

مریم بیانی خطیبی

عضو هیات علمی گروه پژوهش جغرافیایی دانشگاه تبریز

## بررسی علل تشکیل و توسعه‌ی پهنای رودخانه‌ها

### در دره‌های نواحی کوهستانی و نقش آن‌ها

### در ناپایداری شیب‌ها و رسوب‌زایی رودخانه‌ها

### (با مثال‌های موردی از دره‌های کوهستان سهند)

در گذشته، اظهار نظر کرد.

مقدمه

شایان ذکر است که پهنای رودخانه‌ها، صرفاً مختص به رودخانه‌ها نیستند، بلکه چنین پدیده‌هایی، در «رودخانه‌های آتشفشانی» و «گلف استریم»‌های اقیانوسی نیز، حادث می‌شوند. بدین لحاظ، می‌توان از آن‌ها، به عنوان ملازمان همیشگی جریان آب‌ها و بادهای یاد کرد. با عنایت به این ویژگی مهم و همچنین با توجه به این که پهنای رودخانه‌ها به عنوان پدیده‌های مهم هیدرولوژیکی، تغییرات ژئومورفولوژیکی مهمی نیز در دره‌ها و دشت‌های سیلابی به دنبال دارند، سؤال مهمی که به ذهن خطور می‌کند این است که چرا پدیده‌های یاد شده، این چنین ناشناخته باقی مانده‌اند و هنوز هم برخی محققان از نحوه‌ی تشکیل و توسعه‌ی آن‌ها به عنوان رازهای ناگشوده‌ی رودخانه‌ها یاد می‌کنند [Goudie, 1994: 101. Baker et al, 1987: 211] و به دلیل بودن آن‌ها در انواع فرایندهای ژئومورفولوژیکی، چنینی اعتنا هستند. با عنایت به شناخت ناکافی از نحوه‌ی تشکیل پهنای رودخانه‌ها و نبود اطلاعات کافی در مورد نحوه تأثیر آن‌ها بر وقوع سایر پدیده‌ها، در مقاله‌ی حاضر سعی بر این است که نتایج حاصل از مطالعات صورت گرفته در زمینه‌ی نحوه‌ی تشکیل پهنای رودخانه‌ها در مسیر رودخانه‌ها و همچنین اثرات مورفولوژیکی و ژئومورفولوژیکی آن‌ها بر دره‌ها و دشت‌های سیلابی، به ویژه نقش آن‌ها بر بی‌ثباتی دامنه‌ها و افزایش میزان بار رسوبی رودخانه‌ها، ارائه شود.

فرضیه‌های مطرح شده در مورد نحوه‌ی تشکیل پهنای رودخانه‌ها

پهنای رودخانه‌ها به طور تبیینی، از یک سو قوس‌ها و انحناهای متوالی در مسیر رودها تشکیل شده‌اند و شکل آن‌ها گاه شبیه به هم و در مواردی نیز کاملاً متفاوت از یکدیگر هستند. ویژگی‌های پهنای رودخانه‌ها

طبی زمان، جابه‌جایی‌های مکرری در مسیر جریان رودها رخ می‌دهد. به دلیل تکرار در آرایش این جابه‌جایی‌های مکانی، مسیر جریان رودخانه‌ها، در سطوح «دشت‌های سیلابی»، گاه مستقیم، در مواقعی پیچ و خم دار، و زمانی به صورت قیطانی ظاهر می‌شوند. از دید مطالعات ژئومورفولوژی بین‌همه‌ی شکل‌های قابل وقوع در مسیر رودخانه‌ها، «پهنای رودخانه‌ها» به لحاظ تغییرات عمده‌ای که در سطوح دشت‌های سیلابی و در دیواره‌ی دره‌ها و به طور کلی در ویژگی‌های هیدرولوژیکی و ژئومورفولوژیکی دره‌ها پدید می‌آورند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند.

پهنای رودخانه‌ها که از شاخصه‌های مهم محیطی در زمینه‌ی وقوع تحول در بستر جریان آب‌ها هستند، عامل بروز تغییرات عمده در گلوگاه‌های حیاتی و در عین حال مهم‌ترین عامل تغییر دهنده‌ی دشت‌های سیلابی و همچنین علت اصلی افزایش میزان رسوبات وارده به رودخانه‌ها محسوب می‌شوند. با علم به این که نوع آرایش در مسیر جریان رودها، به ویژه وقوع پهنای رودخانه‌ها (در سطوح دشت‌های سیلابی)، در اغلب موارد تصادفی نیست، بلکه حاکی از دخالت عوامل گوناگون خارجی در نحوه‌ی جریان رودها و تغییر در ویژگی‌های درونی آب‌های جاری است، می‌توان با مطالعه‌ی نحوه‌ی آرایش مسیر رودها و شناخت عوامل دخیل در تغییر مسیر جریان آن‌ها، به دینامیزم حاکم کنونی بر جریان رودها و همچنین به نحوه و روند وقوع تغییرات در شرایط فعلی در دشت‌های سیلابی و چگونگی شرایط احتمالی قابل حدوث در آینده پی برد. همچنین، با استناد به میراث‌های موجود که از جابه‌جایی‌های مسیر جریان رودها در گذشته حکایت می‌کنند، می‌توان در مورد نحوه‌ی تغییر و تحولات اقلیمی گذشته و نیز در مورد ویژگی‌های فرایندها و دینامیزم حاکم بر جریان رودخانه‌ها (از نظر فرسایش و یا بر جای گذاری مواد)

با استفاده از عباراتی مانند «بزرگی قوس»<sup>۹</sup>، «طول موج»<sup>۸</sup>، «شعاع انحنای»<sup>۷</sup> توصیف می‌شوند. خصوصیات هر پیچان با عوامل گوناگونی در ارتباط است. این عوامل، نه تنها زمینه را برای تشکیل خمیدگی در مسیر رودخانه‌ها فراهم می‌سازند، بلکه رشد و نحوه‌ی آرایش پیچان‌ها را نیز تعیین می‌کنند.

در مورد نحوه‌ی تشکیل این پدیده‌ها، فرضیات و عقاید متفاوتی ارائه شده‌اند که برخی از آن‌ها از جنبه‌های قابل تعمق هستند. بعضی از محققان، تشکیل پیچان‌ها را در مسیر رودخانه‌ها امری کاملاً تصادفی تلقی می‌کنند (فرضیه‌ی اول) و معتقدند، تشکیل چنین پدیده‌هایی، طبق نظم و قاعده‌ی خاصی صورت نمی‌گیرد. بنابراین، برای توجیه نحوه‌ی تشکیل پیچان‌ها و توسعه‌ی آن‌ها، نباید به دنبال قوانین و قواعد علمی بود. این نظریه طرفداران بسیار اندکی دارد؛ زیرا با توجه به تداوم و ثبات ویژه در الگوی وقوع خمیدگی‌ها و نحوه‌ی آرایش پیچان‌ها در مسیر رودخانه‌ها، همچنین ظهور آن‌ها در مرحله‌ی خاصی از تحول دره‌ها، نباید و نمی‌توان حضور چنین آرایشی را در مسیر رودخانه‌ها، صرفاً محصول تصادف نیست.

تلاش‌های اولیه در جهت توجیه علمی تشکیل پیچان‌ها، مربوط به کارهای علمی هیکن است. وی کوشید با استناد به نتایج مطالعات پیکر خود در زمینه‌ی علل تشکیل چنین پدیده‌هایی، آستان‌هایی را برای تشکیل آن‌ها ارائه دهد (Hiken, به نقل از [Seheidggen: 1991, 229]). بعد از وی، توجه هیدرولوژیست‌ها و سپس ژئومورفولوژیست‌ها به این پدیده‌ها جلب شد و مطالعات زیادی در جهت توجیه علمی آن‌ها صورت گرفت. با استناد به این مطالعات و با اعتقاد به تصادفی نبودن تشکیل پیچان‌ها، فرضیات گوناگونی از سوی محققان ارائه شد.

یکی از معروف‌ترین فرضیه‌های مطرح شده در زمینه‌ی توجیه علمی نحوه‌ی تشکیل پیچان‌ها، فرضیه‌ای است که دلیل توسعه‌ی پیچان‌ها را وجود انرژی آزاد در مسیر رودخانه‌ها می‌داند (فرضیه‌ی دوم). طبق این فرضیه، در شرایط عادی، به دلیل پیوستن شاخاب‌های متعدد به آبراه‌ی اصلی، میزان دبی رودخانه در جهت پائین دست افزایش می‌یابد، در حالی که بر خلاف انتظار، اندازه‌ی رسوبات در این جهت، ریزتر می‌شود و میزان عمل کاوشی رودخانه نیز کاهش می‌یابد. این امر، انرژی آزاد و اضافی در آب‌های جاری پدید می‌آورد که طی زمان، باید به نحوی به مصرف برسد. خمیده شدن مسیر جریان آب، در واقع مصرف چنین انرژی اضافی در مسیر آب‌های جاری است. طبق فرض یاد شده، قوس‌های پیچان‌ها، این انرژی اضافی را به‌طور یکنواخت در بخشی از مسیر رودخانه توزیع می‌کنند. به این ترتیب، با توزیع انرژی مازاد در طول جریان، به تدریج خمیده‌گی‌های متعدد و سلسله‌واری در مسیر رودخانه تشکیل می‌شوند.

فرضیه‌ی سوم در مورد علت تشکیل پیچان‌ها این است که: چنین

پدیده‌هایی، زمانی در دشت‌های سیلابی تشکیل می‌شوند که تغییراتی در میزان شیب طولی مسیر جریان آب پدید آید. طبق این فرضیه، کاهش شیب طولی موجب فشردگی آب در طول مسیر جریان، و در نهایت موجب تشکیل پیچان‌ها می‌شود. این فشردگی که در طول مسیر جریان آب رخ می‌دهد، ابتدا موجب وقوع حرکات جانبی و در صورت وجود زمینه‌ی مساعد، موجب خمیدگی مسیر و در نهایت تشکیل پیچان‌ها می‌شود.

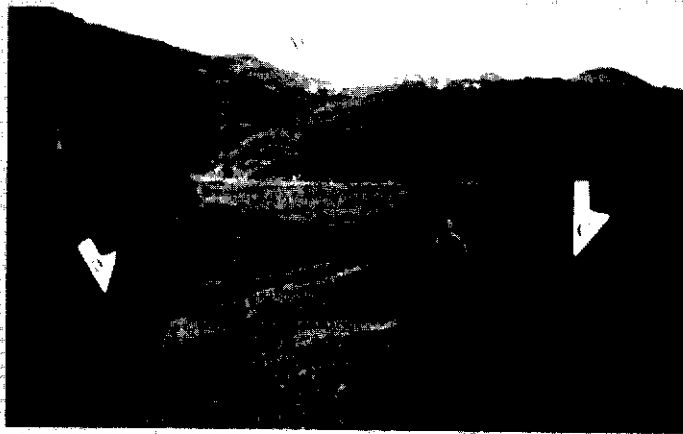
فرضیه‌ی چهارم در مورد توجیه علت تشکیل پیچان‌ها، بر تأثیر وقوع تغییرات مهم در مسیر جریان رودخانه‌ها تأکید دارد. طبق این فرضیه، تغییر در نوع لیتولوژی، حضور موانع تصادفی و همچنین تأثیر عوامل ناشی از فعالیت‌های تکتونیکی و نقش حضور موانع حاصل از فعالیت‌های آتشفشانی، از دلایل عمده‌ی خمیده شدن مسیر رودخانه‌ها و یا افزایش خمیدگی آن‌ها محسوب می‌شوند. برای مثال، زمانی که رودخانه از روی «لیتولوژی کم مقاوم» به روی لیتولوژی مقاوم‌تر می‌رسد، خمیده‌تر می‌شود و در نتیجه پیچان‌های متوالی تشکیل می‌دهد. افتادن تخته سنگ‌های بزرگ در مسیر جریان رودخانه‌ها و ایجاد گسل‌هایی که اختلاف سطح مشخصی پدید می‌آورند نیز ممکن است چنین نتایجی را به همراه داشته باشند.

یکی از فرضیات دیگر که طرفداران زیادی هم دارد، تشکیل و توسعه‌ی پیچان‌ها را به افزایش دبی در مواقع استثنایی نسبت می‌دهد (فرضیه‌ی پنجم). بروز تغییرات در میزان دبی رودخانه‌ها، هنگام وقوع سیل و حاکمیت شرایط اقلیمی و هیدرولوژیکی خاص، از دلایل عمده‌ی جابه‌جایی در مسیر جریان آب و مساعد شدن زمینه برای خمیدگی آن تلقی می‌شود. برخی از محققان معتقدند که به دنبال وقوع تغییرات مشخص اقلیمی و هیدرولوژیکی در کواترنری [خیام، ۱۳۷۰: ۲۰۵]، به ویژه بعد از آخرین دوران یخبندان، خمیدگی‌های عمده‌ای در مسیر جریان رودخانه‌ها پدید آمده است؛ به طوری که عمده‌ترین پیچان‌ها که موجب گسترش و پهن تر شدن دشت‌های سیلابی شده‌اند، در این دوره شکل گرفته‌اند. دوری با استناد به میراث‌های موجود که حاکی از گسترش خمیدگی در مسیر جریان رودخانه‌ها هستند، اظهار داشته است: با توجه به عظمت پیچان‌های گذشته، باید میزان دبی رودخانه‌ها، به دنبال وقوع تغییرات عمده‌ی اقلیمی، به ۲۰ تا ۶۰ برابر میزان فعلی رسیده باشد تا رودخانه‌ها بتوانند چنین پیچان‌های بزرگی را پدید آورند [Dany, به نقل از: Spark, 1990: 137].

در دره‌های شمالی سهند، آثار زیادی از تشکیل چنین پیچان‌های بزرگی را می‌توان مشاهده کرد. با عنایت به عظمت این پیچان‌ها و با مدنظر قرار دادن توان فعلی رودخانه‌ها، به نظر نمی‌رسد که تشکیل چنین پیچان‌هایی، به وضعیت و شرایط حاکم کنونی بر محیط و رودخانه‌ها مربوط باشد. با استناد به مطالعات صورت گرفته در دره‌ی «لیقوان چای»







شکل ۱. تشکیل پیچان‌ها در دره‌ی لیقوان چای (یکی از دره‌های شمالی سهند). a. خط‌های مربوط به توسعه‌ی پیچان‌های گذشته، b. محل استقرار سیرک‌های یخچالی، c. محل طغیان آب در شرایط بنیاد آستانبای

مواد تشکیل دهنده‌ی دیواره‌ی دره، وقوع تغییرات در نیروی رودخانه، حرکت جانیسی رودخانه، و فرسایش کناری به ویژه در بخش‌های میانی و پائین دست آن تعیین می‌شود [Leopold, 1997: 176].

نیروی رودخانه، در واقع بیانگر میزان و ظرفیت حمل رسوبات در کانال‌های اصلی و یا بر جای گذاری آن‌ها در داخل

کانال و یا در سطوح دشت‌های سیلابی- هنگام طغیان رود- است. در مواردی که توان رودخانه به عللی افزایش می‌یابد و یا در مسیر جریان رود، تغییراتی رخ می‌دهد، رود می‌تواند با جابه‌جایی‌های مکانی و حرکت جانیسی، رسوبات قبلی را که بر جای گذاشته است، مورد کاوش قرار دهد و آن‌ها را با خود حمل کند. [همان: ۲۷۱]. برای نمونه، وقوع سیل که زمینه را برای حرکت جانیسی و رشد پیچان‌ها فراهم می‌سازد، می‌تواند باعث کاوش و تحلیل تراس‌های قبلی واقع در کناره‌ی دره‌ها شود و با به تحلیل بردن آن‌ها، شیب دیواره‌ی دره‌ها و ارتفاع آن‌ها را افزایش دهد.

با تشدید فرسایش عمودی و جانیسی توسط رودخانه‌ها، ضخامت نهشته‌ها و رسوبات، در یکی از طرفین سطوح دشت‌های سیلابی افزایش می‌یابد [Spark, 1990: 121]. به این ترتیب، با فراهم آمدن زمینه‌ی مساعد، میزان خمیده شدن مسیر رودخانه‌ها نیز افزایش می‌یابد، اما با افزایش میزان بار بستری در آب‌های جاری، ممکن است دوباره مسیر جریان به تدریج مستقیم شود. زیرا افزایش بار بستری و حمل آن‌ها مستلزم صرف انرژی زیاد است و این امر مانع از تولید انرژی آزاد در جریان آب که عاملی برای تشکیل پیچان‌ها است، می‌شود.

بدون شک در رشد و تحول پیچان‌ها، میزان و ضخامت رسوبات انباشته شده در سطوح دشت‌های سیلابی از اهمیت زیادی برخوردارند، اما نقش این عوامل در توسعه‌ی پیچان‌ها در دوره‌های تنگ برجسته‌تر است. به این دلیل که در دشت‌های سیلابی گسترده و پهن، آب‌های جاری در سطح وسیع تری پخش می‌شوند و مواردی را که به همراه دارند در سطح گسترده تری توزیع می‌کنند. بنابراین، مواد انباشته شده نیز در چنین محدوده‌هایی از ضخامت کم تری برخوردارند. این امر شانس تشکیل پیچان‌ها را کاهش می‌دهد. دای کار معتقد است، هر چه بر ضخامت آبرفت‌های سطوح دشت‌های سیلابی افزوده شود، رودخانه از حالت قیطانی به حالت پیچان تبدیل می‌شود. در این تغییر حالت، سیلاب‌ها که گل ولای زیادی به همراه دارند، نقش عمده‌ای ایفا می‌کنند [Daykaar, 2000: 91].

(یکی از نزدیک‌ترین دره‌های سهند به شهر تبریز) که نشان از انباشت رسوبات یخچالی در آخرین دوره‌ی یخچالی در منطقه دارد [زنگنه استسندی، ۱۳۶۹: ۲۵]، می‌توان گفت که آب حاصل از ذوب چنین یخچال‌هایی، رودخانه‌هایی با دبی بالا پدید آورده‌اند که تشکیل پیچان‌های بزرگ و عریض تر شدند

دشت‌های سیلابی از پیامدهای عمده‌ی آن‌ها محسوب می‌شوند (شکل ۱).

طبق فرضیه‌ی دیگری، بخش‌های میانی دشت‌های سیلابی، برای خمیده شدن مسیر جریان آب‌ها، از بخش‌های مساعد محسوب می‌شوند. با عنایت به وجود عوامل و بستر مساعد در این قسمت، پیچان‌ها فقط در چنین مکان‌هایی، امکان تشکیل می‌یابند. بر این اساس و طبق این فرضیه، گسترده شدن دشت‌های سیلابی و عریض تر شدن آن‌ها در قسمت‌های میانی، معلول توسعه‌ی پیچان‌های تحول یافته است، بنابراین، با توجه به این امر و با استناد به این فرض، باید پیچان‌های تحول یافته، فقط در بخش میانی دشت‌های سیلابی مشاهده شوند؛ در حالی که در طبیعت همیشه چنین نیست.

درک درست نحوه و علل تشکیل پیچان‌ها در طول زمان، مستلزم بررسی سیستمی آن‌ها است. لئوپولد از جمله پژوهشگرانی است که اعتقاد دارد، بدون تحلیل سیستمی شبکه‌های زهکشی نمی‌توان در مورد نحوه‌ی توسعه‌ی پیچان‌ها به نتایج قابل قبولی دست یافت [Leopold, ۱۹۹۷: ۱۷۶]. وی در توجیه نظرات خود چنین توضیح می‌دهد که در شرایط «بایدار محیطی»، در رودخانه‌ها (در مقیاس کوچک به عنوان یک سیستم باز)، گاه، مقدار انرژی پرت شده وجود دارد که این میزان انرژی باید طی زمان به میزان ثابتی برسد. این حد ثابت، به «خط انرژی تعادل» موسوم است. طبق این نظریه، پرت انرژی در طول مسیر رود، در اثر عبور آب از روی سطوح ناهموار دشت‌های سیلابی و از ورود آب‌های جاری در جلاب‌های موجود ناشی می‌شود. در این شرایط، خمیده شدن مسیر جریان آب، در واقع تلاش جریان رود برای رسیدن به تعادل مجدد محسوب می‌شود.

تأثیرات متقابل میزان رسوب گذاری و تشکیل و تحول پیچان‌ها بر یکدیگر، در سطوح دشت‌های سیلابی میزان رسوب گذاری در دشت‌های سیلابی، توسط بهای دره، نوع



رسوب گذاری رودخانه ها به صورت زیر خلاصه کرد:

۱. رودخانه های دارای پیچان، در جلوگیری از نهشته گذاری در بخش های بالادست دره ها، در مقایسه با رودخانه های فاقد پیچان، بسیار مؤثرتر هستند، به ویژه زمانی که سیلاب ها به وقوع می پیوندند.

شکل ۲. نمونه هایی از تبدیل آرایش قیطانی به پیچان در یکی از دره های شمال شرقی کوه سهند  
a تبدیل پیچان به حالت قیطانی b آثاری از پیچان های گذشته

تبدیل آرایش آب های جاری از حالت قیطانی به پیچان و یا برعکس، در مسیر رودهایی که از کوه سهند سرچشمه می گیرند نیز بسیار معمول است. در این محدوده ها، به ویژه در دره هایی که منشأ یخچالی- رودخانه ای دارند، می توان به آثار چنین تبدیل آرایشی در مسیر جریان آب ها در گذشته

## ۲. نیم رخ عرضی

رودخانه ها در قسمت خمیده تنگ تر از بخش مستقیم است. بنابراین، رودخانه ها در بخش خمیده، از توان بیش تری برای سایش و حمل رسوبات برخوردارند.

۳. حرکت جانبی رودخانه ها در بخش خمیده موجب می شود، رسوبات قبلی که به صورت های گوناگون (پشته، خاکریز، تراس و...) در سطوح دشت های سیلابی انباشته شده اند، دوباره توسط رودآ مورد کاوش و جابه جایی قرار گیرند.

۴. کاهش نقطه ی عطف یا اوج سیل در بخش پیچان، بزرگی و فرکانس وقوع سیل در جهت پائین دست رودخانه افزایش می یابد و از میزان حمل رسوبات درشت تر کاسته می شود.

و همچنین در شرایط فعلی برخوردار کرد (شکل ۲).

فرسایش پذیری مواد کناره ی دره ها، دبی بالا در مواقعی از سال، و بار رسوبی زیاد، شرایط مساعدی را برای توسعه ی کانال های قیطانی فراهم می سازند. نقش اندازه ی رسوبات، ویژگی های شرایط اقلیمی، و نوع و کمیت منبع تغذیه ی رودخانه ها را نیز در این مورد نباید فراموش کرد. برای مثال، در محیط هایی که رودخانه ها از آب های حاصل از ذوب یخچال ها و صفحات یخی تغذیه می کنند، وجود آرایش قیطانی در مسیر آن ها بسیار معمول است. در چنین محیط هایی، مواد درشتی که توسط سیلاب ها از بخش های بالادست حمل می شوند، در بخش های میانی و پائین دست دشت های سیلابی، به صورت خاکریزها و پشته ها، به ویژه

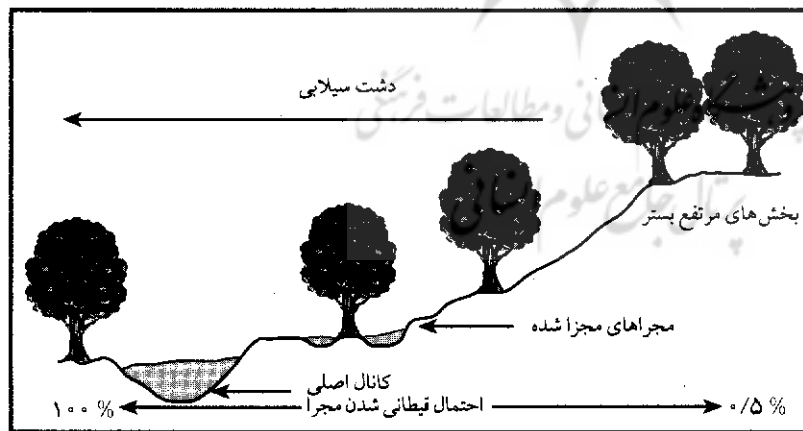
در بخش های میانی کانال ها، انباشته می شوند.

این امر باعث تقسیم رود به چندین جریان مجزا می شود (زهکشی قیطانی). این زهکشی قیطانی (شکل ۳)، در صورت فراهم شدن سایر شرایط، می تواند زمینه را برای تشکیل پیچان های بعدی فراهم سازد. (Krighton, 1989: 189; Retter, 1989: 147)

در بخش هایی از دره ها و یا دشت های سیلابی که تشکیلات آن ها شامل ازگراول ریز و ماسه است، دسترسی به بار رسوبی زیاد، انباشتگی سریع مواد در دره ها، پهن شدگی کانال ها و ریزش مواد دامنه ای به داخل دشت های سیلابی، آسان تر می شود. به این

ترتیب زمینه برای قیطانی شدن رودخانه ها و در مرحله ی بعدی برای تشکیل پیچان ها (و یا برعکس) مساعد خواهد شد.

توسعه و تحول پیچان ها، بر نحوه ی رسوب گذاری رودخانه ها در سطوح دشت های سیلابی، تأثیر عمده ای دارد، اما به طور کلی، می توان نحوه ی تأثیر توسعه و تحول چنین اشکالی را بر الگوی مکانی



شکل ۳. کانال اصلی a و مقطع عرضی یک مسیر قیطانی شده در سطح یک دشت سیلابی

۵. در اغلب موارد، در پایاب بستر رودخانه ها، انرژی کافی برای حرکت جانبی و توسعه ی پیچان ها وجود ندارد. در این بخش، سیلاب های کوچکی که در بعضی از مواقع به وقوع می پیوندند، رسوبات حمل شده از بالادست دره ها را در سطح گسترده تری از دشت های سیلابی توزیع می کنند.







شده در کف دره‌ها، حاکمی از وجود ارتباطاتی قوی میان ضخامت آبرفت‌ها با دو متغیر دیگر، یعنی بهنای دره و نیروی رودخانه در مقطع عرضی است. بیش‌تر کانال‌های طبیعی

آب، در پاسخ به تغییر در میزان مواد نهشته شده قلی و همچنین بروز نوسان در نیروی رودخانه

در سطوح دشت‌های سیلابی، به‌طور جانبی جابه‌جایی شوند. این حرکات جانبی، پهن‌تر شدن کانال‌های جریان آب را به دنبال دارد و کانال‌های پهن شده می‌توانند سیلاب‌های عرضی‌تر، اما کم‌عمق‌تر را دربرگیرند. چنانچه به عللی، بهنای پیچان‌ها افزایش یابد، در این شرایط، میانگین نیروی رودخانه‌ها به زیر آستانه‌ی نیروی بحرانی می‌رسد و انرژی قابل دسترس برای جابه‌جایی جانبی کاهش می‌یابد و در صورت افزایش بیش‌تر بهنای پیچان از توان حمل رسوب آن نیز به‌طور مؤثرتری کاسته می‌شود. در این صورت، رودخانه‌ها شروع به برجای‌گذاری بار بستری خود می‌کنند و به‌جای کاوش در بخش مفرغ، بر ضخامت رسوبات اتراشته شده می‌افزایند. در نتیجه، از حرکت جانبی رودخانه‌ها به تدریج کاسته می‌شود. اما اگر بر میزان ضخامت رسوبات در کناره‌ی دره‌ها افزوده شود و سایر سازوکارها، از جمله تکنیک و سطح آسانس، تعمیر نگردد باشند، افزایش ضخامت رسوبات، بر میانگین نیروی رودخانه‌ها تأثیر چندانی نخواهد گذاشت [Dykaar, 2000: 91].

در مقابل محققانی که به وجود رابطه‌ی مستقیم میان پیچان‌ها و تشکیل دشت‌های سیلابی عقیده دارند، محققانی هم هستند که وجود چنین رابطه‌ای را تأیید نمی‌کنند [Lecca, 1997: 289] و معتقدند، تشکیل دشت‌های سیلابی به شکل کلی رودخانه وابسته نیست، بلکه دشت‌های سیلابی زمانی تشکیل می‌شوند که رودخانه‌ها موادی را از بخش‌های بالادست بردارند و در طول مسیر حمل کنند (در شرایط عادی و یا غیرعادی). به محض فروکش کردن آب و یا کاهش دبی، ابتدا مواد درشت‌تر و سپس در فاصله‌ای دورتر، مواد ریزتر نهشته می‌شوند. بنابراین طبق این باور، در تشکیل دشت‌های سیلابی، نقش پیچان‌ها یا به عبارت بهتر، نقش فرایندهای کاوشی چندان محسوس نیست، بلکه این فرایندهای انباشتی هستند که در تشکیل دشت‌های سیلابی نقشی مهم ایفا می‌کنند.

اثر توسعه‌ی پیچان‌ها بر ناپایداری دامنه‌ها و دیواره‌ی دره‌ها و افزایش میزان رسوبات رودخانه‌ها توسعه‌ی پیچان‌ها در بستر رودخانه‌ها، نه تنها معرف بروز تغییرات

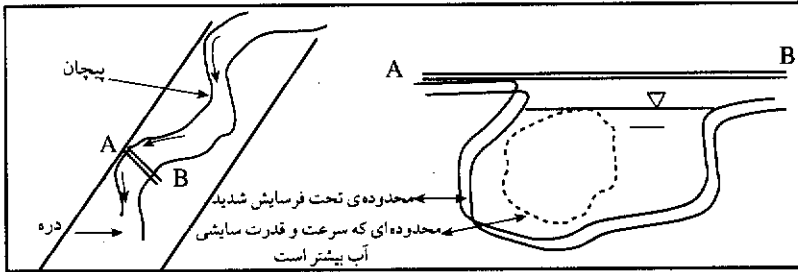
ناثیر تشکیل و توسعه‌ی پیچان‌ها در پیدایش و عرض‌تر شدن دشت‌های سیلابی

به باور برخی از محققان حرکات جانبی رودخانه و خمیده شدن مسیر جریان آب، علت اولیه و عملی در تشکیل دشت‌های سیلابی است و به مرور زمان به عامل

مهمی در عرض‌تر شدن آن‌ها تبدیل می‌شود. [Petts, 1988: 70; et al, 1997: 22] معمولاً دشت‌های سیلابی توسط آبرفت‌های ضخیم پوشیده می‌شوند (به‌ویژه در بخش‌های میانی و پائین) است. در متون ژئومورفولوژی، چنین پدیده‌هایی با توجه و تأکید به این ویژگی تعریف و توصیف می‌شوند. با عنایت به این ویژگی که دشت‌های سیلابی توسط آبرفت‌ها شکل می‌گیرند، از آن‌ها به عنوان شکل‌های نهشته‌ای رودخانه‌ای یاد می‌شود، اما طبق این فرضیه که «دشت‌های سیلابی در اثر توسعه‌ی پیچان‌ها تشکیل می‌شوند»، باید چنین پدیده‌های ژئومورفولوژیکی، به عنوان نمونه‌ای از شکل‌های فرسایشی رودخانه معرفی شوند. سلی از جمله دانشمندانی است که تشکیل و عرض‌تر شدن دشت‌های سیلابی را معلول حرکات جانبی رودخانه‌ها و خمیده شدن مسیر جریان آن‌ها می‌داند و از چنین پدیده‌های به عنوان شکل‌های سایشی یاد می‌کند [Selby, 1985] (شکل ۲).

میزان خمیدگی در مسیر جریان رودخانه‌ها که تعیین‌کننده‌ی بهنای دشت‌های سیلابی نیز هست، به توان کاوشی آب‌های جاری و به مقاومت مواد بستری و مقاومت دیواره‌ی دره‌ها بستگی دارد. لئوپولد معتقد بود که بهنای دشت‌های سیلابی، نشان‌دهنده‌ی گستره و فضای لازم برای ذخیره و انباشته شدن مقدار رسوبات است. این فضا در اثر تشکیل پیچان‌ها به وجود می‌آید و وسعت آن به میزان رشد قوس پیچان‌ها بستگی دارد. توسعه‌ی پیچان‌های یک دره، ممکن است بیش‌تر از بهنای خود دره، الگوی رسوب‌گذاری و همچنین بهنای دشت‌های سیلابی را تعیین کند [Leopold, 1997: 176].

باید در نظر داشت که این فرایند حرکت جانبی رودخانه و توسعه‌ی خمیدگی در مسیر جریان آن‌ها که تشکیل دشت‌های سیلابی به آن نسبت داده می‌شود، فرایندی کاملاً پیچیده است و عوامل گوناگونی همراه با مورفولوژی کانال، در نحوه‌ی این حرکت جانبی و رشد پیچان‌ها مؤثرند [Lecca, 1997: 275]. توسعه‌ی دشت‌های سیلابی ممکن است در اثر نهشته‌گذاری (ضخیم‌تر شدن آبرفت‌ها)، به طرق متفاوت و در زمان‌ها و مکان‌های متفاوت صورت گیرد؛ با این حال، مقدار آبرفت‌های انباشته



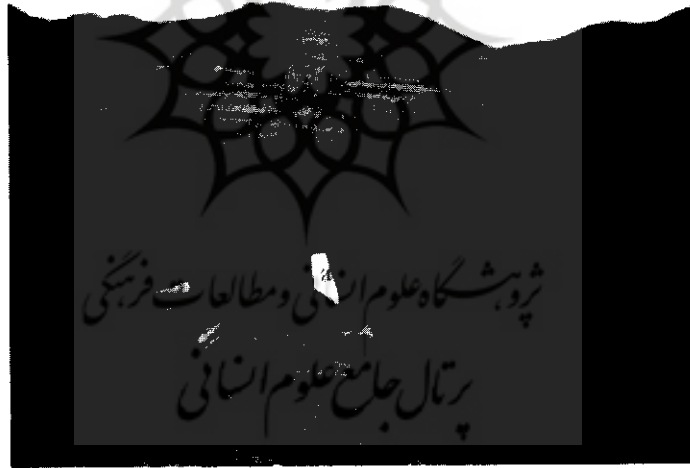
شکل ۵. نمایشی از مقطع عرضی و طولی یک پیچان و محدوده‌ی سایشی جریان آب

عمده در نیروی رودخانه است، بلکه مقدمه‌ای برای بروز تغییرات عمده در دشت‌های سیلابی و دیواره‌ی دره‌ها نیز محسوب می‌شود. با عنایت به عملکرد سیستمی رودخانه‌ها و همچنین با توجه به حضور پس‌خوردهای منفی در رودخانه‌ها و دشت‌های سیلابی (به عنوان عامل رشد و توسعه‌ی پیچان‌ها)، تغییر در بخشی از دشت سیلابی به آن قسمت ویژه

محدود نمی‌شود، بلکه اثرات این تغییرات در طول زمان، به بخش‌های دیگر نیز منتقل خواهد شد. همان‌گونه که گفته شد، توسعه‌ی پیچان‌ها در واقع بهترین معرف بروز تغییر در میزان نیروی رودخانه‌هاست. در پیچان‌ها، معمولاً حداکثر نیرو در بخش قوس آن‌ها تمرکز می‌یابد، و در صورت تماس قوس با دیواره‌ی دره، این نیروی اضافی صرف فرسایش کناره‌ای می‌شود (شکل‌های ۵، ۶، ۷ و ۸). در اثر شیب هیدرولیکی که در جریان رودخانه به وجود می‌آید، یک جریان چرخشی دومی نیز پدید می‌آید از طریق پس‌خور مثبت، قدرت چرخشی

آب در مسیر جریان افزایش می‌یابد. به این ترتیب، دیواره‌ی دره توسط موج‌های پی‌درپی و قوی جریان بعدی آب، در محدوده‌ی قوس‌های متوالی پیچان‌ها، مورد حمله قرار می‌گیرد. لازم به یادآوری است که میزان و نوع زخم در دیواره‌ی دره، به نوع آرایش قوس پیچان و نوع ماده‌ی دیوار بستگی دارد.

تدریج به طرف دیواره متوجه شود. در اثر خالی شدن پای دیواره‌ها و در نهایت ریزش و لغزش مواد دیواره‌ای ممکن است خاک‌های حاصلخیز حواشی دره‌ها به داخل آن‌ها فرو ریزند و در اختیار آب‌های جاری قرار گیرند یا در اثر ریزش مواد دیواره‌ای، خاک‌های حاصلخیز دشت‌های سیلابی زیر مواد ریزشی مدفون شوند. مواد فرو ریخته باعث انحراف مسیر آب‌های جاری



شکل ۶. تشکیل پیچان در دره‌ی ليقوان چای (یکی از دره‌های شمالی سهند). به خطهایی که حاکی از توسعه‌ی پیچان‌ها در گذشته هستند، توجه شود (a).

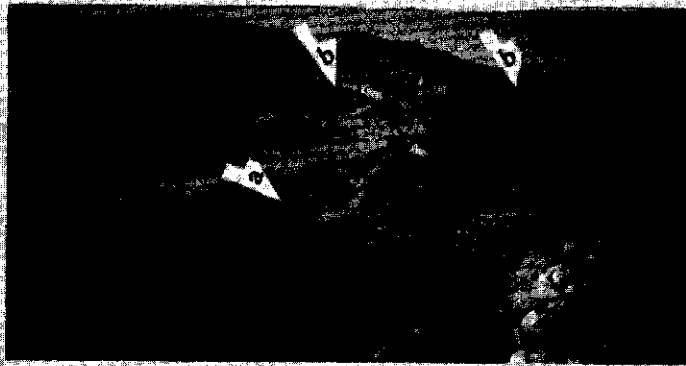
به طرف دیگر و به این ترتیب، موجب جلوگیری از فرسایش بیش‌تر دیواره می‌شوند. مواردی که بیان شد، در واقع سازوکارهای طبیعی رودخانه‌ها، برای کاهش حرکات جانبی و در نتیجه، جلوگیری از هجوم آن‌ها به دیواره‌ی دره‌ها و ریزش آن‌ها محسوب می‌شوند. گاه خود انسان نیز با تغییراتی که در دشت‌های سیلابی پدید می‌آورد. زمینه را برای جابه‌جایی جانبی مسیر رودخانه‌ها و در نتیجه ایجاد پیچان‌ها و سایش دیواره‌ها فراهم می‌کند. این امر، موجب افزایش بار رسوبی رودخانه‌ها می‌شود. با عنایت به افزایش بار رسوبی رودخانه‌ها، در

دره‌ها، در محدوده‌ی دشت‌های سیلابی، به صورت‌های گوناگونی صورت می‌گیرد (شکل ۹). جابه‌جایی پیچان‌ها و نحوه‌ی گسترش آن‌ها، همچنین نوع آرایش قوس پیچان، به عوامل متعددی، از جمله نیروی رودخانه، جنس مواد تشکیل‌دهنده‌ی دره‌ها و موانع موجود در بستر جریان آب‌ها بستگی دارد. هر نوع آرایش یا جابه‌جایی قوس پیچان، با توجه به مواد تشکیل‌دهنده‌ی دیواره‌ی دره‌ها و نیروی رودخانه، تأثیر ویژه‌ی خود را بر میزان کاوش آبرفت‌های دشت‌های سیلابی، سایش تراس‌ها، کندوکاو دیواره‌ی دره‌ها، و تولید مواد می‌گذارد.

زمانی که قوس پیچان در اثر حرکات جانبی مسیر رود، به نزدیکی







اثر افزایش حرکات جانبی رود، و همچنین با توجه به این که امروزه دشت های سیلابی توسط انسان به انواع کشاورزی (گاه کساری) می توانست با انسان محیط اختصاص یافته اند، می توان تصور کرد که کاهش حرکات جانبی رودخانه ها، به منظور

مسیر رودخانه ها و در نتیجه، از میزان فرسایش کناری آن ها کاسته، نتایج حاصل از مطالعات این محققان در یکی از دشت های سیلابی آمریکا نشان می دهد که در مکان مورد

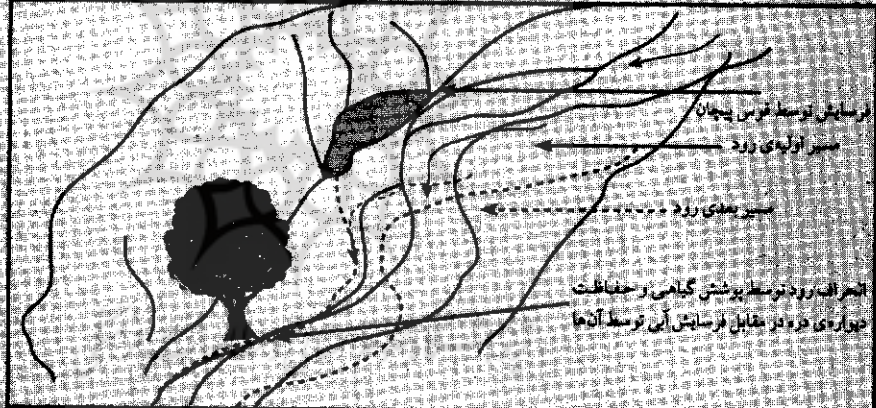
شکل ۷. هجوم پیچان به دیواره ی دره و وقوع لغزش در مرز قیان چای (یکی از دره های شرقی کوه سهند) در محل قوس پیچان قبلی و فرسایش دامنه و وقوع لغزش در اثر هجوم قوس پیچان به طرف یکی از دیواره ها

به حداقل رساندن خطرناک ناشی از ناپایداری دامنه ها و میزان بار رسوبی رودخانه ها، تا چه حد از اهمیت برخوردار است. یا مد نظر قرار دادن حساسیت دشت های سیلابی به بروز تغییرات و همچنین با دقت نظر گرفتن این که دشت های سیلابی محل استقرار انسان ها و مکان مناسبی برای انواع فعالیت هستند، به عبارت بهتر، دره ها و دشت های سیلابی مناطق کوهستانی، به عنوان گلرگانه های

نظر، پس از اتخاذ تدبیرهای اصولی و انجام عملیات اصلاحی و همچنین مدیریت درست محیطی در دره ها، از میزان حرکت جانبی مسیر جریان رودخانه ها، حداکثر ۷/۰ میلی متر تا ۱۲/۰ میلی متر در طول سال های ۱۹۹۰ تا ۱۹۲۰، و به همان نسبت از میزان بار رسوبی رودخانه کاسته شده است.

**نتیجه گیری**

پیچان ها که به صورت انحنای متوالی در مسیر جریان رودخانه ها دیده می شوند، از شاخصه های بسیار مهم در بروز تغییرات حتمی هیدرولوژیکی و ژئومورفولوژیکی در دره ها و دشت های سیلابی به حساب می آید. فرسایش پذیری کناره ی دره ها، تغییرات لیتولوژیکی در مسیر رودخانه ها، و بوسان در میزان دبی رودخانه ها، از جمله مواردی هستند که شرایط مساعدی برای وقوع پیچان ها در مسیر رودخانه ها پدید می آورند. با

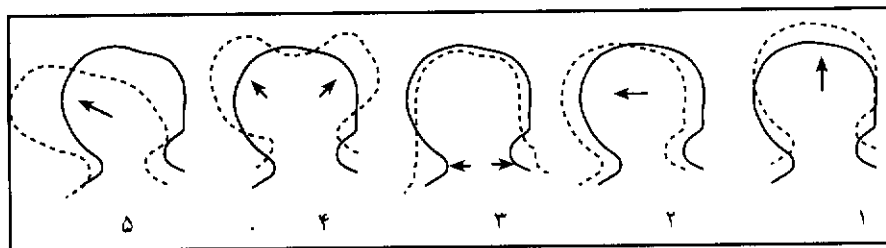


شکل ۸. نحوه ی حرکت جانبی رود و هجوم پیچان ها به دیواره ی دره در سطح دشت های سیلابی. به تائید پوشش گیاهی در انحراف قوس پیچان توجه شود (b).

حیاتی در نظر گرفته می شوند، مطالعات زیادی در زمینه ی نحوه ی کاهش حرکات جانبی رودخانه ها، با هدف جلوگیری از هجوم آب های جاری به کناره ی دیواره ی دره ها صورت گرفته است. با توجه به اهمیت میزان رسوبات وارده به رودخانه ها که عمدتاً در اثر حرکات جانبی جریان آب ها و ریزش مواد دیواره ی دره ها صورت می گیرد، می توان با اعمال و انجام تدبیرها و عملیات اصلاحی در دشت های سیلابی (از جمله کاهش اوج های دبی هنگام وقوع سیل و جلوگیری از دستکاری های اصولی در دشت های سیلابی)، دامنه ها و دیواره ی دره ها را از هجوم پیچان ها محافظت کرد و به این ترتیب جلوی ریزش و لغزش دامنه ها و دیواره ها را گرفت. در این رابطه، کنوس و هومسون<sup>۱۰</sup>، از جمله محققانی هستند که در پی مطالعات پیگیر خود نشان دادند، می توان با اتخاذ تدبیرها و یک سلسله اقدامات اصولی از جابه جای

حرکات جانبی رودخانه ها و خمیده تر شدن مسیر جریان آب ها در دره ها و دشت های سیلابی، نیروی رودخانه در بخش خمیده تمرکز می یابد و با تماس بخش خمیده با پای دیواره ی دره ها، عمل سایش مواد دیواره ای شروع می شود. با تداوم عمل سایش و خالی شدن پای دیواره ها، مواد آن ها به داخل دره ها و به سطح دشت های سیلابی فرو می ریزند، این امر موجب افزایش بار رسوبی رودخانه ها و بروز تغییرات حتمی در عمل فرایندهای انباشتی و کادوسی آن ها می شود. گاه در اثر بروز چنین تغییراتی، بخش اعظمی از خاک های حاصلخیز دشت های سیلابی زیر مواد فروریخته، مدفون می شوند و یا خاک های قابل کشت سطح شیب دار، در اثر فروریزی و ریزش، در اختیار آب های جاری قرار می گیرند. تشکیل و رشد پیچان ها نه تنها مانع از رشد های گوناگون و معلول بروز تغییرات مهم در ویژگی های محیطی است، بلکه خود پیچان نیز به عنوان یک شاخص در ژئومورفولوژیکی، و پیش درآمدی





شکل ۹. شکل‌های گوناگون هجوم قوس پیچان به دیواره‌ی رود:

۱. گسترشی، ۲. انتقالی، ۳. رشد پاینده، ۴. تغییر مرکب، حرکت انحرافی.  
خط‌های پر شرایط کنونی قوس پیچان و خط‌چین‌ها جهت گسترش قوس پیچان را نشان می‌دهند.

برای بروز تغییرات عمده‌ی محیطی در دره‌ها و دشت‌های سیلابی محسوب می‌شود. دره‌ها به عنوان گلوگاه‌های حیاتی و دشت‌های سیلابی به عنوان بسترهای تاریخی برای فعالیت‌های زراعی و همچنین در مواردی به عنوان سکونتگاه‌های انسانی، به شدت از حرکات مسیر رودخانه متأثر می‌شوند.

گاه تغییرات ناشی از حرکات جانبی رودخانه‌ها در دره‌ها، به حدی شدید است که در اثر چنین تغییراتی نه تنها حسارات جانی و مالی فراوانی به ساکنان چنین بسترهایی تحمیل می‌شود، بلکه ساکنان شهرها و روستاهای مجاور نیز به طور مستقیم یا غیرمستقیم از بازتاب چنین تغییراتی بی‌بهره نمی‌مانند. با عنایت به وجود حساسیت بستر جریان رودخانه‌ها نسبت به بروز کوچک‌ترین تغییرات و اثرات زیانبار ناشی از تغییرات ناگهانی و یا تدریجی در نحوه‌ی آرایش جریان، ضروری به نظر می‌رسد که سازوکار تغییرات و تأثیرات این پدیده بر سایر پدیده و فرایندها کاملاً مورد مطالعه قرار گیرد تا با استناد به چنین شناختی و با توجه به حساسیت ارتباط حلقه‌های سازوکارهای طبیعی بتوان، تدبیرهای لازم را برای استفاده از منابع طبیعی و همچنین عملیات اصلاحی (به منظور کاهش مخاطرات طبیعی)، به طور اصولی اتخاذ کرد؛ در غیر این صورت، اجرای طرح‌های اصلاحی در چنین محیط‌هایی، نه تنها با موفقیت همراه نخواهد شد، بلکه ممکن است با تحریک بیش‌تر فرایندها و ایجاد زمینه‌ی مساعد برای وقوع پدیده‌ها، شرایط را وخیم‌تر از پیش سازد.

با توجه به این‌که سیستم‌های رودخانه‌ای در رابطه با ویژگی‌های طبیعی منطقه و همچنین نوع دخالت‌های انسان، به انواع تغییرات عکس‌العمل‌های بسیار متفاوتی نشان می‌دهند، توسل به مطالعات ژئومورفولوژی بنیادی در هر منطقه و بررسی زایش پدیده‌ها در رابطه با ویژگی‌های محل زایش، ضروری به نظر می‌رسد. به عبارت دیگر، به منظور کاهش خسارات ناشی از بلایای طبیعی و تخریب محیط، به‌ویژه جلوگیری از سایش بیش از حد دیواره‌ی دره‌ها، با هدف کاهش میزان رسوب‌زایی رودخانه‌ها، به نظر می‌رسد، استفاده از یافته‌های ژئومورفولوژی، با توجه به نگرش جامع آن به پدیده‌ها و عمل فرایندها و توسل به نتایج این یافته‌ها برای شناخت محیط و مدیریت مناسب آن، بهترین راه‌حل باشد.

- زیرنویس
۱. دشت‌های سیلابی (Floodplain) به عنوان مهم‌ترین اشکال رودخانه‌ای، به زمین‌های نسبتاً هموار اطراف مجرای اصلی رودخانه‌ها اطلاق می‌شوند که به وسیله رسوبات و نهشته‌های برجای گذاشته شده، مشخص می‌گردند. چنین بخش‌هایی، در اغلب سال و در رژیم‌های آرام رودخانه مشاهده می‌شوند و در مواقعی که رودخانه سیلابی است، به زیرآب می‌روند [Selby, 1985: 282., Gomez at al, 1998: 405].
  2. Braiding
  3. Meander
  4. Jet Streams
  5. Golf Streams
  6. Amplitude
  7. Radius of Curvature
  8. steady state
  9. Energy dissipation
  10. The energy grade line

#### منابع

۱. خیام، مقصود. سهند آتشفشان پلیو- پلیستوسن و تحول ژئومورفولوژیکی آن در کوآرتز. مجله‌ی دانشکده‌ی ادبیات دانشگاه تبریز. سال بیستم. ۱۳۷۰.
۲. زنگنه اسدی. پژوهش‌های ژئومورفولوژی در دامنه‌های شمالی سهند. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد. دانشکده‌ی علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز. ۱۳۶۹.
3. Baker, V.R.R, C. Kochel and P, C. Patton. Flood geomorphology. John Wiley. 1987.
4. Dykaar, M.. Floodplain formation and cottonwood colonization pattern on the Willamette River, Oregon, USA. Environmental Management. 25:87-107,2000.
5. Goudie, A. The human impact on the natural Environment. Blalwell. 1994.
6. Lecce, A. Spatial patterns of historical overbank. 1997.
7. Leopold, L.B. Water, river and Greeks. University science books. 1997.
8. Petts, G and Foster, L. river and landscape. Arnold.
9. Ritter, D.F. Floodplain erosion and deposition during the December 1988.
10. Selby, M.J. Earths changing surface. Oxford. 1985.
11. Shams, M.,G,Ahmadi and D,H.Smith. Computational modeling of flow and sediment transport and deposition in meandering rivers. Advances in water resources, pp, 689-699. 2002.
12. Sheideger, M. Theoretical geomorphology. Springer. 1991.
13. Spark, B.W. Geomorphology. Longman. 1990.

