Archive of SID

بررسی و تحلیل فرسایش آبراهه‌ای با استناد به شواهد ژئومورفولوژیکی با استفاده از روشهای کمّی وکلاسیک: حوضه قرنقوچای (واقع دردامنه‌های شرقی کوهستان سهند در آذربایجان شرقی)

مریم بیاتی خطیبی*[1]، فریبا کرمی[2]، داود مختاری کشکی[2]

۱- استادیارگروه پژوهشی جغرافیا، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
۲- استادیارگروه پژوهشی جغرافیا، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

دریافت: ۸۴/۲/۱۲ پذیرش: ۸۴/۵/۲۴

چکیده

فرسایش آبراهه‌ای در حوضه‌های کوهستانی، از مهمترین عامل افزایش رسوب محسوب می‌شود. عوامل بی‌شماری بتنهایی و یا در قالب یک مجموع، در تحریک بستر جریان رودخانه‌ها و یا شیبهای مشرف به دره‌ها، نقش ایفا می‌کنند. نحوه عملکرد فرایندهای مختلف رودخانه‌ای و دامنه‌ای با شاخصه‌هایی همراه می‌باشند که مهمترین آنها، حضور اشکال کاوشی و یا نهشته‌ای درطول دره‌ها و تغییر نیمرخ طولی آنها درطی زمان است. استناد به نحوه آرایش نیمرخ طولی دره‌ها در بررسی نحوه عملکرد فرایندها می‌تواند اطلاعات با ارزشی ارائه دهد. مهمتر اینکه، می‌توان نیمرخ طولی دره‌ها را با استفاده از تحلیلهای رگرسیونی (با انواع توابع ریاضی) تفسیر وتغییرات آن را درطی زمان بررسی نمود و دره‌ها را با تکیه به ضرایب حاصل از تحلیلهای رگرسیونی مقایسه کرد. با این توجیه که تحول دره‌ها مشخص کننده میزان سایش درطول دره‌ها و یا در کل حوضه یک آبریز ویژه است، در این مقاله سعی شده است تا نحوه فرسایش درطول آبراهه‌ها در ارتباط با تحول دره‌ها وکل حوضه با استفاده از تحلیلهای رگرسیونی بررسی قرارگیرد و با استناد به نتایج حاصل، محدوده‌های تحت انواع فرسایش، پهنه‌بندی شود. نتایج این بررسیها نشان می‌دهد که به‌طور کلی حوضه قرنقو، دره اصلی و بعضی از دره‌های فرعی آن در مرحله بلوغ (برازش با تابع توانی) واقع شده‌اند و بیشترین مساحت حوضه نیزتحت فرسایش آبراهه‌ای متوسط قرار دارد.

کلید واژه‌ها: تحول دره، تحول حوضه، فرسایش آبراهه‌ای، کوهستان سهند، قرنقوچای.

* نویسنده مسؤول مقاله: E-mail: m.bayati@tabrizu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

درنواحی کوهستانی، به لحاظ وفور انرژی ناشی از اختلاف سطوح، بستر جریان رودخانه‌ها به‌طور مداوم در حال تغییر است. این تغییرات که منعکس‌کننده تغییرات درمیزان انرژی رودخانه‌ها است، در طی زمان به پدیدآمدن اشکال مختلف و مشخص ژئومورفولوژی منجر می‌شود. به عبارت دیگر، تغییراتی که درطول دره‌ها صورت می‌گیرد و تنظیماتی که در آرایش نیمرخ طولی آنها در طی زمان رخ می‌دهد، با پیدایش اشکال کاوشی وانباشتی درطول بسترجریان رودخانه‌ها همراه است که این اشکال درمطالعه دره‌ها ونحوه عملکرد فرایندهای فرسایشی درطول آنها در درک کاهش و یا افزایش انرژی درطی زمان، بهترین ویژگی ژئومورفولوژیکی ومورفولوژیکی محسوب می‌شوند. چنین مطالعه‌ای نیز در قالب بررسی تحول اشکال ژئومورفولوژیکی (بویژه تحول دره‌ها و حوضه‌ها)، با یک نگرش سیستمی‌به عملکرد فرایندهای مختلف، امکان پذیراست[۱، ص۲۲؛ ۲، ص۷۰۰۲].

روند تحول دره‌ها، ممکن است درطی زمان به‌طور عادی دنبال گردد و یا در اثر بروز تغییرات ناگهانی در منطقه و یا درطول دره‌ها، دچاراختلال شود. توضیح اینکه در نواحی کوهستانی، نیمرخ طولی بسترجریان رودخانه‌ها، علاوه برطی روند عادی برای رسیدن به تحول نهایی، در پاسخ به بروز انواع آشفتگیها تغییر می‌یابد و رودخانه‌ها، برای برابرسازی میزان تغییرات رخ داده، مجبور به تغییر و تنظیم نیمرخ طولی خود می‌گردند که‌این تنظیم با نهشته شدن مواد در یک محدوده ویژه وفرسایش درمحدوده دیگر صورت می‌گیرد[۳، ص۲۹۴]. اما باید درنظر گرفت که میزان وقوع تغییرات درطول دره‌ها و تنظیمات درآرایش نیمرخ طولی بسترجریان رودخانه‌ها، نه تنها بشدت وقوع حوادث و بروز آشفتگیها در منطقه، دره و در سطوح شیبداربستگی دارد، بلکه بخشی از این تنظیمات و تغییرات به روند تحول کلی حوضه نیز وابسته است و از ویژگیهای خاص منطقه‌ای و محلی تبعیت می‌کند. در این صورت با مدنظر قراردادن موارد مذکور، باید در کنار نگرش جامع به روند تحول حوضه و دره‌ها، نقش عوامل متنوع در سرتاسر دره‌ها و آبراهه‌ها نیز در نظرگرفته شوند.

سرآغاز بررسی نحوه فرسایش توده زمین، بویژه تغییرات درطول بستر جریان رودخانه‌ها با یک نگرش سیستمی به نحوه عملکرد فرایندها به گیلبرت[1] (۱۸۱۷)، مربوط می‌شود[۴، ص ۴۵؛ ۵، ص۵۵] که بعد از وی محققان دیگری نیز، مانند شیوم[2] (۱۹۴۵)، سلبی[3]

1. Gilbert
2. Schumm
3. Selby

www.SID.ir

Archive of SID

(۱۹۸۵)، استانفرد[1] (۱۹۹۳)، ناش[2](۱۹۹۴)، اهموری[3] (۱۹۹۹) و... سرخط پژوهشهای وی را از زاویه دیگر دنبال کردند؛سپس نتایج مطالعات خود را در قالب کتاب و مقاله ارائه دادند[۶، ص۳۶۶؛ ۷، ص۴۷]. اما می‌توان گفت که در میان این محققان، اهموری اولین محققی است که بررسی تحول دره‌ها و فرسایش آبراهه‌ها ر ابا استفاده از روشهای کمّی، از قالب توصیف خارج و به حیطه تحلیل وارد کرد. او با به‌کارگیری توابع ریاضی، امکان مقایسه آبراهه‌ها را با استناد به ضرایب حاصل از تحلیلهای کمی، فراهم ساخت.

با توجه به غنای منابع خارجی در زمینه تحلیل سیستمی تغییرات اشکال ژئومورفولوژیکی، بویژه تحلیل عملکرد فرایندهای کاوشی و یا انباشتی درطول دره‌ها و آبراهه‌ها، متأسفانه در ایران مطالعه روند تحول این اشکال ونحوه سایشی آنها از دیدگاه سیستمی، بسیار اندک بوده که دراین مورد، کوهستان سهند، بخصوص دامنه‌های شرقی آن، به دلایل مختلف، اصولاً فاقد چنین مطالعاتی بوده است. حوضه قرنقوچای واقع در دامنه‌های شرقی سهند، به لحاظ ویژگیهای ساختاری، تغییرات اقلیمی و زمین ساختی[4] گذشته و در دهه‌های اخیر، بروز آشفتگیهای عمده (طبیعی و یا به دست انسان درطول دره‌ها و سطوح شیبدار)، این حوضه را به یکی از رسوبزاترین حوضه‌های سهندتبدیل کرده است. علی رغم شدت سایش در سالهای گذشته، سدی نیز به رودخانه قرنقو بسته شده است. با توجه به شدت فرسایش آبراهه‌ای و افزایش مواد رسوبی درطول دره‌های حوضه قرنقو، دراین مقاله سعی شده است تا نحوه و میزان فرسایش آبراهه‌ها در حوضه مذکور، مطالعه و عملکرد سیستمی فرایندهای سایشی درطول آبراهه‌ها در ارتباط با تحول کلی حوضه با استفاده از روشهای کلاسیک و کمّی بررسی شود.

۲ - موقعیت جغرافیایی حوضه قرنقوچای و ویژگیهای طبیعی آن

حوضه آبخیز قرنقو به وسعت ۳۵۹۲/۵ کیلومتر مربع، یکی از زیر حوضه‌های آبخیز قزل‌اوزن می‌باشد که در موقعیت جغرافیایی ۲۵′/۴۶° تا ۵۵′/۴۷° طول شرقی و ۵۵′/° ۳۶ تا ۰۵′/۳۷° عرض شمالی و در دامنه شرقی کوهستان سهند واقع شده است. این حوضه از سمت شمال به حوضه رودخانه شهرچای، از سمت جنوب به حوضه رودخانه آید وغموش، از سمت شمال غرب به سرشاخه‌های رودخانه آجی‌چای، از غرب به صوفی‌چای و لیلان

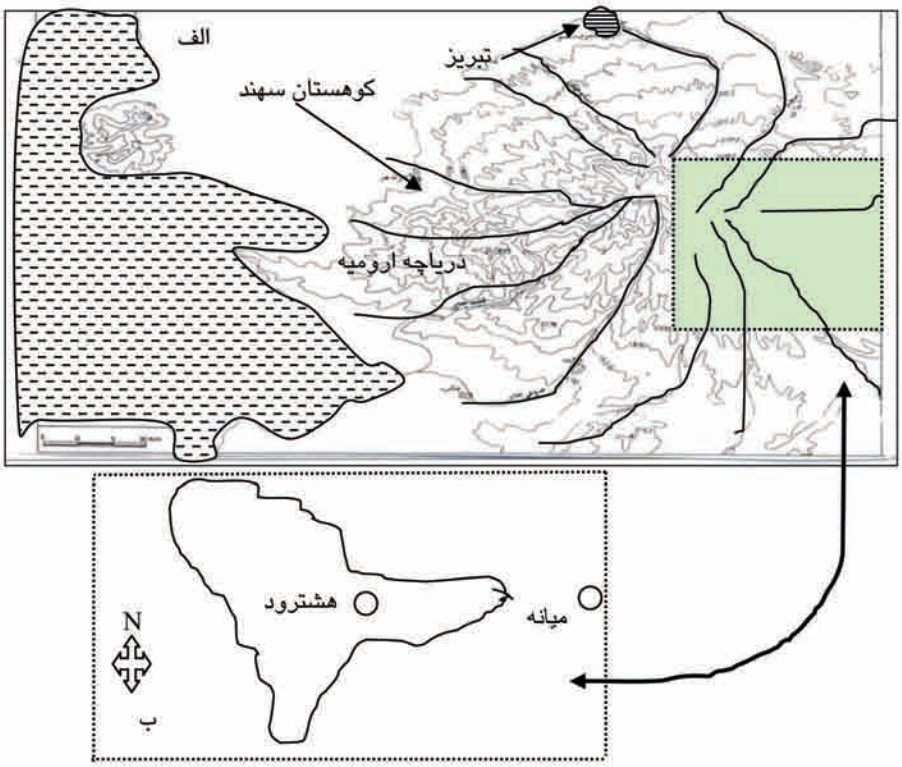
1. Standford
2. Nash
3. Ohmori

۴. تکتونیکی

www.SID.ir

Archive of SID

رود، از سمت جنوب غربی به سوقورچای، از جنوب و جنوب غربی به رودخانه اجیرلو محدود می‌شود. بزداغ با ارتفاع ۳۶۰۵ متراز مرتفعترین بخش این حوضه محسوب می‌شود و پست‌ترین نقطه آن نیز به ارتفاع ۱۰۴۳ متر در بخش خروجی حوضه قرارگرفته است(شکل۱).



شکل۱ الف ـ موقعیت جغرافیایی حوضه قرنقوچای در دامنه شرقی کوهستان سهند؛
ب ـ محدوده حوضه قرنقوچای

به‌طورکلی حوضه قرنقو، به‌وسیله یک رودخانه اصلی به نام قرنقو باجهت جریان شرقی ـ غربی و همچنین چهار رودخانه فرعی بنامهای کلقان چای، سراسکندر، آلمالوچای، آتش بیگ، چینی بلاغ، شورچای و شورجه‌چای، زهکشی می‌شوند که هریک از این رودخانه‌های فرعی نیز به‌وسیله شاخابهای متعددی تغذیه می‌شوند و از قلل مرتفع کوهستان سهند، بنام اربط داغ، اوداغ و... سرچشمه می‌گیرند. دره معروف و سرسبزشاهوردی، به‌عنوان محل شکلگیری روداصلی قرنقومحسوب می‌شود. بعد از شکلگیری شاخابهای

www.SID.ir

Archive of SID

مذکور، تمامی‌آنها در قسمت قرنقوچای میانی در یک دره نسبتاً تنگ به هم متصل می‌شوند، و رود اصلی قرنقو را تشکیل می‌دهند.

بخش اعظمی از دره اصلی و دره‌های فرعی قرنقوچای، روی مواد آذرآواری تشکیل شده‌اند، اما قلل منفرد، بخشهای مرتفع و ابتدای حوضه، از آندزیتها و بازالتهای حاصل از فعالیتهای آتشفشان دوران دوم تشکیل شده‌اند. در سایر بخشهای حوضه نیز، می‌توان تشکیلات دیگری، مانند ماسه سنگهای قرمز را مشاهده کرد که اغلب در بخشهای شمال و جنوب دره اصلی قرنقوچای به‌طور محدود، گسترده شده‌اند. این تشکیلات، به‌طورعمده با کنگلومرا، مارن و سنگهای سیلیتی وگاهی با ژیپس همراه می‌باشند. جنس ماسه سنگهای بخشهای مذکور، اغلب از ترکیبات آهک و بندرت سیلیسی است[۸، ص ۲۲]. کنگلومرای موجود دراین سازندها از نوع کنگلومرایی با سیمان نسبتاً سست است که در برابر عمل سایش، بویژه سایش آبی، مقاومت کمی از خود نشان می‌دهد. واحدهای آندزیتی، جوانترین سنگهای آتشفشانی دره اصلی و چند دره فرعی عمده محسوب می‌شوند که سنی معادل پلیو- پلیستوسن دارند. سنگهای این بخش از حوضه، بیشتر از جنس آندزیت، بازالت و برشها می‌باشد. در دره چینی بلاغ، پی سنگهای رسوبی قدیمی نیز برونزد کرده‌اند که سن آنها به‌طور دقیق مشخص نشده است[۹، ص ۲۷].

۳- مواد و روشها

دراین تحقیق، ابتدابرای تعیین نوع، نحوه وشدت فرسایش آبراهه‌ای درطول دره‌ها و همچنین در سطوح شیبدار، حوضه قرنقوچای از روی نقشه‌های توپوگرافی، زمین شناسی وعکسهای هوایی بررسی مقدماتی شده، آنگاه به مطالعات میدانی اقدام شده است. با توجه به اینکه شدت و نحوه فرسایش در آبراهه‌ها درحالت کلی از روند تحول کلی حوضه و دره‌های اصلی و فرعی تبعیت می‌کند، درنتیجه بدون تعیین مرحله تحول حوضه و دره، اظهارنظر درباره فرسایش آبراهه‌ای، جامع نخواهد بود. باهمین توجیه سعی شده است، تا ابتدا روند تحول کلی حوضه و دره‌ها، با استفاده از روشهای کمّی و کلاسیک تحلیل شود.

به منظورتحلیل روند تحول دره‌ها و بررسی ویژگیهای موفولوژیکی نیمرخ طولی دره‌ها (درمرحله نخست)، داده‌های لازم (ارتفاع نقاط موردنظر و فاصله طولی)، برای هرنیمرخ طولی از نقشه‌های توپوگرافی به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ استخراج شده است. این اندازه‌گیریها، از ارتفاع صفرحوضه (انتهای حوضه و بخش خروجی) تا ارتفاع ۸۵۰ متری صورت گرفته است که تنه اصلی دره یا ابتدای دره (یعنی بخشی که گود افتادگی دره در آن مشخص شده است) درآن قسمت شکل می‌گیرد. بعد از این مرحله، نسبتهای ارتفاعی (Y:Y/H) و نسبتهای طولی

www.SID.ir

Archive of SID

(X:X/L) نیمرخها به‌دست آمده و با استفاده از داده‌های مربوط به نسبتهای برآورد شده، نمودارهایی ترسیم شده است (شکلهای ۲ از الف تا و)؛ سپس به منظور بررسی روند تحول دره‌ها، داده‌های مربوط به نسبتهای ارتفاع و مسافت طولی برای هرنیمرخ طولی با استفاده از تحلیلهای رگرسیونی و به کارگیری توابع ریاضی ـ که هرکدام معرف مراحل خاصی از تحول دره‌ها می‌باشند ـ مورد تجزیه وتحلیل کمّی قرار گرفته و ضریب تبیین برای هرنیمرخ با استفاده از توابع زیر محاسبه شده است(جدول ۱).

جدول ۱ نتایج حاصل از برازش نسبتهای طول و ارتفاع دره‌های اصلی و فرعی قرنقو با انواع توابع ریاضی

نوع تابع / نام دره	تابع خطی $Y=a+bx$	تابع توانی $Y=ax^b$	تابع نمایی $Y=ae^{bx}$	تابع لگاریتمی $Y=a+blnx$	خطاها £
دره قرنقو	۰/۹۷	۰/۹۹۸	۰/۹۹۳	۰/۹۲	۰/۵
دره آلمالو	۰/۹۵	۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۸۴	۰/۱۲
دره آتش بیگ	۰/۹۶	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۸۲	۰/۱۲
دره چینی بلاغ	۰/۹۳	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۸۴	۰/۱۸
دره بهادر	۰/۹۴	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۸۵	۰/۱۸
دره قپان	۰/۹۴	۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۸۶	۰/۰۹

تابع خطی[1]: $y=a+bx$؛ تابع توانی[2]: $y=ax^b$؛
تابع نمایی[3]: $y=ae^{bx}$؛ تابع لگاریتمی[4]: $y=a+blnx$؛

معمولاً هر تابع ریاضی با ضریب بالا، به‌عنوان بهترین تابع انتخابی در نظرگرفته می‌شود. در تحلیلهای کمّی، بهترین برازش، علاوه برداشتن بالاترین ضریب تبیین، دارای کمترین میانگین خطا نیز می‌باشد[۱۰، ص۹۹]. براین اساس در این مطالعه نیز علاوه بر توجه به میزان ضرایب تبیین، خطاهای موجود در میان تابع رگرسیونی نیز، مورد توجه قرار گرفته و با استفاده از رابطه۱، متوسط خطاها محاسبه شده است(جدول ۱).

1. linear function
2. power function
3. exponential function
4. logarithmic function

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۲ آرایش متقاوت نیمرخ طولی دره‌های اصلی و فرعی قرنقوچای(از الف تا و) که از ترسیم نسبتهای ارتفاع و طول دره (X:X/L و Y:Y/H) حاصل شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

$$£= \Sigma\{|[yi-f\ (xi)]/\ yi|\}/n$$ رابطه ۱

در رابطه۱، Yi= ارتفاع مشاهده شده درطول دره در نقطه ویژه، f(xi) = ارتفاع براورد شده در یک نقطه ویژه، n = تعداد نمونه

برای تعیین محدوده‌های ارتفاعی ویژه که در واقع بیانگر محدوده‌های شروع فعالیتهای فرسایشی و یا انباشتی در کل حوضه می‌باشند، یکی از روشهای کلاسیک، یعنی هیپسومتری بی بعد استفاده و به این طریق نقطه تعادل وتحول حوضه تعیین شده است. پس از تعیین روند تحول حوضه و دره‌های فرعی واصلی با در نظر گرفتن میزان تأثیر عوامل مختلف در تعیین شدت فرسایش آبراهه‌ای مانند نوع سازندهای سطحی، عوامل زمین‌ساخت، نزدیکی آبراهه‌ها وعمق آنها و...، به پهنه‌بندی نواحی تحت فرسایش اقدام و با توجه به شدت وضعف سایش، شدت وضعف فرسایش آبراهه‌ای در حوضه قرنقو، تعیین و طبقه‌بندی شده است.

۴- بحث

همان‌گونه که قبلاً نیز ذکر شد، بین مراحل تحول دره‌ها، نحوه سایش سطوح، بسترجریان رودخانه‌ها وهمچنین اشکال انباشتی درپای دامنه‌ها ومواد برجای گذاشته شده در بسترجریان رودخانه‌ها، ارتباط سیستماتیک وجود دارد؛ به‌طوری که بدون بررسی و تعیین مرحله تحول دره‌ها، نمی‌توان درباره نحوه فرسایش آبراهه‌ها در محدوده حوضه‌ها، به‌طور قطع اظهارنظر انجام‌داد وروند سایشی آنها را در شرایط کنونی، کاملاً درک وروند تحول آنها را در آینده پیش‌بینی کرد. با توجه به موارد مذکور دراین تحلیل، ابتدا مرحله تحول دره‌ها با استفاده از تحلیلهای کمّی ومرحله تحول حوضه با به‌کارگیری روشهای کلاسیک تعیین سپس میزان و محدوده فرسایش آبراهه‌ای، طبقه‌بندی و پهنه‌بندی شده است.

۴- ۱- تعیین مراحل تحول دره اصلی و دره‌های فرعی قرنقوچای

مهمترین شاخصه‌ای که ژئومورفولوژیستها در تحلیل سایش آبراهه‌ها به آن استنادمی‌کنند، توجه به آرایش نیمرخ طولی دره‌ها در ارتفاعات و بخشهای نسبتاً پست‌ترمناطق کوهستانی است، اما دراین بررسیها، توجه به شاخصه‌های دیگر ژئومورفولوژیکی مانند: مخروط افکنه‌ها، تراسها و ضخامت و گستره آبرفتهای انباشته شده و... نیز همواره مدنظر قرار می‌گیرد. نحوه آرایش نیمرخ طولی دره‌ها به علت اینکه قابل کمّی‌سازی است، می‌توان با استفاده از داده‌ها و با استناد به یک رقم ویژه (حاصل از تحلیلهای کمّی)، به نتیجه مشخصی

www.SID.ir

Archive of SID

دست یافت، در عین حال، چندین دره وآبراهه‌ها را با توجه به مقادیر حاصل از این تحلیلهای کمّی، مقایسه کرد و درکل، روند تحول دره‌ها را که بیانگر واقع شدن دره در مرحله سایشی و یا انباشتی است، تعیین و با فرض یکنواختی در روند کنونی وثابت ماندن وزنه تأثیر عوامل، روند آن را در آینده نیز پیش‌بینی کرد.

با توجه به اینکه تأثیرات حاصل از تغییرات رخداده در هریک از دره‌های فرعی و اصلی درطی زمان به یکدیگر منتقل می‌شوند و ناهمگونیهای حاصل از تغییرات در شاخابهای اصلی و فرعی، طبق عملکرد سیستمی فرایندها، به‌وسیله آبهای جاری درطول کلیه دره‌ها برابرسازی می‌شود، به همین دلیل دراین مطالعه، روندتحول دره‌های فرعی در کنار دره اصلی مدنظر قرارگرفته است. با توجه به اینکه حوضه قرنقوچای از گسترده‌ترین حوضه‌های سهند محسوب می‌شود ورودخانه اصلی قرنقو، شاخابهای عمده متعددی دارد، این شاخابها روی محدوده‌های مکانی مختلفی پراکنده شده‌اند، به همین دلایل، ممکن است به لحاظ دخالت عوامل زمین‌ساخت، لیتولوژیکی و یا توپوگرافیکی با وزنه‌های گوناگون، شاخابهای فرعی، روند تحول رودخانه اصلی را دنبال نکنند و یا به دلیل رخدادهای آنی و یا نسبتاً در از مدت، تغییرات عمده‌ای درطول جریان آبها صورت گیرد و شاخابهای فرعی و یا حتی رودخانه اصلی، روند متفاوتی را دنبال کنند، لذا از نظر نحوه و شدت سایش، بین آنها ناهمگونیهایی پدید می‌آید. البته این امر در مقطع زمانی ویژه‌ای صادق است، اما در دراز مدت، تمام تغییرات درطول کلیه شاخابها و بسترجریان اصلی، به‌وسیله جریان آب برابرسازی خواهند شد. برای بررسی همگونی روند تحول دره‌ها در حوضه قرنقو که به نحوی آثار آن در نحوه فرسایش آبراهه‌ای منعکس خواهد شد، کلیه آبراهه‌های اصلی وفرعی از نظر روند تحول با استفاده از توابع ریاضی، مورد تحلیل کمّی قرارگرفته‌اند. نتایج این تحلیلها نشان می‌دهد که دره اصلی قرنقو با ضریب تبیین ۰/۹۹۸ و با خطای ۰/۵درصد با تابع توانی بهترین برازش را نشان می‌دهد (جدول ۱). برازش با تابع توانی به‌این معنا است که دره مذکور (در روند تحول خود) در مرحله بلوغ ورودخانه اصلی جاری در آن، در مرحله حمل قراردارد. در واقع با توجه به نتیجه حاصل از این تحلیل، می‌توان گفت که رودخانه اصلی قرنقو، هنوزنتوانسته است تغییرات موجود در بخشی از دره را در سرتاسر آن برابرسازی کند بنابراین، عمل فرسایش درطول دره وآبراهه‌های منتهی به آن با فرض همگونی نوع لیتولوژی وعدم وقوع یک رخداد ناگهانی، تا یکسان‌سازی تمامی تغییرات موجود ادامه خواهد یافت(جدول ۱، شکل ۲).

در بین دره‌های فرعی قرنقو، دره‌های جنوبی، یعنی دره‌های آلمالو، آتش بیگ وقپان بترتیب با ضرایب ۰/۹۹، ۰/۹۸ و۰/۹۹درصد با توابع توانی بهترین برازش را نشان می‌دهند ومانند دره اصلی، در مرحله بلوغ و رودخانه‌های جاری درون آنها در مرحله حمل قرار

www.SID.ir

Archive of SID

گرفته‌اند. در میان این سه، دره قپان با خطای ۰/۰۹درصد، برازش بهتری را با تابع توانی نشان می‌دهد. دره‌های چینی‌بلاغ و بهادر، برخلاف سایر دره‌های قرنقو (که نسبت به دره‌های آلمالو و آتش‌بیگ شمالی‌تر می‌باشند)، هردوبا ضرایب تبیین ۰/۹۹ درصد با تابع نمایی، بهترین برازش را نشان می‌دهند(شکل۳ و جدول۱). برازش با تابع نمایی به این معنا است که دره‌های مذکور در مقایسه با سایر دره‌ها، یعنی آلمالو وآتش‌بیگ، تحول یافته‌تر می‌باشند (شکلهای۲، ۳). بنابراین، شدت فرسایش درآنها باید کمتر صورت گیرد و اشکال انباشتی درطول آنها، بیشتر مشاهده شود.

باتوجه به اینکه آبهای جاری در دره‌های مذکور، معمولاً حاوی مقدار زیادی گراول و رسوبات ریز است می‌توان گفت که هنوز هم درطول چنین دره‌هایی، مازاد انرژی قابل توجهی وجود دارد و آبهای جاری می‌توانند مواد را از بخشهای بالا کنده و با خود به بخشهای میانی حمل کرده و در بخشهای پایین دست دره نهشته سازند. به همین دلیل، معمولاً در دره‌هایی که با تابع نمایی برازش می‌شوند، می‌توان شاهد حضور گسترده‌ای از مخروط افکنه‌ها، خاکریزها و دیگر اشکال ژئومورفولوژی خاص بود[۱۱، ص۷۳؛ ۱۲، ص ۴۴].

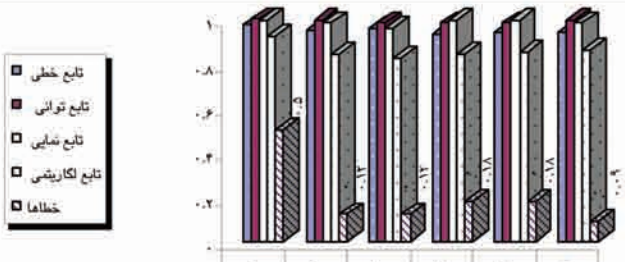
این اشکال درطول دره‌های قرنقو نیز مشاهده می‌شوند. حضور چنین اشکالی دراین دره‌ها، حاکی از این است که آبهای جاری در مقطع زمانی خاص، فعالیت شدید فرسایشی برای برابرسازی تغییرات و رسیدن به سطح اساس آبراهه اصلی از خود نشان داده‌اند. عمق زیاد دره‌ها و ضخامت تراسهای اطراف دشتهای سیلابی نیز درطول بخشهایی از دره‌های قرنقو چنین عملکردی را تأیید می‌کند. همان‌گونه که شکلهای ۲و۳ نشان می‌دهند، بین دره‌هایی که با تابع توانی و نمایی برازش می‌شوند وحتی بین دره‌هایی که با تابع یکسانی برازش می‌شوند، تفاوتهایی وجود دارد، به عبارت دیگر ناهمگونیهایی از نظر روند تحول بین آنها مشاهده می‌شود که این تفاوتها بیانگر تفاوت در میزان سایش نیز می‌باشد.

وجود ناهمگونی در مراحل تحول بین دره‌های اصلی و فرعی قرنقو وبین دره‌های فرعی و در نتیجه تفاوت در میزان سایش در آنها، مربوط به تفاوت در نوع اقلیم دیرینه، نوع سازندها و بیشترمربوط به وقوع فعالیتهای زمین‌ساخت در دوره‌های گذشته و حضورگسل سیر در دره قپان وآلمالوچای است(شکل۴). گسل مذکور که از مشخص‌ترین نشانه وقوع فعالیتهای شدید زمین ساختی دراین محدوده است، در مسیری مستقیم به طول بیش از ۴ کیلومتر در دره‌قپان امتداد یافته است. حاصل ایجاد چنین گسلی در دره قپان، پدید آمدن یک بخش پرشیب مشخص به ارتفاع ۲۰۰ متر و ایجاد چاله بزرگی است که به مرورزمان، به‌وسیله آبرفتیهای ناشی از فعالیت فرایندهای سایشی در بخشهای بالا دست، پرشده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

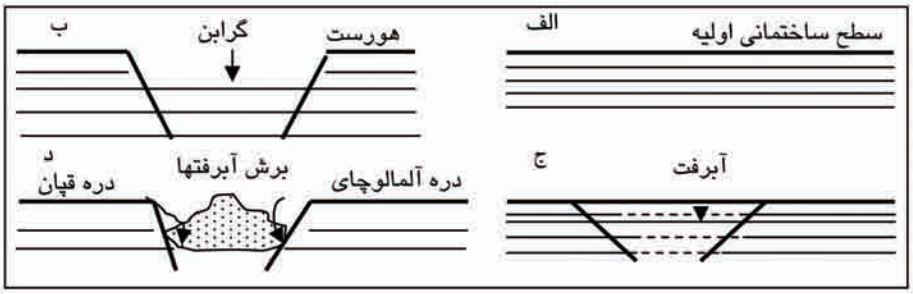
انباشته شدن مواد به‌طور افقی در بخش مذکور، نشاندهنده وجود یک ثبات نسبی در دره یاد شده، بعد از وقوع فعالیتهای زمین ساختی می‌باشد.



	۱	۲	۳	۴	۵	۶
تابع خطی	۰.۹۷	۰.۹۵	۰.۹۶	۰.۹۳	۰.۹۴	۰.۹۴
تابع توانی	۰.۹۹۸	۰.۹۹	۰.۹۸	۰.۹۸	۰.۹۸	۰.۹۹
تابع نمایی	۰.۹۹۳	۰.۹۸	۰.۹۶	۰.۹۹	۰.۹۹	۰.۹۸

دره‌های اصلی وفرعی

شکل۳ تفاوت دره‌های اصلی وفرعی قرنقو از نظر برازش با انواع توابع
دراین شکل: ۱) دره اصلی قرنقو (با بیشترین خطا با تابع توانی)؛ ۲) دره آلمالو(با خطای کمتر با تابع توانی؛ ۳) دره آتش‌بیگ (باخطای کمتر با تابع توانی)؛ ۴) دره چینی بلاغ (با خطای کمتر با تابع نمایی)؛ ۵) دره بهادر (با خطای کمتر با تابع نمایی)؛ ۶) دره قپان(با کمترین خطا با تابع توانی).

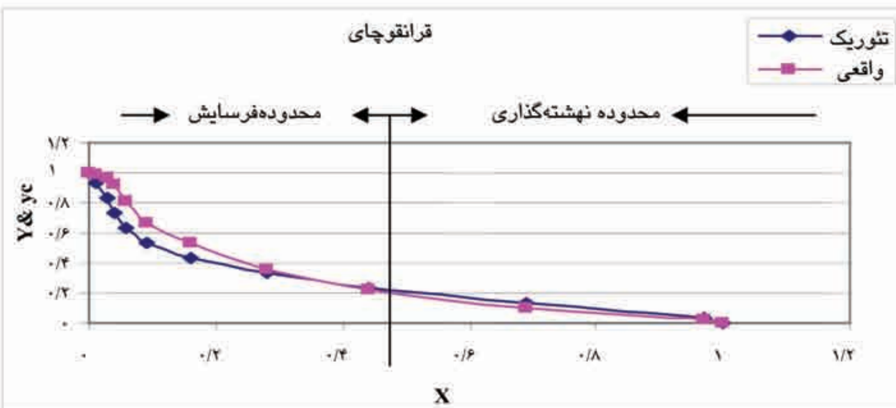


شکل ۴ مراحل تشکیل و تحول دره آلمالوچای و دره‌قپان (وعلت تفاوت این دو دره با دره اصلی) بعد از فعالیتهای زمین‌ساختی[۱۳، ص ۴۴].
در این شکل: الف ـ مربوط به اواخر پلیوسن؛ ب ـ مربوط به اوایل پلیستوسن؛ ج ـ اواخر پلیستوسن؛ د ـ مربوط به شرایط کنونی.

www.SID.ir

Archive of SID

امتداد دره قپان و همچنین دره آلمالو، به‌طور مستقیم در امتداد خط گسل سیرقرارگرفته است. وجود سنگهایی متشکل از مواد آذرآواری در بستردره‌قپان و آلمالو وقرارگیری رسوبات جدیدتر روی آنها، نشانه‌ای از فروافتادگی سطح حدفاصل دره‌قپان و آلمالوچای می‌باشد. آنچه مطالعه این گسل را از نظر تحول دره‌ها و نحوه فرسایش آبراهه‌ها ضروری می‌سازد، اثرآن در تحریک به سایش بیشتردر بسترجریان آبهای جاری، بر جایگذاری آبرفتهای زیاد درطول دره‌ها و شکلگیری پدیده‌های ژئومورفولوژیکی دیگر، مانند مخروط افکنه‌های گسترده درطول دره قرنقو می‌باشد. وجود چنین فعالیتهای زمین‌ساختی، باعث تفاوت در سطح اساس محلی و فعالیت شدید عوامل سایشی برای از بین بردن تفاوتهایی بوده است که دراثر فعالیتهای زمین‌ساختی گذشته پدید آمده بود. بعد از بروز چنین تفاوتهایی در سطح اساس آبراهه‌ها، آبهای جاری شروع به برابرسازی تفاوتها کرده‌اند، اما با توجه به تفاوت در مراحل تحول دره‌ها، به نظرمی‌رسد که هنوز این برابرسازی کامل نشده است. همان‌گونه که نمودارهیپسومتری نشان می‌دهد، تقریباً در ارتفاعات فرایندهای فرسایشی(در برگیرنده کمتر از ۵۰ درصد از مساحت حوضه) و در بخشهای پایین (در برگیرنده بیشتر از ۵۰ درصد از مساحت حوضه)، برجایگذاری مواد ونهشته شدن آنها فعال است (شکل ۵).



شکل ۵ نمودارهیپسومتری بی بعد حوضه قرنقوچای و تقسیم بندی محدوده نهشته‌گذاری و فرسایش با استفاده از منحنی تئوری و واقعی.

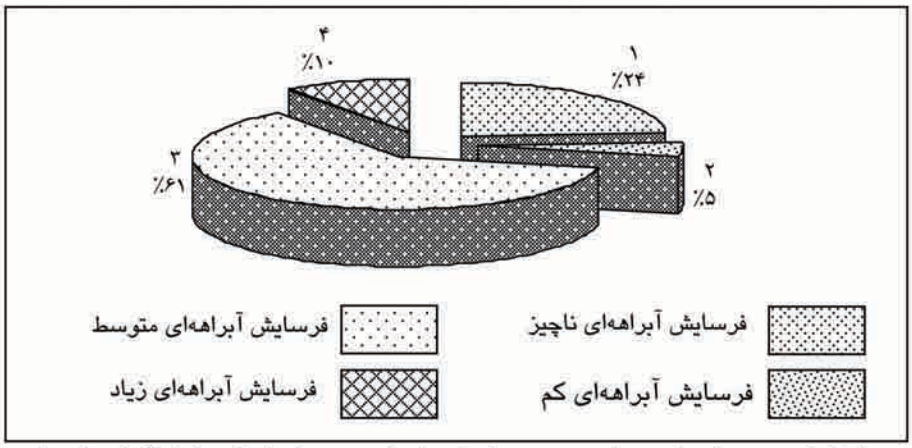
۴-۲- میزان فرسایش آبراهه‌ای در حوضه قرنقوچای

به لحاظ ویژگیهای سازندهای سطحی، میزان بالای تراکم زهکشی وگاه تأثیر عوامل توپوگرافیکی و زمین‌ساختی که به آبهای جاری توان سایشی بیشترمی‌دهد و به تبعیت از

www.SID.ir

Archive of SID

روند کلی تحول دره‌ها وحوضه، بخشهایی از حوضه قرنقوچای، تحت فرسایش آبراهه‌ای شدید قرارگرفته است. با توجه به تأثیر عوامل مختلف و شواهد زمینی حاکی از فعالیت شدید آبراهه‌ای، حوضه مذکور به طبقات مختلف فرسایشی (تحت فرسایش شدید، ناچیز و متوسط) تقسیم شده است. این تقسیمات، بیشتر با توجه به فاصله آبراهه‌ها از یکدیگر و عمق آنها صورت گرفته است. این محدوده‌ها روی نقشه پیاده و از نظرفرسایش آبراهه‌ای، پهنه‌بندی شده ومساحت هر محدوده محاسبه شده است (شکل ۶ و۷). این محاسبات و محدوده بندیها، نشان می‌دهد که به‌طورکلی، حدود ۲۳/۸ درصد حوضه آبخیزقرنقو، دارای فرسایش آبراهه‌ای ناچیز و۴/۶ درصد دارای فرسایش آبراهه‌ای کم است. به عبارتی، حدود ۲۸/۴ درصد از سطح حوضه از نظر فرسایش نسبتاً تثبیت شده است و می‌توان گفت که چنین محدوده‌هایی، نیاز به کنترل اساسی ندارد. اما در حدود ۱۰ درصد از سطح حوضه، دارای فرسایش آبراهه‌ای با شدت زیاد می‌باشد که از نظر فرسایش، در حد بحرانی قرارگرفته است(شکل۷) وباید چنین محدوده‌هایی تحت کنترل قرارگیرند و خطرات ناشی از افزایش میزان رسوبات حاصل از چنین فرسایشی، جدی گرفته شود. در حدود ۶۱/۵ درصد از سطح حوضه، دارای فرسایش آبراهه‌ای متوسط است.



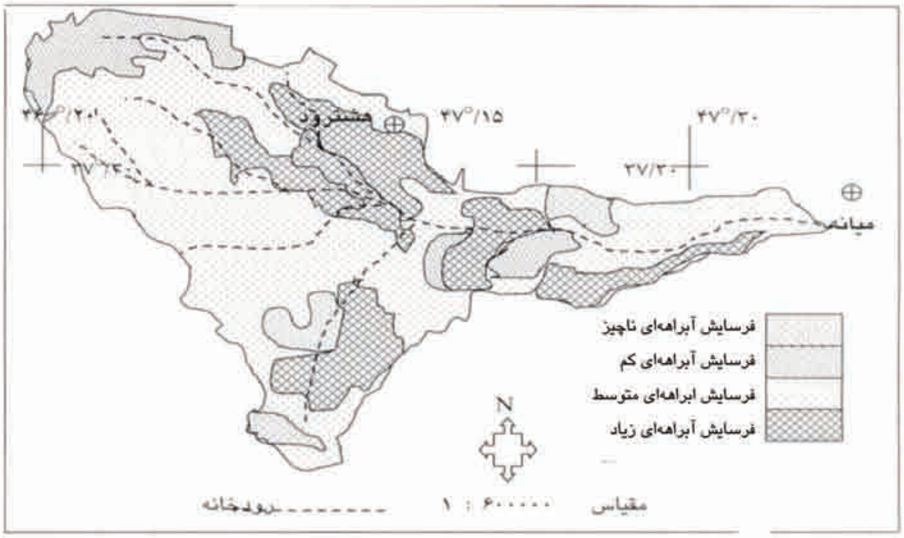
شکل ۶ درصدهایی از مساحت حوضه قرنقوچای که تحت انواع فرسایش آبراهه‌ای با شدتهای مختلف قرارگرفته‌اند.

فرسایش آبراهه‌ای زیاد در حوضه قرنقوچای که به‌طورعمده با در نظرگرفتن نوع سازندها، عمق ونزدیکی آبراهه‌ها طبقه‌بندی شده‌اند، شامل آبراهه‌هایی است که به صورت

www.SID.ir

Archive of SID

متراکم و به فاصله کمتر از ۵۰ متر از یکدیگر مشاهده می‌شوند وغالباً تا ۲ متر عمق دارند که یک چهارم وتا نیمی از طول مسیرآنها از نظرفرسایشی فعال است (شکلهای ۶ ، ۷).



شکل۷ پهنه‌بندی فرسایش آبراهه‌ای با شدتهای متفاوت در حوضه قرنقوچای

معمولاً این نوع آبراهه‌ها روی مواد آذرآواری کنده شده‌اند وبه لحاظ وجود مواد منفصل دراین نوع سازندها- که اغلب حاوی ماسه‌ها است- مواد زیادی در اختیارآبهای جاری قرارمی‌گیرند (شکل ۸- الف).

فرسایش آبراهه‌ای متوسط شامل مناطقی است که آبراهه‌ها به فاصله ۱۰۰-۳۰۰ متر از یکدیگر شکل گرفته وغالباً عمق آنها از ۱-۲۰ مترمتفاوت باشد؛ همچنین فقط در بخش ناچیزی از طول مسیرآنها، آثار فرسایش مشاهده شود(شکلهای ۷ و ۸- ب). این نوع فرسایش بیشتر روی ایگنمبریتهای ضخیم دیده می‌شوند. دراین محدوده، بخشی از سایش قابل کنترل می‌باشد. هرچند که شدت سایش مانند محدوده قبلی نیست، اما در مورد تثبیت سطوح ناپایدارمحدوده‌ها، باید اقدامات اساسی صورت گیرد.

فرسایش آبراهه‌ای کم، شامل مناطقی است که آبراهه‌ها به صورت پراکنده وبه فاصله بیش از ۳۰۰ متراز یکدیگر و به عمق کمتر از یک متر پدید آمده‌اند. آثار فرسایش در بخشهایی از آنها، بویژه در بخشهای انتهایی دره‌ها و در مسیر کمتر از ۱۰ درصد طول آنها مشاهده می‌شود. معمولاً روی مواد آذرین وماسه سنگها، می‌توان این نوع فرسایش را مشاهده کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

الف

ب

شکل ۸ فرسایش‌آبراهه‌ای روی دو سازند مختلف سطحی در حوضه قرنقوچای:
الف ـ فرسایش‌آبراهه‌ای روی مواد سطحی منفصل متشکل از ماسه‌ها وایگنمبریتها؛
ب ـ فرسایش آبراهه‌ای روی ایگنمبریت.

فرسایش آبراهه‌ای ناچیز شامل آبراهه‌های بسیار کم عمق می‌باشد؛ همچنین این نوع فرسایش محدوده‌هایی را شامل می‌شود که آبراهه‌ها از یکدیگر در فاصله دوری قرار گرفته‌اند. چنین فرسایشی بیشتر بر روی آندزیتها و بازالتها که سختی قابل ملاحظه‌ای در برابر فرسایش آبی از خود نشان می‌دهند، صورت گرفته است.

همان‌گونه که در شکل ۷ مشاهده می‌شود، بخشهای شمالی حوضه (که دره‌های بالغ در چنین محدوده‌هایی قرارگرفته‌اند) با قسمتهایی منطبق می‌باشند که با فرسایش آبراهه‌ای زیاد مشخص شده‌اند و به لحاظ فعال بودن فرایندهای فرسایشی وحضور سازندهای سطحی که

www.SID.ir

Archive of SID

به‌طورعمده از مواد آذرآواری منفصل تشکیل شده‌اند، این محدوده‌ها بیشترین مواد را در اختیارآبهای جاری قرارمی‌دهند.

۵- نتیجه‌گیری

نحوه ومیزان عملکرد فرایندهای سایشی در آبراهه‌ها، از عوامل مختلفی متأثرمی‌شوند. این عوامل، علاوه براینکه نقش ویژه خود را در فرایندهای سایشی ایفا می‌کنند، از سایرعوامل نیزمتأثر می‌شوند. بنابراین با این دیدگاه در مطالعه نحوه عمل فرایندهای سایشی در مسیر گذرآبهای جاری، علاوه بر بررسی نقش تک تک عوامل در مقطع زمانی ویژه، باید نحوه ایفای نقش عوامل مختلف به‌طور ترکیبی مدنظر قرارگیرد و حاصل عمل نهایی با تکیه به شواهد مورفولوژیکی و ژئومورفولوژیکی در بلند مدت و در ارتباط با یکدیگر و به‌طور کلی در قالب یک مجموع، بررسی شود. در غیراین صورت، نتایج حاصل از بررسیها از نظرزمانی ومکانی به صورت مقطعی ودر عین حال ناقص خواهدبود، زیرا در اثرعملکرد سیستمی فرایندها، تأثیر تغییرات رخداده در توان وویژگیهای هریک از عوامل، از یکی به دیگری در کوتاه مدت و یا بلند مدت منتقل می‌شود[۱۴، ص ۲۷۰؛ ۱۵، ص ۵۵؛ ۱۶، ص۸۹۱؛ ۱۷، ص ۳۰۳؛ ۱۸، ص ۲۸۲]. بنابراین، عدم توجه به این نقل وانتقالات وهمچنین توجه صرف به نقش یک عامل مجزا، در واقع غفلت از عملکردعوامل به صورت مجموعه خواهدبود و توجیه برخی از تفاوتهای موجود درنحوه سایش، بویژه در یک محدوده گسترده و تاحدی همگون از نظر ساختار و نوع سازندها، بسیاردشوارخواهد شد. این دشواری در حوضه گسترده‌ای مانند قرنقوچای، با توجه به یکنواختی نسبی نوع سازندها نیز وجود دارد که به منظورتوجیه منطقی برخی از تفاوتها، پاسخگویی به بعضی از سؤالات ویافتن علت تشدید فرسایش در بخشهای ویژه‌ای از منطقه، توسل به مشاهدات میدانی، استفاده از تحلیلهای کمّی وبهره‌گیری از روشهای کلاسیک، به‌طور یکجا، بهترین راه حل ممکن به نظرمی‌رسید که در این مطالعه به آنها توجه شد.

نتایج بهره‌گیری از چنین روشهایی نشان می‌دهد که خود دره اصلی قرنقو و چند دره فرعی، در مرحله بلوغ قراردارد، اما برخی از دره‌های فرعی از نظرآرایش نیمرخ طولی دره‌ها و ضرایب حاصل از تحلیلهای رگرسیونی، از نظر درجات تحول، تفاوتهایی را نشان می‌دهند؛ حتی دره‌هایی که در یک طبقه ویژه واقع شده‌اند (به عنوان مثال در مرحله بلوغ) با یکدیگر تفاوتهایی را نشان می‌دهند. باتوجه به این تفاوتها، می‌توان گفت که تفاوت در میزان سایش درطول کلیه دره‌ها، دور از انتظار نخواهد بود. بررسیهای بعدی نیزچنین امری را تأیید می‌کنند. نتایج حاصل از این بررسیها نشان می‌دهد که در شرایط کنونی، در نحوه

www.SID.ir

Archive of SID

سایش آبراهه‌های حوضه گسترده قرنقوچای، تفاوتهایی به چشم می‌خورد که علت آن به نوع سازندها، ویژگیهای اقلیم گذشته و مهمتر از همه، به یکی از عمده‌ترین رخدادهای گذشته در حوضه قرنقو، یعنی به حرکات زمین‌ساختی‌مربوط می‌شود. چنین حرکاتی، تغییراتی را در سطح اساس محلی موجب شده است و باعث تشدید سایش در بخشی از دره و افزایش نهشته‌گذاری در بخشی دیگر شده و درنتیجه دره را درمرحله جدیدی از تحول، قرار داده است. به لحاظ تفاوت در مرحله تحول دره‌ها و با توجه به عملکرد سیستمی فرایندها، این روند تا برابرسازی تمامی تغییرات (با فرض ثابت ماندن سایرعوامل) ادامه خواهدیافت که نتایج این فعالیتها در بخشهایی از حوضه با سایش بیشتر، ناپایدارشدن دامنه‌ها ودیواره دره‌ها ودر قسمتهای دیگر با حضوراشکال انباشتی مانند مخروط افکنه‌ها و پشته‌ها همراه خواهدبود. حضور اشکال نهشته‌ای درطول دره‌ها، از نظرتغییرات عمده‌ای که درطول دره‌ها وویژگیهای هیدرولوژیکی رودخانه‌ها پدید می‌آورند، اهمیت دارد. حضوراین اشکال، علاوه بر این که انحرافاتی را در مسیرجریان آبها به‌وجود می‌آورند و در اثر ریزش مواد از سطوح شیبدار، محدوده‌های جدیدی برای سایش در اختیارآبهای جاری قرار می‌گیرد، انباشتگی مواد در مسیلها، توان سایشی و قدرت حمل بیشتری به سیلابها می‌دهد. سیلابها به هنگام وقوع، پشته‌های نهشته‌ای درپای دیواره دره‌ها و (کلاً) دشتهای سیلابی را با خود برداشته و در نهایت در پشت سد احداث شده برجای می‌گذارند. به این ترتیب، از عمرمفید سد در مدت نسبتاً کوتاهی می‌کاهند. با توجه به اینکه حوضه در حالت کلی در مرحله بلوغ خود به سرمی‌برد و فرایندهای سایشی هنوز در بخش اعظمی از حوضه فعال می‌باشند، تثبیت دامنه‌ها، جلوگیری از انحراف آبهای جاری به پای دیواره دره‌ها وهرگونه اقدامی که مانع تحریک آبهای جاری به سایش بیشتر درطول آبراهه‌ها شود، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

علاوه برتغییراتی که به‌طور طبیعی در روند طبیعی تحول دره‌ها، درطول آبراهه‌ها و دره‌ها صورت گرفته است، در دهه‌های اخیر، تغییرات عمده‌ای نیز در قسمتهای مذکور به دست انسان صورت گرفته و می‌گیرد. این تغییرات به ویژگیهای هیدرولوژیکی منتقل و در توان سایشی آنها تأثیر می‌گذارد که جابجایی جانبی غیرمعمول رودخانه‌هابه یکی از جوانب دره‌ها و وقوع لغزش و خالی شدن مواد دامنه‌ای به داخل دره‌ها، از مهمترین پیامدهای آن محسوب می‌شود. در حوضه قرنقو، در بخشهایی که آبراهه‌ها روی مواد منفصل آذرآواری تشکیل شده‌اند، مواد سطوح شیبدار به داخل دشتهای سیلابی فرو می‌ریزند و در اختیار آبهای جاری قرار می‌گیرند و درپای دیواره دره‌ها به صورت پشته‌ها و خاکریزها در وسط و کناره دره‌ها نهشته می‌شوند. انباشتگی مواد وحضورچنین اشکالی در دره‌هایی مانند

www.SID.ir

Archive of SID

چینی‌بلاغ به مرور، در اثرحمل مواد به‌وسیله آبهای توانمند در مقطع زمانی ویژه و برجایگذاری آنها در وسط دشتهای سیلابی، موجب پدید آمدن آرایش قیطانی در مسیر جریان آبهای جاری شده است.

۶- منابع

[1] Ohmori H.; "Morphological characteristics of longitudinal profiles of rivers in the South Island; New Zealand", pub: Tokyo University, No.3, 1996.

[2] Nash D.; "Dugicurust development and valley evolution"; *Earth Surface Processes and landforms*, Vol.11, 1994.

[3] Radoane M., Radone N., Dumitria D.; "Geomorphological evolution of longitudinal river profiles in the Carpathians"; *Geomorphology*, Vol.50, 2003.

[4] Selby M. J.; Earth changing surface; Oxford, 1985.

[5] Sparks B. W.; Geomorphology; Longman, 1986.

[6] Bull W. B.; "Stream-terrace genesis: Implication for soil development; Geomorphology; Vol.30, 1990.

[7] Schoorl J. M., Veldkam A.; "Late Cenozoic landscape development and its tectonic implications for the Gudalhorse valley near Aloral (Southern Spain)"; *Geomorphology*,Vol.50,2003.

[۸] سبحانی ا. معین وزیری ا.، معین وزیری ح.؛"سهند از نظر ولکانولوژی و ولکانوسدیمانتولوژی"؛ انتشارات دانشگاه تربیت معلم تهران، ۱۳۶۵.

[۹] معین وزیری ح.؛ "دیباچه‌ای بر ماگماتیسم ایران"؛ انتشارت دانشگاه تربیت معلم تهران"، ۱۳۷۵.

[10] Snyder N. P., Whipple K. X., Tucker G. E., Merritts D. J.; "Channel response to tectonic forcing field analysis of stream morphology and

www.SID.ir

Archive of SID

hydrology in the mendocino triple junction region"; Northern California, *Geomorphology*, Vol.53, 2003.

[11] Zelilidis A.; "Drainage evolution in a rifted basin, Corinth graben, Greece"; *Geomorphology*, Vol.53, 2000.

[۱۲] فریفته ج.؛ تحلیلهای کمی در ژئومورفولوژی؛ انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۰.

[۱۳] آل کثیر ع.؛ "پژوهشهای ژئومورفولوژی و هیدرومورفولوژی دامنه شرقی سهند (حوضه آبریزقرنقو- آذربایجان شرقی)"؛ *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز، ۱۳۷۴.

[14] Stanford S. D.; "Late Cenozoic surficial deposits and valley evolution of unglaciated northern New Jersey"; *Geomorphology*, Vol.7, 1993.

[15] Stokes M., Mather A, E.; "Tectonic origin and evolution of a transverse drainage: The Rio Almanzora Southeast Spain"; *Geomorphology*, Vol. 50, 2003.

[16] Zhang D.; "Geomorphological problems of the middle reaches of the Tsanypo rivers, Tibet"; *Earth surface processes and landforms*, Vol.23, 1998.

[17] Youli L.I., Yango L., Duan F.; "Impact of tectonic on alluvial landforms in the hexi Crridor, Northwest China"; *Geomorphology*, Vol.28, 1999.

[18] Fryirs K., Brierley G.; "The character and age structure of valley fills in upper Wolumla Greek catchment, South Coast New South Wales, Australia"; *Earth Surface processes and landforms*, Vol.23, 1998.

www.SID.ir