

# مخاطرات محیطی<sup>(۱)</sup>

مترجمین

فریبا آزاد  
کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی

دکتر محمدرضا ثروتی  
استاد دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی

رضا منصوری

دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی / مدیریت محیطی، دانشگاه شهید بهشتی

## چکیده

یکی از موقعیت‌هایی که مورد توجه ژئومورفولوژیست‌های کاربردی می‌باشد، این است که کدام یک از رویدادهای ژئومورفولوژیکی اثر مستقیمی بر روی انسان دارند. در این جا، بحث به مخاطرات ژئومورفولوژیکی محدود خواهد شد. مخاطرات زمانی روی می‌دهند که از آستانه پیشی بگیرند. بعضی از مخاطرات مانند تمام زمین‌لرزه‌ها، کاملاً طبیعی هستند، اما برخی دیگر از مخاطرات تا حدودی به دلیل فعالیت‌های خود انسان، روی می‌دهند. در این جا، مخاطرات ژئومورفولوژیکی اصلی توصیف و اثراتی که آنها دارند مشخص خواهند شد. متأسفانه، دامنه گسترده مخاطرات ژئومورفولوژیکی اغلب درک نشده، لذا فهرست مخاطرات ژئومورفولوژیکی، در جدول ۱ ارائه شده است. همچنین اثرات فاجعه‌آمیزی که آنها می‌توانند داشته باشند درک نشده است، بنابراین بلایای طبیعی بزرگ جهان که از حوادث ژئومورفولوژیکی ناشی می‌شوند در جدول ۲ فهرست شده‌اند. بخش‌های معینی از دنیا از آن جهت که به‌طور غیر معمول تعداد زیادی از مخاطرات ژئومورفولوژیکی طبیعی را تجربه می‌کنند بداقبال هستند. مخاطرات با دو میحث اصلی ارتباط پیدا می‌کند. نخست، تعدادی از این مخاطرات برآیند حرکات ساختمانی پوسته هستند که در واقع در فاصله زمانی بسیار کوتاهی عمل می‌کنند: آتشفشان‌ها، زمین‌لرزه‌ها، گسل خوردگی‌ها. دوم و شاید به‌طور جالب‌تر، تعدادی از مخاطراتی که ناشی از عملکرد فرایندهای ژئومورفولوژیکی هستند، در طی دوره‌های زمانی کوتاه-روزها، گاهی اوقات حتی طی ساعت‌ها، روی می‌دهند. نمونه‌هایی از آنها شامل: سیلاب‌های رودخانه‌ای و دریایی و زمین‌لغزش می‌شود. رویدادها، زودگذر و غیرعادی‌اند و می‌توانند به شکل فاجعه‌آمیزی در بیشتر از یک طریق تشریح شوند. واژه‌های کلیدی: مخاطرات محیطی، مخاطرات ژئومورفولوژیکی، فجاجع طبیعی، فرایندهای ژئومورفولوژیکی، فرسایش خاک.

## مقدمه

یکی از موقعیت‌هایی که مورد توجه ژئومورفولوژیست کاربردی می‌باشد، این است که کدام یک از رویدادهای ژئومورفولوژیکی اثر مستقیمی بر روی انسان دارند. انسان در هر کجا، تا حدودی توسط ژئومورفولوژی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. ظاهراً ژئومورفولوژیست در هر موقعیت ممکن درگیر نمی‌شود، اما هنگامی که یک رویداد ژئومورفولوژیکی شدت کافی برای ایجاد یک مخاطره برای انسان داشته باشد، می‌تواند درگیر شود.

موضوع عمومی مخاطرات محیطی در کتاب‌های درسی متنوعی مانند: وایت<sup>(۱)</sup> (۱۹۷۴)، بولت و همکاران<sup>(۲)</sup> (۱۹۷۵)، والتهم<sup>(۳)</sup> (۱۹۷۸) و پری<sup>(۴)</sup> (۱۹۷۸) و پری<sup>(۵)</sup>

(۱۹۸۱) بحث شده‌است. در اینجا، بحث به مخاطرات ژئومورفولوژیکی<sup>(۱)</sup>

محدود خواهد شد. البته تمام مخاطرات، ژئومورفولوژیکی نیستند.

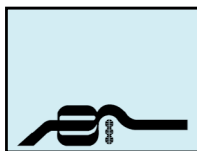
بسیاری از مخاطرات دیگر مانند «هاریکن‌ها»<sup>(۲)</sup> و «بوران‌ها»<sup>(۳)</sup> مربوط به هواشناسی هستند، گرچه ممکن است آنها مستقیماً به یک رویداد ژئومورفولوژیکی مانند سیلاب‌های دریایی یا بهمین‌ها منجر شوند ولی در اینجا به‌عنوان مخاطرات ژئومورفولوژیکی محسوب نمی‌شوند. همچنین این موضوع نیز بایستی مدنظر قرار گیرد که رویدادهای ژئومورفولوژیکی شدید، تنها اگر در محل رخداد آنها، انسان زندگی کند یا اگر وی تلاش نماید که به نحوی محیط آنجا را مدیریت نماید، خطری برای انسان به وجود خواهند آورد. برای مثال، بسیاری از زمین‌لرزه‌هایی که در زیردریا رخ می‌دهند عملاً توسط انسان مورد بی‌توجهی قرار می‌گیرند. نکته مقدماتی و قطعی این است، در حالی که بعضی از مخاطرات مانند تمام زمین‌لرزه‌ها، کاملاً طبیعی هستند، اما دیگر مخاطرات تا حدودی به خاطر فعالیت‌های خود انسان، روی می‌دهند.

برای مثال، اغلب روی می‌دهد که انسان بعضاً در مورد سیل خیزی یا فرسایش خاک مسئول است. در چنین مواردی معمولاً انسان در می‌یابد که مداخله وی در فرایندهای طبیعی باعث می‌شود فرایندها با شدت دو چندانی عمل کنند.

در اینجا، مخاطرات ژئومورفولوژیکی اصلی توصیف و اثراتی که آنها دارند مشخص خواهند شد. دامنه گسترده مخاطرات ژئومورفولوژیکی اغلب مورد توجه قرار نگرفته است، بنابراین فهرست مخاطرات ژئومورفولوژیکی برای مراجعه، در جدول ۱ ارائه شده است. همچنین اثرات فاجعه‌آمیزی که آنها می‌توانند داشته باشند، درک نشده‌است، بنابراین بلایای طبیعی بزرگ جهان که از حوادث ژئومورفولوژیکی ناشی می‌شوند در جدول ۲ فهرست شده‌اند. از دست دادن زندگی الزاماً معنی‌دارترین شاخص بزرگی یک فاجعه نیست، بلکه این جدول نشان می‌دهد که تعدادی از نمونه‌های خاص خود بریتانیا که غالباً در نوشته‌ها ظاهر می‌شوند در مقیاس جهانی نسبتاً ناچیز به نظر می‌رسند.

## فرسایش خاک به‌وسیله آب

معنی طبیعی اصطلاح «فرسایش خاک»<sup>(۴)</sup> به معنای فرسایش خاک توسط فرایندهای متنوع طبیعی ژئومورفولوژیکی است. هرچند این مفهوم معمولاً «فرسایش زمین‌شناختی»<sup>(۱)</sup> نامیده می‌شود، ولی با «فرسایش خاک» وقتی که انسان سیستم طبیعی را به‌وسیله فعالیت‌های متنوع کاربردی زمین تغییر می‌دهد، متفاوت است. خود انسان به‌جز در موقعیت‌های معین، باعث جابجایی فیزیکی خاک نمی‌شود، بلکه ضعف مدیریت وی بر روی زمین به فرایندهای طبیعی اجازه می‌دهد تا با قدرت دو چندانی عمل نمایند. بنابراین فرسایش خاک، فرسایش شتاب‌دار<sup>(۲)</sup> می‌باشد<sup>(۳)</sup>.

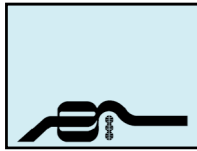


### جدول ۱: مخاطرات ژئومورفولوژیکی

ساختمان اصلی	الف) آتشفشان‌ها: گازها، لایها، تفرها (مواد جامد)، خاکستر آتشفشانی، لاپیلی، بلوک‌های آتشفشانی، بمب‌های آتشفشانی، ابرهای سوزان، زمین‌لغزش‌ها، جریان‌های گلی و لاهارها، سیلاب‌ها. ب) زمین‌لرزه‌ها: لرزش زمین، گسیختگی‌ها و گسل‌ها، ناپایداری دامنه، گردش آب زیرزمینی، گسیختگی، فرونشست، نوسانات سطح آب، بهم‌ها، سونامی، آتش‌سوزی
تخریب مواد طبیعی بر اثر هوازدهی	هوازدهی ناشی از نمک (نمک‌شکافتگی)، یخ‌شکافتگی، هوازدهی ناشی از تابش خورشید، تر و خشک شدن، گوه‌شدگی ریشه، فرسایش پلاکینگ کلوییدی، هیدراسیون، هیدرولیز، اکسیداسیون، اکسیدشدن، انحلال، کربناسیون، کیلیت‌شدن، تغییرات شیمیایی بیولوژیکی شامل تشدید هوازدهی بر اثر آلودگی
رودخانه‌ای	سیلاب‌های رودخانه‌ای <sup>(۱۶)</sup> ، فرسایش خاک توسط آب، شستشوی صفحه‌ای، فرسایش طغیان‌صفحه‌ای، شستشوی بارانی، فرسایش آب‌کندی، فرسایش بستر و کرانه‌های رودخانه، تغییر موقعیت بستر رودخانه، رسوبگذاری رودخانه، کانال‌هاومخازنی که می‌تواند باعث سیل شوند
ناپایداری دامنه	حرکت توده‌ای، خزش خاک، زمین‌لغزش‌ها، جریان‌های گلی، جریان‌های واریزه، بهم‌های واریزه، جریان‌های زمین، جریان‌های لیس، لغزش‌های واریزه، لغزش‌های سنگی، لغزش‌های چرخشی، لغزش‌های چرخشی، سنگ‌افتان‌ها، حرکت واریزه، ترکیدگی باتلاق، فرونشست، فعالیت دوباره فسیل، ناپایداری، اثرات جانبی زمین‌لغزش‌ها برای مثال جاری‌شدن سیل
ساحلی	سیلاب‌های دریایی <sup>(۱۷)</sup> ، سونامی، فرسایش پرتگاه، ناپایداری دامنه، تخریب ساحل، رسوبگذاری در بنادر، توسعه زبانه
مناطق خشک و نیمه‌خشک	بادرویش <sup>(۱۸)</sup> ، فرسایش خاک توسط باد، ریگزارها، فعالیت دوباره ریگزارهای فسیل، پیشروی ماسه، بیابان‌زایی، شوری: تأثیر بر روی خاک‌های کشاورزی، تأثیر بر روی فونداسیون ساختمان، سیلاب‌های برق آسا، مخروط‌افکنه‌های واریزه‌ای، جریان‌های گلی
مجاور یخچالی	پوشش‌یخی‌زمین، پرامافراست، هوازدهی یخبندانی، ترک یخبندانی، سولیفکاسیون، ذوب‌شدگی، فرونشست، گسیختگی زمین یخ‌زده، سیلاب‌های رودخانه‌ای (آب‌های ناشی از ذوب بهاری)
یخچالی	یخکافت، غارها و جویبارهای ناشی از برفاب در مناطق زیریخچالی و درون یخچالی، تلاطم‌های یخچالی، تغییر و جابجایی موقعیت‌های پوزه‌های یخچال و جویبارهای ناشی از ذوب برفاب، نهشته‌گذاری - واریزه‌های ناشی از ذوب برفاب سیلاب‌ها، منجر به دبی‌های بسیار بالای برفاب می‌شود، بهم‌ها و بادهای ناشی از بهم

### جدول ۲: فجایع بزرگ<sup>(۱۹)</sup>

آتشفشان‌ها	
۱۹۰۲	مونت پله در مارتینیک در باختر ایندیز <sup>(۲۰)</sup> ، سنت‌پیر <sup>(۲۱)</sup> تخریب شد: به جز دو نفر تمام ۳۰۰۰۰ نفر آن کشته شدند.
۱۹۱۹	جریان لاهار، آتشفشان کلوت در اندونزی <sup>(۲۲)</sup> : ۵۳۰۰۰ نفر کشته شدند.
۱۹۸۵	آتشفشان نوادو دل رویز در کلمبیا <sup>(۲۳)</sup> ، به دنبال گل‌لغزه‌های آتشفشانی ۲۳۰۰۰ نفر در شهر آرمر <sup>(۲۴)</sup> کشته شدند.
زمین‌لرزه‌ها	
۱۵۵۶	ایالت شنسی در چین <sup>(۲۵)</sup> ، جریان زمین‌لغزش‌های لسی و سیلاب‌ها: ۸۳۰۰۰۰ نفر روستایی کشته شدند.
۱۷۵۵	لیسیون <sup>(۲۶)</sup> : ۶۰۰۰۰ نفر کشته شدند.
۱۹۲۳	خلیج ساگامی در ژاپن <sup>(۲۷)</sup> : ۲۵۰۰۰۰ نفر کشته شدند.
۱۹۷۶	تانگشان <sup>(۲۸)</sup> در چین: ۶۵۰۰۰۰ نفر کشته شدند.
۱۹۷۸	طیس در ایران: ۱۱۰۰۰ نفر از کل جمعیت ۱۳۰۰۰ نفری شهر کشته شدند و بیش از ۱۵۰۰۰ نفر دیگر در جاهای دیگر از بین رفتند.
۱۹۸۰	ال آستانم در الجزایر <sup>(۲۹)</sup> : ۲۰۰۰۰ نفر کشته شدند.
سونامی	
۱۸۷۶	بنگال در هند <sup>(۳۰)</sup> : ۲۰۰۰۰۰ نفر کشته شدند.
۱۸۸۳	جاوه و سوماترا (پس از کراکاتوا) <sup>(۳۱)</sup> : ۳۶۰۰۰ نفر کشته شدند.
۱۸۹۶	ژاپن: ۲۷۰۰۰ نفر کشته شدند.
حرکات توده‌ای	
۱۶۱۸	زمین‌لغزش مونت‌کننتو در سوییس <sup>(۳۲)</sup> : ۲۴۳۰ نفر در روستای پلی‌پورز <sup>(۳۳)</sup> کشته شدند.
۱۹۲۰	کانسو <sup>(۳۴)</sup> در چین. زمین‌لغزش‌های لسی، که توسط زمین‌لرزه به جریان افتاده، مسیر رودخانه بسته شد و منجر به ایجاد سیلاب شد: ۱۸۰۰۰ نفر کشته شدند.
۱۹۶۳	زمین‌لغزش در مخزن سد وایونت <sup>(۳۵)</sup> در ایتالیا، باعث جاری شدن سیلاب شد: ۱۹۰۰ نفر کشته شدند.
۱۹۷۰	بهم‌ها واریزه، که توسط یک زمین‌لرزه در یانگای در هاسکاران <sup>(۳۶)</sup> در پرو به جریان افتاد: ۲۵۰۰۰ نفر کشته شدند.
سیلاب‌های رودخانه‌ای	
۱۸۸۷	هوانگ‌هو <sup>(۳۷)</sup> در چین: ۲۰۰۰۰۰۰ نفر کشته شدند.
۱۹۳۱	هوانگ‌هو در چین: ۳۷۰۰۰۰۰ نفر کشته شدند.
۱۹۷۰	دلنای گنگ <sup>(۳۸)</sup> : ۱۰۰۰۰۰۰ نفر کشته شدند.
۱۹۷۸	شمال خاوری هند: ۲۸۰۰ نفر کشته شدند.



پ) زمین کشت شده، برای مثال اگر توسط آتش گرفتن چراگاه برهنه گردند.  
ت) آماده سازی مکان‌هایی برای توسعه شهری.  
ث) معدن کاری.

ج) جاده سازی.

چ) جایی که یک ناحیه بیش از حد به عنوان تأسیسات تفریحی مورد استفاده قرار گرفته است.

شاید به طور قابل فهم، بیشترین مطالعات فرسایش خاک در ارتباط با زمین کشاورزی باشد. در این متن ثابت شده است که فرسایش خاک عمدتاً توسط فاکتورهای مرتبط با: آب و هوا، توپوگرافی، ویژگی‌های خاک، پوشش گیاهی و عملیات کاربری زمین تعیین می‌شود.

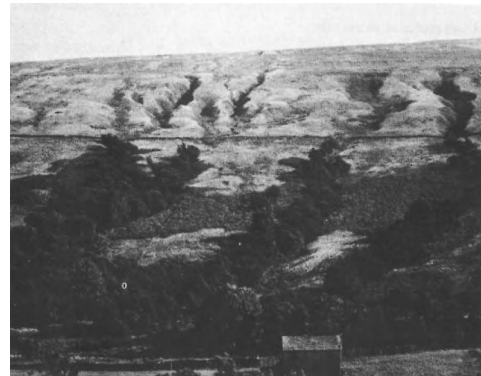
هرچند این بسیار مهم و ضروری است، اما در بیشتر نوشته‌های جدید، موضوعاتی شبیه فهرست بالا کمتر مورد بحث قرار می‌گیرند. برای مثال، فرسایش ناشی از پیاده‌روی در بخش‌هایی از زمین‌های مرتفع بریتانیا که زیاد مورد استفاده قرار گرفته‌اند، هم‌اکنون بیشترین توجه را به خود جلب نموده و این به خاطر این جالب است که در بحث فرسایش خاک بیشتر مردم فوراً نه به احیای مجدد آن و نه به بریتانیا فکر می‌کنند. هرچند، این داستان هم در صفحات نشریات علمی و هم در مجلات غیر علمی گفته شده است. با اقتباس از فقط یک نمونه مورگان و اسکوجینگ<sup>(۴۳)</sup> (۱۹۸۱) فرسایش خاک از این نوع را در موبیل فامانو<sup>(۴۴)</sup> در کانتری پارک در تپه‌های کلودیان<sup>(۴۵)</sup> شرح می‌دهند (نگاره ۳).

تأثیرات فرسایش خاک فقط به ناحیه فرسایش خاک منحصر نمی‌شود، بلکه پیامدهای قابل توجهی در سرتاسر چشم‌انداز دارد. کانال‌های رودخانه با رسوبات انباشته می‌شوند و به‌طور چشمگیری مستعد سیل خیزی می‌شوند، مخازن، گل و لای می‌گیرند و کیفیت منابع آب بدتر می‌شود.

### فرسایش خاک به وسیله باد

شاید به‌طور شگفت‌آوری، با در نظر گرفتن حفظ حرکت که در بحران «داست بول»<sup>(۴۶)</sup> آمریکای شمالی دنبال شد، این مشکل هنوز در حال گسترش باشد. این عمل به‌ویژه در نواحی خشک و نیمه خشک رایج است، جایی که میزان سرعت باد و تبخیر بالاست، بارندگی کم و خشکسالی رایج بوده و جایی که توسعه نامناسب با سکونتگاه‌های جدید همراه شده است، یا جایی که مقدار زیادی افزایش جمعیت وجود دارد. این موارد بخش‌هایی از: گریت پلین<sup>(۴۷)</sup>، استپ‌های باختر سیبری و قزاقستان، حواشی خشک آفریقا و بخش‌هایی از هند و استرالیا را شامل می‌شود. این شرایط همچنین در نواحی معتدل که از خشکسالی دوره‌ای رنج می‌برند، نیز رخ می‌دهد و خاور انگلستان هم‌اکنون یک نمونه خوب می‌باشد که با مدرک ارایه شده است (کووک و دورنکمپ<sup>(۴۸)</sup> ۱۹۷۴، صص ۲-۷). مخاطره چندین جنبه دارد. در طی طوفان‌های گردوغبار، ممکن است جاده‌ها مسدود، جویبارها و کانال‌ها پر، حصارها دفن، گردوغبار استنشاق گردد و علف‌های هرز و حشرات به‌طور گسترده‌ای پراکنده شوند. آسیب به محصولات کشاورزی می‌تواند شدید باشد. دانه‌ها ممکن است جابجا، ریشه‌های گیاهان نمایان شوند و برگ‌ها صدمه ببینند. خاک از بیشتر ذراتی که به‌راحتی جابجا می‌شوند تهی گردد و این موارد شامل دانه‌های کوچکتر و مقداری ماده آلی می‌باشد.

فرسایش خاک به وسیله آب مستلزم دو رویداد جدا از هم می‌باشد که یکی پس از دیگری روی می‌دهند. نخست جدایش<sup>(۴۳)</sup> ذرات خاک می‌باشد که نتیجه فرسایش قطره‌ای باران است. دوم انتقال<sup>(۴۴)</sup> این ذرات است و این عمل ناشی از فرسایش «روان آب‌ها» می‌باشد. ممکن است شستشوی صفحه‌ای به صورت جریان متمرکز یا غیرمتمرکز باشد که منجر به ایجاد جویبار، آبکند و فرسایش کانالی شوند (نگاره ۱). تشخیص و تمایز عملی و نیز علمی فرسایش، اهمیت دارد. به عنوان مثال، تراس‌بندی<sup>(۴۵)</sup>، یک عمل حفاظتی معمولی است که فرایند انتقال و جابجایی ذرات خاک را کنترل می‌نماید، ولی از جدایش ذرات خاک جلوگیری نمی‌کند (نگاره ۲).

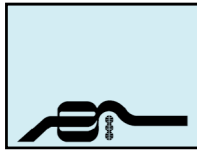


نگاره ۱. گسترش آبکند: آبکندهای اطراف دره، در میان انواع سنگ‌های متنوع در کوردال در یورکشایر<sup>(۴۹)</sup> برش یافته‌اند (از گرگوری و والینگ<sup>(۴۰)</sup> ۱۹۷۳).



نگاره ۲. تراس‌های پادی<sup>(۴۱)</sup> در لوزون، فیلیپین<sup>(۴۲)</sup>.

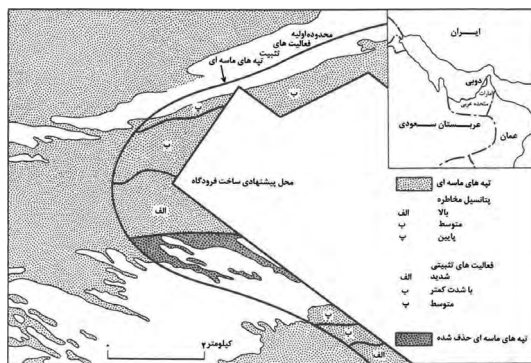
تلاش‌های فراوانی برای اثبات اینکه چه بخش‌هایی از دنیا بیشترین میزان فرسایش خاک را تجربه کرده‌اند صورت گرفته است. گرچه یافته‌ها کافی نیستند ولی به نظر می‌رسد که میزان زیادی از فرسایش در نواحی نیمه خشک و نواحی با بارندگی فصلی زیاد به وجود می‌آید. هرچند، تأثیر انسان یک عامل بسیار مهم می‌باشد که در از بین رفتن خاک مؤثر است. بنابراین فرسایش خاک در برخی از شرایط اهمیت بیشتری دارد:  
الف) ضعف مدیریت هم در زمین‌های کشاورزی و هم در زمین‌های مرتعی.  
ب) نواحی جنگلی پس از آتش‌سوزی و قطع درختان و احداث جاده‌های در دسترس.



معادن، خانه‌ها و شهرها امکان‌پذیر گردد می‌تواند به‌عنوان خطر تلقی گردد. یک نمونه از این مورد و نقش عملی آن که می‌تواند توسط ژئومورفولوژیست کاربردی انجام شود، همان است که در یک فرودگاه جدید در دویی طراحی شده‌است (نگاره ۴). در این هنگام تیمی از ژئومورفولوژیست‌ها که توسط دورنکمپ رهبری می‌شد، برای ارزیابی خطر تپه‌های ماسه‌ای و به‌منظور توصیه معیارهای ضروری تثبیت ماسه‌ها، از دانشگاه ناتینگهام<sup>(۵۲)</sup> فراخوانده شدند (وارن و ماین‌گوت<sup>(۵۳)</sup> ۱۹۸۲). دومین نوع مسئله، حرکت ماسه بر روی ریگزارهای به‌اصطلاح تثبیت شده است. این ماسه‌ها بیرون از بیابان‌های کنونی قرار می‌گیرند. آنها تپه‌های ماسه‌ای فسیل هستند، وقتی که بیابان‌ها فراتر از محدوده‌های کنونی خود بوده‌اند، در اواخر پلیستوسن<sup>(۵۴)</sup> رسوب کرده بودند و بعداً توسط علف‌ها و درختان تثبیت گردیده‌اند.

در این نواحی، گیاهان فقط مانعی کم اهمیت هستند که اگر مورد چرای بی‌رویه و لگدمال شدن قرار گیرند یا زمین‌ها به زیر کشت بروند از دست می‌روند. مشکل سوم بیابان‌زایی<sup>(۵۵)</sup> است. این مشکل وخامت‌روزافزون آب و هوا، موقعیت‌های زمین و گیاهان به خاطر افزایش خشکی است.

این عامل، عمدتاً در نواحی نیمه خشک که در مرزهای بیابان‌های موجود قرار می‌گیرند اثر می‌گذارند. زمانی که بیابان‌زایی شروع می‌شود نواحی نیمه خشک به بیابان تبدیل می‌شوند. پوشش خاری تیغستان آنها تا نقطه‌ای که باد بتواند ذرات ریز خاک را انتقال دهد، کاهش می‌یابد تا یک سطح سنگی برهنه یا ریگ‌ها باقی بمانند. در جایی دیگر که ماسه نهشته‌گذاری می‌شود، یک حرکت سطحی مداوم ایجاد می‌گردد.



**نگاره ۴: خطر تپه‌های ماسه‌ای در اطراف محل پیشنهادی فرودگاه دویی.**

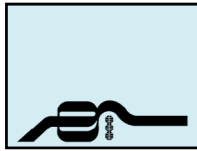
بیابان‌زایی می‌تواند به‌وسیله تغییرات طبیعی آب و هوا به خاطر خشکی و به وسیله فعالیت بی‌خردانه انسان ایجاد شود. در منطقه ساحل آفریقا این امر برآیند ترکیبی از هر دو عامل بالاست. به اثرات خشکسالی، در ساحل<sup>(۵۶)</sup> بین سال‌های ۱۹۶۸ تا ۱۹۷۳ (نگاره ۵) می‌بایست اثرات انسان را نیز اضافه نمود. به عنوان نمونه یک ناحیه جهان سومی نرخ بالایی از افزایش جمعیت سالانه در حدود ۳ درصد دارد. این مورد معانی چندی دارد: الف) مصرف بیش از اندازه گیاهان جنگلی برای پختن غذا. ۱۰۰ میلیون نفر از افرادی که در آفریقا و خاورمیانه برای پخت‌وپز به چوب وابسته هستند به تنهایی می‌بایست در حدود ۲۵ میلیون هکتار در سال را ویران نمایند، حتی اگر توانایی محیط را در احیا دوباره بافت جنگلی به حساب آوریم.



**نگاره ۳. هیلفوردهای<sup>(۴۹)</sup> عصر آهن و پیاده‌رو دایک اوفاز<sup>(۵۰)</sup> پیاده‌روندگان را در کانتری پارک مویل‌فامانو به خود جلب کرده است. تخریب پوشش گیاهی با زیر پا گذاشتن توسط افراد پیاده گسترده‌تر می‌شود و در نتیجه منجر به فرسایش می‌گردد. بررسی‌های ژئومورفولوژیکی به برنامه‌های مدیریتی کمک می‌نمایند.**

این عمل به تدریج بهره‌وری خاک را کاهش می‌دهد. فرسایش بادی موضوع پژوهش‌های بسیاری بوده‌است و به‌طور اساسی سه شیوه در مطالعه آن وجود دارد. اینها شامل شبیه‌سازی‌های آزمایشگاهی فرایند، مانند آزمایشات تونل باد، کنترل فرسایش خاک در میدان و پیش‌بینی فرسایش بادی هستند. تمام این موارد به تفصیل توسط کوک و دورنکمپ (۱۹۷۴) بحث شده‌اند. در برخی از بخش‌های خشک و نیمه‌خشک جهان، ماسه یک تهدید واقعی است. سه نوع ناحیه و سه نوع مشکل وجود دارد. نخستین مشکل در ریگزارهای<sup>(۵۱)</sup> بزرگ رخ می‌دهد. هنگامی که بیشتر، از کوچ‌نشینی روستایی گسترده و کشاورزی کم‌تحرك ساده در واحه‌ها استفاده شود، آنها هیچ تهدیدی محسوب نمی‌شوند. اما ورزش ماسه و حتی حرکت تپه‌های ماسه‌ای فعال، هنگامی که تلاش‌های انسان برای گسترش و توسعه ناحیه‌ای، برای مثال بر اثر: ساخت کانال‌های آبیاری، خطوط لوله، جاده‌ها، فرودگاه‌ها،





به سمت بیرون به سوی دشت‌های مجاور گسترش می‌یابد و وجود می‌آیند. یک مطالعه موردی جالب از طغیان آب بر روی مخروط‌افکنه‌های آبرفتی در جنوب فلسطین اشغالی و اردن در نوشته‌های کوک و دورنکمپ (۱۹۷۴ صص ۷-۱۲۵) مطرح شده است. سیلاب‌های رودخانه‌ای یک موضوع همه‌جانبه و گسترده را به وجود می‌آورد و تمام کتاب‌ها مانند: نیوسون<sup>(۶۳)</sup> (۱۹۷۵) و وارد<sup>(۶۴)</sup> (۱۹۷۸) روی این یک موضوع نوشته شده‌اند.

ابعاد مخاطره شناخته شده هستند. سیلاب موجب: افزایش دبی، میانگین بالای سرعت‌ها، تخلیه بالای رسوب، قله سنگ‌های منفرد بزرگ، طغیان آب در دشت سیلابی، فرسایش کانال‌های رودخانه و خسارت به زمین‌های کشاورزی یا به املاک یا هر دو می‌شود. خسارت مالی و جانی، می‌تواند قابل توجه باشد (جدول ۲). نمونه‌های ویژه و منفرد یک پدیده وقتی آنقدر متداول باشند، نامناسب است، اما در بریتانیا سیل لین‌ماوث<sup>(۶۵)</sup> در آگوست (امرداد ماه) ۱۹۵۲ به‌طور چشمگیری تأثیرات طغیان آب را نشان می‌دهد. در مدت طوفان ۲۰ هزار میلیون لیتر آب توسط حوضه آبریز ۱۰۰ کیلومترمربعی اکسمور<sup>(۶۶)</sup> سرازیر شد و دبی آن به ۵۱۱ مترمکعب در ثانیه رسید، رقمی که فقط دوبار به‌وسیله رودخانه تیمز<sup>(۶۷)</sup> در قرن اخیر در حوضه‌ای که صد برابر بزرگ‌تر است رخ داد. در حدود ۱۰۰ هزار تن قله‌سنگ به سمت بخش‌های پایین‌تر دره به حرکت درآمد. با توجه به تأثیر سیلاب‌ها بر روی انسان‌ها برخی از ویژگی‌های طبیعی آنها مهم است: تکرار رخداد سیل، دبی حداکثر، مجموع دبی روان آب سیل، میزان افزایش و کاهش دبی، زمان تأخیر، ناحیه سیل‌گرفته، سرعت جریان، مدت زمان سیل، ژرفای آب، بار رسوب سیل و زمانی از سال که سیل می‌دهد.

تعدادی از فاکتورها، ویژگی‌های سیل را کنترل می‌کنند. با در نظر گرفتن یک دید جهانی، دو مورد از متداول‌ترین دلایل سیلابی شدن رودخانه، شدت بالای بارندگی و ذوب برف می‌باشد، زیرا سیلابی شدن، یک رخداد فصلی در برخی از مناطق آب و هوایی می‌باشد. شرایط زمین نیز مهم است چون ظرفیت نفوذ و شرایط رطوبت پیشین خاک در تبدیل ریزش‌های جوی به دبی، اثر خواهد گذاشت. همچنین رویدادهای مشخص ویژه‌ای نیز می‌توانند دلیل سیلابی شدن رودخانه شوند، برای مثال: شکست سدها، فوران‌های آتشفشانی در زیر یخچال‌ها و زهکش دریاچه‌های زیریخچالی و درون‌یخچالی. چندین ویژگی حوضه زهکشی نیز قابل توجه است. برای مثال، اگر موارد دیگر برابر باشند، تراکم زهکشی بالا، عدم وجود دریاچه‌ها و باتلاق‌ها و حوضه‌های دایره‌ای شکل همگی سیلاب ایجاد می‌کنند.

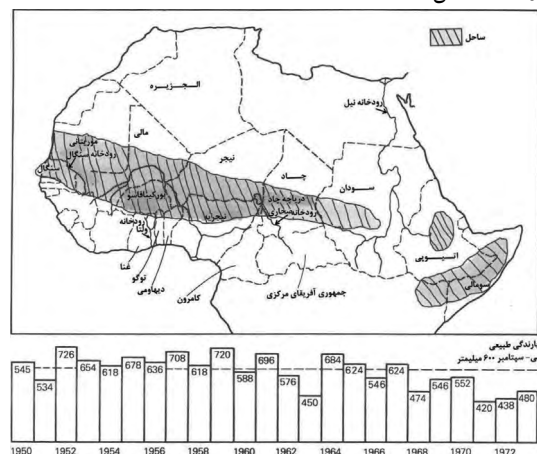
تغییرات کاربری زمین، همچنین می‌تواند باعث سیلابی شدن شوند. به طور کلی، تردید کمی وجود دارد که اگر گیاهان در حالت طبیعی‌شان بودند بسیاری از سیلاب‌هایی که در رودخانه‌های عرض‌های میانی روی می‌دهند، رخ نمی‌دادند. تعدادی از مطالعات موردی معین به طور مفصل بررسی شده‌اند. برای مثال هاو، اسلیمیکر و هاردینگ<sup>(۶۸)</sup> (۱۹۶۶ و ۱۹۶۷) نشان می‌دهند که افزایش خطر سیل، از زمان شروع قرن، بر روی رودخانه سورن در ولز میانی<sup>(۶۹)</sup> با جنگل‌کاری و اصلاح شبکه زهکشی زمین در حوضه آبریز ارتباط دارد. شاید حتی یک تغییر کاربری زمین که مهمتر و مؤثرتر است، شهرنشینی<sup>(۷۰)</sup> باشد. تالین لحظه نواحی روستایی دارای گیاه،

چرای بی‌رویه<sup>(۷۱)</sup>. بیشتر مردم شبان هستند و تعداد دام‌ها تقریباً متناسب با تعداد مردم افزایش می‌یابد. تراکم دام‌ها متجاوز از قدرت تحمل زمین می‌شود. پوشش گیاهی کاهش می‌یابد، زمین لگدمال و فشرده می‌گردد.

پاکت بیش از اندازه. در واکنش نسبت به چرای بی‌رویه و همچنین تا حدودی نسبت به تغییرات سیاسی که شبانان را از مسیرهای کوچ‌نشینی و قدیمی‌شان بی‌نصیب می‌کنند، زندگی بسیاری از آنها به کشاورزی یکجانشینی تغییر کرده است.

ت) آب‌رسانی<sup>(۷۲)</sup>. برای رهایی از مشکل آب‌رسانی چاه‌های گمانه<sup>(۷۳)</sup> می‌توانند به‌منظور بیرون کشیدن ذخایر آب زیرزمینی حفر شوند. البته این یک مسئله ایجاد کرده است. این حالت منجر به افزایش تعداد دام‌ها بدون توجه به ظرفیت زمین با حمایت کردن از آنها می‌شود. گیاهان در سرتاسر نواحی گسترده در اطراف هر چاه گمانه از بین می‌روند. بین سال‌های ۱۹۶۸ تا ۱۹۷۳ در خشکسالی ناحیه ساحل، بیشتر حیوانات از گرسنگی مردند تا از تشنگی.

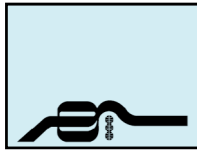
ث) کاهش بارش. شرایط متنوعی که در آن گیاهان جابجا می‌شوند منجر به افزایش بازتابش<sup>(۷۴)</sup> خاک می‌گردد. تابش کمتری از نور خورشید توسط زمین جذب می‌شود. بنابراین، گرمای زمین کمتر و در نتیجه باران همرفتی نیز کمتر می‌شود. جایجایی گیاهان می‌تواند میزان باران را از این راه تا بیش از ۴۰ درصد کاهش دهد.



## نگاره ۵: کشورهای حوزه ساحل و نمودار بارش نشان دهنده، تبیین شرایط میانگین می‌باشد (از رید<sup>(۶۱)</sup> ۱۹۷۹).

### سیلاب‌های رودخانه‌ای

سیل هنگامی رخ می‌دهد که ظرفیت آب‌جاری در مجرای یک رودخانه افزایش می‌یابد. سیل یکی از مخاطراتی است که در همه جا بر روی انسان اثر می‌گذارد، چرا که اغلب، انسان بسیاری از نواحی در معرض سیل را برای زندگی برمی‌گزیند. در واقع طغیان آب یا سیلاب یک پدیده طبیعی گسترده و فراگیر می‌باشد و مشکلی است برای مکان‌هایی که مستعد سیل خیزی هستند و انسان از آن نواحی استفاده می‌کند. ولی در غیر این صورت، سیلاب می‌توانست در این نواحی روی ندهد. مسئله در دشت‌های سیلابی، طغیان آب و در نواحی خشک و نیمه خشک مسئله بادبزنی‌های آبرفتی هستند. مخروط‌افکنه‌ها معمولاً در جایی که جویبارهای لحظه‌ای از کوهستان‌ها



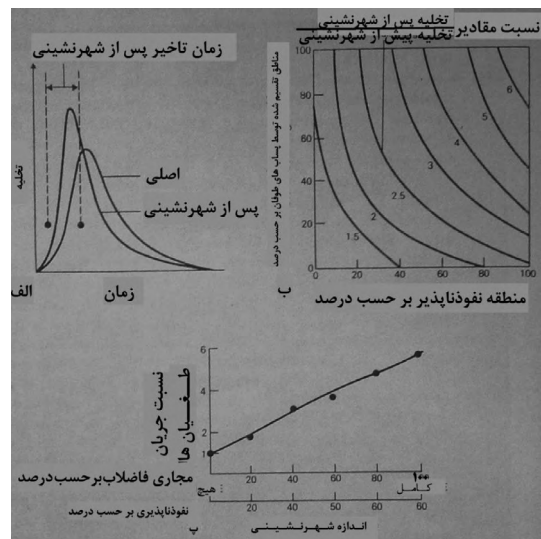
است سهیم باشند. حرکات توده‌ای که از ناپایداری دامنه به وجود می‌آیند پدیده‌های پیوسته‌ای از خزش تا زمین‌لغزش‌های بزرگ را تشکیل می‌دهند. زمین‌لغزش‌ها خطر اصلی را برای انسان به وجود می‌آورند و اینها می‌توانند به: لغزش‌های انتقالی<sup>(۸۳)</sup>، لغزش‌های چرخشی<sup>(۸۳)</sup> و ریزش‌ها طبقه‌بندی شوند. تعدادی از زمین‌لغزش‌ها، جریانی هستند که مشهورترین آنها: جریان‌های گلی و جریان‌های زمین<sup>(۸۴)</sup> می‌باشند، اما همچنان که توسط برونس‌دن (۱۹۷۷) شرح داده شده‌است، به‌طور تنگاتنگی به لاهارها (جریان‌های گلی آتشفشانی)، طغیان‌های لجنی و جریان‌های لسی و همه آنها برای انسان مخاطره‌آمیز است ارتباط دارند. تقریباً از هر ناحیه کوهستانی دنیا رخداد لغزش‌های بسیار بزرگ گزارش شده‌است و تقریباً هر ساله یک فاجعه بزرگ توسط زمین‌لغزش ایجاد شده‌است. زمانی که توسط رسانه‌های گروهی خبری اعلام می‌شود توجه عمومی بزرگی را ایجاد می‌کند، هنگامی که در فاجعه توده زغال‌سنگ ابرفان<sup>(۸۵)</sup> که در ۲۲ اکتبر (مهر ماه) ۱۹۶۶ روی داد از ۱۷۴ نفری که کشته شدند تنها ۱۴۶ کودک در یک مدرسه از بین رفتند. علت ناپایداری دامنه، فقط به‌ندرت به یک دلیل مربوط می‌شود. رخداد زمین‌لغزش‌ها به خاطر پیشی گرفتن نیروهای مولد حرکت بر آنهاست که مقاومت می‌کنند. در واقع زمین‌لغزش حرکتی از حالت ناپایدار به سمت حالت پایدار است، جایی که تعادل نیروها در شکل‌دهی به دامنه بر اثر واریزه‌های زمین‌لغزش به پایان می‌رسد. عوامل تقویت‌کننده ناپایداری دامنه فراوان هستند، اما در کتاب کوک و دورنکمپ (۱۹۷۴، صص ۳-۱۵۲) به‌خوبی درک شده و فهرست گردیده‌اند. نکته‌ای که واضح است این می‌باشد که انسان خودش به‌عنوان یک عامل ناپایداری دامنه عمل می‌کند زیرا قدرت او در اصلاح و تعدیل دامنه تپه به کلی به‌وسیله پیشرفت‌های تکنولوژیکی تغییر کرده است. حفاری‌ها در حال ژرف‌تر شدن هستند، ساختمان‌های دست‌ساز انسان بزرگ‌تر و نواحی‌ای که برای جایگاه‌های مهندسی راه و ساختمان به‌کار گرفته می‌شوند فقط به‌طور جنبی مناسب هستند. این مسئله موضوعی برای قانون‌گذاری در برزیل به مانند سایر نقاط دنیا شده‌است.

### فرونشست سطح زمین

گرچه دلایل طبیعی چندی برای فرونشست وجود دارد، ولی از جهت مدیریت محیطی مهمترین عامل آنهاست که قابل انتساب به انسان هستند، پس از آن اغلب، فرونشست سریع و جدید است. سه نوع فرونشست ایجاد شده توسط انسان وجود دارد. نخستین و مهمترین آنها، برداشت مایعات به‌ویژه نفت و گاز می‌باشد که معمولاً منجر به فرونشست گند اما گسترده می‌شود. دومین فرونشست که سریع و محلی است، از فشردگی رسوبات پس از آبیاری یا زهکشی زمین پدید می‌آید. سومین نوع فرونشست که محلی نیز می‌باشد از بیرون‌کشیدن مواد سخت زیرزمینی به‌وجود می‌آید که واضح‌ترین نمونه‌های آن نواحی زغال‌خیز قدیمی اروپا می‌باشند.

واکنش سنتی انسان نسبت به فرونشست، برای اصلاح و مرمت خسارتی است که توسط تطبیق با شرایط متغیر متمایل شده‌ای است که در پی آن می‌آید. هرچند، پیشرفت‌های اخیر تکنولوژیکی، می‌تواند عمل اداره‌کنندگان محیطی را به تأخیر بیندازند، مانع و حتی فرونشست را وارونه نمایند و در

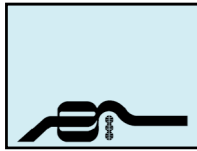
با ساختمان‌ها، بتن و آسفالت پوشیده شده‌اند. تبخیر و تعرق کاهش می‌یابد و به‌طور کلی سطح غیر قابل نفوذ، شبکه زهکشی، زهکش‌ها و فاضلاب‌های مصنوعی، تضمین می‌کنند که باران رسیده به زمین به‌طور مؤثری از سطح زمین تا رودخانه تخلیه شود. نتیجه این است که نقاط اوج سیلاب افزایش، زمان تأخیر کاهش می‌یابد و هم افزایش و هم کاهش یال‌های هیدروگراف سیل دارای شیب تندی می‌شوند (نگاره ۶). به عنوان یک توضیح، این مطلب باید اضافه شود که دخالت انسان در سیستم‌های رودخانه‌ای، از راه توسعه شهری به‌هیچ‌وجه پایانی ندارد، زیرا که ما باید به این فهرست: افزایش تحویل رسوب (یا رسوب‌دهی) در مدت کار ساختمان‌سازی، افزایش آلودگی، جداکردن آب از رودخانه‌ها برای مقاصد خانگی و صنعتی، تخلیه فاضلاب‌ها به‌درون آنها و ردیف کاملی از ساختمان‌های مصنوعی در راستای کانال‌های آنها اضافه کنیم.



نگاره ۶. الف) واحد فرضی هیدروگراف برای یک منطقه پیش و پس از شهرنشینی؛ ب) اثرات شهرنشینی بر روی میانگین سالانه سیل در ناحیه زهکشی به مساحت ۱ مایل مربع؛ پ) افزایش در تعداد جریان‌ها در هر سال برابر و یا بیش از ظرفیت کانال (برای ناحیه زهکشی به مساحت ۱ مایل مربع)، به‌عنوان نسبت برای تعداد طغیان جریان‌ها پیش از شهرنشینی (پس از لئوپولد<sup>(۷۱)</sup>)؛ از کوک و دورنکمپ (۱۹۷۴).

### ناپایداری دامنه

دامنه‌ها همیشه در مطالعات ژئومورفولوژیکی به شدت نقش مهمی داشته‌اند، آثار قدیمی تمام نظریه‌ها به دنبال توسعه دامنه بوده‌اند (به‌عنوان مثال دیویس<sup>(۷۲)</sup> ۱۹۰۹، پنک<sup>(۷۳)</sup> ۱۹۲۴ و کینگ<sup>(۷۴)</sup> ۱۹۵۰) و بعداً تأکید نویسندگان امروزی بر شکل دامنه، ویژگی‌ها و فرایندهای آن است (برای مثال برونس‌دن<sup>(۷۵)</sup> ۱۹۷۱، کارسون و کیرک‌بای<sup>(۷۶)</sup> ۱۹۷۲ و یانگ<sup>(۷۷)</sup> ۱۹۷۶). کارهای معاصر بر روی مواد (برای مثال یاتسو<sup>(۷۸)</sup> ۱۹۶۶، کارسون ۱۹۷۱ و والی<sup>(۷۹)</sup> ۱۹۷۶) پایه‌هایی را برای ژئومورفولوژی دامنه ایجاد نموده‌است تا بتواند به نحو قابل توجهی در جهت مشکل گسترده عملی ناپایداری دامنه که توسط زواربا و منکل<sup>(۸۰)</sup> (۱۹۶۹) و ویت<sup>(۸۱)</sup> (۱۹۷۷) بحث شده



بهره‌برداری از منابع جدید بر اهمیت کنترل پدیده‌ها قرار می‌گیرد.

## سواحل

محیط ساحلی به‌وسیله فرایندهای متنوع و سریع ژئومورفولوژیکی مشخص می‌شوند و چهار راه وجود دارد که آن را به حد بالای مخاطره می‌رساند.

**الف) آلودگی.** تخلیه فاضلاب در دریا خطری آشکار را نسبت به ناحیه ساحلی درگیر نمایان می‌کند، اما آنچه که آنقدر واضح نیست همین است، برای اینکه امواجی که به موازات ساحل حرکت می‌کنند سهم معینی در پراکندگی چنین پسابی را اجرا می‌نمایند. همچنین، سواحلی که دارای نقاط پساب جریان رو به پایین هستند آسیب‌پذیر می‌باشند.

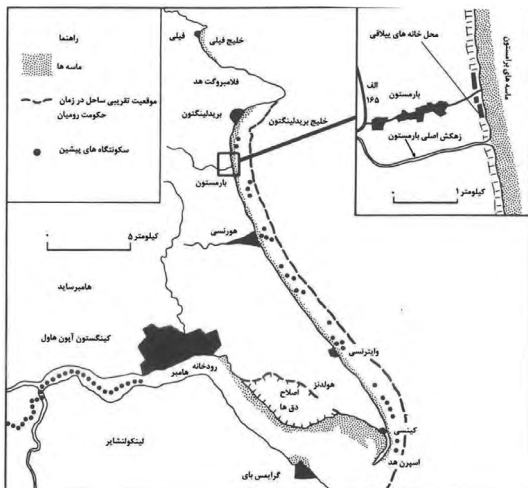
**ب) فرسایش.** خطر فرسایش سه جنبه گوناگون دارد. نخست پسروی درازمدت ساحل می‌باشد. در برخی از مکان‌ها میزان آن بسیار زیاد است. برای مثال، در هولدرنس<sup>(۸۶)</sup> ساحل خاوری انگلستان اندازه‌های درازمدت میانگین پسروی حدود یک‌متر در سال است که این برای تمام روستاهایی که در طی دوره‌های تاریخی از بین رفته‌اند، کافی است و امروزه ناحیه را با یک مشکل دیرینه<sup>(۸۷)</sup> مواجه کرده‌است (نگاره ۷). دوم فرسایش کوتاه‌مدت پرتگاه است که معمولاً بر اثر شرایط مخرب طوفان‌امواج پرنرژی به‌وجود می‌آیند.

دبوئر<sup>(۸۸)</sup> (۱۹۷۷) نموداری از نابودی روستای بارم‌استون<sup>(۸۹)</sup> در ساحل یورکشایر<sup>(۹۰)</sup> و وضعیت زندگی مردم در موقعیت‌های بالقوه خطرناک که در بسیاری از نواحی تکرار می‌شود را ارایه می‌دهد. سقوط پرتگاه شکلی از تنوع لغزش‌ها، ریزش‌ها و جریان‌ها را نشان می‌دهد و بنابراین جنبه‌ای معین از خطر ناپایداری دامنه که پیش‌تر بحث شد را باعث می‌گردد. تهدید، برای ساکنین، املاک و کاربران امکان تفریحی است. سومین جنبه، تخریب یا فرسایش سواحل<sup>(۹۱)</sup> می‌باشد. سواحل ماسه‌ای نسبت به فرسایش بر اثر شرایط طوفانی به شدت آسیب‌پذیر هستند. بر اثر برخی شرایط پایه، پیش‌کرانه ممکن است آنقدر پایین برود که ساحل هرگز موقعیت پیشین خود را به‌دست نیاورد. بخش کاملی از منبع تفریحی از بین می‌رود و فرسایش ساحل، پشت‌ساحل را برای حمله دوباره باقی می‌گذارد.

**پ) نهشته‌های ساحلی<sup>(۹۲)</sup>.** نهشته‌گذاری به‌طور آشکار به خطرات کمتر اما با اهمیت، منجر می‌شود. لای‌گذاری (رسوبگذاری)<sup>(۹۳)</sup> در بنادر، لنگرگاه‌ها و کانال‌های کشتیرانی گرفتاری‌هایی را برای بازرگانی و صنعت به‌دنبال دارد. مشکل متفاوت نهشته‌ها زمانی به‌وجود می‌آیند که انباشتی از گل در نواحی که برای تفریح استفاده می‌شوند وجود داشته باشد. این موردی است که توسط کینگ<sup>(۹۴)</sup> (۱۹۷۴، ص ۲۱۸) بر روی لینکولن‌شایر<sup>(۹۵)</sup> ساحل جنوبی اسکسجنز<sup>(۹۶)</sup> شرح داده شده است.

**ت) سیلابی شدن<sup>(۹۷)</sup>.** طغیانی شدن و پیشروی آب‌دریا در ساحل برآیند دلایل متفاوتی در نواحی گوناگون دنیا است، برای مثال: سونامی، هاریکان و طوفان امواج. امواج طوفانی دلیل اصلی سیل‌های فاجعه‌آمیز دریا در بریتانیا هستند. یک نمونه طغیانی شدن و پیشروی آب‌دریا در ساحل سال ۱۹۵۳ است که خاور انگلستان را متأثر ساخت. یک فروبار<sup>(۹۸)</sup> به‌سمت شمال اسکاتلند جابجا

شد و سپس در دریای شمال به‌سمت جنوب حرکت کرد. موقعیت مرکز کم فشار در بالای دریای شمال، یک تند باد شمالی را به سمت پایین در ساحل خاوری اضافه کرد که علاوه بر باریک و کم‌ژرفا بودن دریای شمال در جنوب، دامنه نوسان موج نتیجه شده را افزایش داد. موج خودش یک اثر فشاری دارد: سطح دریا با افت فشار ۳۰ میلی‌بار ۳۰ سانتیمتر بالا می‌آید.



نگاره ۷. پسروی ساحل در هولدرنس، خاور انگلستان (از برون‌دسن و دورنکمپ ۱۹۷۷).

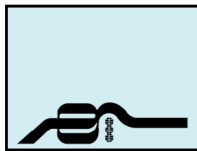
در سال ۱۹۵۳ موج با افزایش آب در سیکل دو هفته‌ای جزرومد همزمان شد، بنابراین موجی ۲/۷۵ متری به جزرومد‌های بزرگ اضافه شد. دو اثر فاجعه‌آمیز وجود داشت: نخست امواجی بودند که از روی سواحل گذر می‌کردند و به‌طور طبیعی از پرتگاه‌ها حفاظت می‌کردند، زیرا پرتگاه‌های داخل آن، برای مثال لینکولن‌شایر فرسایش یافته بود. دومین اثر، سیلابی شدن بود. نواحی گسترده‌ای از ساحل زیر آب رفت که در نتیجه آن ۳۰۰ نفر ناپدید شدند و ۳۰۰ هزار نفر نیز از مردم خانه‌هایشان را ترک کردند. شهر لندن بخشی از ناحیه تحت تأثیر بود. لندن به‌طور مداوم در معرض خطر طغیانی شدن و پیشروی آب‌دریا در ساحل است و همچنان که زمان می‌گذرد احتمال اینکه طغیانی شدن و پیشروی آب‌دریا در ساحل یک پدیده فاجعه‌آمیز گردد افزایش می‌یابد. علت آن این است که شهر لندن به‌تدریج فرونشست<sup>(۹۹)</sup> می‌کند، که تا حدودی به‌خاطر آب‌دزدی<sup>(۱۰۰)</sup> و جذب آب‌های زیرزمینی و تا حدودی نیز به دلیل پیچیدگی به‌سمت پایین پوسسته‌زمین در بخش جنوبی ناحیه دریای شمال است. سد تیمز که در سال ۱۹۸۴ باز شد (نگاره ۸) برای مقابله با این خطر و تهدید طراحی شده‌است (هلیتون<sup>(۱۰۱)</sup> ۱۹۷۹ صص ۳-۱۸۱ و شاو<sup>(۱۰۲)</sup> ۱۹۸۳ را ببینید).

## محیط‌های پیش‌یخ‌ساری<sup>(۱۰۳)</sup>

مخاطرات ارایه شده توسط محیط‌های پیش‌یخ‌ساری را می‌توان به عنوان موارد زیر فهرست نمود:

الف) پرمافراست.

ب) برآمدگی یخبندانی، جابجایی عمودی قابل اندازه‌گیری در حد چندین سانتیمتر.



پ) ترک خوردگی ناشی از یخبندان.

ت) ذوب شدگی، فرونشستن و سولیفلاکسیون، که عمدتاً در ارتباط با لایه فعال است و منجر به انواع متنوعی از ناپایداری دامنه و حرکت توده‌ای مانند: ریزش‌ها، جریان‌های گلی، زمین‌لغزش‌ها و بهم‌پاشی‌های آریزه می‌شوند. همانند سایر محیط‌های حاشیه‌ای، مانند جنگل‌های بارانی حاره‌ای و یابان‌ها، این مخاطرات با اثر دو چندانی عمل کرده‌اند که انسان تنها اخیراً به خاطر پیشرفت‌های تکنیکی، از محیط‌های یخ‌ساری بهره‌برداری کرده‌است. در انجام چنین عملی، انسان شرایط طبیعی را با سه روش اصلی تغییر داده‌است: الف) جابجایی و از بین رفتن پوشش گیاهی که احیای آن بسیار کند است. ب) تعدیل شرایط زهکشی. پ) ساخت بناها، جاده‌ها، خطوط لوله و غیره.

رودخانه‌ها باعث سیلاب‌ها شوند. بهم‌پاشی با خود سنگ را حمل می‌کنند و بنابراین می‌توانند به‌عنوان عوامل فرسایش عمل نمایند. از چندین نوع بهم‌پاشی خطرناک‌ترین آنها بهم‌پاشی پودری هوابرد<sup>(۱۰۶)</sup> است که می‌تواند با سرعت ۲۰۰ کیلومتر در ساعت یا بیشتر، همراه با انفجارهای ویرانگر برف رهاشده در هوا حرکت کنند. در حقیقت هجوم هوا در جلوی بهم‌پاشی، بهم‌پاشی را باعث شناخته شده اضافی است. خوشبختانه فقط درصد کمی از بهم‌پاشی‌ها باعث مرگ و ویرانی می‌شوند، اما بنابراین، چندتا از آنها در هر سال در نواحی مانند آلپ چنین کاری را انجام می‌دهند. بدترین سال که در آلپ نمایان شد سال ۱۹۵۱ بود، هنگامی که ذوب ناگهانی بهاری به‌دنبال ریزش برف سنگین قرار گرفت. آنقدر درخواست و تمایل به حفاظت در برابر خطر بهم‌پاشی وجود دارد که یک مرکز پژوهش بهم‌پاشی در داووس<sup>(۱۰۷)</sup> در کشور سوئیس تأسیس شده است. معیارهای به‌کار برده شده در آن کشور توسط دیم و کانوی<sup>(۱۰۸)</sup> (۱۹۸۲) توضیح داده شده است. نویسندگان مسیر اشغال شده به‌وسیله بهم‌پاشی را به سه منطقه تقسیم می‌کنند- منطقه پخش<sup>(۱۰۹)</sup> در دامنه‌های بالایی، منطقه گذر/مسیر<sup>(۱۱۰)</sup> در پای دامنه کوهستان و منطقه پایانی<sup>(۱۱۱)</sup>، جایی که بهم‌پاشی در یک دره متوقف می‌شود- و در مورد معیارهای مناسب حفاظتی در هر منطقه بحث می‌کنند. در منطقه پخش برای مثال، تنها مؤثرترین معیار، ایجاد پوششی از جنگل مخروطیان می‌باشد، در صورتی که در منطقه پایانی، دامنه گسترده‌ای از ترکیبات، وسایل و تکنیک‌ها مانند: طاق‌های قوسی، پناهگاه‌ها، تونل‌ها، دالان‌ها، آلونک‌ها و سایبان‌ها، و از مواد منفجره به‌منظور رها کردن برف ناهنگام در مقادیر کم استفاده می‌شود. جاده‌های جدید در گوت‌هارد، سیمپلون<sup>(۱۱۲)</sup> و گذرگاه‌های بزرگ سنت برنارد<sup>(۱۱۳)</sup> برای حفاظت کامل با تونل‌ها و دالان‌هایی محصور شده‌اند، در حالی که بخشی از بزرگراه کانادا در گذرگاه راجرز<sup>(۱۱۴)</sup> در بریتیش کلمبیا، در طی چندین مایل به‌وسیله حفاظ‌های بهم‌گیر ایمن‌سازی شده‌است.

### آتشفشان‌ها

گرچه آتشفشان یک مبحث زمین‌شناختی است (مک‌دونالد<sup>(۱۱۵)</sup> ۱۹۷۲، فرانسس<sup>(۱۱۶)</sup> ۱۹۷۶، اوکسوات<sup>(۱۱۷)</sup> ۱۹۷۶، ریتمن و ریتمن<sup>(۱۱۸)</sup> ۱۹۷۶) اما از لحاظ سنتی یک موضوع مورد مطالعه توسط ژئومورفولوژیست‌ها بوده‌است. بر روی توده‌های زمین، آتشفشان‌ها عمدتاً با رشته‌های کوهستانی در ارتباط هستند. بنابراین کمربندهای آتشفشانی معمولاً به طریقی ظریف مسکونی شده‌اند، که این مورد در برخی از نواحی جزایر قوسی، مانند ژاپن و جاوه<sup>(۱۱۹)</sup>، جایی که با تراکم‌های بالاتر جمعیتی درگیر هستند وجود دارد. در هر حال، خطر آتشفشان‌ها را فقط بیشتر نسبت به جوامع کشاورزی که دامنه‌های حاصلخیزشان را کشت می‌کنند آرایه می‌دهند، همچنان که نشان داده شد، پمپئی و هرکولانوم<sup>(۱۲۰)</sup> توسط آتشفشان وزوو در سال ۷۹ پس از میلاد هنگامی که ۲۰۰۰ نفر کشته شدند نابود گردیدند، تا از طریق تهدیدی که کافلا<sup>(۱۲۱)</sup> امروزه، در ایسلند در نزدیکی یک کارخانه و نیروگاه برق ایجاد می‌کند (اسکریت<sup>(۱۲۲)</sup> ۱۹۱۰). فوران‌های آتشفشانی و پیامدهای آنها بسیار متنوع هستند، اما به‌طور کلی می‌توان از مخاطرات آنها فهرستی به شرح زیر آرایه نمود: الف) نخستین انفجار.



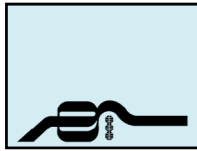
نگاره ۸. سد تیمز در ولویج<sup>(۱۰۴)</sup> (عکاس هندفورد).

تأثیر کلی این تغییرات، تخریب پرمافراست است که اغلب به‌طور قابل‌برگشت منجر به یک اختلال در تعادل گرمایی طبیعی در زمین می‌شود. ویژگی‌های متغیر زمین بر روی تعداد زیادی از بناهای انسان‌ساز مانند: آبرسانی، سیستم‌های تخلیه فاضلاب و زهکشی، جاده‌ها، راه آهن، باندهای فرودگاه، خطوط تلفن، ساختمان‌ها، معادن، سدها، مخازن و پل‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

### بهم‌پاشی<sup>(۱۰۵)</sup>

بهم‌پاشی سقوط توده‌های یخ و برف به‌سمت پایین دامنه کوهستان بر اثر نیروی جاذبه است. بهم‌پاشی خطری طبیعی در برخی از نواحی کوهستانی است. بهم‌پاشی می‌تواند در مکان‌هایی که کوهستان‌های بلند، دامنه‌های باز و ریزش‌های فراوان برفی وجود دارند، روی دهند. آنها می‌توانند انسان‌ها و حیوانات را معلول کنند و بکشند، ساختمان‌ها و جنگل‌ها را ویران، بزرگراه‌ها و خطوط راه‌آهن را مسدود نمایند و گاهی اوقات با ایجاد سد بر روی





آتشفشان‌ها نمی‌توانند کنترل شوند و واکنش انسان متمرکز می‌شود بر روی درک آتشفشان‌ها بدین نحو که آنها بتوانند هم در درازمدت و هم در کوتاه‌مدت پیش‌بینی شوند و آنقدر که نواحی در معرض خطر بتوانند به‌کلی تخلیه یا از آنها پرهیز شود.

### زمین‌لرزه‌ها

هر ساله هزاران زمین‌لرزه رخ می‌دهد. خوشبختانه بیشتر آنها بدون هیچ ضرری در زیر دریا روی می‌دهند و تعداد بسیار کمی با شدت زیاد در روی خشکی در نواحی مسکونی متراکم روی می‌دهند که باعث فجایعی می‌شوند. با وجود این، خسارت به املاک و موجودات زنده می‌تواند قابل توجه باشد. آمار و ارقام موثق، سخت به‌دست می‌آیند، اما دیویس (۱۹۸۲) تخمین می‌زند که بیش از ۱/۲۵ میلیون نفر از مردم در زمین‌لرزه‌ها از سال ۱۹۰۰ مرده‌اند. برخی از زمین‌لرزه‌ها، به عنوان تعدادی از بدترین فجایع در تمام زمان‌ها در جهت از دست‌دادن زندگی به‌حساب می‌آیند (جدول ۲). در ۱۵۵۶ یک زمین‌لرزه به زندگی حدود ۸۵۰۰۰۰ نفر روستایی در ایالت شنسی (۱۳۳) در چین خسارت وارد کرد که تا اندازه‌ای نتیجه آن فراهم کردن زمین‌لغزش‌ها و سیلاب‌ها بود و در ۱۹۷۶ مجموع ۶۵۵۰۰۰ نفر در زمین‌لرزه‌ای که در تانگ‌شان (۱۳۲) چین متمرکز بود، مردند. در ۱۹۸۰ دو زمین‌لرزه فاجعه‌آمیز فقط با فاصله یک‌ماه از هم وجود داشت: در ال‌آسنام (۱۳۳) الجزایر (۲۰۰۰۰ نفر کشته) و در ایتالای جنوبی.

نتایج و اثرات جانبی زمین‌لرزه‌ها بستگی به موقعیت و شدت آنها دارد، اما به‌طور کلی به شرح زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

الف) حرکات سنگی، ایجاد گسله‌هایی با انواع جابجایی‌های افقی و عمودی. ب) امواج ناگهانی (۱۳۴). زمین به شکل نوسانات پیوسته متغیر تا ۰/۳ متر به‌بالا پرتاب می‌شوند. شکاف‌ها و ترک‌ها باز می‌شوند. لرزش زمین همچنین باعث مایع‌شدن رسوبات نرم، مانند آبرفت‌هایی که اغلب ساختمان‌ها بر روی آنها بنا شده‌اند می‌شوند و ساختمان‌ها می‌توانند پایین بروند و نشست کنند، گویی که به‌درون ماسه روان می‌روند.

پ) ناپایداری دامنه. انواع گوناگون ناپایداری دامنه مانند: زمین‌لغزش‌ها، لغزش‌ها، واریزه‌ها، جریان‌های گلی و بهمن‌ها. در مقابل، اینها می‌توانند جلوی رودخانه‌ها را موقتاً سد کنند و باعث سیل شوند.

ت) فرونشست. فرونشست سطح زمین.

ث) آب زیر زمینی. گردش آب زیرزمینی مختل می‌شود.

ر) نوسانات دوره‌ای در توده‌ای از آب-امواج شکل گرفته توسط حرکت زمین در دریاچه‌ها و رودها- که می‌توانند در آب‌هایی که لبریز می‌شوند از روی کناره‌های دریاچه یا سد ناشی شوند.

ز) سونامی. اینها امواج دریایی بسیار بلندی هستند که به وسیله زمین‌لرزه‌ها به‌وجود می‌آیند. آنها می‌توانند تا حدود ۶۰ متر فرازا داشته باشند و از دیگر سیل‌های دریایی بسیار مخرب‌تر باشند. سونامی‌ها اصالتاً به‌عنوان مخاطرات طبیعی عمده به‌حساب می‌آیند. در ۱۸۸۳، حدود ۳۶۰۰۰ نفر از ساکنان سواحل پست در اطراف جاوه و سوماترا در پی کراکاتوا غرق شدند و سونامی در ژاپن در سال ۱۸۹۶، به ۲۷۰۰۰ نفر خسارت وارد کرد.

چشم‌انداز حادثه پس از زمین‌لرزه خطرناک و شدید در یک ناحیه پر از

ب) گدازه‌ها و مقداری مایعات دیگر. این مواد به‌ندرت تهدید مهمی را ایجاد می‌کنند برای اینکه آنها به‌آهستگی جریان می‌یابند.

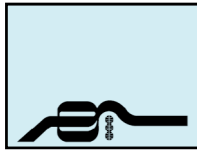
پ) تکه‌هایی از آتشفشان‌ها که به‌بیرون پرتاب می‌شوند به‌درستی تفرا (۱۳۳) نامیده می‌شوند. ماده‌ای به‌اندازه ماسه یا ریزتر از خاکستر آتشفشانی، دیگر قطعات تا قطر ۶ سانتیمتر لاپیلی (۱۲۴) نامیده می‌شوند و مواد بزرگتر شامل قطعه سنگ‌های آتشفشانی (قطعات شکسته‌شده سنگ یکپارچه) و بمب‌های آتشفشانی (لخته‌هایی از گدازه مایع که در آسمان سرد و سخت می‌شوند). ت) گازه‌ها، عمدتاً بخار آب، اما شامل بسیاری از گازهای دیگری نیز می‌شوند. شاید به‌طرز شگفت‌آوری گازهای داغ سوزنده علت تقریباً تمام ۳۰ مرگ غیر طبیعی پس از فوران کوه سنت‌هلنز (۱۲۵) در سال ۱۹۸۰ باشد (فرانسیس (۱۳۳) ۱۹۸۰).

ث) ابرهای سوزان، یا بهمن‌هایی از ذرات آتشفشانی سوزان. اینها توده‌هایی از گازهای داغ، بخار بسیار گرم و گردوغبار گداخته آتشفشانی هستند که به‌سمت پایین دامنه‌های کوه آتشفشانی با سرعت زیادی جریان می‌یابند. خوشبختانه بهمن‌هایی از ذرات آتشفشانی سوزان با هر آتشفشانی همراه نیستند، اما هنگامی که ایجاد شوند نابود کننده هستند. جنگل‌ها و اجسام دیگر در مسیر آنها می‌سوزند و هموار می‌شوند. فوران دهشتناک کوه پله در جزیره کارائیب در سال ۱۹۰۲ از بهمنی از ذرات آتشفشانی سوزان ناشی شد که شهر سنت‌پیر را در کام خود فرو برد. همه به جز دو نفر از جمعیت ۳۰۰۰۰ نفری تنفس در گازهایی با تقریباً ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد کشته شدند که باعث شد، این بدترین فاجعه آتشفشانی تاکنون در زمینه تلفات انسانی باشد (نگاره ۹).

ج) تعدادی از اثرات جانبی. این اثرات شامل: باران سنگین، انواع گوناگون جریان واریزه مانند زمین‌لغزش‌ها، بهمن‌های داغ و سرد و جریان‌های گلی داغ و سرد، ذوب برف پهنه‌ها در قله منجر به سیل و رسوبگذاری در مخازن می‌شود و سیلی که به‌وسیله فوران آتشفشان‌ها در زیر یخچال‌ها ایجاد می‌شود. این آخرین اثر جانبی خطری ویژه در ایسلند می‌باشد. گرمس‌وتن (۱۲۸) در زیر واتناجوکول (۱۲۹) و کافلا در زیر میردالس‌جوکول (۱۳۰) قرار می‌گیرند. فوران کافلا در ۱۹۱۸ سیلی ناشی از ذوب یخ را برای دو روز با دو برابر شدن دبی متوسط رود آمازون تأمین کرد.



نگاره ۹. خرابی سنت‌پیر پس از فاجعه ۱۹۰۲، با کوه پله و برآمدگی خار مانند آن در پس‌زمینه تصویر (پس از لاکرویز: از والزم (۱۲۷) ۱۹۷۸).



توده‌ای و استثنایی ۵۹۹۰ متری در بالای دره هونزا<sup>(۱۴۳)</sup> (۱۸۰۰ متر) فقط ۸ کیلومتر دورتر قد برافراشته است.

ب) یخچالها، بزرگترین یخچال‌ها در دنیا، بیرون از منطقه قطبی.

پ) قره‌قروم یک بیابان است. متوسط بارندگی ۱۲-۱۰ سانتیمتر (۱۲۰-۱۰۰ میلی‌متر: م) در هر سال و دمای تابستان غالباً تا ۴۰ درجه سانتیگراد افزایش می‌یابد. پروژه بین‌المللی قره‌قروم شاهد هفت طوفان گردوغبار سخت در طی شش هفته بود.

ت) این ناحیه در معرض زمین‌لرزه‌ها قرار دارد.

با وجود این ویژگی‌های مخالف، زمین‌های کف دره به‌وسیله جوامع کشاورزی روستایی مسکونی شده‌اند و در سال‌های اخیر پیشرفت‌هایی در راه‌های ارتباطی به‌وجود آمده است. بزرگراه قره‌قروم که پاکستان را به تبت وصل می‌نماید در امتداد دره‌های رود ایندوس<sup>(۱۴۳)</sup> و یکی از شعبات آن، هونزا قرار دارد. این بزرگراه تعدادی از مشکل‌ترین نواحی دنیا را طی می‌کند و با وجود مشکلات ساختاری متراکم، ساخته شده است. دومین نمونه از پیشرفت‌ها در زمینه راه‌های ارتباطی مسیر ساخته شده در ۱۹۶۶ در طول دره شینگشال، شعبه‌ای از هونزا نزدیک روستای شینگشال است. این تضاد با دورنمای سکونت و پیشرفت است که انسان باید مخاطراتی را که ناحیه را تحت سلطه خود درآورده است، در نظر بگیرد. مخاطرات، مستقیماً از اشکال فیزیکی چشم‌انداز ناشی می‌شوند. به گفته دیویس (۱۹۸۲) ساکنان محلی، مخاطرات را به‌ترتیب اهمیت زیر مشاهده می‌کنند:

الف) کمبود آب، نارسایی آب رسانی.

ب) فرسایش زمین. این عامل می‌تواند منجر به ترک خوردگی زمین کشاورزی و حتی روستا شود. قره‌قروم مقادیر بسیار بالای ساییدگی و تخریب - به‌طور متوسط حدود ۵۰۰۰ تن در کیلومتر مربع در سال - را تجربه می‌کند که حدود ۱۰۰ بار بیشتر از سرتاسر حوضه تیمز است. عوامل پیچیده و بغرنج: ناهمواری بزرگ موجود، طبیعت شکننده سنگ، شدت هوازگی ناشی از یخبندان و نمک، فراوانی سقوط سنگ‌ها و زمین‌لغزش‌ها، کمبود گیاهان و دبی‌های بالای تابستانی رودخانه هنگامی که یخ و برف‌ها ذوب می‌شوند می‌باشد. در حقیقت خطر در آنجا پایانی ندارد، برای گذرگاه‌های رسوبی پایین‌رود به‌سوی ایندوس جایی که این رود پشت سر خود سدهایی را به‌وجود می‌آورد، عمر مفید سدها و مخازن را تا ده‌ها سال کاهش می‌دهد.

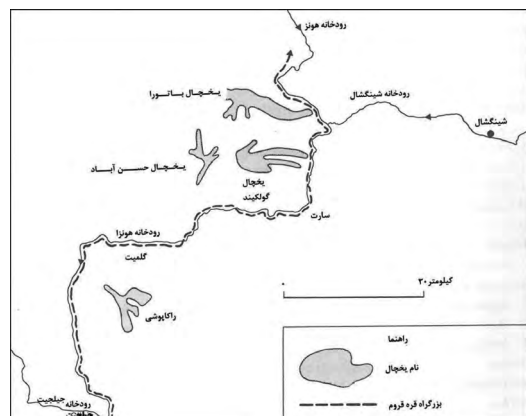
پ) سیلاب. اینها عمدتاً آب ناشی از ذوب یخ و سیلاب‌های برق‌آسا هستند، اما در حقیقت هولناک‌ترین سیلاب‌ها هنگامی روی می‌دهند که جریان‌های گلی و زمین‌لغزش‌ها یک رودخانه را مسدود می‌کنند، با تشکیل یک دریاچه فقط به‌دلیل سد طبیعی موقتی با شکست روبرو می‌شود. در ۱۸۵۸ قطعه بزرگی از سنگ و خرده‌سنگ‌های یخچالی، رودخانه هونزا را در سارات<sup>(۱۴۴)</sup> مسدود کرد. گرفتگی و انسداد ۶ ماه پس از آن خراب شد، با آزاد شدن چنین حجم زیادی از آب ایندوس ۱۶/۸ متر در ۷/۵ ساعت در محل ۲۵۰ کیلومتری پایین‌رود بالا آمد. در ۱۸۴۱ رهاشدن یک دریاچه با ۵۵ کیلومتر درازا باعث افزایشی ۲۴ متری شد. گرچه چنین دیواری از آب قرار بود امروز روی دهد، ممکن بود که سد تاربالا<sup>(۱۴۵)</sup> را خراب کند.

ت) زمین‌لغزش‌ها، سقوط سنگ‌ها و جریان‌های گلی. میزان برجستگی، پراکندگی گیاهان و طبیعت ترک‌خورده و پیچ و تاب خورده سنگ‌ها، این دامنه‌ها را به‌طور

ساختمان نابودی آنها بود. پل‌ها فرو ریختند، جاده‌ها ترک و خطوط راه آهن تاب برداشتند و کج شدند. لوله‌های آب و گاز می‌شکند و بقیه خدمات مختل می‌شوند. آتش سوزی‌ها اغلب آغاز می‌شوند (عمدتاً به‌دلیل شکسته شدن لوله‌های اصلی گاز و اتصالات الکتریکی)، بیماری یک تهدید است و کار کمک‌رسانی مشکل است. هرچند، بیشترین مرگ و میرها، از فروریختن خانه‌ها ناشی می‌شوند. طبق اظهارات دیویس (۱۹۸۲)، ۸۰ درصد تلفات جانی همه زمین‌لرزه‌ها از این طریق روی می‌دهند و آسیب‌پذیرترین ساختمان‌ها آنهایی هستند که سقف مسطح با پوششی از لایه‌های ضخیم گلی دارند.

انسان استحکامات را بر علیه خطر زمین‌لرزه محدود کرده است. بیش از این، برای مثال، ویرانی‌های لیسبون<sup>(۱۳۵)</sup> در ۱۷۷۵، توکیو و یوکاهاما در ۱۹۲۳ و سانفرانسیسکو در ۱۹۰۶ به‌عنوان یادآوری‌هایی که تعداد زیادی از نواحی مسکونی تحت تهدید دائمی هستند، عمل می‌کنند. گرچه بناهای انسان‌ساز می‌توانند به‌ویژه در برابر زمین‌لرزه‌ها مقاوم ساخته شوند، اما انسان بر روی لرزش‌های زمین کنترل کمی دارد یا اصلاً ندارد و زمان کمی برای اندازه‌گیری‌های پیشگیرانه وجود دارد. این خطری است که انسان باید یاد بگیرد تا با آن زندگی کند.

زمین‌لرزه موضوع کتاب‌های درسی اثر ایبی<sup>(۱۳۶)</sup> (۱۹۶۷)، اوکشات (۱۹۷۶)، ویگل<sup>(۱۳۷)</sup> (۱۹۷۶) و بولت<sup>(۱۳۸)</sup> (۱۹۷۸) بوده است.



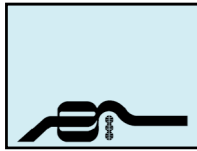
نگاره ۱۰. نقشه موقعیت قره‌قروم.

### پژوهش‌موردی مخاطرات ژئومورفولوژیکی: قره‌قروم

بخش‌های معینی از دنیا از آن جهت که به‌طور غیر معمول تعداد زیادی از مخاطرات ژئومورفولوژیکی طبیعی را تجربه می‌کنند بدقبال هستند. یک چنین منطقه‌ای قره‌قروم، ناحیه‌ای کوهستانی در شمال پاکستان می‌باشد (نگاره ۱۰). در تابستان ۱۹۸۰ این ناحیه، موضوع مطالعه برای تیمی شامل ۷۰ دانشمند از چین، پاکستان، سوئیس و بریتانیا بود، مأموریتی سازمان‌یافته به‌وسیله انجمن جغرافیایی سلطنتی<sup>(۱۳۹)</sup>. پروژه بین‌المللی قره‌قروم<sup>(۱۴۰)</sup> نامیده شد. تعدادی از یافته‌ها در سه مقاله اخیر مجله جغرافیایی اثر گودی (۱۹۸۱)، وود و هانت<sup>(۱۴۱)</sup> (۱۹۸۱) و دیویس (۱۹۸۲) چاپ شده‌اند.

قره‌قروم ترکیبی از پدیده‌های فیزیکی طبیعی به شرح ذیل می‌باشد.

الف) یک رشته بلند عمودی بین کف دره و قله کوهستان که جایی بی‌نظیر در دنیا است. در یک محل، برای مثال راکاپوشی (۷۷۷۲ متر)، در یک کوه



آشکار نسبت به انسان، خانه‌های او و زمین‌های کشاورزی است که او ایجاد می‌کند، این وضعیت همچنین بر روی بزرگراه تاثیر می‌گذارد. در ۱۹۸۰ پروژه بین‌المللی قره قروم جویبارهای یخرفتی ناشی از یخچال گولکایند<sup>(۱۵۳)</sup> را مشاهده کرد که بخشی از جاده‌ای را که تصور می‌شد از این خطر ایمن باشد را مسدود نمود. در حقیقت، آنها به بیرون از امتداد جاده انتقال یافتند و ارتباطات را برای چندین روز متوقف کردند.

### نتیجه‌گیری

مخاطرات ژئومورفولوژیکی موضوعی عملی است. هر چند می‌خواهیم این بخش را با ایجاد تعدادی اظهارات، از طریق اینکه پیشرفت‌های جدید، اطلاعات جنبی جالبی را برای بحث‌های گذشته فراهم می‌کنند به پایان برسانیم. اصل یکنواختی باور دارد که لندفرم‌ها محصول فرایندهای کنونی می‌باشند که به طور آهسته در طی دوره‌های درازمدت عمل نموده‌اند. کاتاستروفیسم به ایجاد و طغیان آب توجه دارد. البته اصل یکنواختی در مورد طغیان آب درست است، اما بنابراین برخی از تحولات جدید در ژئومورفولوژی حدس می‌زند که ما هم اکنون در حال گزینش یک دیدگاه بیشتر کاتاستروفیسمی از آنچه انسان می‌اندیشیده است هستیم. یکی از این تحولات جدید به مخاطرات ارتباطی ندارد. در بسیاری از موارد ما عملاً در حال گفتن این هستیم که منشا لندفرمها به دوره پلیستوسن بر می‌گردد. این نسبتاً فاجعه‌آمیز است با در نظر گرفتن اینکه میلیون‌ها سال پیش از زمان زمین‌شناسی است. علاوه بر این، حداقل در عرض‌های میانی، ما شک داریم که آیا فرایندهای امروزی، برخی از لندفرم‌ها را شکل داده و اینکه آیا این فرایندها برای بیش از چند هزار سال عمل می‌کرده‌اند. این همه دقیقاً به قلب اصل یکنواختی برخورد می‌کند. مخاطرات با این دو بحث از دو طریق ارتباط پیدا می‌کند. نخست، تعدادی از این مخاطرات برآیند حرکات ساختاری پوسته هستند که در واقع در فاصله زمانی بسیار کوتاهی عمل می‌کنند: آتشفشان‌ها، زمین‌لرزه‌ها، گسل خوردگی‌ها. دوم و شاید به طور جالب‌تر، تعدادی از مخاطراتی که ناشی از عملکرد فرایندهای ژئومورفولوژیکی هستند که در طی دوره‌های زمانی کوتاه-روزها، گاهی اوقات حتی طی ساعت‌ها، روی می‌دهند. نمونه‌ها شامل: سیلاب‌های رودخانه‌ای و دریایی و لغزیدن زمین می‌شود. رویداد، زودگذر و غیرعادی است و می‌تواند به شکل فاجعه‌آمیز در بیشتر از یک طریق شرح داده شود. مفهوم ارتباط این پدیده‌ها آستانه است. مخاطرات زمانی روی می‌دهند که از آستانه پیشی بگیرند- یک رودخانه طغیان می‌کند، پرتگاهی فرومی‌ریزد، حرکت دامنه‌ای روی می‌دهد. در این راه آستانه مشاهده شده است. همچنین آستانه بین اصل یکنواختی و کاتاستروفیسم هست. بیشترین زمان تأثیرگذاری چشم‌انداز توسط فرایندهای دایمی-درازمدت هستند که دارای شدت متوسطی می‌باشند. این نظر توسط اصل یکنواختی خلاصه و دربرگرفته شده است. سپس به طور ناگهانی رویداد ژئومورفولوژیکی با شدت بالا، باعث می‌شود که آستانه‌ای نقض گردد و در اینجا ما خطری داریم و درباره اصطلاحات فاجعه‌آمیز صحبت می‌کنیم. بنابراین با قرار دادن مخاطرات در ژئومورفولوژی کاربردی در صف نخست موضوع، ما تأکید دوباره، در رد پارادایم قدیمی کاتاستروفیسم در قالب و ظاهری متفاوت داریم.

ویژه‌ای ناپایدار و تهدیدکننده می‌سازد. یک بخش ۱۳۹ کیلومتری از بزرگراه قره‌قروم بین جیلجیت و جیلیمیت<sup>(۱۴۶)</sup> توسط پروژه بین‌المللی قره‌قروم به‌منظور بازدید ۲۳۵ مورد ریزش‌های خرده سنگ، ریزش‌های سنگی، جریان‌های گلی و زمین‌لغزش‌ها مورد مشاهده قرار گرفت. بخش‌هایی از مسیر شیمشمال<sup>(۱۴۷)</sup> به درون رودخانه لغزیده است و بقیه بخش‌ها به‌وسیله جابجایی دایمی خرده‌سنگ‌ها در هم شکسته شده‌اند که مقداری از آنها بیش از ۲۰۰۰ متر فرازا دارند. بیش از این، همانطور که در بالا اشاره شد، ناپایداری دامنه می‌تواند به مخاطرات بیشتری منجر شود که با ایجاد یک دریاچه و طغیان آب در ارتباط است. برای مثال پروژه بین‌المللی قره‌قروم شاهد یک لغزش گلی در گوپیس<sup>(۱۴۸)</sup> بود که رودخانه گیزار<sup>(۱۴۹)</sup> را مسدود کرد. این عمل دریاچه‌ای با ۳/۳ کیلومتر درازا تشکیل داد که چندین آسیاب گندم را خراب کرد، به‌آهستگی یک روستا را با غرق کردن ۲۱ خانه آن به‌زیر آب فروبرد. محصولات کشاورزی را خراب کرد، دو نفر روستایی را کشت و جمعا بر ۶۰۰ نفر از مردمان تأثیر گذاشت.

ث) زمین‌لرزه‌ها. در ۱۹۷۴ زمین‌لرزه‌ای در پاتان<sup>(۱۵۰)</sup> ۱۰۰۰ نفر از مردم را کشت. مقاله دیویس (۱۹۸۲) عمدتاً مرتبط با طرح‌های ساختمان‌سازی است که به‌وسیله مردم محلی با در نظر گرفتن خطر زمین‌لرزه به‌کار می‌رود. زمین‌لرزه‌ها همچنین می‌توانند اشکال متنوع ناپایداری دامنه را که در بالا توضیح داده شد، به‌جریان بیندازند.

سه نکته درباره این فهرست وجود دارد که شایان گفتن می‌باشند.

الف) ترتیب اتخاذ شده توسط ساکنان، الزاماً همانی نیست که خواننده انتظار داشته‌است.

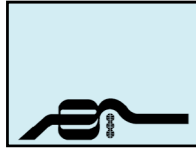
ب) ساکنان منطقه به پروژه بین‌المللی قره‌قروم توضیح دادند که آنها به‌مراتب نگرانی‌های بیشتری از هر کدام از این مخاطرات دارند. اولویت‌های آنان بیشتر مربوط به: کمبود آموزش برای بچه‌ها، سلامتی آنها، کمبود دارو در درمانگاه‌ها و مسئله خریدن با قیمت مناسب محصولات کشاورزی آنها می‌شود.

پ) مخاطرات دیگری در قره‌قروم وجود دارد که تاکنون گفته نشده‌است. آنها به یخچال‌ها در این ناحیه مربوط می‌شوند. یخچال‌ها مخاطرات زیر را ایجاد می‌نمایند: (۱) آنها می‌توانند به‌عنوان مسیر خطوط ارتباطی عمل کنند. جاده شینگشال برای مثال، یک تقاطع یخچالی را در بر دارد.

(۲) جویبارهای یخرفتی ناشی از یخچال‌ها همچنین می‌توانند مسیرهای ارتباطی را مسدود نمایند. بین جیلجیت و جیلیمیت (۱۳۹ کیلومتر) برای مثال از بزرگراه قره‌قروم ۱۸ جویبار یخرفتی یخچالی می‌گذرد.

(۳) اندازه یخچال‌ها به طور قابل توجهی می‌تواند متغیر باشد. برای مثال، با گذر یکصد سال، یخچال حسن آباد ۹/۵ کیلومتر در عرض ۲/۵ ماه گسترش یافت، که یک میزان بی نظیر در هر جایی از روی زمین است و در سال ۱۹۵۳ در منطقه‌ای مشابه، یخچال کوتیاه<sup>(۱۵۱)</sup> در یک مقدار تخمینی ۱۱۳ متر در روز به سمت جلو حرکت می‌کرد. پیشروهای یخچالی می‌تواند مزارع را از بین ببرد و کانال‌های آبیاری را خراب نماید. همچنین در ۱۹۷۴ یخچال باتورا<sup>(۱۵۲)</sup> یک پل اصلی را بر روی بزرگراه خراب کرد، برای اینکه بخش پایانی / پوزه یخچال ناگهان تغییر کرد.

(۴) جویبارهای ناشی از ذوب یخ که از یخچال‌ها جاری می‌شوند، همچنین می‌توانند به نحوی غیر منتظره مسیرهایشان را جابجا نمایند. این یک تهدید



انبساط گازها به هوا پرتاب می‌شود: م.  
125- St Helens  
126- Francis  
127- After Lacroix: Waltham  
128- Grimsvotn  
129- Vatnajokull  
130- Myrdalsjokull  
131- Shensi  
132- Tangshan  
133- El Asnam  
134- Shock Waves  
135- Lisbon  
136- Eiby  
137- Wiegell  
138- Bolt  
139- Royal Geographical Society  
140- International Karakoram  
141- Goudie, Wood & Hunt  
142- Hunza  
143- Indus  
144- Sarat  
145- Tarbela  
146- Gilgit & Gulmit  
147- Shimshal  
148- Gupis  
149- Ghizar  
150- Pattan  
151- Kutiah  
152- Batura  
153- Ghulkind

80- Zaruba & Mencil  
81- Voight  
82- Translational Slides  
83- Rotational Slides  
84- Mudflow & Earthflow  
85- Aberfan  
86- Holderness  
87- Chronic  
88- De Boer  
89- Barmston  
90- Yorkshire  
91- Degradation of Beaches  
92- Coastal Deposition  
93- Silting  
94- King  
95- Lincolnshire  
96- Skegness  
97- Flooding  
98- Depression  
99- Sinking  
100- Abstraction  
101- Hilton  
102- Shaw  
103- Periglacial Environments  
104- Woolwich  
105- Avalanches  
106- Airborne- powder Avalanche  
107- Davos  
108- Diem & Conway  
109- Release Zone  
110- Track Zone  
111- Runout Zone  
112- Gotthard, Simplon  
113- St. Bernard  
114- Rogers Pass  
115- Macdonald  
116- Francis  
117- Oakeshott  
118- Rittmann & Rittmann  
119- Japan & Java  
120- Pompeii & Herculaneum  
121- Kaffa  
122- Escritt  
۱۲۳- اصطلاحی است برای اطلاق به قطعاتی به ریزی خاکستر آتشفشانی و به بزرگی بمب و بلوک‌های آتشفشانی که در هنگام فوران آتشفشان به بیرون پرتاب می‌شوند: م.  
۱۲۴- نوعی سنگ آتشفشانی است و وقتی تشکیل می‌شود که ماگما در اثر

30- Bengal, India  
31 - Java & Sumatra (after Krakatoa)  
32- Mont Conto, Switzerland  
33- Pleurs  
34- Kansu  
35- Vaioit  
36 - Yungay, Huascarán, Peru  
37- Hwang-ho  
38 - Ganges delta  
39 - Coverdale, Yorkshire  
40 - Gregory & Walling  
41 - Padi  
42- Luzon, Philippines  
43- Morgan & Scoging  
44- Moel Famau  
45- Clwydian Hills  
46- Dust Bowl  
47- Great Plains  
48- Cook & Doornkamp  
49- Hillforts  
50- Offa's  
51- Sand Seas  
52- Nottingham University  
53- Warren & Mainguet  
54- Late- Pleistocene  
55- Desertification  
56- Sahel  
57- Over- grazing  
58 - Water Supply  
59- Boreholes  
60- Albedo  
61- Reed  
62- Newson  
63 - Ward  
64- Lynmouth  
65- Exmoor  
66- Thames  
67- Howe, Slaymaker & Harding  
68- Severn in mid-Wales  
69- Urbanization  
70 - Sediment Yields  
71 - Leopold  
72- Davis  
73- Penck  
74- King  
75- Brunsdon  
76- Carson & Kirkby  
77- Young  
78- Yatsu  
79- Whalley

### پی‌نوشت

۱- این متن ترجمه‌ای است از فصل دوازدهم کتاب: (pure and applied Geomorphology) تألیف M.G.Hart, Allen and Unwin لندن، ۱۹۸۶.

M.G.Hart, Allen and Unwin, Geomorphology and applied, London 1986.

2 - White  
3 - Bolt et al  
4- Waltham  
5 - Perry

6- Geomorphological Hazards

7- Hurricanes

8- Blizzards

9- Soil Erosion

10- Geological Erosion

11- Accelerated Erosion

۱۲- شایان ذکر می‌باشد که در میحث فرسایش خاک، در گام نخست فرایند فرسایش به دو دسته کلی طبقه‌بندی می‌شود: (۱) فرسایش طبیعی (یا زمین‌شناختی) - که در جهت تولید خاک ضروری و لازم است - و (۲) فرسایش شتاب‌دار (یا ناشی از فعالیت‌های مداخله‌جویانه انسان) - که این نوع از فرسایش با مخاطرات گوناگونی همراه است و به ضرر فرایند خاک‌سازی تمام می‌شود و باعث از بین رفتن بسیاری از زمین‌های حاصلخیز و فقیر شدن خاک می‌گردد: م.

13- Detachment

14-Transportation

15-Terracing

16- River Floods

17- Sea Floods

18- Deflation

19- The mega- disaster

20- Mont Pelee, Martinique, West Indies

21- St Pierre

22- Kelut Volcano, Indonesia

23- Novado del Ruiz, Colombia

24- Armero

25- Shensi province, China

26 - Lisbon

27 - Sagami Bay, Japan

28 - Tangshan

29- El Asnam, Algeria