

مبانی ژئومورفولوژی رودخانه‌ای

رو چارلتون

ترجمه

دکتر مهدی ثقفی

دکتر محمدحسین رضائی مقدم

تهران

۱۳۹۶



سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)

پژوهشکده تحقیق و توسعه علوم انسانی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه مترجمان
۴	اهداف و قلمرو کتاب
۷	فصل اول: مقدمه
۷	تنوع اشکال
۱۴	رودخانه‌ها چگونه کانال‌های خودشان را شکل می‌دهند
۱۹	شکل کانال رودخانه
۲۳	خلاصه فصل
۲۴	منابع برای مطالعه بیشتر
۲۵	فصل دوم: سیستم رودخانه‌ای
۲۶	ورودی‌ها، خروجی‌ها و انباشته‌ها
۲۷	انواع سیستم‌ها
۲۹	متغیرهای سیستم رودخانه‌ای
۴۳	مقیاس در ژئومورفولوژی رودخانه‌ای
۴۸	خلاصه فصل
۴۹	منابع برای مطالعه بیشتر
۵۰	فصل سوم: رژیم جریان
۵۱	تولید جریان
۶۳	رژیم‌های سالیانه جریان
۷۰	سیل‌ها
۸۰	خلاصه فصل
۸۱	منابع برای مطالعه بیشتر

صفحه	عنوان
۸۲	فصل چهارم: منابع رسوب
۸۴	هواز دگی
۸۷	جابه‌جایی توده‌ای
۹۴	فرسایش آب روی دامنه‌ها
۱۰۵	مسائل مدیریتی فرسایش تشدیدی خاک
۱۱۰	پایش مقادیر فرسایش
۱۱۴	خلاصه فصل
۱۱۴	منابع برای مطالعه بیشتر
۱۱۶	فصل پنجم: حمل رسوب در مقیاس بزرگ
۱۱۶	حمل رسوب
۱۱۹	بار رسوب
۱۳۴	حمل بار رسوبی درشت‌دانه
۱۳۷	بودجه‌های رسوبی
۱۴۲	فعالیت‌های انسانی و بار رسوبی
۱۴۸	خلاصه فصل
۱۵۰	منابع برای مطالعه بیشتر
۱۵۱	فصل ششم: جریان در کانال‌ها
۱۵۱	مقدمه‌ای بر جریان در کانال‌های رودخانه‌ای
۱۶۶	مقاومت جریان
۱۷۲	رفتار جریان
۱۹۲	خلاصه فصل
۱۹۴	منابع برای مطالعه بیشتر
۱۹۵	فصل هفتم: فرایندهای فرسایش، حمل و نهشته‌گذاری
۱۹۵	مفهوم توان جریان
۱۹۸	فرایندهای فرسایش در کانال‌هایی با بستر سنگی
۲۰۲	فرسایش ساحلی در کانال‌های رودخانه‌ای
۲۰۸	حرکت و حمل رسوب
۲۲۰	حمل بار بستر
۲۳۰	حمل بار معلق
۲۳۳	نهشته‌گذاری

صفحه	عنوان
۲۳۹	خلاصه فصل
۲۴۰	منابع برای مطالعه بیشتر
۲۴۲	فصل هشتم: شکل و رفتار کانال
۲۴۲	عوامل کنترل کننده شکل و تنظیم کانال
۲۶۱	تنظیم کانال
۲۶۴	واحد‌های ژئومورفیک کانال
۲۷۴	مورفولوژی دشت سیلابی
۲۹۲	شکل کانال آبرفتی
۳۱۷	شکل کانال‌های با بستر سنگی و کانال‌های مرکب آبرفتی - سنگ‌بستری
۳۲۶	خلاصه فصل
۳۲۷	منابع برای مطالعه بیشتر
۳۲۸	فصل نهم: واکنش سیستم به تغییر
۳۲۸	ماهیت تغییر
۳۳۷	بازسازی تغییرات گذشته
۳۵۲	واکنش سیستم‌های آبرفتی به تغییر
۳۷۱	خلاصه فصل
۳۷۲	منابع برای مطالعه بیشتر
۳۷۳	فصل دهم: مدیریت کانال‌های رودخانه‌ای
۳۷۴	شیوه‌های مهندسی سنتی
۳۸۳	نیازهای اکولوژیکی
۳۸۷	سیر قهقرايي محیط
۳۹۶	رویکردهای زیست محیطی به مهندسی کانال
۴۰۴	بازسازی رودخانه
۴۱۸	خلاصه فصل
۴۱۹	منابع برای مطالعه بیشتر
۴۲۱	یادداشت‌ها
۴۲۳	منابع
۴۳۶	واژه‌نامه

مقدمه مترجمان

ژئومورفولوژی، علم بررسی اشکال ناهمواری‌های زمین، به نوعی بستر زندگی روزمره انسان‌هاست. در بین عوامل شکل‌دهنده زمین، رودخانه‌ها از همه عوامل مؤثرتر و مهم‌ترند. کتاب *مبانی ژئومورفولوژی رودخانه‌ای* به بررسی اشکال ناهمواری ایجادشده و در حال ایجاد می‌پردازد و با در نظر گرفتن روند تحولات نگاهی به آینده دارد. این کتاب نوشته پروفسور رو چارلتون و حاصل سال‌ها پژوهش و تجربه این پژوهشگر است. با توجه به وضعیت جغرافیایی کشور و نیاز به مطالعات گسترده در زمینه آب و نقش آن در زندگی مردم کشورمان و نیز برای ترویج اطلاعات دانش‌بنیان آبی بین پژوهشگران و حتی کسانی که اطلاعات زیادی در این زمینه ندارند، مترجمان کتاب بر آن شدند تا این اثر برجسته و تفهیمی را ترجمه و تقدیم جامعه پژوهشی و آموزشی نمایند. آب و جریان آن در کنار زیبایی‌ها و برکاتی که دارد، نقش مؤثری در شکل‌دهی زمین و گاه تخریب مصنوعات ساخت بشر دارد. شناخت نکات مهم عملکرد آب جاری، همزیستی با آن را آسان و زیباتر می‌کند.

این اثر در ده فصل تنظیم شده و نویسنده تلاش نموده است تا به ترتیب از ویژگی‌های سیستم‌های رودخانه‌ای و اجزاء تشکیل‌دهنده آن بحث را شروع نماید. با تشریح اجزاء تشکیل‌دهنده سیستم رودخانه‌ای، سهم هر یک از بخش‌های تشکیل‌دهنده آن در فرایندهای رودخانه‌ای مشخص شده است. در فصل سوم رژیم جریان مسیری که به وسیله آب طی می‌شود تا این که به شبکه مجاری برسد، چگونگی واکنش جریان آب درون رودخانه به بارش و رودی، تغییرات فصلی جریان آب که از ویژگی‌های شرایط آب‌وهوایی مناطق مختلف است و نیز ویژگی سیلاب‌ها از قبیل اندازه و فراوانی، مورد بحث قرار گرفته است. مباحث مربوط به

رسوب که شامل موارد ذیل است در فصل چهارم مطرح شده است: تخریب سنگ‌ها به وسیله فرایندهای هوازدگی، حمل مواد تخریبی به پایین دامنه‌ها در اثر فرایندهای حرکات دامنه‌ای، فرسایش خاک سطحی به وسیله عملکرد قطرات باران، جریان رواناب سطحی و تمرکز جریان آب در شیارها و خندق‌ها، فعالیت‌های انسانی و تأثیر آن بر شتاب فرسایش خاک و مدیریت مسائل مرتبط با آن و در آخر شیوه‌های تشخیص مقادیر فرسایش خاک. حمل رسوبات حاصل از سیستم‌های رودخانه موضوع فصل پنجم است. در این فصل نحوه انتقال رسوب در تمامی مسیر سیستم آبرفتی، مناطق انباشتگی رسوبات، عوامل کنترل‌کننده مقادیر رسوبی که وارد اقیانوس‌ها می‌گردند، تدارک رسوبات و آثار انسان بر روی سیستم رسوبی مطرح شده‌اند. ویژگی‌های هیدرولیکی جریان در کانال و رفتارهای مختلف آن در فصل ششم بررسی شده‌اند. می‌توان گفت از فصل هفتم به بعد مباحث اصلی ژئومورفولوژی رودخانه‌ای مطرح گردیده‌اند. در این فصل توان رودخانه و فرایندهای فرسایش در کانال‌هایی با بستر سنگی، فرایندهای فرسایش ساحلی در کانال‌های آبرفتی، آغاز حرکت ذرات رسوب، چگونگی حمل رسوبات در کانال‌های رودخانه‌ای و نیز علل و مکان نهشته‌گذاری‌ها بررسی شده است. شکل، رفتار و مورفولوژی کانال در فصل هشتم مطرح شده‌اند. پس‌خوراندهای بین جریان، شکل کانال و حمل رسوب و مقیاس‌های زمانی و مکانی در فرایندهای تنظیم کانال، کانال‌های مستقیم، پیچان‌رودی، گیسویی و آبرفتی انشعابی، ارتباط بین رفتار کانال و ژئومورفولوژی دشت سیلابی مباحث اصلی فصل هشتم است. در فصل نهم موضوع واکنش‌های سیستم به تغییر و بررسی عوامل ایجاد تغییر، حساسیت بیشتر برخی از رودخانه‌ها به تغییر و بازسازی تغییرات گذشته و ارزیابی تأثیرپذیری کانال‌های رودخانه‌ای از آب‌وهوا، فعالیت انسانی، تغییرات تکتونیکی و سطح اساس دنبال می‌شود. در نهایت در فصل دهم جنبه‌های مختلف مدیریت کانال‌های رودخانه‌ای بر پایه دانش ژئومورفولوژی رودخانه‌ای ارائه شده است. شیوه‌های سنتی مدیریت کانال، آثار زیان‌بار مدیریت نادرست آب و خاک و تغییر به سوی مدیریت دارای رویکرد زیست‌محیطی و توجه ویژه به ترمیم و بازسازی بازه‌های رودخانه‌ای

فروساییده در کانون توجه این مبحث قرار گرفته‌اند.

این اثر مجموعهٔ باارزشی از پژوهش‌های ژئومورفولوژی رودخانه‌ای به زبانی نسبتاً ساده است که می‌تواند مورد استفادهٔ دانشجویان مختلف علوم زمین به‌ویژه ژئومورفولوژی، آب‌وهواشناسی، زمین‌شناسی، علوم آبی، علوم خاک، عمران آب، منابع طبیعی، آبخیزداری، سنجش از راه دور و ... قرار گیرد. مطالعهٔ این کتاب را به همهٔ کارشناسان فارغ‌التحصیل سال‌های قبل که در حال حاضر در سازمان‌های مختلف مرتبط با موضوع (سازمان آب منطقه‌ای، منابع طبیعی، سازمان محیط زیست، جهاد کشاورزی و ...) مشغول به کار هستند، توصیه می‌نمایم.

بی‌شک بدون پشتیبانی خانواده‌هایمان این کار انجام نمی‌شد. اوقاتی که باید صرف خانواده می‌شد به ترجمه و ویرایش متن نهایی این کتاب اختصاص یافت. به ترتیب، سپاسگزاری خود را از همراهی همسرانمان، خانم مهین رستگار مقدم و خانم مهندس شیوا قیاسی فر ابراز می‌داریم. در پایان از مسئولان و کارکنان سازمان «سمت» و همهٔ کسانی که در چاپ این کتاب نقش داشته‌اند به‌ویژه پروفسور دکتر بهلول علیجانی مدیر گروه جغرافیا، خانم هالهٔ معیری، کارشناس گروه جغرافیای سمت و همچنین داوران و ویراستاران این اثر کمال تشکر را داریم.

دکتر مهدی ثقفی

دکتر محمدحسین رضائی مقدم

اهداف و قلمرو کتاب

این کتاب مقدمه مفیدی در زمینه ژئومورفولوژی رودخانه‌ای برای دانشجویان سال‌های اول دوره کارشناسی جغرافیا و رشته‌های مرتبط فراهم می‌آورد. به علاوه، مخاطبان دیگر این اثر، آن دسته از دانشجویان سال‌های آخر دوره کارشناسی‌اند که در پی تعاریف پایه‌ای برای درک متون پیشرفته و مقالات مجلات هستند. از آنجا که ژئومورفولوژی رودخانه‌ای یک رشته چندشاخه‌ای است که به سرعت در حال پیشرفت است، بحث‌های این کتاب می‌تواند توسط کسانی هم که نیازمند بررسی‌های کلی در این زمینه هستند، مانند اکولوژیست‌ها، جغرافی‌دانان و مهندسان مورد استفاده قرار گیرد.

هرچند که کتاب‌های درسی جغرافیای طبیعی و ژئومورفولوژی شامل مطالبی مقدماتی در ارتباط با ژئومورفولوژی رودخانه‌ای هستند، محدودیت‌های اجتناب‌ناپذیر قلمرو این متون باعث می‌شود که تنها بخش نسبتاً کوچکی مورد بحث قرار گیرد. از سوی دیگر، اکثر متون ژئومورفولوژی موجود، در سطح (علمی) دانشجویان سال سوم و به بعد است. دانشجویان سال‌های پایین‌تر، به ویژه افرادی که در ریاضیات و علوم طبیعی زمینه ضعیفی دارند، به سختی می‌توانند مفاهیم بنیادین این حوزه را درک نمایند. اثر حاضر چنین شکافی را پر می‌نماید. این کتاب برای فراهم آوردن توضیحاتی روشن و آسان برای این مفاهیم و فرمول‌ها نگاشته شده و برای درک آن دانش قبلی اندکی درباره ریاضیات و علوم طبیعی مفروض است. مطالب کتاب طوری سازمان‌دهی شده است که مبنای درک بحث‌های بعدی را فراهم می‌نماید؛ به عبارتی مفاهیم اساسی و ایده‌های مورد نیاز برای درک مفاهیم جدیدتر در فصول قبل‌تر آمده است. این مفاهیم به همراه مطالعات موردی و مثال‌هایی ارائه شده‌اند تا موجب ایجاد علاقه در دانشجویان گردند. مفاهیم سخت‌تر

و فرمول‌های اضافی در درون کادرهای مجزایی گذاشته شده‌اند که در صورت لزوم می‌توانند کنار گذاشته شوند. کادرهای مورد نظر در برخی از فصول کتاب، مثال‌هایی را در زمینه شیوه‌های میدانی و مطالعات موردی دربر دارد. اصطلاحات جدید در متن کتاب با حروف سیاه معرفی شده و بسیاری از آن‌ها در واژه‌نامه‌ای مبسوط در پایان کتاب آورده شده‌اند. در بخش معرفی منابع جهت مطالعات بیشتر، فرض بر این بوده است که خوانندگان برای اطلاعات بیشتر به سراغ کتب درسی پیشرفته‌تر خواهند رفت، از همین رو، مقالاتی از مجلات منتخب فهرست شده‌اند که شامل مطالعات موردی شاخص و برخی از آثار کلاسیک می‌شوند. این بخش، وب‌سایت‌های مفیدی را هم دربر دارد.

ژئومورفولوژی رودخانه‌ای در این کتاب معنای گسترده‌ای دارد که در فصل‌هایی در زمینه فرایندهای هیدرولوژیکی، دامنه و حمل رسوب در مقیاس گسترده آورده شده است. چنین کاری در یک نوشتار مقدماتی مناسب به نظر می‌آید، چرا که برای درک اهمیت روابط متقابل بین سیستم‌های کانال‌های رودخانه‌ای دشت‌های سیلابی و فرایندهای دامنه‌ای، فهمیدن چگونگی واکنش‌های سیستم آبرفتی به تغییرات، ضروری به نظر می‌رسد. در این کتاب به منظور مدیریت موفق کانال‌های رودخانه‌ها، رویکردی کل‌نگرانه در گستره حوضه آبخیز مورد توجه قرار گرفته است.

این کتاب در ده فصل تنظیم شده است که با بررسی اجمالی برخی از مفاهیم کلیدی در زمینه ژئومورفولوژی رودخانه‌ای در فصل اول آغاز می‌شود؛ که به معرفی اشکال بسیار متنوع آبرفتی می‌پردازد که در سراسر جهان دیده می‌شود. فصل دوم کتاب، سیستم‌های آبرفتی، آزمودن حالت تعادل، مقیاس و پیچیدگی روابط متقابلی را که بین متغیرها وجود دارد، مطرح می‌کند. فصل سوم با تأکید ویژه‌ای بر خصوصیات رژیم‌های جریان مختلف، روابط متقابل بین فراوانی - اندازه سیل و جریان‌های شکل‌دهنده به کانال، بر ابعاد مرتبط هیدرولوژیکی تمرکز می‌کند. در فصل چهارم کتاب، مباحثی کلی درباره ذخایر رسوب مطرح شده است که شامل هوازدگی، حرکات توده‌ای و فرایندهای فرسایش دامنه‌ای می‌شود. در فصل پنجم چگونگی حمل رسوب از طریق سیستم آبرفتی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. در این

فصل با بررسی تأثیرات مقیاس و میراث تاریخی رویدادهای گذشته از قبیل دوره‌های یخچالی و فعالیت‌های انسانی، بر اهمیت انباشته شدن رسوبات تأکید شده است. در فصل ششم فرایندهای جریان درون کانال رودخانه مورد بحث قرار گرفته است و این بخش چشم‌اندازی کلی و اساسی از ویژگی‌های جریان سیال، مقاومت جریان و لایه‌های مرزی را ارائه می‌دهد. فصل هفتم کتاب، فرایندهای فرسایش، حمل رسوب و نهشته‌گذاری را مورد بحث قرار می‌دهد. در این فصل تفاوت‌های بین حمل بار بستر و بار معلق با تأکید بیشتری مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین، بخشی از این فصل به فرسایش سنگ‌بستر کانال جریان آب اختصاص داده شده که در بسیاری از متون قبلی، مورد غفلت واقع شده است. شکل کانال جریان آب در فصل هشتم کتاب بررسی شده است که با پرداختن به عوامل کنترل‌کننده مختلف مورفولوژی، ماهیت تعادل مورفولوژیکی و مقیاس‌های زمانی و مکانی، وقوع آن‌ها آغاز می‌شود. دامنه گسترده‌ای از کانال‌های آبرفتی و کانال‌هایی که در نتیجه بریدن سنگ‌بستر ایجاد شده‌اند و روابط بین مورفولوژی دشت‌های سیلابی و فرایندهای کانال جریان رودخانه نیز در این فصل بررسی شده است. در همین رابطه، فصل نهم کتاب، واکنش سیستم‌های آبرفتی به تغییرات محیطی را مورد بحث قرار می‌دهد. رویکردهای بازسازی و درک ماهیت تغییرات گذشته به طور خلاصه مطرح می‌شود و سپس شیوه‌هایی که در آن‌ها سیستم‌های رودخانه‌ای از تغییرات اقلیمی، فعالیت‌های انسانی، تکنیک و تغییرات در سطح اساس تأثیر می‌پذیرد در این فصل مورد بحث قرار می‌گیرد. فصل دهم بر روی مدیریت متمرکز است که با بحث درباره مشکلات مدیریتی مرتبط با کانال‌های رودخانه‌ای و دلایل انجام مهندسی کانال آغاز می‌شود. برخی از این مسائل مدیریتی در فصول قبل هم مورد بحث قرار گرفته‌اند و دانشجویان می‌توانند به بخش‌های مربوطه رجوع کنند. در این فصل، شیوه‌های مهندسی توسعه محیط زیست که اخیراً حاصل شده‌اند و نیز شیوه‌های سنتی آن، مورد بحث قرار گرفته‌اند. مبحث پایانی این فصل بر ترمیم و بازسازی رودخانه‌ها تأکید دارد و یک مرور کلی از تکنیک‌های اصلی مورد استفاده را فراهم می‌کند و نیز ملاحظات را ارائه می‌کند که برای موفقیت این روش‌ها باید مد نظر قرار گیرند.

مقدمه

اصطلاح fluvial برگرفته از کلمه لاتین fluvius به معنای رودخانه است. ژئومورفولوژی رودخانه‌ای به مطالعه روابط متقابل بین فرایندها و اشکال کانال رودخانه‌ای بر مبنای مقیاس‌های زمانی و مکانی اطلاق می‌گردد. اثر وقایع گذشته نیز در تشریح شکل کنونی کانال رودخانه‌ها مهم است. رودخانه‌ها در محیط‌های طبیعی بسیار متفاوت یافت می‌شوند و اشکال بسیار متنوع و شگفت‌آوری دارند. به‌طور کلی مباحث این فصل عبارت‌اند از:

- مقیاس‌های مختلف بررسی رودخانه‌ها.
- نحوه شکل‌گیری کانال رودخانه‌ای در اثر تعادل بین نیروی فیزیکی اعمال‌شده بر مواد تشکیل‌دهنده کانال و مقاومت مواد در برابر جابه‌جایی.
- چگونگی روابط متقابل بین عوامل محیطی محل با نیروهای هیدرولیکی برای ایجاد اشکال بسیار متنوع کانال‌ها.

تنوع اشکال

با نگاهی اجمالی به تصاویر موجود در این کتاب متوجه تنوع رودخانه‌ها و جریان‌ات آبی در سراسر جهان خواهید شد. به‌استثنای مناطق بسیار خشک یا دائماً یخ‌زده، در بسیاری از خشکی‌های زمین رودخانه‌ها عمل زهکشی را برعهده دارند و تنوع آن‌ها

حاکمی از تفاوت محیطی است که در آن یافت می‌شوند. آب‌وهوا، زمین‌شناسی، پوشش گیاهی و توپوگرافی تنها برخی از عواملی هستند که بر سیستم‌های رودخانه‌ای تأثیر می‌گذارند.

رودخانه‌ها در مناطق آب‌وهوایی مختلف، از مناطق مرطوب گرفته تا مناطق خشک و از مناطق استوایی گرفته تا قطب شمال، یافت می‌شوند. حتی برخی از رودخانه‌های بزرگ از میان مناطق آب‌وهوایی متفاوت عبور می‌کنند، به نحوی که از ناحیه‌ای مرطوب سرچشمه می‌گیرند و در منطقه‌ای خشک جریان می‌یابند. رودخانه‌ی نیل و کلرادو نمونه‌هایی از این گونه رودخانه‌های برون‌منطقه‌ای می‌باشند که هر دوی آن‌ها باعث بقای مراکز شهری و کشاورزی در مناطق بیابانی می‌شوند. رودخانه‌های دائمی^۱ در تمام یا بیشتر اوقات سال جریان دارند، در حالی که بسیاری از آن‌ها در محیط‌هایی با شرایط آب‌وهوایی خشک تنها در فصل‌های خاصی از سال دارای جریان آب هستند. مسیر ناهمواری که در عکس رنگی ۱ نشان داده شده در واقع یک کانال موقتی است که در افریقای جنوبی در طی فصل خشک زمستان عکس‌برداری شده است. در این تصویر گله کوچک احشام در دوردست مقیاس مناسبی را ایجاد نموده است.

موادی که کانال در آن تشکیل می‌شود، لایه‌بندی کانال^۲ نامیده می‌شود. بین بستر سنگی و لایه‌بندی آبرفتی تمایز مهمی وجود دارد (شکل ۱-۱ ب). کانال‌های سنگ‌بستری^۳، چنان‌که از نام آن‌ها مشخص است، بخش‌هایی از بستر کانال هستند که رودخانه مستقیماً در سنگ‌بستر زیرین خود حفر نموده است، در حالی که کانال‌های آبرفتی^۴ در رسوبات آبرفتی به وجود می‌آیند، که قبلاً توسط رودخانه‌ها در کف دره نهشته شده‌اند. آبرفت می‌تواند مخلوطی از ذرات منفصل در اندازه‌های مختلف قطعه‌سنگ^۵، شن^۶ و ماسه تا ذرات نهشته‌شده ریزتر سیلت^۷ و رس باشد. در مناطقی که

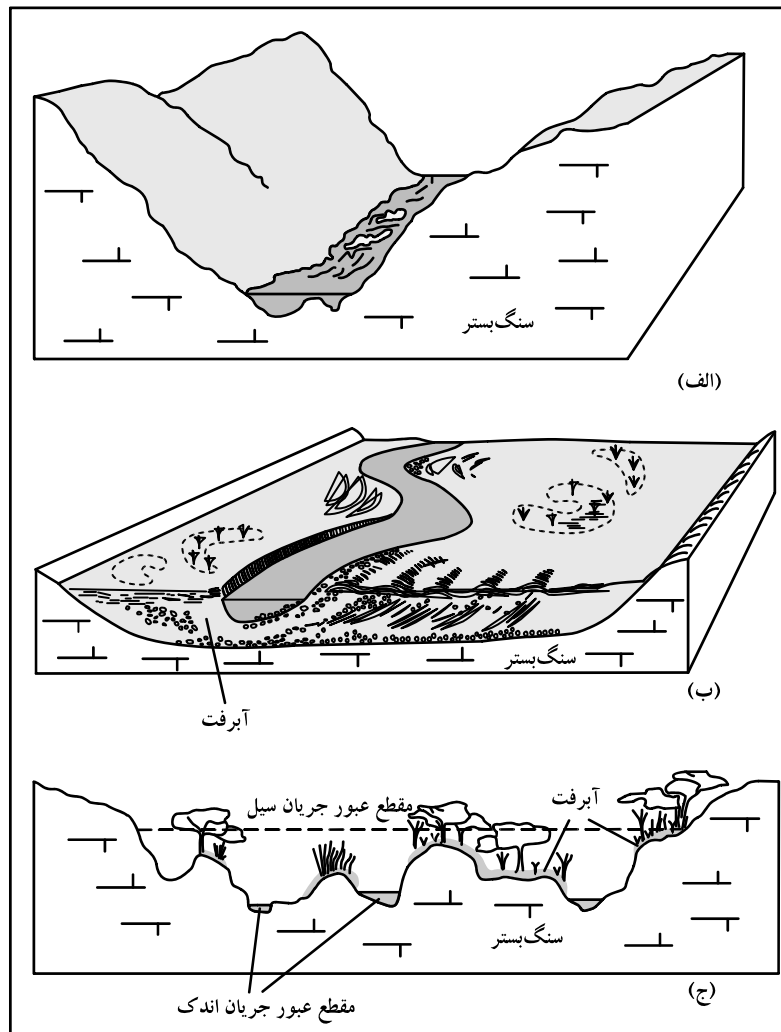
-
1. perennial rivers
 2. channel substrate
 3. bedrock channels
 4. alluvial channels
 5. boulder
 6. gravel
 7. silt

کف درّه به حد کافی پهن است، موادی که در کانال نهشته شده‌اند به همراه سیل‌تی که در اثر سیلاب نهشته می‌شود، دشت سیلابی^۱ را در حاشیه کانال تشکیل می‌دهد (شکل ۱-۱ ب). کانال جریان موقتی که در عکس رنگی ۱ مشاهده می‌شود بر روی مواد آبرفتی به وجود آمده است. عکس رنگی ۲ نمونه‌ای از کانال سنگ‌بستری را نشان می‌دهد، در صورتی که عکس رنگی ۳ کانال جریان رودخانه‌ای را نشان می‌دهد که ترکیبی از سنگ‌بستر و سواحل آبرفتی است.

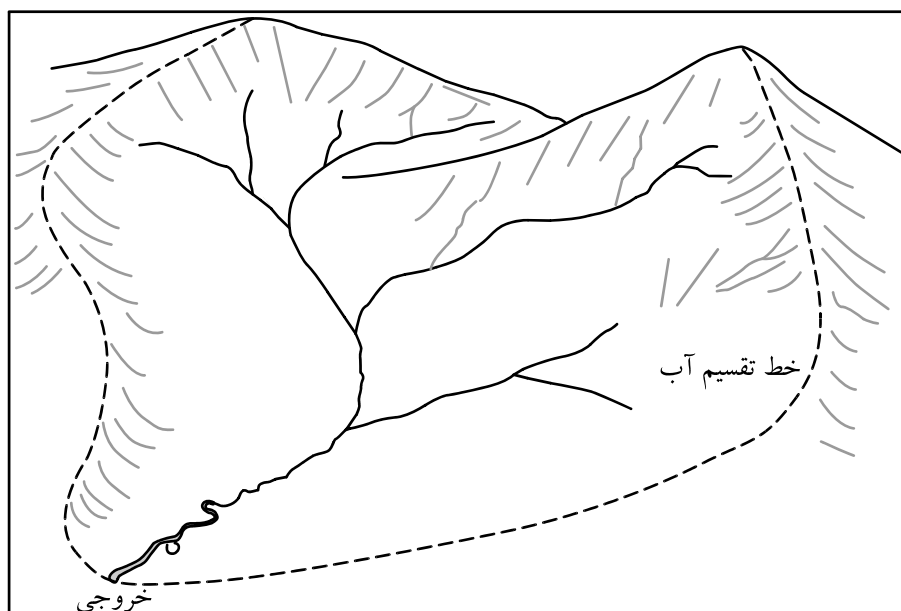
جریان بیشتر رودخانه‌ها به سمت اقیانوس‌هاست، هر چند که برخی از آن‌ها به دریاها و دریاچه‌های داخل کشور می‌ریزند، ولی برخی دیگر قبل از این که به اقیانوس‌ها برسند کاملاً خشک می‌گردند. هر رودخانه پهنه‌ای از اراضی را زهکشی می‌کند که حوضه زهکشی^۲، حوضه آبخیز^۳ یا حوضه آبریز^۴ نامیده می‌شود. این پهنه، منطقه ذخیره آب و رسوب برای کانال جریان رودخانه به شمار می‌رود (شکل ۱-۲). این محدوده به وسیله خط تقسیم آب^۵ یا مرز حوضه آبریز^۶ محصور می‌شود که در مناطق کوهستانی به صورت مرز کوه‌ها به وضوح قابل مشاهده است؛ اما در مناطقی که توپوگرافی ملایمی دارند، تشخیص این محدوده کمی مشکل‌تر است. خروجی^۷ جایی است که کانال اصلی جریان رودخانه از حوضه خارج می‌شود و نسبت به سایر بخش‌های حوضه ارتفاع کمتری دارد. حوضه‌های زهکشی، در سطح زمین موزایک‌هایی را به وجود می‌آورد که به طور چشمگیری، وسعت آن‌ها از چند هکتار تا میلیون‌ها کیلومتر مربع متغیر است.

در درون هر حوضه زهکشی، شبکه‌ای منشعب از کانال‌ها وجود دارد. کانال اصلی جریان به وسیله تعدادی از شاخه‌های فرعی تغذیه می‌شود که از اتصال آن‌ها کانال‌های بزرگ‌تری شکل می‌گیرد. اگر از بالا یا از روی نقشه نگاه شود،

-
1. floodplain
 2. drainage basin
 3. catchment
 4. watershed
 5. drainage divide
 6. catchment boundary
 7. outlet



شکل ۱-۱ الف) کانال‌های ایجادشده بر روی سنگ‌بستر به طور مستقیم موجب ایجاد برش در سنگ‌بستر زیرین خود می‌شوند. ب) کانال‌های آبرفتی بر روی نهشته‌های آبرفتی که به وسیله فرایندهای رودخانه‌ای در کف درّه نهشته شده‌اند، ایجاد می‌گردند. ج) رودخانه‌ها در طیفی از کانال‌ها از سنگ‌بستری گرفته تا آبرفتی شکل می‌گیرند و انواع گوناگونی از کانال‌های ترکیبی سنگ‌بستری یا آبرفتی نیز موجود است. شکل فوق (ج) مثالی است که مقطع عرضی قسمتی از کانال ترکیبی رودخانه را نشان می‌دهد. پشته‌های ماسه‌ای جریان آب را به کانال‌های چندگانه منشعب می‌کند. هر پشته ماسه‌ای رودخانه‌ای دارای هسته‌ای از سنگ‌بستر است که در زیر نهشته‌های آبرفتی حاوی پوشش گیاهی قرار دارد (برگرفته از ون نیک‌ریک و همکاران، ۱۹۹۹).



شکل ۱-۲ حوضه زهکشی پهنه‌ای است که آب آن توسط یک رودخانه زهکشی می‌شود.

تفاوت فراوانی میان الگوهای زهکشی وجود دارد. توسعه و تحول شبکه‌های زهکشی تحت تأثیر عوامل بسیاری از قبیل زمین‌شناسی، آب‌وهوا و پیشینه بلندمدت حوضه زهکشی قرار دارد. در مورد شیوه‌های تأثیرگذاری عوامل ساختاری زمین‌شناسی بر الگوهای زهکشی در کادر ۱-۱ اطلاعات بیشتری ذکر شده است.

با نگاه به شکل واقعی کانال‌های مختلف، می‌توان تفاوت‌های آشکاری را حتی در امتداد یک رودخانه مشاهده نمود. یکی از موارد بسیار قابل توجه، تنوع در اندازه کانال است که از سرشاخه‌های جویباری کوچک با چند سانتی‌متر پهنا گرفته تا رودخانه‌های بزرگ چندصدمتری یا بیشتر را دربر می‌گیرد. اندازه کانال رودخانه در یک مکان معین عمدتاً به وسیله دبی^۱ آب تأمین شده در بالادست آن تعیین می‌شود. دبی عبارت است از حجم آبی که از یک مقطع عرضی معین کانال رودخانه در یک دوره زمانی مشخص عبور می‌کند. در مقاطع بالاتر رودخانه، مساحت زهکشی و به همان نسبت میزان دبی نسبتاً کم است. زمانی که به سمت

1. discharge

مقطع‌های پایین دست رودخانه حرکت می‌کنیم به دلیل افزایش مساحت زهکشی بالادست آن، عموماً دبی و اندازه کانال جریان رودخانه افزایش پیدا می‌کند. درحالی که بسیاری از رودخانه‌ها تنها در یک کانال جریان دارند، مثال‌های فراوانی از رودخانه‌هایی با چندین کانال وجود دارد. رودخانه‌هایی که در یک کانال واحد جریان دارند معمولاً به انحراف از مسیر مستقیم تمایل پیدا می‌کنند، به طوری که گاهی اوقات در مسیری نامنظم، جریان می‌یابند و در برخی از موارد نیز پیچان‌رودهای^۱ منظم‌تری را به وجود می‌آورند (عکس‌های رنگی ۴ و ۵). کانال‌های گیسویی^۲ به وسیله تعدادی پشته و جزیره رسوبی که در کانال نهشته شده‌اند مشخص می‌شوند (عکس‌های رنگی ۶ و ۷). انواع متفاوتی از کانال‌ها که هر یک شامل چند کانال می‌باشند و تحت عنوان کانال‌های انشعابی^۳ شناخته می‌شوند، در عکس‌های رنگی ۸ و ۹ نشان داده شده‌اند. این کانال‌های خاص بیش از آن که به وسیله پشته‌ها جدا شده باشند به شکل برش‌هایی در دل دشت‌های سیلابی موجودند.

کادر ۱-۱

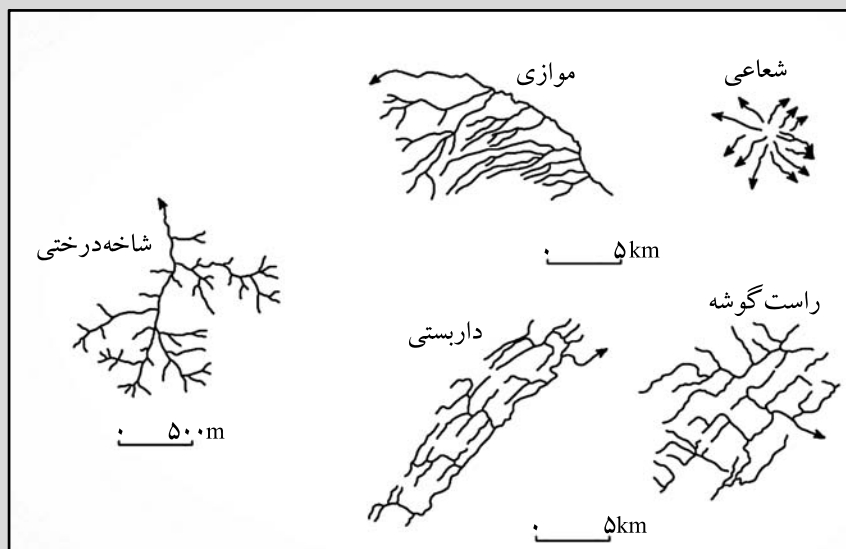
الگوهای شبکه زهکشی

آب و رسوبات به وسیله شبکه‌ای از کانال‌های زهکشی کننده از دامنه‌ها به سمت خروجی حوضه حمل می‌شوند. شکل و تراکم شبکه‌های زهکشی کننده (طول کانال رودخانه‌ای در واحد سطح) به طور قابل توجهی متفاوت است و هیچ دو شبکه‌ای شبیه هم نیستند. در شکل ۱-۳ برخی از انواع معمول الگوهای شبکه زهکشی نشان داده شده است. عامل اصلی کنترل مورفولوژی شبکه‌های زهکشی، زمین‌شناسی است. باین حال، توپوگرافی، نوع خاک، فعالیت‌های تکتونیکی گذشته و آب‌وهوا نیز بر این موضوع تأثیرگذار است. شبکه‌های زهکشی شاخه‌درختی^۴ که الگویی تصادفی دارند در مناطقی یافت می‌شوند که عوامل تأثیرگذار زمین‌شناسی در آن‌ها اندک است. الگوهای زهکشی موازی^۵ در مناطقی توسعه می‌یابد که شیب منطقه‌ای بسیار زیاد است. شبکه‌های

1. meanders
2. braided channels
3. anabranching channels
4. dendritic drainage networks
5. parallel drainage patterns

ادامه کادر ۱-۱

داربستی^۱ نیز با شیب (ساختمان زمین‌شناسی) منطقه‌ای در ارتباط است، با این حال در این شبکه‌ها، کنترل‌کننده‌های ساختمانی نیز اهمیت دارند؛ برای مثال، در مناطقی که خطواره‌های سست ناشی از گسترش درزها به وجود آمده‌اند، جریان آب بر روی آن‌ها به صورت راست گوشه و در جهت شیب حرکت می‌کند. در مناطقی که دو سری از عوامل کنترل‌کننده ساختمانی در زوایای راست گوشه جریان آب را به سمت یکدیگر هدایت می‌کنند، الگوی زهکشی راست گوشه^۲ گسترش پیدا می‌کند. الگوی شبکه‌های داربستی و راست گوشه ممکن است در مناطقی که لایه‌های متناوبی از لایه‌بندی سست و سخت وجود دارد نیز یافت شود. شبکه شعاعی^۳ در نتیجه فرسایش متقارن در اطراف بالاآمدگی‌های تکتونیکی و آتش‌فشان‌ها به وجود می‌آید. با وجود این که از الگوهای زهکشی در تفسیر آثار تکتونیکی و کنترل‌کننده‌های ساختمانی تحتانی استفاده می‌شود، ولی آن‌ها همیشه با همدیگر انطباق ندارند. در خلال دوره‌های طولانی تاریخی، رودخانه‌ها بستر خود را از میان سنگ‌هایی با ضخامت بسیار زیاد به عمق می‌برند و گاهی اوقات الگوهای زهکشی پیشین دست‌نخورده باقی می‌ماند.



شکل ۱-۳ انواع اصلی الگوهای زهکشی. اقتباس با کمی تغییر از موريساوا، ۱۹۸۵.

1. trellis networks
2. rectangular pattern
3. radial drainage

در بررسی شکل کانال رودخانه، معمولاً بخش‌های مجزا یا بازه‌هایی^۱ از کانال مورد توجه قرار می‌گیرد. این موضوع به دلیل بروز تغییرات در اندازه و شکل کانال رودخانه در پایین دست مسیر جریان است که توسط عواملی از قبیل افزایش مساحت حوضه زهکشی و تغییرات در لایه‌بندی بستر جریان به وجود می‌آید. در نتیجه، در امتداد مسیر یک رودخانه الگوهای متنوعی از کانال‌ها ممکن است یافت شود. تنها در امتداد مناطقی از کانال رودخانه که ممکن است به طول ده‌ها تا صدها متر یا بیشتر باشد، شکل یکنواختی از کانال وجود دارد.

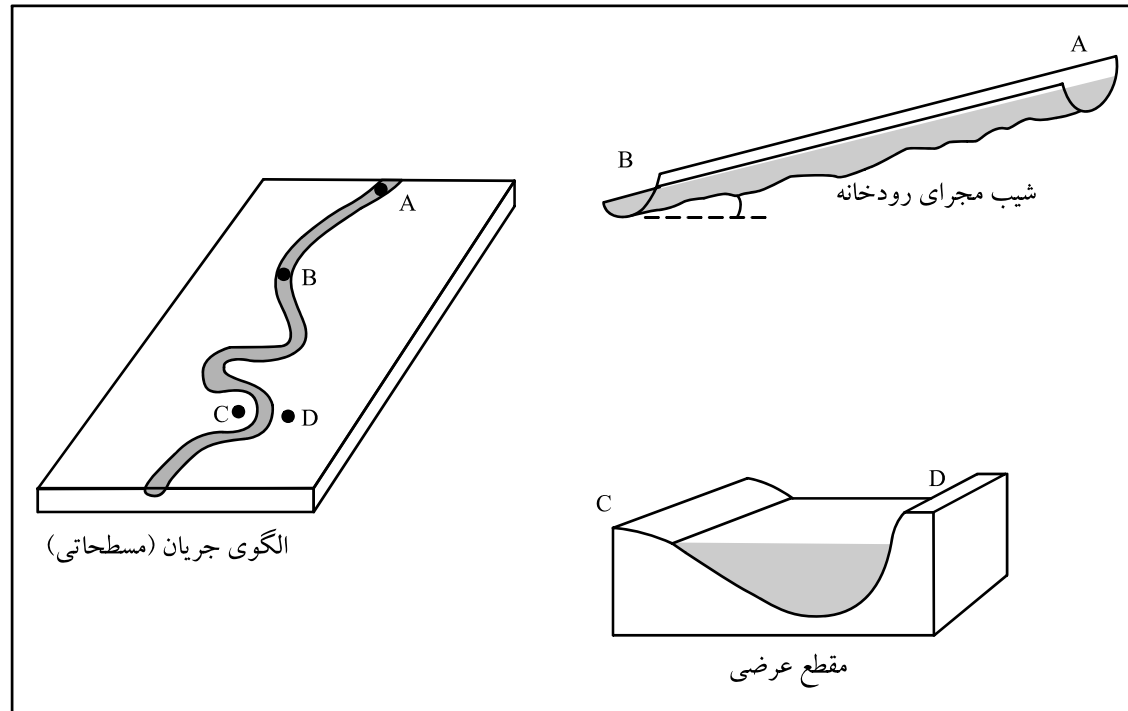
رودخانه‌ها شکل سه‌بعدی دارند و علاوه بر الگوهای متنوع کانال که در مطالب فوق مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت، در شکل مقطع عرضی و شیب کانال نیز، تفاوت‌هایی مشاهده می‌شود (شکل ۴-۱). برای نمونه در مقایسه با کانال‌های پیچان‌رود که در مقطع عرضی باریک‌تر و عمیق‌تر هستند، کانال‌های گیسویی نسبتاً عریض و کم‌عمق هستند. جریان‌های کوچک در سرچشمه مناطق کوهستانی، معمولاً در کانال‌های پرشیب دارای آبشارها، آبگیرها و تندآب‌های متعدد، جریان می‌یابند. این موضوع برخلاف رودخانه‌هایی است که در دشت‌های سیلابی سرزمین‌های پست جریان دارند و شیب کانال در آن‌ها بسیار ملایم‌تر است.

اشکال رودخانه‌ای در محدوده کانال‌های فرعی نیز وجود دارند. این موارد پشته‌های رسوبی کانال‌ها، آبگیرها که در نتیجه فرایند حفر محلی ایجاد شده‌اند و پدیده‌های تناوبی مانند تپه‌های ماسه‌ای و چین و شکن‌ها را که در بستر کانال‌های ماسه‌ای تشکیل می‌شوند، دربر دارند. در فصول بعدی این کتاب ملاحظه خواهید نمود که چگونه گروه‌بندی‌های خاصی از این پدیده‌ها با انواع متفاوتی از کانال‌ها مرتبط‌اند.

رودخانه‌ها چگونه کانال‌های خودشان را شکل می‌دهند

رودخانه‌ها به طور پیوسته از طریق فرسایش کرانه‌های کانال (بستر و سواحل) و بازفرآوری و نهشته‌گذاری رسوبات، مسیر کانال خودشان را شکل می‌دهند و

1. reaches
2. rapids



شکل ۱-۴ اجزاء تشکیل دهنده کانال رودخانه در نمای سه بعدی. شکل مسطحاتی نمایی از رودخانه است که از بالا دیده می شود. شیب کانال رودخانه برای مقطعی از مسیر آن در فاصله بین نقطه A تا نقطه B و مقطع عرضی کانال در فاصله نقطه C به نقطه D نمایش داده شده است.

بهسازی می‌کنند. برای مثال، فرسایش و برش از زیر سواحل می‌تواند باعث عریض شدن کانال گردد. صیقل دادن بستر، کانال را عمیق می‌نماید، در حالی که نهشته شدن رسوبات در کانال رودخانه از عمق کانال می‌کاهد و می‌تواند سبب تشکیل پشته‌های ماسه‌ای در مسیر کانال گردد. این موارد تنها برخی از شیوه‌هایی هستند که باعث ایجاد تغییراتی در مسیر کانال می‌شوند.

بین نیروی فرسایش جریان و دوام یا مقاومت مواد تشکیل‌دهنده بستر و سواحل در برابر فرسایش، توازن مهمی وجود دارد. در طی وقوع سیل‌های بزرگ، هنگامی که نیروی فرساینده جریان آب افزایش پیدا می‌کند، ممکن است تغییرات عظیمی در شکل کانال به وجود آید. این تغییرات شگفت‌آور تنها به میزان و چگونگی استقامت موادی که سواحل و بستر کانال را ساخته‌اند، بستگی دارد. کانال‌هایی که در مواد آبرفتی نرم تشکیل می‌شوند، از کانال‌هایی که در اثر حفر سنگ‌بستر ایجاد شده‌اند، مقاومت کمتری در برابر فرسایش دارند. در واقع غالب جریان‌ها قادر به تشکیل کانال در آبرفت‌های ماسه‌ای هستند، چراکه برای حفر کردن و به حرکت درآوردن ذرات ماسه‌ای انرژی نسبتاً کمتری مورد نیاز است. با توجه به این که سیلت‌ها و رس‌ها از ذرات ماسه کوچک‌ترند، ممکن است تصور شود که این ذرات راحت‌تر فرسایش می‌یابند. در حالی که این ذرات به دلیل وجود نیروهای الکتروشیمیایی بین عناصرشان، چسبندگی بیشتری دارند؛ بدین معنی که مرزهای کانالی با ذرات سیلت و رس بیشتر در مقایسه با آن‌هایی که از ذرات شن و ماسه ریز تشکیل شده‌اند، در برابر فرسایش مقاوم‌تر هستند. میزان و نوع گیاهان در حال رشد در امتداد سواحل کانال رودخانه نیز اهمیت دارد، چراکه می‌تواند در برابر فرایندهای فرسایشی مقاومت مضاعفی را ایجاد کند.

در بسیاری از موارد، تنها سیلاب‌های بسیار بزرگ می‌توانند در کانال رودخانه‌هایی که در سنگ‌بستر ایجاد شده‌اند، تغییرات قابل توجهی را به وجود آورند. مقایسه کمی این سیلاب‌های بسیار بزرگ نشان می‌دهد که فرایند تغییر کانال رودخانه‌ها در الگوی زمانی نامنظمی رخ می‌دهد و مدت‌ها می‌گذرد تا تغییرات اندکی ایجاد شود. همچنین کانال‌های آبرفتی که در آن‌ها ذرات قله‌سنگی و قطعه‌سنگی غلبه دارند، غالباً تحت تأثیر جریان‌اتی که نیروی لازم جهت جابه‌جایی این گونه مواد را ندارند، قرار نمی‌گیرند.

نیروی مورد نیاز برای انجام فعالیت ژئومورفولوژیکی، به وسیله جریان آب در کانال رودخانه تأمین می‌شود. در هر قطعه از طول مسیر کانال رودخانه، انرژی قابل دسترس به دو چیز بستگی دارد: دبی جریان و میزان شیب کانال. با افزایش هر یک از این عوامل توان جریان افزایش خواهد یافت و بنابراین پتانسیل انجام فعالیت ژئومورفولوژیکی نیز زیاد می‌شود. باین‌حال، پیش از این که فرایندهای فرسایش و حمل رسوب انجام گیرد، مقدار قابل توجهی از انرژی برای حرکت جریان آب از طریق کانال آن مصرف می‌شود. این موضوع ناشی از وجود انواع متنوع مقاومت‌ها در جریان آب است که اصطکاک بین آب در حال جریان و کرانه‌های مسیر کانال را شامل می‌شود. این امر می‌تواند به‌ویژه در کانال‌هایی با بستر تخته‌سنگی و نامنظم زیاد باشد، اما مقادیر انرژی مصرفی مذکور، در کانال‌هایی که از لایه‌بندی مواد ریزدانه‌تر تشکیل شده‌اند نیز فراوان است. همچنین وقتی که جریان آب کانال رودخانه به دیواره‌های دره برخورد کند و هنگامی که جریان آب از پیچ‌ها و آبشارهای کوچک و بزرگ عبور می‌کند، انرژی مصرف می‌شود. در نتیجه ایجاد گرداب‌ها و تلاطم‌ها در جریان آب، عمل اصطکاک در درون خود توده آب نیز اتفاق می‌افتد. چنان‌که تخمین زده شده است ۹۵ درصد از انرژی رودخانه برای غلبه بر مقاومت‌های موجود در مسیر جریان آن مورد استفاده قرار می‌گیرد و تنها ۵ درصد آن، برای انجام فعالیت‌های ژئومورفولوژیکی می‌ماند.

جریان و تأمین رسوب

به علت وقوع مداوم جریان‌های عادی، سیلاب‌ها و خشک‌سالی، جریان آب در کانال‌های معمولی دائماً نوسان دارد. تأمین رسوب رودخانه نیز در طی زمان متغیر است. رودخانه‌ها نیز به طور مداوم شکل خود را متناسب با این نوسانات تنظیم می‌کنند و به‌این ترتیب بر روی جریان آب و حمل رسوب در کانال تأثیر می‌گذارند. از آنجاکه جریان آب در رودخانه انرژی مورد نیاز برای شکل‌گیری کانال رودخانه را تأمین می‌کند، خصوصیات جریان در تعیین شکل کانال بسیار مهم است. چنان‌که قبلاً نیز متذکر شدیم، دبی متوسط جریان آب معمولاً با افزایش مساحت حوضه زهکشی بالادست افزایش پیدا می‌کند. باین‌حال، دبی متوسط، نحوه تغییرات

جریان در طی زمان را نمی‌تواند منعکس کند. این تغییرات تحت عنوان رژیم جریان^۱ مورد بررسی قرار می‌گیرند و ممکن است ناشی از شرایط آب‌وهوایی در مسیر یک رودخانه باشند. خصوصیات رژیم جریان آب شامل تغییرات فصلی در جریان و اندازه و فراوانی سیل‌های آن است.

فرایندهای فرسایش، حمل و رسوب‌گذاری در هر بخش از مسیر کانال رودخانه از عواملی چون ذخایر رسوبی موجود در بالادست آن بخش و نیز رسوبات حاصل از فرسایش موضعی بستر و کرانه‌های کانال متأثر است. تنها حجم رسوبات نیست که مورد توجه است، بلکه توزیع اندازه ذرات آن‌ها نیز اهمیت خاصی دارد. فرایندهای حمل رسوب برای رسوبات ریز و درشت بسیار متفاوت‌اند، از این رو تأمین رسوب در شکل و نحوه رفتار کانال تأثیر مهمی دارد. مواد ریزدانه‌تر، ذرات رس، سیلت و ماسه در جریان آب رودخانه به صورت بار معلق^۲ حمل می‌شوند. این مواد می‌توانند مسافت قابل توجهی را طی کنند. رسوبات درشت، به دلیل بیشتر بودن وزنشان در مجاورت بستر جریان آب رودخانه و به عنوان بار بستر^۳ حمل می‌شوند. در مقایسه با بار معلق، حرکت بار بستر بیشتر به صورت محلی است و مسافت آن بسیار کوتاه‌تر است. نهشته‌های رسوبی درشت‌دانه پشته‌های کانالی را تشکیل می‌دهند که از ویژگی‌های بسیاری از کانال‌های آبرفتی و سنگ‌بستری است، اگرچه پشته‌هایی با ذرات ریزتر سیلت و شن نیز معمول است. چنان‌که در ادامه مباحث این کتاب ملاحظه خواهید نمود، شکل و نحوه رفتار کانال‌هایی که در آن‌ها حمل بار بستر غلبه دارد با کانال‌هایی که در آن‌ها حمل بار معلق غلبه دارد، متفاوت است.

جای‌گیری دره‌ها

جریان آب در کانال و تأمین رسوب فرایندهای کانال را به پیش می‌برند (هدایت می‌کنند)، گرچه دامنه فعالیت فرایندهای تنظیم‌کننده کانال اغلب به وسیله وضعیت جای‌گیری دره‌ها محدود می‌شود. اثر لایه‌بندی کانال و پوشش گیاهی بر روی

1. flow regime
2. suspended load
3. bedload

فرسایش ساحلی و مهاجرت کانال نیز قبلاً مورد بحث قرار گرفت. شیب درّه نیز عامل مهمی است و بر روی میزان شیب کانال تأثیر می‌گذارد، به نحوی که همراه با دبی آب، میزان توان جریان آب را تعیین می‌کند. در برخی از مواقع، تنظیم و تعدیل کانال‌هایی که بر روی شیب‌های بسیار ملایم جریان دارند به دلیل وجود انرژی بسیار اندک دارای محدودیت بسیاری است. عامل کنترل‌کننده دیگر در تنظیم کانال رودخانه، میزان محصور بودن درّه^۱ است. در حالی که برخی از کانال‌ها قادر به مهاجرت آزادانه در یک دشت سیلابی وسیع هستند، سایر کانال‌ها کمابیش در میان دیواره‌های درّه‌ها محصورند. درجات متفاوتی از میزان محصور بودن درّه‌ها را می‌توان در عکس‌های رنگی ۴ تا ۱۱ مشاهده نمود.

شکل کانال رودخانه

با توجه به این که متغیرهای محیطی بسیاری شکل کانال رودخانه را متأثر می‌سازند، ممکن است دامنه گسترده‌ای از کانال‌ها با اشکال و الگوهای رفتاری متعدد به وجود آید. باید متذکر شد که همه رودخانه‌ها به طور کاملاً دقیق در یکی از این گروه‌ها جای نمی‌گیرند و نمونه‌های زیادی از رودخانه‌هایی وجود دارند که در مراحل تبدیل تدریجی کانال خود ویژگی‌های مربوط به بیش از یک نوع کانال را نشان می‌دهند.

شکل کانال‌های آبرفتی

به طور کلی چهار نوع اصلی از کانال‌های آبرفتی وجود دارند: مستقیم، پیچان‌رود، گیسویی و انشعابی.

کانال‌های مستقیم

با وجود این که مثال‌های متعددی از رودخانه‌ها و جریان‌های آبی وجود دارد که برای اهداف مهندسی، کانال آن‌ها مستقیم شده است، رودخانه‌هایی که به طور طبیعی کانالی مستقیم دارند، نادرند. حتی اگر چنین کانال‌هایی نیز وجود داشته

باشند، در الگوهای جریان و ارتفاع بستر آن‌ها معمولاً تغییراتی مشاهده می‌شود. کانال‌های مستقیم تا حدودی ایستا هستند، به طوری که مقادیر مهاجرت کانال به دلیل انرژی اندک موجود در آن‌ها و مقاومت زیاد ساحل محدود است. این موضوع به ویژه در مناطقی صدق می‌کند که سواحل کانال از مواد مقاوم‌تری مانند مواد چسبنده سیلتی و رسی، تشکیل شده‌اند.

کانال‌های پیچان رود

پیچان رودها در کانال‌هایی با لایه‌بندی‌های متنوع سنگ‌بستری و آبرفتی به وجود می‌آیند. پیچان رودهای آبرفتی که با نیروهای متوسط جریان همراه‌اند، می‌توانند در شن‌ها، ماسه‌ها یا مواد سیلتی و رسی با دانه‌بندی‌های ریز به وجود آیند. خصوصیت جالب توجه پیچان رودها، تناسب آن‌ها با اندازه کانال رودخانه است، به طوری که در کانال‌های بزرگ فاصله پیچان رودها نیز بیشتر است.

درجه پیچان رودی شدن، از کانال‌هایی که به طور ناچیزی از مسیر مستقیم منحرف شده‌اند تا کانال‌هایی که دارای پیچ‌وخم‌های شدید متوالی هستند، بسیار متغیر است. این تغییرات در خم‌های منظم پیچان رود نیز مشاهده می‌شوند و برخی از آن‌ها نسبت به آنچه در عکس‌های رنگی ۴ و ۵ مشاهده می‌شود، نامنظم‌ترند. کانال‌های پیچان‌رود در طی زمان تغییر می‌کنند و وقتی شکل می‌گیرند که خم‌های منفرد در دشت سیلابی به مهاجرت می‌پردازند. فرسایش معمولاً در سمت بیرونی خم‌ها و در محدوده‌ای که مهاجرت جانبی کانال باعث تحلیل رفتن تدریجی دشت سیلابی می‌شود، متمرکز است. عمل نهشته‌گذاری رسوبات در سمت داخلی خم‌ها نیز در همان زمان امکان تثبیت عرض کانال را فراهم می‌کند. بخش‌های کوچکی از خم‌های بریده‌شده کانال‌های خالی نشان‌دهنده مسیر قبلی خم‌های پیچان‌رودند (عکس رنگی ۱۱).

کانال‌های گیسویی

شاخصه اصلی رودخانه‌های گیسویی عرض زیاد و عمق نسبتاً کم کانال آن‌هاست. در کانال‌های این رودخانه‌ها، برخورد جریان با پشته‌ها و جزایر باعث

می‌شود تا جریان منشعب شده، مجدداً به هم بپیوندد (عکس‌های رنگی ۶ و ۷). شکل ظاهری کانال‌های گیسویی بسته به شرایط متغیر جریان آب دچار تغییر می‌شود. در زمان جریان‌های شدید، بسیاری از پشته‌ها به طور کامل یا جزئی به زیر آب می‌روند و ظاهر یک کانال عریض پدیدار می‌شود. در طی مراحل افت جریان، ممکن است پهنه وسیعی از سطح پشته‌های رسوبی در معرض دید واقع گردد (عکس رنگی ۷).

برای تشکیل پشته‌ها وجود منابع بار بستر فراوان، ضروری است. غالب این منابع رسوبی از مناطق بالادست حوضه زهکشی و فرسایش کرانه‌ای تأمین می‌شوند. مواد سازنده پشته‌ها می‌توانند ماسه، شن یا قطعه‌سنگ باشند.

رودخانه‌های گیسویی، با مصرف بالای انرژی همراه هستند که برای حمل حجم بسیار زیادی از رسوبات صرف می‌شود. این رودخانه‌ها اغلب کانال‌های پرشیبی دارند، با این حال نمونه‌های متعددی از رودخانه‌های گیسویی بزرگ وجود دارند که جریان آب آن‌ها در کانالی با شیب ملایم انجام می‌گیرد، مانند قسمت‌های انتهایی رودخانه بزرگ برهماپوترا در هند و بنگلادش (عکس رنگی ۱۲). برای تشکیل این کانال‌ها، سواحل فرسایش‌پذیری لازم است که برای رشد و توسعه پشته‌ها، به اندازه کافی تعریض شوند.

کانال‌های گیسویی بسیار پرتحرک‌اند و موقعیت آن‌ها به طور مکرر تغییر می‌کند. تغییراتی مانند بریده شدن و تحول پشته‌ها و رشد و گسترش پشته‌های جدید در مدت زمان نسبتاً کوتاهی (به طور روزانه یا سالانه) رخ می‌دهد. حضور پشته‌ها منجر به ایجاد الگوهای پیچیده جریان در کانال می‌شود، این پشته‌ها می‌توانند به طور ناگهانی موقعیت کانال‌های فرعی را تغییر دهند. کانال‌های جدا مانده ممکن است به صورت متروکه باقی بمانند یا این‌که به فاصله چند روز دوباره با آب پر شوند.

کانال‌های انشعابی

این نوع کانال‌ها که در آن‌ها جریان آب به دو یا چند کانال جداگانه تقسیم می‌شود، در مقایسه با کانال‌های گیسویی و پیچان‌رود نسبتاً نادرند. کانال‌های جداگانه که

انشعاب نامیده می‌شوند، در دل دشت سیلابی بریدگی ایجاد می‌نمایند و آن را به تعدادی جزایر بزرگ تقسیم می‌کنند. این شعبه‌ها خود به طور مجزا ممکن است مستقیم، پیچان‌رود یا گیسویی باشند.

برخلاف کانال‌های گیسویی، معمولاً میزان مهاجرت جانبی در این گونه کانال‌ها بسیار اندک است. جزایر پدیده‌هایی ثابت‌اند که بسته به شرایط آب‌وهوایی، غالباً از پوشش گیاهی خوبی برخوردارند. در هر صورت، هنگام سیلاب و سرریز شدن جریان آب کانال‌ها بر روی دشت سیلابی، ممکن است کانال‌های جدیدی به وجود آیند. وقتی که جریان آب به جای دیگری منحرف شود یا کانال‌ها از رسوبات پر گردد، برخی از کانال‌ها ممکن است متروکه شوند.

عکس‌های رنگی ۸ و ۹ نمونه‌هایی از انواع کانال‌های انشعابی کم‌انرژی را نشان می‌دهند که به آن‌ها کانال‌های بازپیوندی^۱ گفته می‌شود. گرچه تاکنون غالب تحقیقات در مورد کانال‌های انشعابی بر روی نوع بازپیوندی آن متمرکز بوده است، ولی کانال‌های انشعابی بیشترین تنوع را در میان چهار نوع اصلی کانال‌ها دارند.

کانال‌های سنگ‌بستری

کانال‌های سنگ‌بستری نیز اشکال بسیار متنوعی دارند. در مقایسه با کانال‌های آبرفتی، رودخانه‌های دارای کانال‌های سنگ‌بستری و ترکیبی از هر دو نوع سنگ‌بستری و آبرفتی تا به حال نسبتاً کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. این کانال‌ها در مقایسه با کانال‌های آبرفتی اغلب به شیوه متفاوتی رفتار می‌کنند و شدیداً تحت تأثیر طبیعت مقاوم لایه‌بندی‌شان هستند. عوامل کنترلی ساختمانی از قبیل درز و شکاف‌ها، سطوح لایه‌بندی و لایه‌های زمین‌شناسی که در زیر بستر قرار گرفته‌اند، همه می‌توانند به طور مؤثری فرایندهای جریان و مورفولوژی رودخانه را تحت تأثیر قرار دهند.

همانند کانال‌های آبرفتی، آب ممکن است از راه یک یا چند کانال جریان یابد. مقاطع مستقیم کانال اغلب با عوامل کنترل‌کننده ساختمانی همراه هستند، برای نمونه می‌توان جاهایی را نام برد که جریان آب در آن‌ها از طریق خط گسل یا

1. anastomosing

شکاف صورت می‌گیرد. با این حال، ویژگی‌های جریان نیز در شکل دادن به کانال رودخانه تأثیرگذار است. عکس رنگی ۱۳ دیواره‌های موج و منظم دره عمیقی را نشان می‌دهد که به وسیله سیل‌های ناگهانی به وجود آمده است. پیچان‌رودها ممکن است در کانال‌های سنگ‌بستری نیز ایجاد شوند، همانند مناظر شگفت‌آور پیچان‌رودی که در مسیر رودخانه کلرادو می‌توان مشاهده کرد (عکس رنگی ۵). در مقایسه با نمونه‌های آبرفتی، پیچان‌رودهایی که در کانال‌های سنگ‌بستر به وجود می‌آیند به دلیل مقاومت لایه‌ها، در اثنای وقوع جریان‌های بیشتر تشکیل می‌شوند. در عکس رنگی ۲ نمونه‌ای از رودخانه‌های سنگ‌بستری چندکانالی (انشعابی) نشان داده شده است. در این کانال‌ها آب در مسیرهای جداگانه و در پیرامون پشته‌هایی از جنس سنگ‌بستر کانال، جریان می‌یابد. در برخی از کانال‌ها که ترکیبی از سنگ‌بستر و مواد آبرفتی هستند، پشته‌های سنگی ممکن است هسته‌ای را شکل دهند که با رسوبات آبرفتی پوشیده شود و ظاهر یک کانال آبرفتی را داشته باشد.

خلاصه فصل

رودخانه‌ها در مناطق آب‌وهوایی بسیار متفاوت جریان دارند و کانال‌های آن‌ها در بسترهای سنگی و آبرفتی حفر می‌شوند. برای زهکشی هر رودخانه‌ای محدوده‌ای وجود دارد که به آن حوضه زهکشی گفته می‌شود و به وسیله شبکه‌ای از کانال‌ها تغذیه می‌شود که کار حمل آب و رسوب را از محدوده اراضی زهکشی به سمت خروجی حوضه انجام می‌دهند. شکل قسمت معینی از کانال یک رودخانه (در امتداد طولی) به وسیله ذخایر موجود جریان آب و رسوبی که در بالادست آن وجود دارد، کنترل می‌شود. علاوه بر این، لایه‌بندی بستر کانال، عرض دره مسیر حرکت، شیب دره و پوشش گیاهی ایجادشده بر روی سواحل مسیر اهمیت دارند. این عوامل کنترل‌کننده در بین تمامی رودخانه‌ها و حتی در مسیر یک رودخانه، بسیار متفاوت ظاهر می‌شوند. این موضوع سبب ایجاد دامنه گسترده‌ای از محیط‌های سیستم‌های آبرفتی و اشکال مختلفی از کانال‌ها می‌گردد. شکل سه‌بعدی یک رودخانه با توجه به طرح یا الگوی آن و نیز شیب و شکل مقطع عرضی آن توصیف می‌شود.

رودخانه‌ها به طور پیوسته کانال‌هایشان را در واکنش به نوسانات به وجود آمده در جریان آب و رسوب تنظیم می‌کنند. بین نیروهای فرساینده جریان و مقاومت کرانه‌های کانال در برابر فرسایش، توازن بسیار مهمی وجود دارد. در این فصل، چهار گونه اصلی اشکال کانال آبرفتی شناسایی شد که شامل کانال‌های مستقیم، پیچان‌رود، گیسویی و انشعابی می‌شود. کانال‌های سنگ‌بستری نیز اشکال بسیار متنوعی دارند.

منابع برای مطالعه بیشتر

متون مقدماتی

بسیاری از کتب درسی مقدماتی ژئومورفولوژی حاوی فصول خوبی در زمینه ژئومورفولوژی رودخانه‌ای هستند. این کتاب‌ها یک دید کلی در این زمینه ارائه می‌دهند و در صورتی که به توضیح ریشه‌ای تر برخی از مفاهیم علاقه‌مند باشید، بسیار مفید خواهند بود.

Gilvear, D.J., 2005. Fluvial geomorphology and river management. In J. Holden (Ed.), *An Introduction to Physical Geography and the Environment*. Pearson Education, Harlow, pp. 327-55.

Huggett, R.J., 2003. *Fundamentals of Geomorphology*. Routledge, London.

Summerfield, M.A., 1990. *Global Geomorphology: An Introduction to the Study of Landforms*. Longman, Harlow.

کتب درسی برای مطالعه بیشتر

کتب درسی متعددی در خصوص ژئومورفولوژی رودخانه‌ای وجود دارند. غالب این کتاب‌ها برای دانشجویان سال آخر کارشناسی و کارشناسی ارشد نوشته شده‌اند.

Knighton, D.A., 1998. *Fluvial Forms and Processes: A New Perspective*. Arnold, London.

Leopold, L.B., 1994. *A View of the River*. Harvard University Press, Cambridge MA.

Leopold, L.B., Wolman, M.G. and Miller, J.R., 1964. *Fluvial Processes in Geomorphology*. Freeman, San Francisco.

Morisawa, M., 1985. *Rivers*. Longman, Harlow.

Petts, G.E. and Foster, I.D.L., 1985. *Rivers and Landscape*. Arnold, London.

Richards, K., 1982. *Rivers: Form and Process in Alluvial Channels*. Methuen, London.

Robert, A., 2003. *River Processes: An Introduction to Fluvial Dynamics*. Arnold, London.