان خواهد داد که سرعت شروع واقعه، نبایستی سریع باشد. وسعت فضایی این مخاطـرات محدود بوده، از این نظر به سادگی ماهیت مجراهای رودخانه‌ای تعیین می‌شود، ولی توزیع فضایی آنها پراکنده می‌باشد زیرا این مخاطرات با ویژگی‌های زمین‌شناسی و اقلیم‌شناسی

ناحیه‌ای، گره خورده است. سازگاری‌های منطبق با فرسایش کناره‌ای، عمدتاً همراه با پروژه-هایی که سیلابها را بررسی می‌کنند، در یک راستا آورده می‌شوند. تا همین اواخر یکی از انواع سازگاری‌های مربوط به مسئله فرسایش کناره‌ای، استفاده از سازه‌های مهندسی بود و یکی از اولین راهکارهای انتخابی به شمار می رفت. اما این نوع سازه‌ها در اغلب موارد، خطر فرسایش را توسط حمله آب به نقطه‌ی مجاورشان یا عملکرد زیربری؛ تشدید می‌کنند (بروکس، ۱۹۸۵)[۱].

مقالات زیادی نگاشته شده‌اند که فنون مهندسی به کار رفته در برابر مخاطرات رودخانه‌ای را بازبینی کرده‌اند. (چو، ۱۹۵۹، جانسن و همکاران، ۱۹۷۹)[۲] و راهکارهای دیگری را که قادر به کنترل جریان رودخانه باشند مورد بررسی قرار داده‌اند، مانند: رفت و روب مجرای رود و کنترل توسط پوشش گیاهی رودخانه‌زی (بروکس، ۱۹۸۵). اگر چه ظاهراً مقررات برنامه‌ریزی سیل فدرال (پلات، ۱۹۷۶) جهت کنترل سکونت‌گاه‌ها در جلگه‌های سیلابی ایجاد شده و نوعی بیمه‌ی حوادث برای این ساکنان را به دنبال آورده است؛ ولی به طور کلی اثرات نامطلوبی را در گرایش مردم به این مکانهای مخاطره‌آور داشته است (برتون و همکاران، ۱۹۹۳). تلاشهای دیگری نیزجهت کنترل مخاطرات رودخانه‌ای صورت گرفته، از جمله احداث کمربندهای سبز در امتداد رودخانه یا کنترل فرسایش از طریق اجرای قانون‌های خاص در اراضی مرطوب (کسلر، ۱۹۸۵)[۳]. پیش از برنامه بیمه‌ی سیل‌زدگی، هیچ تلاش فراگیری، جهت مدیریت جلگه‌های سیلابی در آمریکا وجود نداشت. از سوی دیگر وسیع‌تر شدن سیستم‌های رودخانه‌ای تثبیت شده، خطر فرسایش کناره‌ای را محدود کرده است. خطر فرسایش رودخانه‌ای در کشورهای کم‌توسعه‌یافته، بیشتر است، زیرا احداث سازه‌های مهندسی رودخانه‌ای محدودتر بوده و مردم کم‌درآمدی که در حاشیه رودخانه‌ها سکنی گزیده‌اند؛ از اختیارات کمی برخوردار بوده، هر لحظه با خسارات یا نقل مکانی به نقطه دیگر مواجهند.

۱- Brookes (1985)

۲- Chow (1959), Jansen, et.al. (1979)

۳- Kusler (1985)

جدول شماره‌ی ۷- ارزیابی کیفی عوامل مخاطره، در ارتباط با برخی بلایای ژئومورفیکی

پارامتر	مخاطره					
	فرسایش خاک	حرکات توده‌ای	فرسایش ساحلی	فرسایش رودخانه‌ای	فرسایش بادی	فرونشینی
فرکانس	متوسط تا زیاد	متوسط تا زیاد	متوسط تا زیاد	متوسط تا زیاد	متوسط	کم تا زیاد
بزرگی	کم تا متوسط	کم تا متوسط	کم تا متوسط	کم تا متوسط	کم تا متوسط	کم تا زیاد
مدت زمان	متوسط تا طولانی	کوتاه تا متوسط	متوسط تا طولانی	متوسط تا طولانی	متوسط تا طولانی	کوتاه تا متوسط
وسعت ناحیه‌ای	گسترده	متوسط تا محدود	متوسط تا محدود	متوسط تا محدود	متوسط تا محدود	متوسط تا محدود
سرعت شروع	آرام	متوسط تا سریع	آرام	آرام	آرام	آرام تا سریع
پراکندگی فضایی	متوسط تا پراکنده	متوسط تا تمرکز یافته	متوسط	متوسط	متوسط تا تمرکز یافته	متوسط تا تمرکز یافته
دوره فاصله زمانی	با قاعده (منظم)	اتفاقی	با قاعده (منظم)	با قاعده (منظم)	با قاعده (منظم)	اتفاقی

۵- نتایج

با توجه به تعریف ما از مخاطرات ژئومورفیکی، یک نظریه سنتی از این مطالعات را پذیرفتیم تا از پراکنده‌گویی در اختلافات دیگران، اگر چه حوزه‌های معینی باشند، پرهیز نماییم. ما در مبحث مخاطرات ژئومورفیکی بر تغییر چشم‌اندازها و اثرات این گونه تغییرات بر فعالیت‌های انسانی تأکید می‌کنیم. اگر چه تغییرات چشم‌اندازها، نتیجه فرایندهای طبیعی هستند که خودشان مسوؤل حوادث مخاطره‌انگیزند؛ به نظر ما، برای پرهیز از گمراهی، مجزا کردن مصیبت‌هایی که نتیجه تغییر چشم‌انداز هستند، از آنهایی که حاصل عملکرد انسانی بر تغییر چشم‌انداز می‌باشد؛ ضروری‌تر است و تأکید بر اهدافی که سبب تأثیر مورفولوژی به یک نظام قاعده‌مند واحد خواهد شد؛ حائز اهمیت است.

پذیرش این تعریف سبب آن خواهد شد که ما روی فرسایش، به عنوان یک مخاطره ژئومورفیک اولیه تاکید داشته باشیم. اگر چه ممکن است رسوب‌گذاری نیز یک مخاطره محسوب گردد (شرمن و نوردستروم) ولی خود، حاصل عملکرد فرسایش است. در تعریف مذکور، روی مخاطرات ژئومورفیک حاصل از حوادث فاجعه‌آور خاص بیشتر تأکید می‌شود (اگر چه اینها در تشدید فرسایش سهیم‌اند). تحلیل‌های ما از گسیختگی دامنه، خاک و فرسایش ساحلی و آبرفتی، آشکار می‌سازد که این مخاطرات ژئومورفیکی در مراحل پایانی چرخه مخاطرات اتفاق می‌افتند. (جدول شماره ۷). آنها معمولاً همراه با فرکانس بالا - بزرگی کم، توزیع گسترده مکانی، شرایط بلند مدت، و سرعت شروع آهسته رخ می‌دهند. یک بررسی انجام شده در مورد فرسایش بادی و فرونشینی‌ها، نشان می‌دهد که این ویژگی‌های اصلی مخاطرات، شامل حال دیگر بلایای ژئومورفولوژیکی نیز می‌شوند (جدول شماره ۷). ویژگی-های طبیعی مخاطرات ژئومورفیکی سبب می‌شوند که آنها نسبتاً غیرقابل تطبیق با اثرات جمعیتی باشند و ممکن است افراد به احتمال کمتری سازگاری‌های ژئومورفیک را در مقایسه با مخاطرات هیدرولوژیکی یا جوی بپذیرند.

ژئومورفولوژیست‌ها این زمینه را دارند که ماهیت مخاطرات ژئومورفیک را تشریح نموده، برای اتخاذ راهبردهای مدیریتی سازگار یافته با آنها، مباحثه نمایند تا میزان تلفات ناشی از مخاطرات را کاهش داده، نتایج مفیدی به‌دست آورند. ولی هنوز در انتقال این اطلاعات، کاملاً حرفه‌ای نشده‌ایم، ما بایستی به جای اینکه به مدیران، طراحان و تصمیم‌گیرندگان آموزش دهیم ابتدا زمینه‌های تحقیقاتی و مطالعاتی خودمان را فراهم آوریم، زیرا اغلب مردم نیازمند نتایج پژوهشهای ما در زمینه‌ی مخاطرات عمده هستند. در بین کلیه کتابهای درسی مربوط به مخاطرات طبیعی، فقط تعداد بسیار اندکی وجود دارند که بر جنبه‌ی طبیعی موضوع تأکید می‌ورزند (برایسنت، ۱۹۹۱ و الکساندر، ۱۹۹۳)[۱]. اطلاعات به دست آمده در مورد جنبه‌های فیزیکی مخاطرات طبیعی، منتج به ارائه زمین‌شناسی محیطی (لاندگرن، ۱۹۸٦)[۲] و ژئومورفولوژی کاربردی می‌شود (کوک و دورنکمپ، ۱۹۹۰)[۳]؛ موضوعی که عموماً توسط مدرسان رشته‌های برنامه‌ریزی استفاده نمی‌شوند. بیشتر کتابهای مربوط به مخاطرات، بر واکنش سیستم‌های اجتماعی یا پیش‌بینی مخاطرات و بلایای طبیعی تأکید ورزیده‌اند و گزارش محدودی را به جنبه‌های فیزیکی اختصاص می‌دهند (فاستر، ۱۹۸۰، پتاک و اتکیسون)[٤].

رشته‌های کاری کمتری وجود دارند که هدفشان، آموزش دادن درباره خطرات مربوط به محیط‌های ژئومورفولوژیک باشد. در یک بررسی از ۸۲ فارغ‌التحصیل مدارس برنامه-ریزی آمریکا، پرسش در مورد محتوای درسهای دوره تحصیلات آنها مرتبط با مخاطرات طبیعی، صورت گرفت و نشان داد که فقط سه دوره وجود داشته که موضوعی تحت عنوان «مخاطرات طبیعی» یا «بلایای محیطی» را در بر داشته‌اند. (هاولیک و دورسی، ۱۹۹٤)[٥]. یک استنباط از این بررسی، این است که بیشتر برنامه‌ریزان (و یا دیگر تصمیم‌گیرندگان در شرایط

۱- Bryant (1991), Alexander (1993)

۲- Lundgren (1986)

۳- Cooke and Doornkamp (1990)

٤- Foster (1980), Petak and Atkisson (1982)

٥- Havliek and Dorsey (1994)

مشابه) به جای آنکه تخصص را در ارزیابی خطر و کاهش بلایا بسط دهند، بیشتر بر «آموزش شغل» تأکید می‌ورزند. این موضوع زمینه و تلاشی را می‌طلبد که ما به دنبال راهکارهایی جهت بهبود بخشیدن به روش‌های مناسب، برای ارتباط با مدیران خطر باشیم. این کار مستلزم ارتباط متقابل با دانشمندان علوم اجتماعی و دخالت آنها در حوزه‌ی تحقیقات مخاطرات طبیعی و نیز انتشار نتایج به دست آمده در نشریاتی است که افراد مرتبط با این مخاطرات بتوانند آنها را مطالعه نمایند.

ژئومورفولوژیست‌ها، بایستی از اطلاعات به دست آمده توسط دانشمندان علوم اجتماعی جهت برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاریها، کمک بگیرند. خط‌مشی‌های مدیریتی، نمی‌توانند فقط بر اصول ژئومورفیکی متکی باشند، بلکه باید با در نظر گرفتن ساختارهای اقتصادی و سیاسی آن منطقه طراحی گردند؛ به طوری که جنبه اجرایی آنها، انجام‌شدنی باشد. یک مسئله کلی در این مورد، راهبردهایی است که بر پایه‌ی نظریه‌های صحیح ژئومورفولوژی ارائه می‌شود. اما اگر دلایل تجربی آن ضعیف باشد، چنین راهبردی از دیدگاه عمومی رد می‌شود (وینبرگ، ۱۹۸۵ و گارس، ۱۹۸۹)[۱]. همچنین ما بایستی جوامع انسانی را از طریقی مورد مطالعه قرار دهیم تا بتوانیم اثرات فعالیت‌های بشری را بر چشم‌اندازهای طبیعی مورد بررسی قرار دهیم. انسان‌ها جزء لاینفک و جدانشدنی این چشم‌اندازها هستند و ژئومورفولوژیست‌ها باید عملکردهای انسان را با مدل‌های چشم‌انداز طبیعی تلفیق نمایند تا در درک دقیق سیستم و یا تشریح آن مورد استفاده قرار گیرد. (فیلیپس، ۱۹۹۱ و نوردستروم، ۱۹۹٤)[۲]. برای این منظور، ما نباید بر تغییرات انسانی سیستم ژئومورفیکی تأکید نماییم بلکه بایستی آن را به عنوان یکی از چندین متغییر متعددی در نظر گرفت که آن سیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

شرایط اقتصادی- اجتماعی، مسئله مخاطرات را از طرف دیگری تحت تأثیر قرار می‌دهند، مسئله حاشیه‌نشینی (ساسمن و همکاران، ۱۹۸۳)[۳] یکی از این موارد تأثیرگذار در بحث مخاطرات ژئومورفیک است، زیرا فشارهای جمعیتی و عدم دسترسی به سرمایه و منابع

۱- Weinberg (1985), Gares (1989)

۲- Phillips (1991), Nordstrom (1994)

۳- Susman, et.al. (1983)

طبیعی، مردم را وادار می‌سازد که در اراضی حاشیه‌ای (با شیب‌های تند و خطرناک، یا جنگلهای گرمسیری با قشر نازک خاک) سکنی گزینند. این اراضی حاشیه‌ای به کوچکترین تغییراتی که توسط حضور انسانها رخ می‌دهد؛ حساس‌پذیرند و از این نظر سکنی‌گزینی انسانها موجب افزایش آسیب‌پذیری نقاط تصرف شده می‌گردد. زمین لغزه‌ها، فرسایش خاک، فرسایش ساحلی و رودخانه‌ای، همگی سبب تحلیل روند زندگی و صدمات جبران‌ناپذیری می‌شوند. گاهی ممکن است یک حاشیه‌نشینی وارونه اتفاق بیفتد یعنی در جایی که مکانهای آسیب‌پذیر، در حکم مکانهای مطلوب ظاهر می‌شوند و طبقه دارا را به خود جذب می‌کنند. یکی از نتایج این سکنی‌گزینی، تمایل به حفظ سرمایه‌گذاری در این نواحی است به طوری که سرانجام یک بار خطر آن را تشخیص داده باشند و این مسئله منتج به‌کارگیری سازگاری‌های پیچیده و کاهش مخاطره خواهد شد، ولی از طرف دیگر خطر بالقوه یک حادثه‌ی فاجعه‌آور را افزایش می‌دهد. مهاجرت مردم به این مکانهای فاجعه‌آمیز تسهیل شده است. روند فزاینده اقامت‌گزینی در مکان‌های مخاطره‌آمیز مشکلاتی را برای تعیین راه‌حل‌های مدیریت بهینه به وجود آورده است، زیرا وجود سازه‌های انسانی و فعالیت‌های بشری مؤثر بر فرایندهای ژئومورفیکی، خود، عاملی در ایجاد مخاطرات است. این درک واکنش‌های ژئومورفیکی، حاصل عملکرد متقابل انسان و سیستم‌های طبیعی است. بنابراین، علی‌رغم توسعه‌ی علوم اجتماعی در تحقیق مخاطرات، هنوز جایگاه بسیار مهمی برای ژئومورفولوژیست‌ها وجود دارد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی