



ژئومورفولوژی رودخانه^۱

رودخانه‌ها را از بسترهای مهم مطالعاتی در قلمرو مشترک دو علم ژئومورفولوژی اکولوژی می‌توان تلقی کرد. آبراهه‌ها مهم‌ترین چشم‌انداز ژئومورفولوژیک زمین محسوب می‌شوند. امروزه انسان بطور روزافزون نظام‌های رود را بیشتر آشفته می‌کند و جای سازوکارهای طبیعی را به سازوکارهای مصنوعی می‌دهد. رودها به مثابه شریانها و رگهای حیاتی بر روی کره زمین هستند. دیدگاه ما از دیر باز به جوی‌ها و رودخانه‌ها مکانی برای دفع و انهدام زباله‌ها بوده است، در صورتیکه این دید باید تغییر کند.^۲



شکل ۱ - MariaValeria Bridg

با اینکه خطر کمبود آب هر روز و هر روز شنیده می‌شود، اما هنوز ارزش واقعی منابع آب و همچنین رودها بطور کامل و صحیح ادا نمی‌شود.

^۱ - Geomorphology of river

^۲ - مقیمی ابراهیم، ۱۳۸۸

رودخانه‌ها اکوسیستم‌های همواره متغیری هستند که ارتباط متقابل با عواملی چون اتمسفر^۳، بیوسفر^۴ و لیتوسفر^۵ دارند. تغییر و دگرگونی جزو صفات همیشگی رودخانه‌هاست که در طول زمان سبب ایجاد چشم اندازهای متفاوتی با توجه به محیط مسلط به رودخانه شده و به خاطر ارتباط متقابل با زندگی انسان، بررسی آن را اجتناب ناپذیر ساخته است. نخستین نوشته‌ها و دیدگاه‌های علمی در این زمینه به آرا و اندیشه فیلسوفان یونانی برمی گردد. از آن جمله تالس در ۳۲۲-۳۸۴ قبل از میلاد، ارشمیدس^۶ در ۲۱۲-۲۸۷ قبل از میلاد، و ارسطو^۷ در ۳۲۲-۳۴۸ قبل از میلاد به مباحث مربوط به فیزیک مایعات پرداختند (Telvari, 1992).

ژئومورفولوژی برای بررسی رودخانه‌ها، نیاز به جمع آوری و در نظر گرفتن طیف گسترده ای از داده ها که عمدتاً مبتنی بر اطلاعات تاریخی مانند اسناد بایگانی و نقشه‌ها هستند، دارد. این داده‌ها متخصصین را قادر می‌سازد تا به بررسی وضعیت کنونی رودخانه، به صورت محلی و در داخل حوضه آبریز و همچنین ایجاد تغییرات در طی زمان (تغییرات تاریخی) و حتی پیش‌بینی روند و تغییرات آینده رود پردازند.

شناختن شکل و ساختمان رودخانه، مورفولوژی رودخانه^۸ نامیده می شود. به عبارتی به کمک مورفولوژی رودخانه می توان اطلاعاتی از شکل هندسی آبراهه، شکل بستر و پروفیل طولی رودخانه به دست آورد. مورفولوژی یک رودخانه تحت تاثیر عوامل متفاوتی مثل سرعت جریان فرسایش و نحوه رسوب گذاری قرار دارد از نظر مورفولوژی رودخانه ها به دو طریق زمین شناسی و نوع مسیر تقسیم می شوند.

3 -Atmosphere

4 -Biosphere

5 -Lithosphere

6 - Archimede

7 - Aristotle

۸ - River morphology



شکل ۲

از نظر زمین شناسی: در این تقسیم بندی با رودخانه های جوان، کامل (بالغ)، مسن مواجه هستیم .

رودخانه های جوان : رودخانه هایی هستند که در شیبهای تند جریان دارند. دره این رودخانه ها به شکل (V) و فرسایش در این رودخانه ها تا هنگامی که بستر به حالت تعادل نسبی برسد ادامه دارد.

رودخانه های کامل (بالغ) : این نوع رودخانه ها در دره های پهن تری جریان داشته و از شیب نسبتاً ملایمی برخوردارند. فرسایش دیواره ها در این نوع رودخانه ها جایگزین فرسایش بستر گردیده است، چرا که بستر قبلاً به یک حالت تعادل نسبی رسیده است.

رودخانه‌های مسن: این رودخانه‌ها در دره‌های بسیار پهن جریان داشته، بسترشان دارای شیب ملایمی است و در مسیر آنها آبشاری وجود ندارد. مسیرهای نعل اسبی در حاشیه رودخانه حاکی از تغییر مسیر پیچ‌های رودخانه در طول زمان می‌باشد. رودخانه کارون در ایران مثال خوبی از این نوع رودخانه‌هاست.



شکل ۳ - نمایی از یک رودخانه مسن

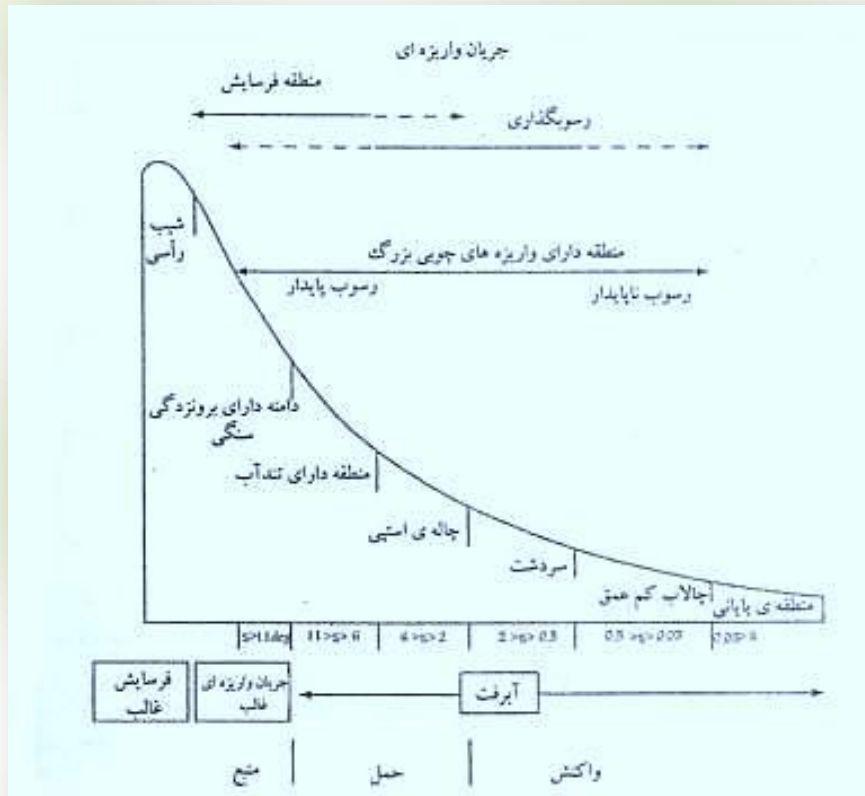
اهمیت رودها از نظر ژئومورفولوژی و حقوق

رودها فقط آب را به دریا یا چالاب‌ها نمی‌ریزند. برای مثال رود می‌سی‌سی‌پی یا کارون، بطور متوسط با هر هزار و دویست تن آب، یک تن مواد رسوبی همراه دارند و هنگام سیل و طغیان مقدار حمل مواد آن رود به یک تن در چهارصد تن آب می‌رسد، (یعنی حدود سه برابر).

از نظر مقیاس مطالعه اکوژئومورفولوژی رود را می‌توان به شرح زیر تقسیم کرد:

۱. میکرو اکوژئومورفولوژی، برای مثال مطالعه یک پیچ‌خوردگی و بنداب

۲. مزو اکوژئومورفولوژی، مانند مطالعه یک مخروط یا چند بازه رودخانه
۳. ماکرو اکوژئومورفولوژی، مثل مطالعه حوضه زهکشی یک رود بزرگ



شکل ۴-نیمرخ طولی دره دارای رودخانه (اقتباس از آلان و کستیلو، ۲۰۰۸)

همچنین بر اساس مکان قرار گیری، مقیاس مطالعه عبارت است از:

۱. کوهستانی
۲. پایکوهی
۳. دامنه‌ای
۴. دشتی
۵. بخش انتهایی



شکل ۵- رودخانه دشتی (ماندری)

مورفولوژی رودخانه از نظر مفهومی، علم شناخت سیستم های رودخانه ای از نظر شکل هندسی، خصوصیات بستررودخانه، نيمرخ طولی و مطالعه ی چگونگی تغییرات آنها می باشد. با بررسی الگوی یک رودخانه می توان شرایط کنونی و پتانسیل تغییرات احتمالی آن را در آینده بهتر درک نمود و نیز پاسخ رودخانه را نسبت به تغییرات طبیعی و یا فعالیت های انسانی پیش بینی نمود.^۹

اما باید در نظر داشت که دانش ما از رودخانه های بزرگ جهان محدود است. دلیل آن این است که در حال حاضر تشخیص رودخانه های بزرگ از روی گذشته رود و رسوبات ته نشین شده و باقی مانده آنها به سختی قابل بررسی است.^{۱۰} بسیاری از مواد رسوبی نیز از طریق جریان رودخانه ها از بیش از ۵۰۰ میلیون سال پیش زمانی که بسیاری از مناطق زمین از دریاها ی کم عمق پوشیده شده بود، جابجا و نهشته شده اند. بستر رودخانه ها برای اولین بار میلیون ها سال پیش تشکیل شده اند، و این عمل در پاسخ به فرآیندهای ژئومورفولوژی از آخرین عصر یخبندان برای رسیدن به فرم اولیه آنها بوده است.^{۱۱}

^۹ - اسماعیلی و دیگران، ۱۳۹۰: ۸۷

^{۱۰} - Avijit Gupta

^{۱۱} - Charles Theiling

به طور کلی تعداد کانال، سینوسیته و پایداری جانبی و متغیرهای اقلیمی مانند بارندگی و حرارت توأم با متغیرهای فیزیوگرافی، زمین‌شناسی و غیره، رفتار نهایی الگوی رودخانه را تعیین می‌کنند.^{۱۲} در این ارتباط لئوپلد و ولمن الگوی رفتاری رودخانه را در سه دسته‌ی عمده طبقه‌بندی می‌کنند:

مستقیم



شریانی



پیچانرودی



الگوی مستقیم: این نوع الگو در طبیعت بسیار نامتداول است و عموماً در دره‌های V شکل (شکل ۶)، گسل‌ها و درزه‌ها یافت می‌شوند.^{۱۳} از ویژگیهای این الگو درصد انحنای کمتر از ۱/۵ درجه و وجود یک کانال ثابت است (موسوی حرمی، ۱۳۸۷: ۲۶۳).

^{۱۲} Allen, 1980: 15

^{۱۳} huggett, 2007: 222



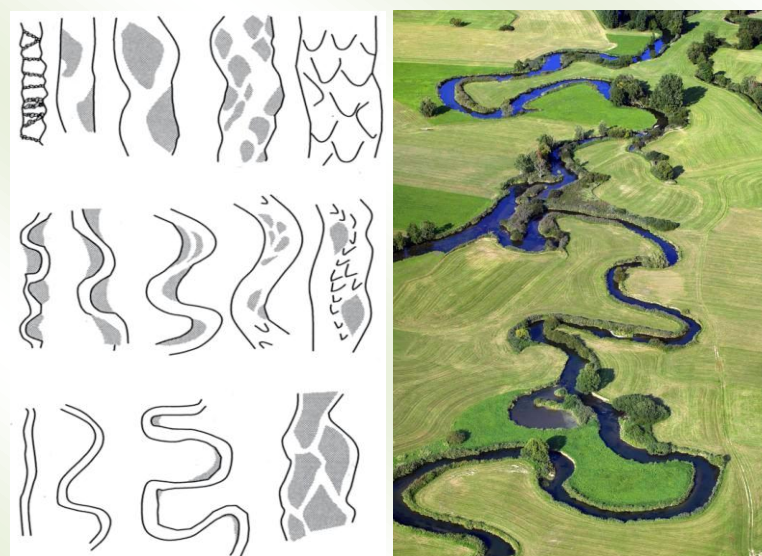
شکل ۶- نمایی از یک رودخانه با دره V شکل

الگوی پیچانرودی: پیچانرودها متداولترین الگو بر اساس شکل و پلان بستر در طبیعت هستند.^{۱۴} این نوع رودخانه‌ها شامل ترکیبی از یکسری پیچ‌های پیوسته است که توسط مسیرهای کوتاه و مستقیم به هم متصل می‌شوند (شکل-۷) و عموماً در محل جلگه‌ها و دشتهای سیلابی تشکیل می‌شوند (یمانی و حسین زاده، ۱۳۸۱: ۱۱۱). جریان رودها در سطح جلگه‌ها پایدار نیست و بیشتر، مسیرهایشان تغییر می‌کند. این تغییر مسیرها به لندفرم‌های ویژه‌ای منجر می‌شود که لئوپولد و ولمن^{۱۵}، نخستین بار در سال ۱۹۷۵ آنها را پیچانرود نامیده‌اند و الگوی

¹⁴ – Ritter et al, 2002: 217

¹⁵ – Leopold, L.B., Wolman, G.M.

جریان، در پیچان رودها بسیار پیچیده است (Biedenharn and Others, 1997: 101). علت این پیچیدگی، آشفتگی و طبیعت سه بعدی جریان همچنین توپوگرافی و تغییرهای عمقی میباشد (Thorndycraft, 2008: 4). با ورود جریان به قوس رودخانه در اثر اختلاف سرعت خطی جریان در دو ساحل و اعمال نیروی جانب مرکز و اندرکنش آن با دیگر نیروهای حاکم، جریان ثانویه ایجاد می گردد و باعث باز توزیع نیرو در جهت عرضی مقطع می شود. این نابرابری نیرو در دو ساحل رود موجب می گردد در یک ساحل، کاوش و در ساحل مقابل، رسوب گذاری انجام پذیرد؛ بدین ترتیب مسیر رودخانه، پیچ و خم دار می شود (Scott and Mason, 2007: 97).



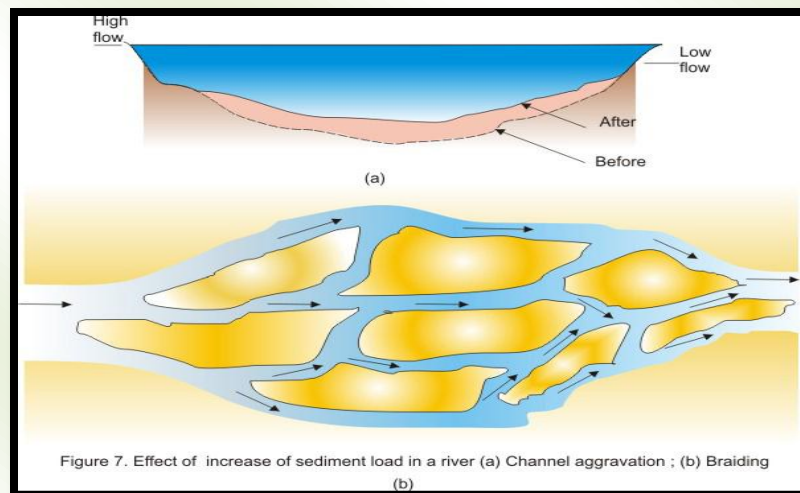
شکل ۷- رودخانه با الگوی پیچان رودی - کانال های بر اثر موادرسویی در طی زمان شسته شده و مئاندر ایجاد میکند^{۱۶}

الگوی شریانی: به نوعی از آرایش جریان رودخانه ها اطلاق می شود که از تنه ی اصلی بستر رودخانه ها، چند مسیر جدا شده سپس آبهای جاری بعد از طی مسافتی دوباره به یکدیگر ملحق می شود (شکل ۸). چنین الگویی به طور معمول در مناطقی با دبی تشنجی و فصلی، میزان فرسایش بالا و پوشش گیاهی ناچیز تشکیل می شود (بیاتی خطیی و

زاهدی، ۱۳۸۷: ۴۱). اصولاً مجرای این نوع مورفولوژی توسط جزیره هایی از ماسه یا بار رسوبی به چند شاخه تقسیم می شود.^{۱۷}



شکل ۸ - بخش بافته شده رودخانه زرد (در بالادست)^{۱۸} رودخانه شریانی که به آن بافته شده یا تاییده شده هم می گویند



شکل ۹ - Geomorphology of Rivers- Version 2 CE IIT, Kharagpur

¹⁷ - summerfield,1991:21

¹⁸ - BRIERLEY Gary,2013

عوامل کنترل کننده مورفولوژی رودخانه

زمین شناسی حوضه توسط فرایندهای متعددی در مقیاس چشم انداز ایجاد می گردد، و می تواند شامل آتشفشان، تکتونیک و به میزان کمتر، فرآیندهای سطحی مانند فرسایش و رسوب یخبندان باشد. این فرآیندها در عرض یک حوزه آبخیز، کنترل توزیع، ساختار و نوع سنگ بستر، مواد سطحی، و توپوگرافی را تحت تاثیر قرار می دهد (مونتگومری ۱۹۹۹). آب و هوا به عنوان یک عامل مستقل در مقیاس چشم انداز، است که توسط شرایط سینوپتیکی مربوط به الگوهای گردش جوی جهانی در نظر گرفته شده است. تغییرات ایجاد شده چشم انداز توسط انسان نیز می تواند به میزان قابل توجهی شرایط حوضه های آبریز را تغییر دهد. پوشش گیاهی ساحلی دارای تاثیر مهمی در فرسایش پذیری بانکی و وضعیت هیدرولیکی رودخانه است، و همچنین یک منبع ثابت نگهدارنده کانال باقی می ماند.

پژوهش های مربوط به آشکارسازی تغییرات مسیر رودخانه با استفاده از GIS و RS می تواند سبب شناسایی محیط های دارای تغییرپذیری بالا و تعیین حریم رودخانه شود. با بهره گیری از این پژوهش ها و شناسایی، می توان به مدیریت صحیح اراضی و تأسیسات و صنایع واقع در محدوده رودخانه پرداخت، محدوده های امن را برای سرمایه گذاری و مکان یابی پروژه ها شناسایی کرد.

دو روش اصلی برای مدل سازی فرسایش رودخانه وجود دارد:

(۱) برون یابی از مدل های آماری و

(۲) مدل سازی فرایندهای رودخانه به طور مستقیم.^{۱۹}

در مورد مدل های آماری رابطه فیزیکی عوامل و تولید رسوب (فرسایش) محدود شده است زیرا تجزیه و تحلیل وابسته به مقیاس می باشد. در مورد مدل های فیزیکی پیچیدگی فرایندهای رودخانه به میزان بسیار زیادی ساده شده است.^{۲۰}

¹⁹ - Ludwig and Probst, 1998; Walling and Webb, 1996

²⁰ - Finlayson and Montgomery 2003

انواع رودخانه‌های اقلیمی

رودخانه‌ها تحت تأثیر عناصر اقلیمی و فرم‌های ژئومورفیک دارای بیوسنوزهای مختلفی هستند.

۱. رودخانه‌های حاره‌ای^{۲۱}: در این مناطق، رودخانه‌ها به تغییرات سالانه دما و بارش نامنظم بستگی دارند.
۲. رودخانه‌های یابانی^{۲۲}: در این مناطق، بارندگی نامنظم و کمتر از ۱۰۰ میلیمتر در سال است. ممکن است ماه‌ها یا حتی سال‌ها بدون قطره‌ای سپری شود و یکباره بارش شدیدی رخ دهد.
۳. رودخانه‌های مناطق استپی و علفزارها: استپ، جوامع گیاهی است متشکل از گیاهان علفی دیرپای خشکی پسند که در آن غلبه با گرامینه‌هاست. استپ در دوره از سال که برای حیات نامساعد است انطباق می‌یابد؛ یکی زمستان و دیگری در تابستان. کانی‌های محلول در آب رودخانه‌های این مناطق زیاد است.
۴. رودهای استپی: رودهای استپی از نظر هوموس بسیار غنی‌اند. هوموس ساختمان افق‌های سطحی رسوب رودخانه را تغییر می‌دهد و بر مقاومت آن در مقابل اعمال مکانیکی می‌افزاید.
۵. رودهای ساوانی: ساوان‌ها در شرایط آب و هوایی گرمسیری در آفریقا، آسیا، آمریکا و استرالیا مستقرند و قسمت اعظم آنها در محدوده عرض‌های جغرافیایی ۱۰ درجه تا ۲۰ درجه واقع شده‌اند و مقدار بارندگی این مناطق ۳۰۰ تا ۵۰۰ میلیمتر در سال است.
۶. رودخانه‌های معتدل خزان‌کننده^{۲۳}: این رودخانه‌ها بیشتر در نواحی معتدل آمریکای شمالی و اوراسیا پراکنده‌اند و بسیاری از جنس‌های گیاهان موجود در آنها مشترک‌اند. بیشتر آنها در عرض‌های جغرافیایی ۳۰ تا ۵۵ درجه واقع شده‌اند.
۷. رودخانه‌های پرباران حاره: این رودخانه‌ها در محدوده استوا و در عرض جغرافیایی ۱۰ درجه شمالی و ۱۰ درجه جنوبی که بیشترین مقدار بارندگی سالیانه در سطح کره زمین را دارند، واقع شده‌اند. این رودخانه‌ها اغلب نزدیک به حالت اوج یا کلیماکس هستند.

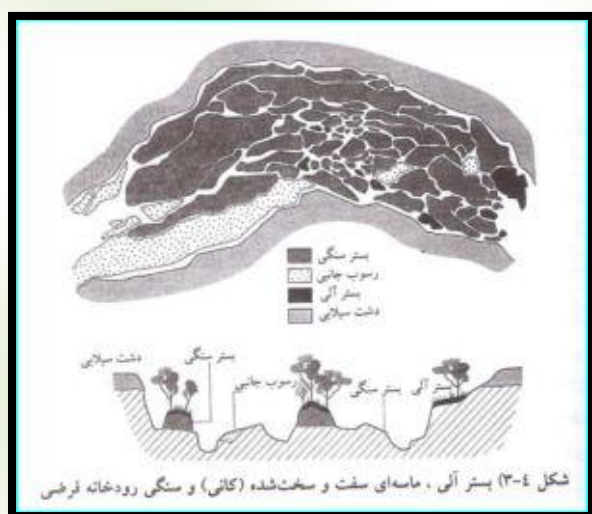
²¹ -Tropical Rivers

²² -Desert Rivers

²³ -Deciduous Temperate Rivers

۸. رودخانه‌های سوزنی برگان^{۲۴} (تایگا): این رودخانه‌ها، رودخانه‌های اقلیم سرد عرض‌های جغرافیایی بالاتر از ۶۵ درجه شمالی را در برمی‌گیرد. بارندگی سالیانه در این مناطق بین ۲۰۰ تا ۶۰۰ میلیمتر است و بدلیل کم بودن دما و زمستان طولانی، مقدار تبخیر کم است.
۹. رودخانه‌های توندرايي: توندرا به معنی جلگه‌ها و سرزمین‌های باز بدون درخت است. این سرزمین‌ها در شرایط اقلیمی سرد، باران کم و دمای اندک در عرض‌های جغرافیایی بالا وجود دارند.
۱۰. رودهای کوهستان
۱۱. رودخانه‌های کشاورزی

انواع مختلف بستر:



شکل ۱۰- انواع بستر (مقیمی، اکوژئومورفولوژی و حقوق رودخانه)

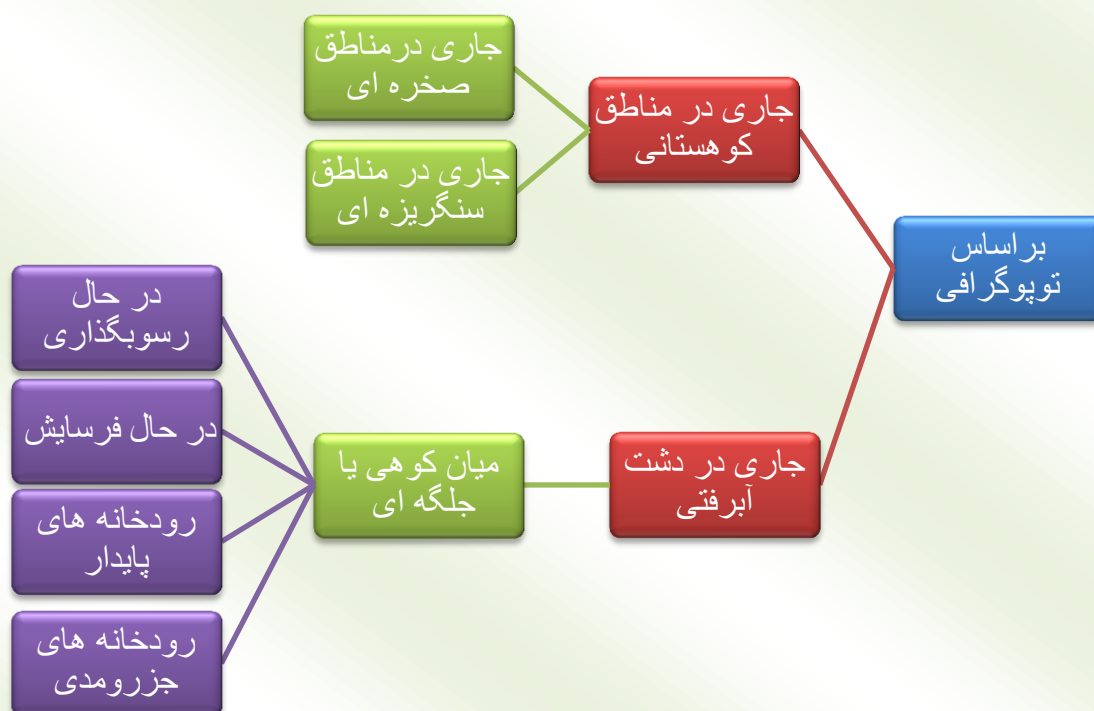
- | | |
|---|---------|
| ✓ | کانی |
| ✓ | ماسه‌ای |
| ✓ | آلی |

عواملی که بر شکل هندسی رودخانه‌ها اثر می‌گذارند، بطور خلاصه عبارتند از:

۱. دبی
۲. حرکت مواد بستر
۳. بار رسوبی

۴. فرسایش پذیری کناره‌ها
۵. مسائل مربوط به ژئوتکتونیک کناره‌ها
۶. پوشش گیاهی کناره‌ها
۷. فرسایش زیر کنی در پای کناره‌ها
۸. دخالت‌های انسانی

تنوع رودخانه‌ها



بازنگری ارزشمند به جا مانده از ژئومورفولوژی رودخانه فراهم می‌کند که مهندسین و مدیران رودخانه، که ممکن است آموزش‌های لازم را ندیده و یا متخصص نیستند، با بینش‌های مفید و درک فرم‌های طبیعی درمورد کانال‌ها و فرآیندهای رودخانه‌ای پردازند. چنین اطلاعاتی یک پیش‌شرط برای انجام ارزیابی اثرات زیست‌محیطی (رودخانه بر روی محیط و محیط بر رودخانه) و توسعه طراحی‌های حساس سازگار با محیط زیست و روشهای مدیریت، در جهت حفظ محیط رودخانه‌ای و همچنین بازگرداندن آنهایی که تخریب شده‌اند، است.^{۲۵}

منابع:

- مقیمی ابراهیم، اکوژئومورفولوژی و حقوق رودخانه، ۱۳۸۸، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران.
- مرشدی جعفر، علوی پناه کاظم، آشکارسازی تغییرات ژئومورفیک مسیر رودخانه کارون، با استفاده از داده‌های GIS و RS (بازه شوشتر تا اروندرود). سنجش از دور و GIS ایران، سال دوم، شماره سوم، پاییز ۱۳۸۹.
- یمانی مجتبی، علمی‌زاده هیوا، مقصودی مهران، مقیمی ابراهیم، نوحه‌گر احمد. بررسی تغییرهای پیچان‌رودی و ناپایداری بستر رودها در جلگه شمالی تنگه هرمز. برنامه ریزی و آمایش فضا، دوره چهاردهم، شماره ۴، زمستان ۱۳۸۹.
- Colin R. Thorne, Richard David Hey, Malcolm David Newson. Applied fluvial geomorphology for river engineering and management
- Dan L. Hogan and David S. Luzi. Channel Geomorphology: Fluvial Forms, Processes, and Forest Management Effects(331)
- Nicholas C.Nelson . HYDROLOGY AND GEOMORPHOLOGY OF THE SNAKE RIVER IN GRAND TETON NATIONAL PARK, WYOMING
- Charles Theiling. River Geomorphology and Floodplain Habitats

- Avijit Gupta. Large Rivers: Geomorphology and Management
- Colin R. Thorne, Richard David Hey, Malcolm David Newson. Applied fluvial geomorphology for river engineering and management
- <http://WWW.ngdir.ir>
- BRIERLEY Gary, LI Xi-lai. Geomorphology and Environmental Management of the Yellow River Source Zone
- Simon J. Aiken, Gary J. Brierley. Analysis of Longitudinal Profiles along the Eastern Margin of the Qinghai-Tibetan Plateau
- MALCOLM D. NEWSON. Geomorphological concepts and tools for sustainable river ecosystem management
- Springer.com
- iranfars

