۱۰ دلیل برای اینکه چرا

ژئومورفولوژی

مهم است

BSG انجمن ژئومورفولوژی بریتانیا

مترجم: رضا خوش‌رفتار: استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه زنجان

۱۰ دلیل برای اینکه چرا

ژئومورفولوژی

مهم است

تهیه‌شده توسط **استفان توث** و **هیدر وایلز** با مدخل‌هایی از **کمیته اجرایی** انجمن ژئومورفولوژی بریتانیا، منابع عکس‌ها در زیرنویس آن‌ها ارائه‌شده است. اشکال توسط **آنتونی اسمیت** در دانشگاه ابریستویت و طراحی توسط **کریس سیمپسون** در فولکرام گرافیک، انجام شده است.

مترجم: رضا خوش‌رفتار، استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه زنجان، ایران

ژئومورفولوژی چیست؟

در دنیای کنونی علاقه زیادی به موضوع محیط‌زیست جهانی و اینکه چگونه کار و تغییر می‌کند، وجود دارد. تهدیدهای ناشی از تغییر آب‌وهوا و انقراض گونه‌ها، کاملاً بارز و مشخص است اما این تغییرات بالقوه چه پیامدهایی برای چشم‌اندازهای طبیعی خواهد داشت؟ درک چگونگی عملکرد و تغییرات چشم‌انداز، بخش حساسی از دستیابی به درک کامل سیستم زمین و مدیریت بهتر زیست‌محیطی است. در رابطه با چشم‌اندازهای فیزیکی و روابط متقابل ما با آن‌ها، سؤالات زیادی وجود دارد که باید پاسخ داده شود. تعدادی از این سؤالات عبارت‌اند از:

- چرا بعضی از بخش‌های کره زمین کوهستانی و بعضی خیلی صاف و هموار هستند؟
- چرا ارتفاع کوه‌های هیمالیا این‌قدر زیاد است؟
- چرا بخش‌های داخلی قاره استرالیا ارتفاعی نزدیک به سطح اساس دریا یا کمتر، دارند؟
- منشأ ماسه‌های صحرای[۱] افریقا، کجا است؟
- سن گراند کانیون[۲] چقدر است؟
- یخچال‌های گرینلند[۳] با چه سرعتی پسروی می‌کنند؟
- با توجه به بالاآمدگی پیش‌بینی‌شده سطح دریا، سرعت تغییر خط ساحلی بریتانیا در قرن بیست و یکم چقدر خواهد بود؟
- آیا مخاطراتی مانند زمین‌لغزش‌ها، شدیدتر خواهند شد؟
- چگونه می‌توان چشم‌اندازها را بهتر حفاظت و مدیریت کرد؟

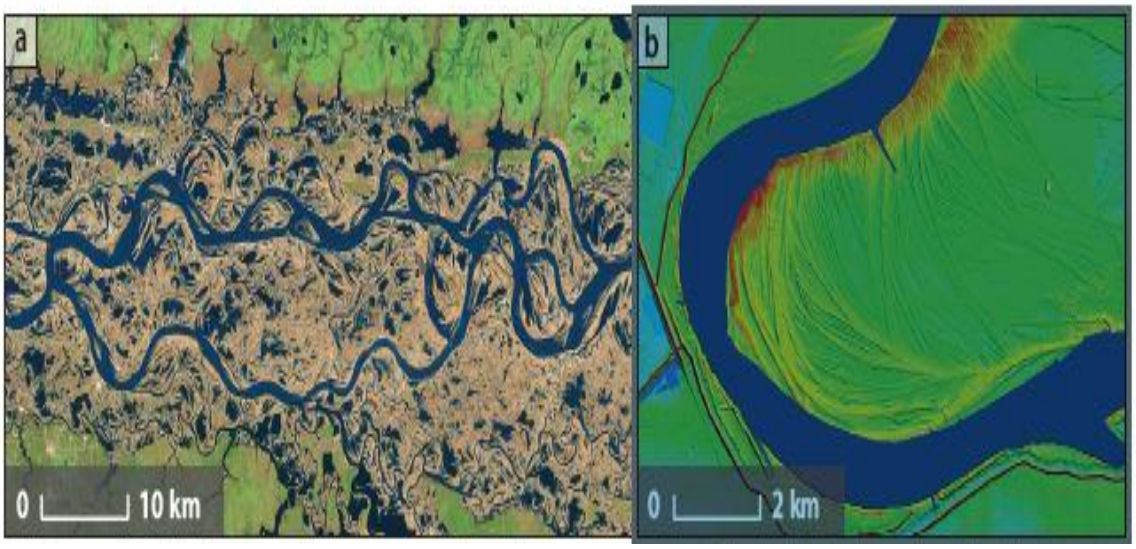
ژئومورفولوژی علمی است که منشأ و تحول لندفرم‌ها (مانند تپه‌ها، دره‌ها، تپه‌های ماسه‌ای، غارها) و اینکه لندفرم‌ها چگونه باهم ترکیب‌شده و چشم‌اندازها را می‌سازند، بررسی می‌کند؛ بنابراین در پاسخ به سؤالات فوق، ژئومورفولوژی نقش مهمی بر عهده دارد. بررسی‌های ژئومورفولوژی شامل تجزیه‌وتحلیل کمی اشکال لندفرم‌ها، پایش فرایندهای سطحی و مجاور سطحی (برای مثال آب جاری، یخ و باد) است که لندفرم‌ها را شکل داده و در واکنش به فاکتورهایی مانند فعالیت زمین‌ساختی، آتشفشانی، تغییرات آب‌وهوایی و سطح دریا و فعالیت‌هایی انسانی، در لندفرم‌ها تغییراتی ایجاد می‌شود. ممکن است هدف این بررسی‌ها، بازسازی فرایندهای گذشته و تغییرات آن‌ها، درک فرایندها و تغییرات لندفرم‌های کنونی یا پیش‌بینی فرایندها و تغییرات لندفرم‌های آینده باشد.

ژئومورفولوژی از کلمات یونانی ge- زمین، morphe- شکل و logos- شناسایی، گرفته‌شده است.

[۱]-Sahara
[۲]-Grand Canyon
[۳]-Greenland

مطالعات ژئومورفولوژی چگونه انجام می‌شود؟

ژئومورفولوژی علمی ترکیبی است که تاریخ و میراث خاص خود را دارد اما درعین‌حال به‌سوی جنبه‌هایی از سایر علوم به‌ویژه جغرافیای طبیعی، زمین‌شناسی و بوم‌شناسی کشیده شده است. به‌طور سنتی، رویکرد مطالعه ژئومورفولوژی عمدتاً بر مشاهده میدانی، توصیف و اندازه‌گیری متمرکز است و درعین‌حال آزمایش‌های فیزیکی (برای مثال پلات‌های آزمایشی کوچک و استفاده از فلوم‌های[۱] آزمایشگاهی) را شامل می‌شود. بااین‌حال، از اوایل دهه ۱۹۷۰ با استفاده از ماهواره‌ها و فضاپیماهای متنوع، دسترسی به تصاویر باقدرت تفکیک بالا از توپوگرافی سطح زمین و سایر سیاره‌ها امکان‌پذیر شده است. (برای مثال شکل ۱ الف). بسیاری از این تصاویر را می‌توان به‌سرعت از طریق اینترنت به دست آورد (برای مثال با استفاده از کره‌های مجازی مانند گوگل ارث). به‌علاوه دسترسی به تعداد زیادی از مدل‌های توپوگرافیک رایانه‌ای (برای مثال مدل‌های رقومی ارتفاعی) به سهولت امکان‌پذیر شده (شکل ۱ ب)، پایش زمینی، مدل‌سازی رایانه‌ای و تکنیک‌های تعیین سن زمین (برای مثال لومیناسنس[۲]، تجزیه‌وتحلیل ایزوتوپ کیهانی[۳]) به‌سرعت توسعه‌یافته است. درنهایت رویکردهای سنتی مطالعات ژئومورفولوژی با تصاویر جدید، مدل‌ها و تکنیک‌های کمی کردن نرخ و مقیاس‌های زمانی تغییر لندفرم‌ها، ترکیب‌شده‌اند. درحال‌حاضر، مشاهده، اندازه‌گیری، تعیین سن و مدل‌سازی انواع لندفرم‌ها که تا یک دهه پیش امکان‌پذیر نبود، عملی شده است. این پیشرفت‌ها به ما کمک می‌کند تا بر انواع مشکلات بلندمدتی که درزمینهٔ تبیین تحولات سطح زمین و همچنین تفسیر تحول سطح سایر سیارها (به‌ویژه مریخ) داشتیم، فائق آییم.



[۱]-Flumes
[۲]-Luminescence
[۳]-Cosmogenic isotope analysis

شکل ۱. الف- دسترسی گسترده به تصاویر ماهواره‌ای مانند لندست از کانال‌های متعدد رود اب در روسیه، اندازه‌گیری ویژگی‌های رود و دشت سیلابی را امکان‌پذیر ساخته است. مقایسه تصاویر ماهواره‌ای تاریخ‌های متفاوت ارزیابی نرخ تغییرات رود و در سطحی گسترده‌تر، چشم‌انداز را فراهم کرده است (منبع: سازمان زمین‌شناسی ارث اکسپلورر ایالات‌متحده[۱]). ب- مدل رقومی ارتفاعی باقدرت تفکیک بالا از پیچ یک مئاندر در رود می‌سی‌سی‌پی امریکا را می‌توان برای شناسایی مناطق تجمع رسوب و اندازه‌گیری الگوهای جابجایی، استفاده کرد. در این نمونه، اشکال خمیده داخل مجرا، نهشته‌های قدیمی هستند که میزان جابجایی را به‌سوی قسمت چپ پایین تصویر، نشان می‌دهد (منبع: اطلس: لوئیزیانا ست واید جی‌ای اس[۲]).

چرا ژئومورفولوژی مهم است؟

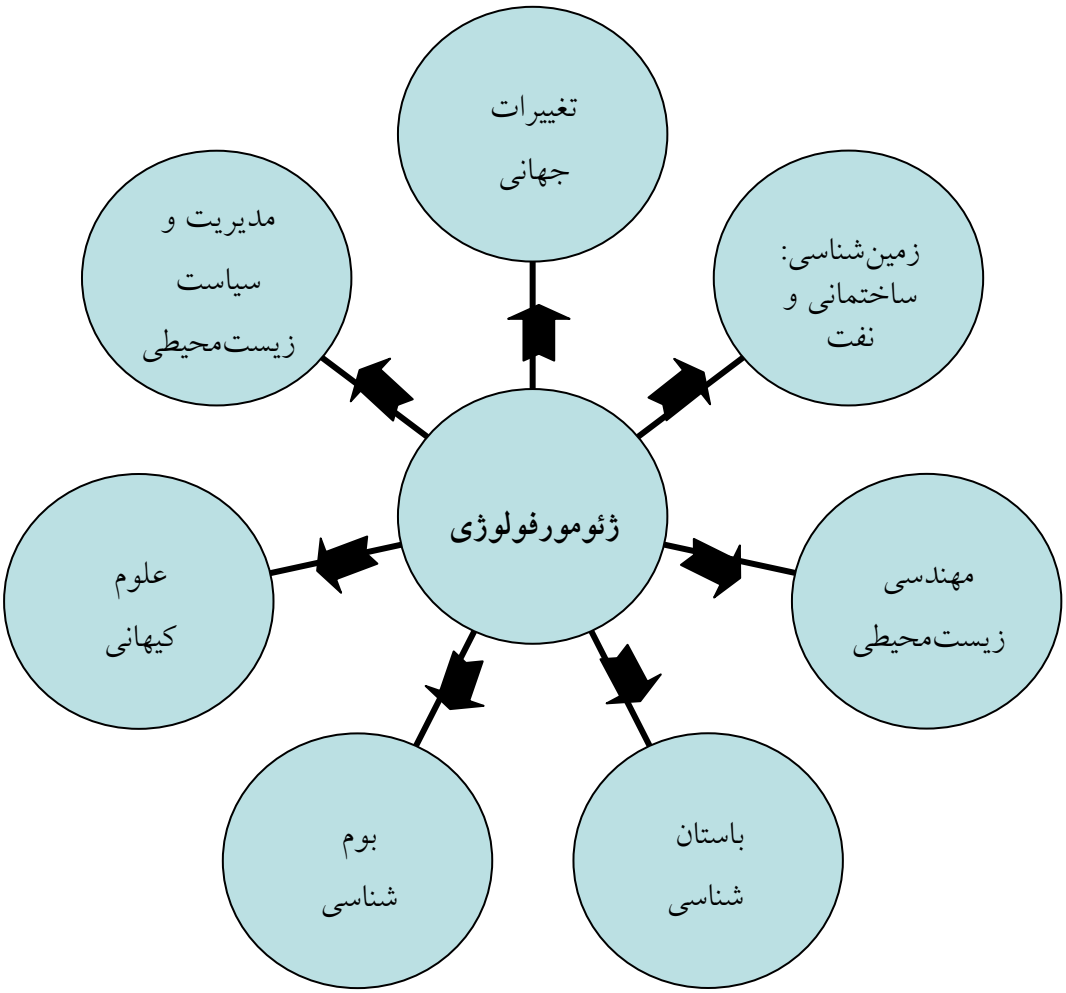
علاوه بر تبیین چگونگی شکل‌گیری چشم‌اندازها در گذشته، عملکردشان در زمان حاضر و اینکه در آینده ممکن است تغییراتشان به چه شکلی باشد، نشانگر اهمیت رو به رشد ژئومورفولوژی است و ژئومورفولوژیست‌ها در بسیاری از بررسی‌های زیست‌محیطی و مسائل مدیریتی، سهیم هستند (شکل ۲).

برای مثال زمین‌شناسان ساختمانی می‌خواهند بدانند در فرایند تحول کمربندهای کوهستانی، فرسایش سطح زمین چگونه بر الگوهای تغییرشکل سنگ تأثیر می‌گذارد. زمین‌شناسان نفت[۳] با درک فرایندهای رسوب‌گذاری کنونی، تلاش می‌کنند تا روند اکتشاف زیرسطحی مخازن نفت و گاز در سنگ‌های رسوبی را بهبود دهند. مهندسین با آگاهی از فرایندهای فرسایشی و نهشته‌گذاری برآوردهای آستانه پایداری دامنه‌ها را بهبود بخشیده یا تغییرات احتمالی مجرای رود را در مناطقی که زیرساخت‌های توسعه برنامه‌ریزی‌شده را ارزیابی می‌کنند. کیهان‌شناسان[۴] از مطالعه چشم‌اندازهای کره زمین به اطلاعاتی دست پیدا می‌کنند. برای تفسیر سطح سایر سیاره‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرد. باستان‌شناسان می‌خواهند بدانند عملکرد فرایندهای فرسایشی و رسوب‌گذاری چگونه منجر به حفظ دست‌ساخته‌ها و سایر شواهد مربوط به گذشته جوامع انسانی می‌شود. اکولوژیست‌ها اذعان می‌کنند که فرایندهای ژئومورفولوژیک قالب‌های مورفولوژیکی، رسوبی و هیدرولوژیکی را مهیا می‌کنند که در فرایندهای بوم‌شناسی کلیدی مانند توالی، نقش مؤثری دارند. به‌طور ویژه، بوم‌شناسان با حفظ تنوع زیستی سروکار دارند که در درک پیچیدگی چشم‌انداز فیزیکی- ژئودایورسیتی[۵]- یکی از عوامل کنترل‌کننده مهم تنوع گونه‌ها، نقش مهمی بر عهده دارد. همچنین، به‌طورقطع و صریح، ملاحظات ژئومورفولوژیک جنبه‌های متعدد سیاست‌های زیست‌محیطی، قانون و تصمیم‌گیری در مورد مدیریت زمین، مانند دستورالعمل چارچوب آب اتحادیه اروپا[۶] را دربرمی گیرد.

---

[۱]-United States Geological Survey Earth Explorer
[۲]-Atlas: The Louisiana Statewide GIS
[۳]-Petroleum geologists
[۴]-Plantetary scientists
[۵]-Geodiversity
[۶]-European Union's Water Framework Directive

خلاصه اینکه ژئومورفولوژی و ژئومورفولوژیست‌ها داده، دانش و دیدگاه‌هایی را ارائه می‌دهند که به یافته‌های سایر رشته‌ها و متخصصان دانشگاهی اضافه‌شده و مکمل آن‌ها است. در بسیاری از موارد برای داشتن رویکردی جامع در بررسی‌های زیست‌محیطی و دستیابی به مدیریت زیست‌محیطی پایدار نه‌تنها بررسی‌های ژئومورفولوژیکی مهم، بلکه ضروری هستند.



شکل ۲. روابط و نقش ژئومورفولوژی با جنبه‌های متفاوت علوم زمین، علوم زیست‌محیطی و علوم اجتماعی.

این کتابچه در مورد چیست؟

به‌رغم اهمیت انکارناپذیر ژئومورفولوژی، اصطلاح "ژئومورفولوژی" و "ژئومورفولوژیست" احتمالاً به‌خوبی درک نشده است. بخشی از این مسئله به خاطر این است که ژئومورفولوژی به‌صورت یک رشته دانشگاهی مستقل وجود ندارد. ریشه ژئومورفولوژی در کشورهایی مانند انگلستان و استرالیا به دپارتمان‌های جغرافیا و در ایالات‌متحده، عمدتاً به زمین‌شناسی یا علوم زمین برمی‌گردد. بااین‌حال تعداد زیادی از سازمان‌های ملی و بین‌المللی مانند انجمن ژئومورفولوژی بریتانیا[۱] (BSG)، گروه ژئومورفولوژی استرالیا و نیوزلند[۲] (ANZGG) و انجمن بین‌المللی ژئومورفولوژیست‌ها[۳]IAG وجود دارند که مختص حمایت و ارتقای ژئومورفولوژی هستند. علاوه بر این، نشست‌های تخصصی ژئومورفولوژی به‌طور منظم در جلسات سازمان-های بزرگی مانند اتحادیه اروپایی علوم زمین[٤] (EGU) یا اتحادیه ژئوفیزیک امریکا[٥] (AGU)، برگزار می‌شود.

هدف این سند، معرفی اصطلاح "ژئومورفولوژی" به مخاطب غیرمتخصص و تشریح اصول کلیدی این رشته است. عمومی شدن کره‌های مجازی مانند گوگل ارث[٦] نشان‌دهنده علاقه مردم به لندفرم‌ها و چشم‌اندازهای کره زمین و سایر اجرام سماوی است. برخی از موضوعات بحث آنلاین در گوگل ارث بلاگ[۷] و گوگل ارث کامیونتی[۸] سوالاتی در مورد تحول لندفرم‌ها است. در بعضی موارد، برای دقت و وضوح بیشتر مباحث می‌توان از اصول ژئومورفولوژی مدرن، کمک گرفت. با الهام از ابتکارات سواد آب‌وهواشناسی[۹] و سواد علوم علوم زمین[۱۰] ایالات‌متحده، ما ۱۰ موردی را که هر شهروندی باید درباره ژئومورفولوژی بداند، مطرح و برجسته کردیم. این ده مورد تمام ژئومورفولوژی نیست بلکه نگاهی اجمالی است تا نشان دهد که چرا ژئومورفولوژی باید به‌عنوان یک علم ترکیبی و درعین‌حال منسجم، فعال، نوآور و مفید، موردتوجه قرار گیرد. این سند با ارائه منابع اطلاعات اضافی، به پایان می‌رسد.

---

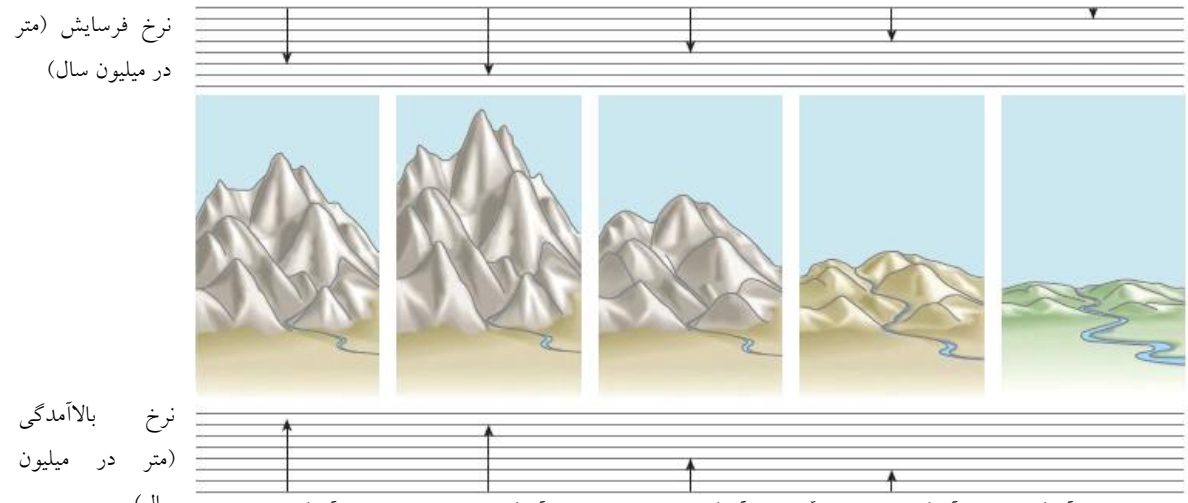
[۱]-British Society for Geomorphology (BSG)
[2]-Australian and New Zealand Geomorphology Group (ANZGG)
[۳]-International Association of Geomorphologists (IAG)
[4]-European Geosciences Union (EGU)
[٥]-American Geophysical Union (AGU)
[٦]-Google Earth
[۷]-Google Earth Blog
[۸]-Google Earth Community
[۹]-Climate Literacy - www.globalchange.gov/resources/educators/climate-literacy
[10]-Earth Science Literacy- www.earthscienceliteracy.org

سواد ژئومورفیک: ۱۰ نکته کلیدی که همه باید درباره ژئومورفولوژی بدانند

۱۰ نکته کلیدی که همه باید درباره ژئومورفولوژی بدانند- ۱۰ دلیل اینکه چرا ژئومورفولوژی مهم است در جدول ۱، به شکل کوتاه و توضیحی ارائه‌شده است.

۱	**چشم‌اندازها با حرکت مواد شکل می‌گیرند**	لندفرم‌ها توسط فرایندهای ژئومورفولوژیک پدید می‌آیند که ضرورتاً مستلزم حرکت مواد-سنگ، رسوب، آب- روی سطح زمین است
۲	**فرایندهای شکل‌دهنده چشم‌انداز تحت تأثیر عوامل مختلف، قرار می‌گیرند**	عوامل متنوع زمین‌ساختی، زمین‌شناسی، آب‌وهوایی و اکولوژیکی تأثیر زیادی بر فرایندهای ژئومورفولوژیک و حرکت مواد، دارند
۳	**فرآیندهای شکل‌دهنده چشم‌انداز در مقیاس‌های مختلف، عمل می‌کنند**	عوامل زمین‌ساختی، زمین‌شناسی، آب‌وهوایی و اکولوژیکی مؤثر بر فرایندهای ژئومورفولوژیک و حرکت مواد در مقیاس‌های زمانی و مکانی متفاوت، تغییر می‌کنند
٤	**چشم‌اندازهای کره زمین، پویا هستند**	لندفرم‌ها و چشم‌اندازها ثابت و بدون تغییر نیستند بلکه در طی زمان پویا بوده و تحول پیدا می‌کنند
٥	**دینامیک‌های چشم‌انداز اغلب، پیچیده هستند**	علاوه بر تغییرات زمین‌ساختی، زمین‌شناختی، آب‌وهوایی و شرایط بوم‌شناختی، تنظیمات مجدد درونی می‌تواند تحول لندفرم‌ها و چشم‌اندازها را کنترل کند
٦	**چشم‌اندازها آرشیوی از گذشته هستند**	چشم‌اندازها تاریخ تحولات خاص خودشان را دارند که به‌طور بالقوه می‌تواند از طریق مطالعه لندفرم‌ها و رسوب‌ها کشف و بازسازی شود
۷	**تغییرات جهانی بر دینامیک‌های چشم‌انداز تأثیر می‌گذارد**	تغییرات زیست‌محیطی جهانی در حال وقوع که شامل گرمایش کره زمین و افزایش سطح دریاها است بر تحول لندفرم‌ها ازجمله خشک شدن دریاچه‌های بیابانی، ورقه‌های یخ و عقب‌نشینی یخچال‌ها و فرسایش خط ساحلی، تأثیر خواهد داشت
۸	**فعالیت‌ها انسان بر دینامیک‌های چشم‌انداز، مؤثر است**	به‌طور فزاینده، بسیاری از فرآیندهای ژئومورفولوژیکی و تحولات لندفرم/ چشم‌انداز تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی قرار می‌گیرند
۹	**چشم‌اندازهای زمین، بیش‌تر در معرض مخاطرات قرار می‌گیرند**	تغییرات زیست‌محیطی جهانی و فعالیت‌های انسانی، بزرگی و فراوانی مخاطرات ژئومورفولوژیکی را افزایش داده، در هر مکان و زمانی که اتفاق بیافتد، پایداری سطح زمین را تحت تأثیر قرار می‌دهد و اثرات نامطلوب اقتصادی و اجتماعی شدیدی را به دنبال خواهند داشت.
۱۰	**مدیریت زیست‌محیطی موفق، نیازمند دانش ژئومورفولوژی است.**	ژئومورفولوژی می‌تواند یک داده کلیدی برای مدیریت زیست‌محیطی، ازجمله حفاظت از چشم‌انداز، حفاظت و احیاء اکوسیستم، حفاظت از میراث و چشم‌اندازهایی باشد که کربن را ذخیره می‌کنند.

لندفرم‌ها توسط فرایندهای ژئومورفولوژیک شکل می‌گیرند که این کار مستلزم حرکت مواد–سنگ، رسوب آب– بر روی سطح زمین است. حرکت مواد معمولاً شامل هوازدگی، فرسایش، حمل و نهشته‌گذاری مواد سطحی توسط جاذبه، یخ، باد و آب است اما زمین‌ساخت نزدیک سطح زمین، فعالیت‌های آتشفشانی و آب‌های زیرزمینی را هم شامل می‌شود. معمولاً حرکت پایین‌رونده مواد، غالب است (به عبارتی از ارتفاع زیاد به ارتفاع کم جابه‌جا می‌شوند مانند نیروی جاذبه که منجر به وقوع زمین‌لغزش یا حرکت رسوب توسط آب جاری به‌پای دامنه است) اما ممکن است بالارونده هم باشد (به‌عبارتی‌دیگر از ارتفاع کم به ارتفاع زیاد جابه‌جا شوند؛ مانند بالاآمدگی زمین‌ساختی فوران‌های آتشفشانی یا عملکرد باد). تعادل بین دو نوع حرکت مشخص می‌کند که آیا لندفرم/چشم‌انداز در طی زمان ازلحاظ ارتفاعی روندی کاهشی دارد (به‌عبارت‌دیگر همواره شده و یا کم ارتفاع‌تر می‌شود) یا اینکه ارتفاع آن افزایش می‌یابد (به عبارتی شیب آن افزایش‌یافته یا ارتفاع آن بیشتر شده است) (شکل ۳). در چشم‌اندازها یک لندفرم خاص را می‌توان در طبقه فرسایشی/ تخریبی (به عبارتی مواد انتقال‌یافته و اشکالی مانند دره پدید می‌آید) یا تراکمی/ ساختمانی (به عبارتی مواد تجمع یافته و اشکالی مانند نهشته‌های دامنه‌ای و مخروط‌های آتشفشانی شکل می‌گیرند)، طبقه‌بندی کرد.



شکل ۳. ارتفاع و ناهمواری لندفرم‌های بزرگ‌مقیاس مانند کوه‌ها با تقابل بین حرکت بالارونده مواد (ازجمله بالاآمدگی زمین‌ساختی) و حرکت پایین‌رونده مواد (ازجمله هوازدگی و فرسایش) تعیین می‌شود (منبع: چاپ مجدد و اقتباس از F. and Siever, R., 1997. Understanding Earth (2nd edition), W.H. Freeman and Company, New York).

آیا می‌دانید؟

قله اورست که در مرز بین کشورهای نپال و چین قرار دارد نسبت به سطح اساس دریاها، بلندترین نقطه سطح زمین است؟ ارتفاع قله تقریباً ۸۸٤۸ متر است که حاصل بالاآمدگی زمین‌ساختی فعال در هیمالیا و هوازدگی و فرسایش است. پایین‌ترین نقطه ارتفاعی روی سطح خشکی‌ها، دریای مرده ٤۱۸ متر پایین‌تر از سطح اساس دریاها، در کشورهای اردن و اسرائیل قرار دارد. شکل‌گیری دریای مرده حاصل ایجاد شکاف زمین ساختی و وجود گسل‌های پایین‌رونده در این قسمت از پوسته زمین است (منبع: Wikipedia).
http://en.wikipedia.org/wiki/Extreme_points_of_Earth

۲ فرایندهای شکل‌دهنده چشم‌انداز، تحت تأثیر عوامل مختلف قرار می‌گیرند

فاکتورهای زمین‌ساختی، زمین‌شناسی، آب‌وهوایی و بوم‌شناختی، تأثیرات عمده‌ای بر فرایندهای ژئومورفولوژیک و جریان جابجایی مواد دارند. جایگاه زمین‌ساختی متفاوت می‌تواند بر توان بالقوه حرکت مواد به‌طرف بالا (برای مثال وقتی‌که توده‌های قاره‌ای باهم برخورد می‌کنند، بالاآمدگی) یا به‌طرف پایین (در شرایطی که گسل‌ها باعث پارگی و شکل‌گیری گسل‌های پایین‌رونده می‌شوند) تأثیرگذار باشد. سنگ‌شناسی متفاوت (نوع سنگ) قابلیت‌های متفاوتی در برابر هوازدگی و فرسایش دارند. شرایط آب‌وهوا تأثیر زیادی بر درجه حرارت و رطوبت دارد. این دو عامل نقش کلیدی در توان بالقوه هوازدگی و وجود آب به شکل مایع یا جامد دارد که بر فرسایش، حمل و نهشته‌گذاری تأثیر خواهد داشت. تأثیرات بوم‌شناختی –گیاهان و جانوران ازجمله انسان– نیز ممکن است نقش داشته باشند به‌طوری‌که در بعضی از موارد توان بالقوه حرکت مواد را محدود کند (برای مثال، ریشه درختان، دامنه را در برابر فرسایش تثبیت می‌کند–شکل ٤ الف) اما در بعضی از موارد هم توان بالقوه حمل مواد را افزایش می‌دهند (برای مثال، حفاری توسط حشرات و پستانداران–شکل ٤ ب). در اصل، ژئومورفولوژی علمی است که اثر یکپارچه تمام این عوامل مختلف را در شکل دادن به سطح زمین، بررسی می‌کند. همان‌طور که اثر ترکیبی این فاکتورها از منطقه‌ای به منطقه دیگر متفاوت است، توزیع فضایی بسیاری از لندفرم‌ها به‌طور دقیق قابل پیش‌بینی نیست. به‌عنوان‌مثال، رشته‌کوه‌های خشن معمولاً در مناطقی که تحت تأثیر بالاآمدگی زمین‌ساختی فعال با سنگ‌شناسی‌های مستعد هوازدگی و فرسایش و شرایط اقلیمی با بارش سنگین باران و برف قرار دارند، دیده می‌شوند (مانند آلپ‌های نیوزیلند یا تایوان) (شکل ۳). مناطق مرتفعی با ناهمواری‌های ملایم‌تر و دشت‌ها در مناطقی دیده می‌شوند که ازلحاظ زمین‌ساختی فعالیت کمتری دارند و یا بدون فعالیت زمین‌ساختی هستند به‌ویژه مناطقی که سنگ‌شناسی این ناهمواری‌ها مقاوم‌تر و شرایط آب‌وهوایی، خشک است (برای مثال در افریقای جنوبی و استرالیای مرکزی). ورقه‌های یخ و یخچال‌ها عمدتاً در عرض‌های جغرافیایی بالا و ارتفاعات زیاد قرار دارند که آب در تمام و یا قسمت عمده‌ای از سال، به‌صورت منجمد است. دامنه‌هایی با پوشش ضخیم خاک در مناطق مرطوبی شکل‌گرفته‌اند که پوشش گیاهی تثبیت‌کننده به‌خوبی گسترش‌یافته است اما تپه‌های ماسه‌ای بادی عمدتاً در مناطق خشک، ماسه دار و غالباً فاقد پوشش گیاهی، فعال هستند.

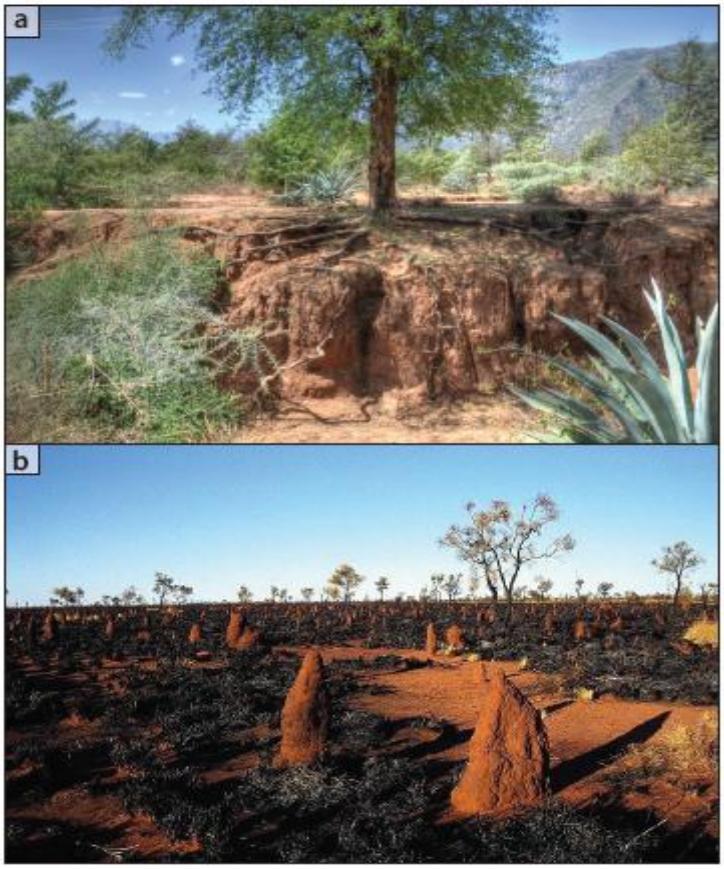
آیا می‌دانید

آیا می‌دانید در اطراف گسل آلپین[1] در آلپ‌های جنوبی[2] نیوزیلند، زمین به‌طور عمودی سالانه ۱۰ میلی‌متر بالاآمده و به‌طور افقی سالانه ۳۰ میلی‌متر، حرکت می‌کند. این اعداد تقریباً نرخ رشد ناخن یک فرد بزرگسال سالم است (منبع:.Little, T.A. et al., 2005). نرخ بالاآمدگی و از خاک بیرون آمدن در امتداد گسل اریب/لغزشی آلپین در قسمت مرکزی آلپ‌های جنوبی[3] نیوزیلند، متفاوت است.

Geological Society of America Bulletin, 117, 707-723;Yaemsiri, S. et al. 2010.

نرخ رشد ناخن دست‌وپا یک جوان بالغ و سالم امریکایی

Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology, 24, 420-423.

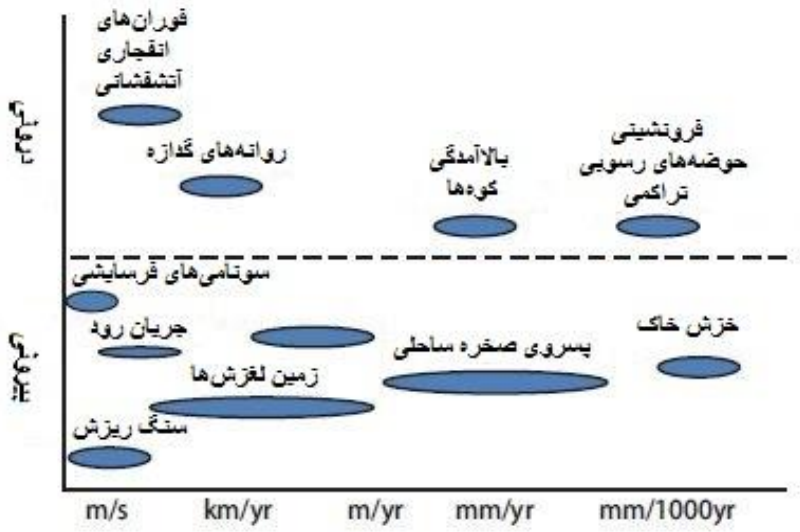


شکل ٤. الف- ریشه‌های درختان، بوته‌ها و گراس‌ها معمولاً به استحکام رسوب‌های سست و خاک‌ها کمک کرده و توان بالقوه فرسایش در هنگام وقوع بارندگی و رواناب به حداقل می‌رساند. در این مثال انتخاب‌شده از کنیا، حدود رشد شبکه ریشه درخت توسط فرسایش نشان داده‌شده است اما در قسمت محافظت نشده مجاور، در سطح زمین، فرسایش آغازشده است (عکس: Daniel Green). ب- تپه موریانه‌ها، لندفرم‌هایی هستند که از جابجایی توده‌ای مورچه‌ها، تشکیل می‌شوند. در این مثال انتخاب‌شده از بیابان تانامی، استرالیای مرکزی، چندین پشته با ارتفاع بیش از ۱,۵ متر، تمایز چشمگیری با گیاهان سوخته را پدید آورده‌اند (عکس: Stephen Tooth).

[1]-Alpine Fault
[2]-Southern Alps
[3]-Central Southern Alps

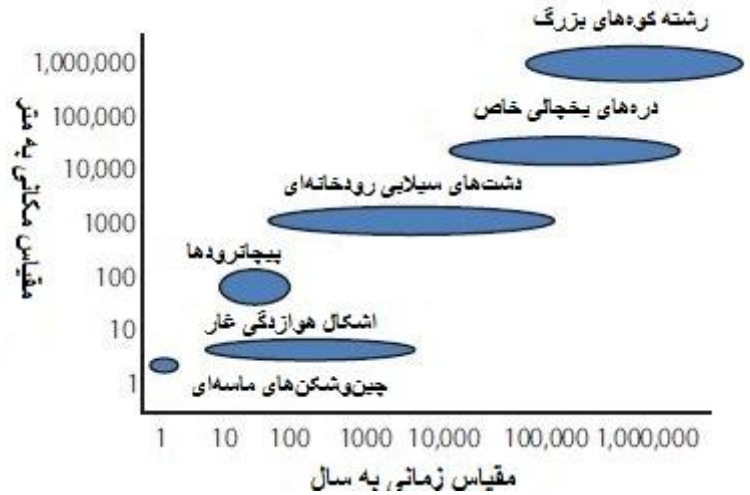
۳ فرآیندهای شکل‌دهنده چشم‌انداز در مقیاس‌های مختلف عمل می‌کنند

فاکتورهای زمین‌ساختی، زمین‌شناختی آب‌وهوایی و بوم‌شناختی که بر روی فرایندهای ژئومورفولوژیکی و حرکت مواد تأثیر دارند در مقیاس‌های زمانی و مکانی مختلف، تغییر پیدا می‌کنند. بعضی از فاکتورهایی که ویژگی‌شان فراوانی کم/ بزرگی زیاد است در طی زمان، نسبتاً نامنظم هستند (برای مثال بالاآمدگی زمین ساختی منطقه‌ای که گسله شدن را هم در برمی‌گیرد)، می‌توانند حجم عظیمی از مواد را جابه‌جا کنند و منجر به شکل‌گیری لندفرم‌های بزرگ‌مقیاس (مانند کمربندهای کوهستانی) شوند. فاکتورهای دیگر که فراوانی زیاد/ بزرگی کم دارند به‌طور نسبتاً منظم عمل کرده اما فقط مقدار کمی از مواد را جابه‌جا می‌کنند (برای مثال، خزش خاک ناشی از نیروی جاذبه یا وقایع جوی محلی که منجر به بارندگی و جریان آب کم‌عمق بر روی دامنه‌ها می‌شود) و فقط لندفرم‌های کوچک‌مقیاس (مانند گالی‌های کوچک) را ایجاد می‌کند. بین این دو حد انتهایی، فاکتورهای زمین‌ساختی، زمین‌شناختی، آب‌وهوایی و بوم‌شناختی می‌توانند به شکل‌های متفاوت ترکیب‌شده و بر فرایندهای ژئومورفولوژیک و جابه‌جایی مواد مؤثر باشند. با تمایز بین فرایندهای ژئومورفولوژیک که در طیفی از وقایع با فراوانی کم/بزرگی زیاد تا فراوانی زیاد/ بزرگی کم اتفاق می‌افتد، می‌توانیم چگونگی حرکت مواد را در نرخ‌های متفاوت (شکل ۵) و اینکه چگونه لندفرم‌های مختلف در طیفی از مقیاس‌های زمانی و فضایی تحول می‌یابند را موردبررسی قرار داده، مفهوم‌سازی کنیم (شکل ٦).



شکل ۵. فرایندهای ژئومورفولوژیکی توسط فاکتورهای درونی (مانند آتشفشان‌ها و زلزله‌ها از درون زمین) و بیرونی (توسط انرژی خورشیدی و عملکرد سیستم‌های آب‌وهوایی مانند باران، باد و امواج)، هدایت می‌شوند. فرایندهای مختلف منجر به نرخ‌های متفاوت جابه‌جایی مواد، از خیلی آهسته (برای مثال فرونشینی حوضه رسوبی، خزش خاک)، تا بسیار سریع (برای مثال فوران‌های آتشفشانی، سنگ‌ریزش)، می‌شود. (منبع: با اقتباس از،

Goudie, A.S. and Viles, H.A., 2010.Landscapes and Geomorphology: A Very Short Introduction.Oxford University Press, Oxford).



شکل ٦. در مقیاس فضایی (اندازه)، لندفرم‌ها تنوع زیادی دارند و تحول آن‌ها در طیف وسیعی از مقیاس‌های زمانی صورت می‌گیرد. لندفرم‌های کوچک‌مقیاس مانند چین‌وشکن‌های ماسه‌ای در مقیاس‌های زمانی سریع تشکیل‌شده، فرسایش یافته و مجدداً شکل می‌گیرند. درحالی‌که لندفرم‌های بزرگ‌مقیاس مانند رشته‌کوه‌ها در مقیاس‌های زمانی به‌مراتب بزرگ‌تر، شکل می‌گیرند. (منبع: با اقتباس از،

Goudie, A.S. and Viles, H.A., 2010.Landscapes and Geomorphology: A Very Short Introduction.Oxford University Press, Oxford).

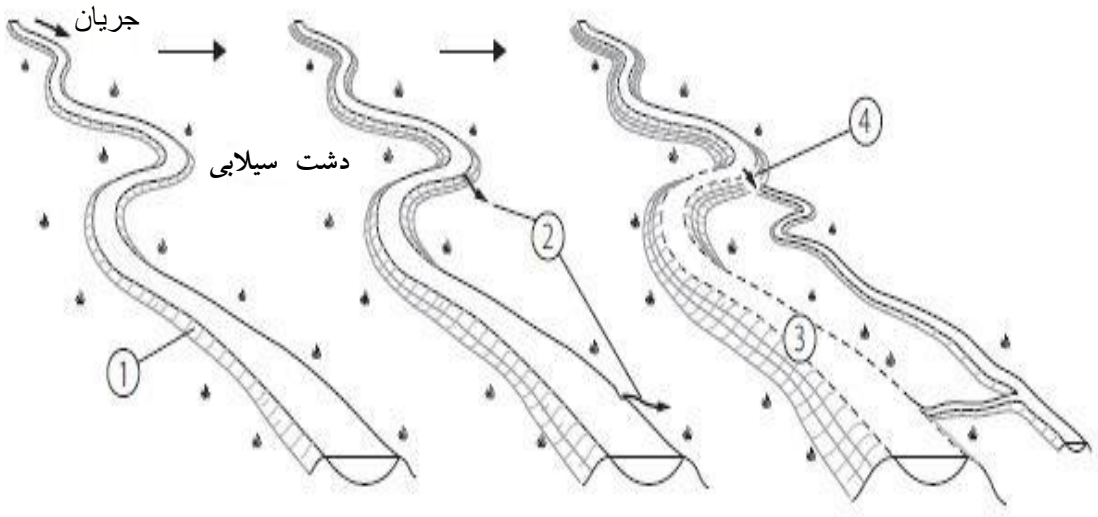
آیا می‌دانید

آتشفشان کیلائو[1] در بیگ ایلند[2] هاوایی، احتمالاً فعال‌ترین آتشفشان دنیا است. بر اساس برآوردهای متفاوت، آتشفشان کیلائو از ۳۰۰۰۰۰–۶۰۰۰۰۰ سال پیش از کف دریا شروع به فعالیت کرد و از آن زمان تاکنون بدون دوره آرامش طولانی، فعال بوده است. کیلائو احتمالاً حدود ۵۰۰۰۰–۱۰۰۰۰۰ سال پیش به‌صورت جزیره در سطح آب ظاهرشده و در حال حاضر ۱۲۸۰ متر بالاتر از سطح دریا قرار دارد. برآورد شده که حجم آن ۳۵۰۰۰–۰۲۵۰۰ کیلومتر مکعب باشد (یک کیلومتر مکعب برابر است با یک میلیارد مترمکعب). این جزیره عمدتاً از جریان گدازه‌ها و به‌طور محلی میان لایه‌هایی با نهشته‌های فوران انفجاری ساخته‌شده و نشان می‌دهد که چگونه فرایندهای درونی از عمق ٦٠ کیلومتر زمین، حجم عظیمی از ماگما را به سطح زمین هدایت کرده‌اند (منبع: States Geological Survey, Hawaiian Volcano Observatory).

http://hvo.wr.usgs.gov/kilauea/

[1]-Kilauea
[2]-Big Island

لندفرم‌ها و چشم‌اندازهای کره زمین نه‌تنها ثابت و بدون تغییر نیستند بلکه پویا بوده و در طی زمان تحول پیدا می‌کنند. اگرچه ماهیت پویای لندفرم‌ها و چشم‌اندازها به‌خوبی برای ژئومورفولوژیست‌ها شناخته‌شده است اما عموم مردم همیشه آن را قبول ندارند و تمایل دارند تا لندفرم‌ها و چشم‌اندازها را ازلحاظ شکل، اندازه و موقعیت تا حد زیادی، ثابت ببینند. با توجه به اینکه فاکتورهای زمین‌ساختی، زمین‌شناسی و به‌خصوص آب‌وهوایی و بوم‌شناختی در طی زمان تغییر می‌کنند، درنتیجه، تمام لندفرم‌ها و چشم‌اندازها در معرض تغییر قرار دارند. برای مثال با تغییر به شرایط آب‌وهوایی خشک‌تر، نقش تثبیت‌کننده پوشش گیاهی کاهش می‌یابد و می‌تواند منجر به تلفات بیش‌تر خاک از طریق فرسایش باد و آب شود. درحالی‌که با تغییر به آب‌وهوای مرطوب‌تر، تپه‌های ماسه‌ای بادی که قبلاً فعال بودند با رشد پوشش گیاهی احیاء شده، تثبیت می‌شوند. بااین‌وجود همان‌طور که در شکل ٥ و ٦ نشان داده‌شده، نرخ تحول لندفرم/چشم‌انداز می‌تواند تا حد زیادی متفاوت باشد که این مسئله به عملکرد فرایندها و مقدار موادی که باید جابجا شود تا تغییر قابل‌تشخیص باشد، بستگی دارد. لندفرم‌ها/چشم‌اندازهای بزرگ‌مقیاس (برای مثال، کمربندهای کوهستانی) به‌آرامی در طی زمان تحول پیدا می‌کنند زیرا حجم عظیمی از مواد باید جابجا شوند تا تغییری اتفاق بیفتد و بنابراین کوه‌ها را می‌توان اشکال نسبتاً پایدار کره زمین، در نظر گرفت. لندفرم‌های کوچک‌مقیاس (برای مثال گالی‌های ایجادشده در دامنه تپه‌ها) با جابجایی حجم نسبتاً کمی از مواد، می‌توانند به‌سرعت در طی زمان تغییر پیدا کنند. ممکن است لندفرم‌هایی به‌آرامی در مدت‌زمان طولانی تحول‌یافته و سپس با گذر از آستانه، به‌طور ناگهانی و به‌سرعت تغییر کنند. به‌عنوان‌مثال، برخی از کانال‌های رود می‌توانند در شرایط پایدار بین خاک‌ریزهای طبیعی قرار بگیرند که با افزایش ارتفاع تدریجی، نسبت به دشت سیلابی در ارتفاع بالاتری قرارگرفته‌اند (شکل ٧). درنهایت، در هنگام وقوع سیل، خاک‌ریزها شکست شده و درحالی‌که کانال قدیمی به‌تدریج متروک می‌شود، کانال جدید در دشت سیلابی در موقعیتی پایین‌تر، قرار می‌گیرد.



۱-رشد خاکریز طبیعی منجر به بالا آمدن کانال نسبت به دشت سیلابی اطراف می‌شود.
۲-در محل شکست خاکریز طبیعی، سیل به دشت سیلابی که نسبت به کانال اصلی پایین‌تر است، جریان می‌یابد.
۳-کانال قدیمی که نسبت به اطراف در ارتفاع بالاتر قرارگرفته، به‌تدریج متروک می‌شود.
٤-با افزایش حجم سیل در کانال جدید که نسبت به کانال قبلی در ارتفاع پایین‌تر، در داخل دشت سیلابی شکل گرفته، تشکیل خاکریزهای طبیعی جدید، آغاز می‌شود.

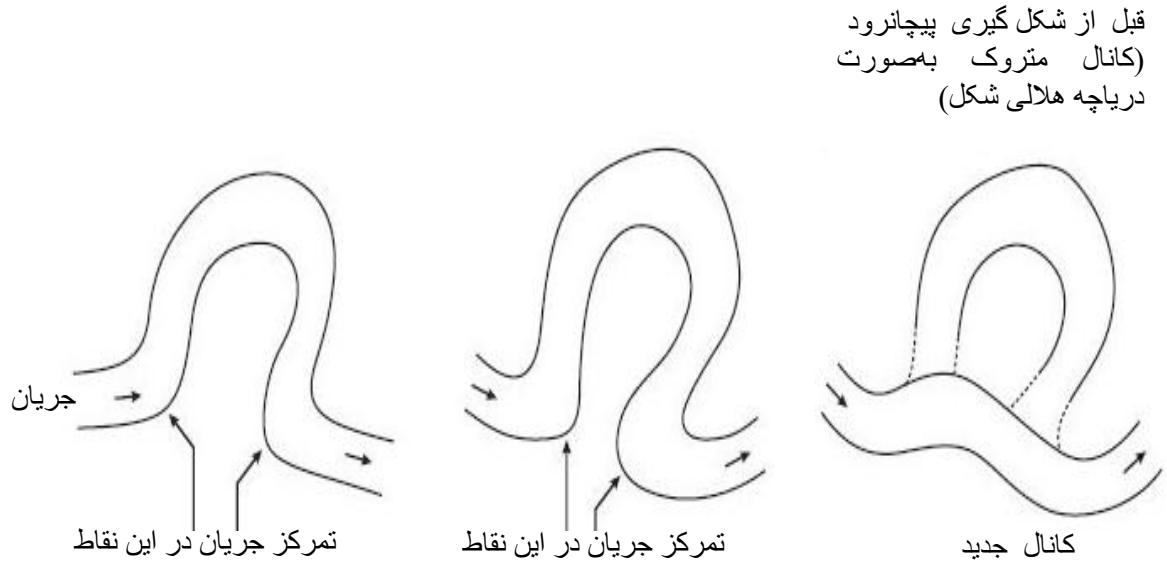
شکل ۷. نهشته شدن ماسه، سیلت و رس در امتداد و نزدیک مجرای رود می‌تواند منجر به رشد خاکریزهای طبیعی و بالا آمدن جریان در سطحی بالاتر از دشت سیلابی شود. با وقوع سیل، خاکریزهای طبیعی شکسته شده و مقدار زیادی از جریان آب به قسمت‌هایی از دشت سیلابی که در سطح پایین‌تری قرار دارند، راه پیدا می‌کند. درنهایت با پشت سر گذاشتن آستانه، کانال جدید بخش قابل‌توجهی از جریان آب را انتقال می‌دهد و کانال قدیمی که در حال حاضر در سطح بالاتری قرار دارد، به‌تدریج متروک می‌شود.

آیا می‌دانید

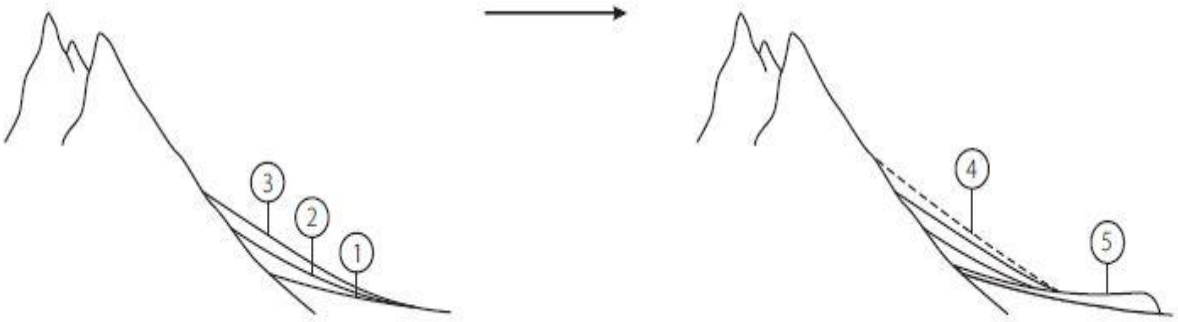
طی دو سده اخیر، مسیر رود کوسی[1] در کشور هند بیش از ۱۱۳ کیلومتر به سمت غرب، در پیش کوه هیمالیا جابجایی داشته است. بااین‌حال در اوت سال ۲۰۰۸، در یک واقعه، مسیر جریان به‌طور بارزی تغییر یافت و ٦۰ کیلومتر به‌طرف شرق، جابجا شد. قسمت عمده جریان رود، در کانال جدید بود (منبع:
Chakraborty, T. et al 2010, Kosi megafan: historical records, geomorphology and the recent avulsion of the Kosi River, Quaternary International,227, 143–160).

[1]-Kosi

علاوه بر تغییر شرایط زمین‌ساختی، زمین‌شناسی، آب‌وهوایی یا بوم‌شناختی، تعدیل‌های درونی سیستم نیز می‌توانند تحول لندفرم‌ها و چشم‌اندازها را کنترل کنند. کنترل‌کننده‌های اصلی تحول لندفرم و چشم‌انداز فاکتورهای بیرونی هستند که با زمین‌ساخت، فعالیت آتشفشانی، شرایط آب‌وهوایی، تغییرات سطح دریا و آشفتگی‌های ایجادشده توسط انسان، ارتباط دارند اما درعین‌حال تحولات لندفرم/چشم‌انداز می‌تواند حاصل تعدیل‌های درونی سیستم هم باشد که مستقل از فاکتورهای نامبرده فوق، عمل می‌کنند. برای مثال حتی زمانی که جریان آب و انتقال رسوب در شرایط متعادل هستند، جابجایی جانبی (حرکت به کناره‌ها) پیچ‌های مئاندر می‌تواند منجر به بریده شدن پیچ و شکل‌گیری دریاچه هلالی شکل شود (شکل ۸). در بعضی مواقع فاکتورهای درونی و بیرونی می‌توانند به‌طور ترکیبی در تغییر لندفرم/ چشم‌انداز، نقش داشته باشند. به‌عنوان‌مثال، نهشته‌های دامنه‌ای ممکن است با افزایش تدریجی زاویه شیب، به‌طور پیوسته در طی زمان انباشته شوند (شکل ۹). درنهایت، تجمع مواد ممکن است از زاویه پایداری بحرانی بیشتر شود، اما تعدیل‌های داخلی برای ایجاد تغییرات کافی نباشد و لندفرم تا وقوع گسیختگی دامنه‌ای (شکل ۹) که با تغییر در عوامل خارجی مانند فعالیت زمین‌ساختی (مانند زمین‌لرزه) یا وقوع بارندگی شدید تحریک شود، پایدار بماند.



شکل ۸. در مسیر پیچانرود، فرسایش در قسمت بیرونی (خارجی) پیچ‌ها، بیش‌تر است. این مسئله می‌تواند منجر به اتصال پیچ‌های مجاور به همدیگر شده و درنهایت کانال جریان مستقیم می‌شود. پیچی که قبلاً وجود داشت، متروک می‌شود.



افزایش تدریجی تجمع مواد تخریبی در نقاط (۱، ۲، ۳) در پایکوه و افزایش شیب دامنه

تداوم تجمع مواد تخریبی (۴)، افزایش زاویه بحرانی پایداری شیب. گسیختگی شیب، کاهش زاویه و تجمع دوباره مواد تخریبی در پایکوه (۵)

شکل ۹. فرسایش قله‌ها معمولاً منجر به نهشته شدن رسوب در پایکوه‌های مجاور می‌شود و با افزایش میزان تجمع رسوب‌ها، شیب دامنه افزایش می‌یابد. درصورتی‌که زاویه پایداری بحرانی، بیش‌ازحد باشد، ممکن است با تحریک زمین‌لرزه یا یک بارندگی شدید، نهشته‌ها ناپایدار شده و گسیختگی (مثلاً زمین‌لغزش) اتفاق بیافتد. با وقوع گسیختگی، شیب کاهش‌یافته و کمتر از زاویه بحرانی می‌شود و درنتیجه، مجدداً رسوب‌ها در پای دامنه، انباشته می‌شوند.

آیا می‌دانید

زمین‌لغزش‌ها بسیار آهسته اتفاق می‌افتند برای مثال، سریع‌ترین جابه‌جایی مواد در قسمتی از زمین‌لغزش سلوم‌گولیان[1] کلرادو کمتر از ۰/۰۲۰ متر در روز است (منبع: Colorado Geological Survey). بااین‌حال زمین‌لغزش‌هایی هم هستند که سرعتشان خیلی زیاد است برای مثال، بعضی از زمین‌لغزش‌ها در آلپ‌های اروپا با سرعت بیش از ده‌ها کیلومتر در ساعت، جابه‌جا می‌شوند (منبع:

European Commission, Joint Research Centre

http://coloradogeologicalsurvey.org/wp-content/uploads/2013/08/41.pdf
http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/library/themes/landslides/

[1]-Slumgullion

چشم‌اندازها، آرشیوی از گذشته هستند ٦

با بررسی لندفرم‌ها و رسوب‌های تشکیل‌دهنده چشم‌اندازها می‌توان به‌طور بالقوه تاریخ تحولات آن‌ها را کشف و بازسازی کرد. در چشم‌اندازهای بخش‌هایی از نیمکره شمالی در عرض‌های جغرافیایی میانه و بالا، لندفرم‌ها و رسوب‌هایی دیده می‌شوند که از نشانه‌های شاخص فرایندهایی است که قبلاً، آب‌وهوای سردتری در این مناطق وجود داشت. ورقه‌های یخ و یخچال‌ها (برای مثال، دره‌های سهمی شکل، سنگ‌بستر ساییده شده و شیاردار، نهشته‌هایی با جور شدگی ضعیف متشکل از ترکیباتی از گل تا تخته‌سنگ) نمونه‌هایی از این موارد است (شکل ۱۰ الف). در چشم‌اندازهای مناطقی مانند بخش‌های داخلی قاره‌های نیمکره جنوبی که تا حد زیادی از زیرپوشش یخ بیرون آمده‌اند، لندفرم‌ها و رسوب‌هایی با نشانه‌های شاخصی (مانند خاک‌های غنی از ترکیبات شیمیایی خاص یا کانال‌های قدیمی با ابعادی بزرگ‌تر از شرایط کنونی) دیده می‌شوند که نشانگر شرایط اقلیمی مرطوب‌تر، درگذشته است. همچنین آثار و شواهدی (مانند خاک‌های غنی از نمک‌های خاص یا تپه‌های ماسه‌ای بادی که در حال حاضر با پوشش گیاهی تثبیت‌شده‌اند) نشانگر عملکرد فرایندهای مربوط به شرایط اقلیمی سردتر و خشک‌تر از زمان کنونی است (شکل ۱۰ ب). بعضی از چشم‌اندازها ممکن است دارای لندفرم‌ها و رسوب‌هایی (مانند خطوط گسلی غیرفعال و فرسایش یافته یا آتش‌فشان‌ها) باشند که نشان‌دهنده غالب بودن فعالیت زمین‌ساختی یا آتشفشانی در گذشته باشد. درحالی‌که شواهد به‌جامانده از فرایندهای گذشته و تغییر چشم‌انداز به‌طور بخشی توسط فرایندهای ژئومورفیک در شرایط متفاوت پاک‌شده باشد، واکنش لندفرم‌ها و چشم‌اندازها به این شرایط متغیر ممکن است با وقوع تعدیل‌های درونی پیچیده‌تر شود (نگاه کنید به نکته کلیدی ۵). بااین‌وجود- هرچند به‌صورت اجزا پراکنده- درصورتی‌که شواهد کافی وجود داشته باشد، تاریخ تحول منسجم چشم‌انداز، ازجمله نرخ تغییرات و نقش احتمالی فاکتورهای داخلی و خارجی که به‌طور غالب در ایجاد تغییر نقش داشته‌اند را می‌توان رمزگشایی و بازسازی کرد. بازسازی تاریخ تحول چشم‌انداز برای ارزیابی ماهیت تغییرات اخیر و کنونی، ضروری و به محدود کردن یا طرح خط سیرهای احتمالی تغییرات چشم‌انداز آینده با توجه به سناریوهای جهانی تغییر آب‌وهوا، کمک می‌کند (نگاه کنید به نکته کلیدی ۷) و نشان‌دهنده اهمیت تأثیرات انسانی است (نگاه کنید به نکته کلیدی ۸).

شکل ۱۰. الف- شیارهای موازی (ساخت راه‌راه) در سنگ‌بستر درز و شکافدار شکل‌گرفته‌اند که نشان‌دهنده حرکت یخ در جزیره اسکای[۱] در شمال غرب اسکاتلند است (عکس: Stephen Tooth). ب- چشم‌اندازی در امتداد تاج یک تپه ماسه‌ای بادی در بیابان سیمپسون[۲] شمال، استرالیای مرکزی. این مورد و سایر تپه‌های مجاور آن در حال حاضر تا حد زیادی توسط پوشش گیاهی تثبیت‌شده‌اند اما در مقاطع زمانی گذشته در شرایطی که پوشش گیاهی کاهش‌یافته و یا قدرت باد افزایش می‌یافت، فعالیت تپه‌های ماسه‌ای افزایش پیدا می‌کرد (عکس:Stephen Tooth).

آیا می‌دانید

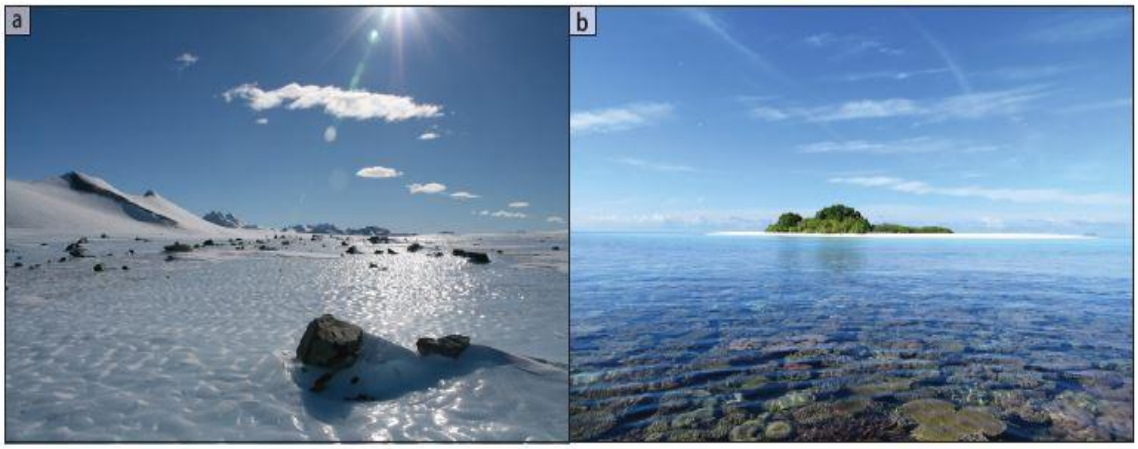
در حال حاضر حدود ۱۰ درصد مساحت کره زمین پوشیده از یخ است اما در گذشته این رقم بیش از ۳۰ درصد بود. در انگلستان، حدود و ضخامت صفحات یخ در گذشته موضوع پژوهش‌های کنونی است اما یقیناً به خیلی دورتر از قسمت‌های جنوبی لندن، می‌رسید و مسلماً در بعضی جاها ضخامت یخ ٤-٥ کیلومتر بود (منبع: British Geological Survey).

www.bgs.ac.uk/discoveringGeology/geologyOfBritain/iceAge/

[۱]-Isle of Skye
[۲]-Simpson Desert

تغییرات کنونی زیست‌محیطی جهانی که شامل گرمایش جوی و افزایش سطح آب دریاها است در حال حاضر بر تحول لندفرم‌ها ازجمله خشک شدن دریاچه‌های بیابانی، پسروی ورقه‌های یخی و یخچال‌ها و فرسایش خط ساحلی اعمال کنترل می‌کند. اگرچه ممکن است واکنش‌های لندفرم و چشم‌انداز به دلیل تعدیل‌های درونی پیچیده باشد (نگاه کنید به نکته کلیدی ۵) بااین‌حال، چون لندفرم‌ها/چشم‌اندازها درنتیجه تغییرات زیست‌محیطی مستعد تغییرات چشمگیر و برگشت‌ناپذیری هستند، هات اسپات‌های[۱] ژئومورفولوژیکی را می‌توان شناسایی کرد. این هات اسپات‌ها شامل ورقه‌های یخ و یخچال‌ها، تپه‌ها و دریاچه‌های مناطق بیابانی و دلتاها و سدهای مرجانی است (شکل ۱۱). همچنین تحول تعدادی از این لندفرم‌ها/چشم‌اندازها به‌نوبه خود می‌تواند بر تغییرات زیست‌محیطی اثرگذار باشد به‌ویژه اینکه بسیاری از لندفرم‌ها با نقاط اوج[۲] آب‌وهوایی (برای مثال پدیده‌های منطقه‌ای که ممکن است پسخورند مثبت با گرمایش جهانی داشته باشد) و هات اسپات‌های بوم شناختی (برای مثال مناطقی با ذخیره‌گاه‌های مهم تنوع زیستی که مورد تهدید است) به‌طور مستقیم و غیرمستقیم ارتباط دارند. برای مثال پسروی سریع ورقه‌های یخ جنوبگان و گرینلند به‌طور مستقیم منجر به افزایش سطح آب دریاها خواهد شد. همچنین آلبدوی (ضریب انعکاس) زمین را کاهش داده و با تأثیر بر میزان شوری اقیانوس‌ها به‌نوبه خود بر دمای اقیانوس‌ها، جریان‌های دریایی، توزیع مجدد گرمای جهانی تأثیرگذار خواهد بود و تأثیرات احتمالی گرمایش جو، بیشتر خواهد شد. افزایش سطح آب دریاها، گرمایش اقیانوس‌ها و تغییر مسیر جریان‌های دریایی ممکن است فرسایش ساحلی شدید را به دنبال داشته باشد و احتمالاً با پیامدهای منفی برای تنوع زیستی مانگروها و اکوسیستم‌های سدهای مرجانی، همراه شود. تأثیرات منطقه‌ای و جهانی تغییر سایر لندفرم‌ها به‌خوبی درک نشده اما ممکن است قابل‌توجه باشد برای مثال، خشک شدن دریاچه‌های بیابانی و عملکرد باد می‌تواند منجر به تولید حجم قابل‌توجه گردوغبار در جو شود که پیامدهایی برای آب‌وهوا و اکوسیستم‌ها به دنبال دارد که برای نمونه می‌توان از اثرات پیچیده اما کمتر بررسی‌شده در تولید طوفان، بارور شدن اقیانوس و تأمین مواد مغذی خاک، نام برد.

[۱]-Hot spots
[۲]-Tipping points



شکل ۱۱. الف-یخچال هورس شو[۱]، جنوبگان (عکس: Stuart Dunning). ب- شکل‌گیری جزیره ماسه‌ای کم ارتفاع (جزیره ساحلی کوچک[۲]) بالای آبسنگ مرجانی کناری در مجمع‌الجزایر مالدیو[۳] (عکس: Holly East). چنین لندفرم‌هایی نسبت به تغییرات زیست‌محیطی جهانی ازجمله افزایش درجه حرارت هوا و دریا، افزایش سطح آب دریا و همچنین افزایش فرسایش امواج تا حد زیادی آسیب‌پذیرند.

آیا می‌دانید

اگر تمام یخ‌های جنوبگان ذوب و تبدیل به آب شود ارتفاع آب اقیانوس‌ها ۶۰ متر افزایش می‌یابد (منبع: National Snow and Ice Data Center) بااین‌وجود، گرچه در حال حاضر نگرانی‌هایی در مورد نقش ذوب ورقه‌های یخ در افزایش سطح دریا وجود دارد اما در آینده نزدیک، وقوع چنین سناریوی شدیدی، بعید به نظر می‌رسد.

www.nsidc.org/cryosphere/quickfacts/icesheets.html

[۱]-Horseshoe
[۲]-Cay
[۳]-Maldives Archipelago

۸ فعالیت‌های انسان بر دینامیک‌های چشم‌انداز مؤثر است

تأثیر فعالیت‌های انسان بر بسیاری از فرایندهای ژئومورفیک و تحول لندفرم/چشم‌انداز در حال افزایش است. فعالیت‌های انسان ممکن است به‌طور مستقیم بر فرایندهای ژئومورفیک تأثیر داشته باشد و نرخ طبیعی تغییرات (برای مثال به‌عنوان بخشی از پروژه مستقیم سازی کانال رود، مئاندرهای رودخانه‌ای را قطع کند) را تقویت کند و یا مانع نرخ طبیعی تغییرات (برای مثال، از طریق اقدامات حفاظتی کناره رود یا ساحل دریا) شود (شکل ۱۲). همچنین فعالیت‌های انسان مانند جنگل تراشی و تبدیل اراضی به زمین‌های کشاورزی و تأثیر بر رواناب شیب دامنه و انتقال رسوب یا از طریق جابجایی گیاهان و حیواناتی مانند درختان بید و خرگوش‌ها که نقش ژئومورفولوژیک دارند، بر فرایندهای طبیعی تأثیر غیرمستقیم داشته باشند. همچنین بسیاری از فعالیت‌های انسانی مستلزم جابجایی مواد (سنگ، رسوب و آب) در سطح زمین است که در مورد معدنکاری کاملاً بدیهی و بارز است اما گودبرداری رودخانه‌ها و مصب‌ها، ساخت سد و مخازن آب، طرح‌های انتقال آب بین‌حوضه‌ای و بسیاری از فعالیت‌های دیگر نیز منجر به جابجایی مواد می‌شود.

اصطلاح آنتروپوسن[۱] که اخیراً پیشنهادشده است تأکید دارد که فعالیت‌های بشر به عاملی تبدیل‌شده است که نقش غالبی در شکل‌دهی به سطح زمین دارد اما در مورد نقش نسبی فعالیت‌های انسان بر عملکرد کنترل‌کننده‌های طبیعی (مانند فعالیت‌های زمین ساختی/ آتش‌فشانی و تغییرات اقلیمی)، تعدیل‌های داخلی و تحول لندفرم‌ها/ چشم‌اندازها و رسوب‌ها، هنوز بحث‌های شدید وجود دارد.

شکل ۱۲. تصویر هوایی مایل از یک رود سینوسی در یک دشت سیلابی مسکونی، زراعی و عریض در اروپای غربی. اگرچه شکل سینوسی رود نشانگر پیچانرودهای فعال است اما در حال حاضر با ایجاد سازه‌های ساحلی، جابجایی جانبی آن محدود شده و پیچانرود تشکیل نمی‌شود (عکس: Stephen Tooth).

[۱]-Anthropocene

آیا می‌دانید

بر اساس برآوردهای انجام‌شده، مقادیر سنگ و خاکی که سالانه برای کارهای ساخت‌وساز و کشاورزی بر روی سطح زمین جابجا می‌شود در طی ۵۰ سال می‌تواند گراند کانیون آریزونا را پر کند (شکل ۱۳) (منبع: Wilkinson, B.H. 2005. Humans as geologic agents: a deep-time perspective. Geology, 33, 161-164).

تغییرات زیست‌محیطی جهانی و فعالیت‌های انسان، بزرگی و فراوانی مخاطرات ژئومورفولوژیک را افزایش داده به‌طوری‌که در هر زمان و مکانی اتفاق بیافتند با تأثیری که بر پایداری سطح زمین‌دارند پیامدهای اجتماعی اقتصادی شدیدی را به دنبال خواهند داشت. بسیاری از مخاطرات ژئومورفولوژیک توسط فرایندهایی مانند سیل‌ها زمین‌لغزش‌ها زلزله‌ها و فوران‌های آتشفشانی که فراوانی کم/ بزرگی زیاد و سرعت وقوع بالایی، ایجاد می‌شوند (نگاه کنید به نکته کلیدی ۳). تعداد دیگری از مخاطرات ژئومورفولوژیک مانند شورشدن خاک درنتیجه بالا آمدن تدریجی آب زیرزمینی توسط فرایندهایی با فراوانی زیاد/بزرگی و سرعت کم، ایجاد می‌شوند (شکل ۱۳ الف). مخاطرات در تمام طول تاریخ بشر وجود داشته‌اند اما شواهد موجود نشان می‌دهد که گرمایش جو و افزایش سطح دریاها همراه با افزایش بزرگی و فراوانی وقایع فرین جوی مخاطرات وابسته به آن‌ها مانند سیل خشکسالی و احتمالاً وقوع سیکلون/هاریکن و امواج سهمگین توفانی خواهد بود. در بعضی از مناطق کوهستانی پسروی یخچال‌ها منجر به افزایش تعداد و اندازه دریاچه‌های سدی یخرفتی شده (شکل ۱۳ ب) که در زمان وقوع زلزله و زمین‌لغزش ممکن است با سرریز شدن آب یا شکستگی دیواره، مخاطره‌آمیز باشد. با توجه به جمعیت رو به افزایش انسان، فعالیت‌های انسانی در مناطقی (مانند، دره‌های کوهستانی دشت‌های سیلابی و مناطق پست ساحلی) که مستعد وقوع یک یا چند نوع از وقایع فرین جوی یا گسیختگی هستند، در حال افزایش است. همچنین فعالیت‌های انسانی در این مناطق، بزرگی و فراوانی مخاطرات ژئومورفولوژیکی را افزایش داده است.

شکل ۱۳. الف–پوسته‌های سفید نشان‌دهنده تجمع نمک در کناره یک کانال آبیاری است، رود اورنج[۱]، غرب آفریقای جنوبی (عکس: Stephen Tooth). ب– یک دریاچه سدی یخرفتی کوچک (لاگو دل میژ[۲]) در آلپ‌های ایتالیا (عکس: Mark Allan).

[۱]-Orange
[۲]-Lago del Miage

آیا می‌دانید

با توجه به بیش‌ترین تلفات سالانه انسان‌ها و همچنین خسارات اقتصادی، سیل یکی از مهم‌ترین و گسترده‌ترین مخاطرات طبیعی است. در پی وقوع سیل شدید (پاییز ۲۰۱۳/ زمستان ۲۰۱٤) در سامرست لولز[1] در جنوب غربی انگلستان، دولت انگلیس طرح جامع ۲۰ ساله سیل را با بودجه ۲۰ میلیون پوند، تهیه‌کرده است اما انتظار می‌رود هزینه کل به ۱۰۰ میلیون پوند، برسد (منبع: The Guardian)

www.theguardian.com/environment/2014/mar/06/uk-government-somerset-levels-20m-flood-plan

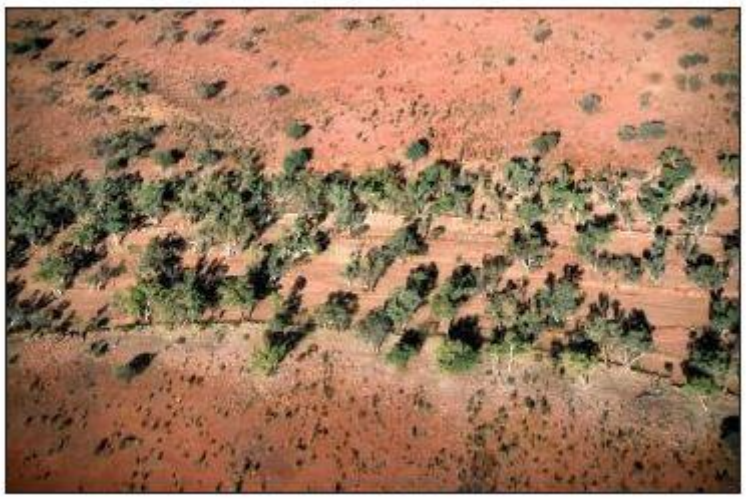
[1]-Somerset Levels

۱۰ مدیریت زیست‌محیطی موفق، نیازمند دانش ژئومورفولوژی است

ژئومورفولوژی می‌تواند یک ورودی کلیدی برای مدیریت زیست‌محیطی، ازجمله حفاظت از چشم‌انداز، حفاظت و احیا اکوسیستم، حفاظت از میراث و همچنین حفاظت از چشم‌اندازهای ذخیره کربن را فراهم کند. لندفرم‌ها و چشم‌اندازها ممکن است به خاطر زیبایی ذاتی‌شان و یا کمیاب بودن به‌عنوان بخشی از فهرست میراث جهانی یونسکو، حفظ شوند. پارک ملی گراند کانیون در امریکا (شکل ١٤)، پارک مالوتی-دراکنزبرگ[۱] در افریقای جنوبی و پارک ملی لوس گلیسیرز[۲] آرژانتین ازجمله مناطقی هستند که لندفرم‌ها و چشم‌اندازهای آن‌ها نقش کلیدی در قرار گرفتن آن‌ها در فهرست میراث جهانی داشته است و معمولاً عامل اصلی برای جذب گردشگران هستند. درحال‌حاضر به‌طور گسترده‌ای پذیرفته‌شده است که فرآیندهای ژئومورفولوژیکی و لندفرم‌ها قالب‌هایی را مهیا می‌کنند که بر اساس آن‌ها بسیاری از فرایندها و الگوهای اکولوژیکی، توسعه می‌یابند. به‌عنوان‌مثال، رودخانه‌ها و دشت‌های سیلابی منطقه‌بندی از گیاهان و حیواناتی را نشان می‌دهند که بیانگر تفاوت در فراوانی، عمق و مدت‌زمان سیل است (شکل ١٥). درنهایت درک ماهیت ژئومورفولوژی رود و دشت سیلابی ازجمله عوامل کنترل‌کننده و نرخ‌های تحول آن‌ها می‌تواند در طراحی راهبردهای حفاظتی برای سیستم‌های تقریباً دست‌نخورده[۳] و برنامه‌ریزی احیا سیستم‌های تخریب‌شده، مؤثر و مفید باشد. کاربردهای دیگر ژئومورفولوژی بهره‌گیری از درک فرایندها و نرخ‌های هوازدگی برای کمک به طراحی راهبردهای حفاظتی برای ساختمان‌های محافظت‌شده[٤] است (شکل ١٦). در دهه‌های آینده، احتمالاً ژئومورفولوژی از طریق حفاظت و احیا چشم‌اندازهایی (مانند تورب‌زارها[٥]) که به‌طور طبیعی غنی از کربن هستند و همچنین از طریق افزایش میزان جذب و ذخیره کربن (برای مثال ایجاد تالاب‌های مصنوعی یا چشم اندازهای جنگلی)، احتمالاً نقش مهمی را در مدیریت فعال ذخایر کربن زمین، ایفا می‌کند.

[۱]-Maloti-Drakensberg
[۲]-Los Glaciares
[۳]-Near-pristine systems
[٤]-Protected buildings
[٥]-Peatlands

شکل ۱٤. تصویری از قسمت شرقی گراند کانیون آریزونا ایالات‌متحده. نگاه به شمال غرب از نزدیک دهکده گراند کانیون، نورث ریم[۱]. کانیون عمیق رود کلرادو در سمت راست پایین، قابل‌مشاهده است. اشکال ژئومورفولوژیکی دیدنی و جالب گراند کانیون و بسیاری از جاذبه‌های گردشگری عمومی در سراسر کره زمین، مردم را به خود جذب می‌کنند (عکس: Stephen Tooth).



شکل ۱۵. تصویر هوایی از یک رود موقت[۲] در منطقه خشک استرالیای مرکزی، منطقه‌بندی خاصی از پوشش را نشان می‌دهد که معمولاً در امتداد مسیل و دشت سیلابی شکل می‌گیرد. سیل‌های نامنظم کوچک، رطوبت لازم را برای ماسه‌ها و سنگریزه‌های بستر کانال مهیا می‌کنند درحالی‌که سیل‌های نادر بزرگ، کانال و دشت سیلابی را جارو می‌کند. درختان بزرگ (عمدتاً ریور رد گام[۳]) که در بستر کانال‌ها و کناره‌ها رشد می‌کنند از منابع رطوبت بیشتری استفاده می‌کنند. درحالی‌که در دامنه‌های پشتی خاکریز طبیعی، تعدادی از درختان، بوته‌ها و گراس‌ها رشد کرده‌اند، دشت سیلابی فقط پوشش گیاهی پراکنده بوته‌ای و گراس دارد. پراکندگی پوشش گیاهی بر الگوها و نرخ‌های انتقال آب و رسوب تأثیر گذاشته و این عامل هم به‌نوبه خود بر شکل کانال–دشت سیلابی و فرایندها، تأثیر گذار خواهد بود. ژئومورفولوژیست‌ها در خصوص ماهیت این واکنش‌های هیدرواکولوژیکی حساس که در مدیریت پایدار زمین کاربرد زیادی دارند، مشغول تحقیق هستند (عکس: Stephen Tooth).

[۱]-North Rim
[۲]-Ephemeral river
[۳]-River red gums

شکل ۱۶. هوازدگی و تخریب سنگ‌آهک در قسمت بیرونی کلیسای اکس بریج[1]، سامرست، انگلستان. ژئومورفولوژیست‌ها می‌توانند فرآیندها و نرخ هوازدگی چنین بناهایی را تجزیه‌وتحلیل کرده و به طراحی راهبردهای حفاظتی، کمک کنند (عکس: Stephen Tooth).

[1]-Axbridge

آیا هیچ مطالعه موردی واقعی وجود دارد که کاربرد یا مفید بودن دانش ژئومورفولوژی را اثبات کند؟

گرچه اغلب، اصطلاحات به‌طور واضح و روشن مورداستفاده قرار نمی‌گیرند، اصطلاحات ژئومورفولوژی و ژئومورفولوژیست‌ها به‌طور مرتب در رسانه‌های آنلاین که مسائل مربوط به علم، جامعه و همچنین موارد جنجالی زیست‌محیطی را پوشش می‌دهند، به کار برده می‌شود. انتخاب انجام‌شده از شبکه بی‌بی‌سی[1] شامل موارد زیر است:

سال ۲۰۱۳

Alpine glaciers 'protect mountain peaks from erosion'
www.bbc.com/news/science-environment-23553094

Cornwall Council warn over coastline landslips
www.bbc.co.uk/news/uk-england-cornwall-21341342

Pakistan quake island off Gwadar 'emits flammable gas'
www.bbc.co.uk/news/world-asia-24272552

Antarctic ice volume measured
www.bbc.co.uk/news/science-environment-21692423

Mexico storms: Village landslide missing 'probably dead'
www.bbc.co.uk/news/world-latin-america-24191716

Star Wars home of Anakin Skywalker threatened by dune
www.bbc.co.uk/news/science-environment-23375344

سال ۲۰۱٤

Communities 'could be abandoned' as seas rise
www.bbc.com/news/uk-wales-26132493

Taiwan's 'vanishing canyon' erasing quake record
www.bbc.com/news/science-environment-28810357

[1]-The British Broadcasting Corporation(BBC)

از کجا می‌توانیم اطلاعات بیشتری درزمینهٔ ژئومورفولوژی کسب کنیم؟

انجمن ژئومورفولوژی بریتانیا (BSG) یک سازمان حرفه‌ای برای ژئومورفولوژیست‌ها است و یک مرکز ارتباطی و خدماتی را برای افرادی مهیا کرده است که در انگلستان و سایر کشورها به تدریس یا پژوهش درزمینه ژئومورفولوژی می‌پردازند.

www.geomorphology.org.uk

مجله بین‌المللی فرایندها و لندفرم‌های سطح زمین[1] رسانه رسمی انجمن ژئومورفولوژی بریتانیا است که توسط انتشارات وایلی[2] چاپ می‌شود و اعضا می‌توانند به‌صورت آنلاین و رایگان به آن دسترسی داشته باشند.

www.geomorphology.org.uk/publications/espl

برای مطالعات مقدماتی بیشتر، چه منابعی را توصیه می‌کنید؟

Goudie, A.S. and Viles, H.A. (2010) Oxford University Landscapes and Geomorphology: A Very Short Introduction. Press, 144 pp.

Gregory, K.J. (2010) The Earth' s Land Surface: Landforms and Processes in Geomorphology. SAGE Publications Ltd, 359 pp.

Harvey, A. (2012) Introducing Geomorphology . A Guide to Landforms and Processes. Dunedin Academic Press, 124 pp.

و در مورد منابع آنلاین، چه منابعی را پیشنهاد می‌کنید؟

Vignettes: Key Concepts in Geomorphology, http://serc.carleton.edu/vignettes/index.html [Last access date: 14th April 2014]

این تصاویر و اشکال همراه با توضیحات مختصر به‌صورت مستقل ارائه‌شده، مطالعات موردی الکترونیکی است که مسائل ژئومورفولوژی و موضوعات آموزشی مرتبط را، ارائه می‌دهد.

[1]-Earth Surface Processes and Landforms
[2]-Wiley

10 reasons why Geomorphology is important

prepared by **Stephen Tooth** and **Heather Viles**, with input from
the British Society for Geomorphology **Executive Committee**
photographer acknowledgments are provided in the figure captions
figures by **Antony Smith** at Aberystwyth University
layout by **Chris Simpson** at Fulcrum Graphics

Translated by:
Reza Khoshrafter, Assistant professor, Department of geography,
University of Zanjan, Iran

www.geomorphology.org.uk
registered charity 1054260