

## بررسی و تحلیل فرسایش آبراهه ای با استناد به شواهد ژئومورفولوژیکی

### و با استفاده از روش های کمی و کلاسیک

مطالعه موردی: حوضه قرنقوچای (واقع در دامنه های شرقی کوهستان سهوند، آذربایجان شرقی)

مریم بیاتی خطیبی<sup>۱\*</sup>، فریبا کرمی<sup>۲</sup>، داود مختاری کشکی<sup>۳</sup>

۱- استادیار گروه پژوهشی جغرافیا، دانشگاه تبریز

۲ و ۳- استادیاران گروه پژوهشی جغرافیا، دانشگاه تبریز

#### -چکیده

فرسایش آبراهه ای در حوضه های کوهستانی، از مهمترین عامل افزایش رسوب محسوب می شود. عوامل بی شماری به تنهایی و یا در قالب یک مجموع، در تحریک بستر جریان رودخانه ها و یا شیب های مشرف به دره ها، نقش ایفا می کنند. نحوه عملکرد فرآیندهای مختلف رودخانه ای و دامنه ای، با شاخصه هایی همراه هستند که مهمترین آنها، حضور اشکال کاوشی و یا نهشته ای در طول دره ها و تغییر نیمرخ طولی آنها در طی زمان می باشد. استناد به نحوه آرایش نیمرخ طولی دره ها در بررسی نحوه عملکرد فرآیندها، می تواند اطلاعات با ارزشی ارائه دهد. مهمتر اینکه، می توان نیمرخ طولی دره ها را با استفاده از تحلیل های رگرسیونی (با انواع توابع ریاضی) تفسیر و تغییرات آن را در طی زمان بررسی نمود و دره ها را با تکیه به ضرایب حاصل از تحلیل های رگرسیونی مقایسه نمود. با این توجیه که، تحول دره ها مشخص کننده میزان سایش در طول دره ها و یا در کل حوضه یک آبریز ویژه است، در این مقاله سعی شده است نحوه فرسایش در طول آبراهه ها در ارتباط با تحول دره ها و کل حوضه، با استفاده از تحلیل های رگرسیونی مورد بررسی قرار گیرد و با استناد به نتایج حاصل، محدوده های تحت انواع فرسایش، پهنه بندی شود. نتایج این بررسی ها نشان می دهد که بطور کلی حوضه قرنقو، دره اصلی و بعضی از دره های فرعی آن در مرحله بلوغ (برازش با تابع توانی) واقع شده اند و بیشترین مساحت حوضه نیز تحت فرسایش آبراهه ای متوسط قرار دارد.

واژه های کلیدی: تحول دره، تحول حوضه، فرسایش آبراهه ای، کوهستان سهوند، قرنقوچای

\* نویسنده عهده دار مکاتبات

**Investigation and analyzing on the stream erosion ,by documenting with geomorphological evidence and using with classical and quantitative methods Case study:Garangoo Chay basin(eastern slopes of Sahand Mt.E.Azarbaijan,Iran)**

Stream erosion is one of important cause for the increase amount of sediment .Countless factors plays important role as a single or in set,when acts as erosion's factors on stream beds or on slopes and delivers materials in streamflow.Aggradation and degradation landforms and changing shape of longitudinal profiles of rivers at time,are evidences of these operation.The shape of longitudinal profiles gives important information about processes .By use of the regression analyses ,explained and interpreting of shape of longitudinal profiles and to compare many rivers with each other is possible.Evolution valleys defines rate of erosion at bed of rivers or basin.In this articles ,analyses erosion at longitudinal profiles of rivers concern to valleys and basin and area zonation with many type of erosion in study area .The results of this study show that,Garangoo basin settles in mature stage and medium erosionis prevail.

**Kay words:** evolution valley ,evolution basin ,stream erosion ,Sahand Mt.,Garangoo Chay

**\* Maryam Bayati Khatibi 1**

1-Assistant professor, Department of Geographical research group ,Tabriz University

\* Email:[m.bayati@tabrizu.ac.ir](mailto:m.bayati@tabrizu.ac.ir)

**Fariba Karami2**

**Davood Mokhtary3**

2,3-Assistant professor, Department of Geographical research group ,Tabriz University.t



## ۱- مقدمه

در نواحی کوهستانی، به لحاظ وفور انرژی ناشی از اختلاف سطوح، بسترجریان رودخانه ها بطور مداوم در حال تغییر است. این تغییرات، که منعکس کننده تغییرات در میزان انرژی رودخانه ها است، در طی زمان به پدید آمدن اشکال مختلف و مشخص ژئومورفولوژی منجر می شود. به عبارت دیگر، تغییراتی که در طول دره ها صورت می گیرد و تنظیماتی که در آرایش نیمرخ طولی آنها در طی زمان رخ می دهد، با پیدایش اشکال کاوشی و انباشتی در طول بسترجریان رودخانه ها همراه است که این اشکال، در مطالعه دره ها و نحوه عملکرد فرآیندهای فرسایشی در طول آنها در درک کاهش و یا افزایش انرژی در طی زمان، بهترین شاخصه ژئومورفولوژیکی و مورفولوژیکی محسوب می شوند. چنین مطالعه ای نیز، در قالب بررسی تحول اشکال ژئومورفولوژیکی (بویژه تحول دره ها و حوضه ها)، بایک نگرش سیستمی به عملکرد فرآیندهای مختلف، امکان پذیر است [۱، ص ۲۲؛ ص ۷۰۰۲].

روند تحول دره ها، ممکن است در طی زمان بطور عادی دنبال گردد و یادداشت‌بروز تغییرات ناگهانی در منطقه و یاد طول دره ها، دچار اختلال شود. توضیح این که، در نواحی کوهستانی، نیمرخ طولی بستر جریان رودخانه ها، علاوه از طی روند عادی برای رسیدن به تحول نهائی، در پاسخ به بروز انواع آشفتگی ها، تغییر می یابد و رودخانه ها، برای برابری میزان تغییرات رخ داده، مجبور به تغییر و تنظیم نیمرخ طولی خود می گردند که این تنظیم، با نهشته شدن مواد در یک محدوده ویژه و فرسایش در محدوده دیگر، صورت می گیرد [۲۹۴، ص ۳]. اما باید در نظر گرفت که، میزان وقوع تغییرات در طول دره ها و تنظیمات در آرایش نیمرخ طولی بستر جریان رودخانه ها، نه تنها به شدت وقوع حوادث و بروز آشفتگی ها در منطقه، دره و در سطوح شیب دار بستگی دارد، بلکه بخشی از این تنظیمات و تغییرات به روند تحول کلی حوضه نیز وابسته است و از ویژگی های خاص منطقه ای و محلی تبعیت می کند. لذا با مدنظر قرار دادن موارد مذکور، باید در کنار نگرش جامع به روند تحول حوضه و دره ها، نقش عوامل متنوع در سرتاسر دره ها و آبراهه ها نیز در نظر گرفته شوند.

سرآغاز بررسی نحوه سایش توده زمین، بویژه تغییرات در طول بستر جریان رودخانه ها بایک نگرش سیستمی به نحوه عملکرد فرآیندها، به گیلبرت<sup>۱</sup> (۱۸۱۷) مربوط می شود [۴، ص ۴۵؛ ۵، ص ۵۵] که بعد از وی نیز محققان دیگری، مانند شیوم<sup>۲</sup> (۱۹۴۵)، سلبی<sup>۳</sup> (۱۹۸۵)، استانفورد<sup>۴</sup> (۱۹۹۳)، ناش<sup>۵</sup> (۱۹۹۴)، اهموری<sup>۶</sup> (۱۹۹۹) و... سرخط پژوهش های وی را از زاویه دیگر دنبال کردند و نتایج مطالعات خود را در قالب کتب و مقالات ارائه دادند [۶، ص ۳۶۶؛ ۷، ص ۴۷]. امامی توان گفت که در میان این محققان، اهموری اولین محقی است که بررسی تحول دره ها و فرسایش آبراهه ها را با استفاده از روش های کمی، از قالب توصیف خارج و به حیطه تحلیل وارد نمود و با بکارگیری توابع ریاضی، امکان مقایسه آبراهه ها را با استناد به ضرایب حاصل از تحلیل های کمی، فراهم ساخت.

---

<sup>1</sup> -Gilbert(1817)

<sup>2</sup> -Schumm

<sup>3</sup> -Selby(1985)

<sup>4</sup> -Standford(1993)

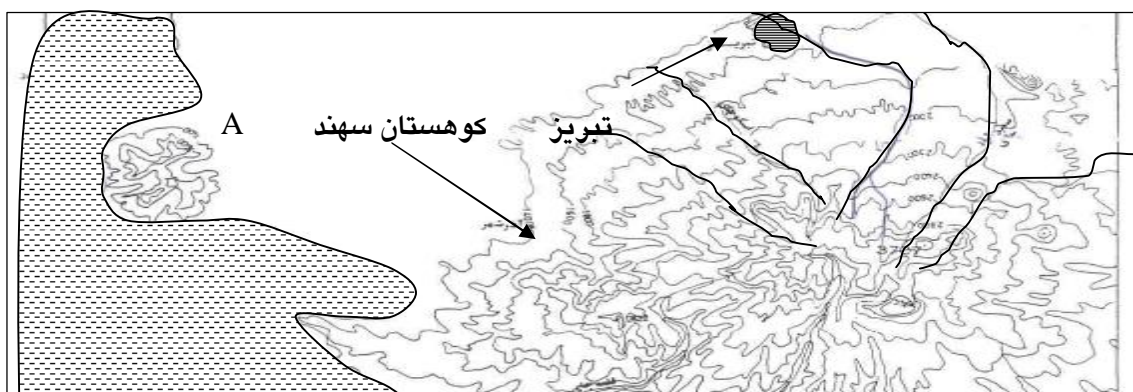
<sup>5</sup> -Nash(1994)

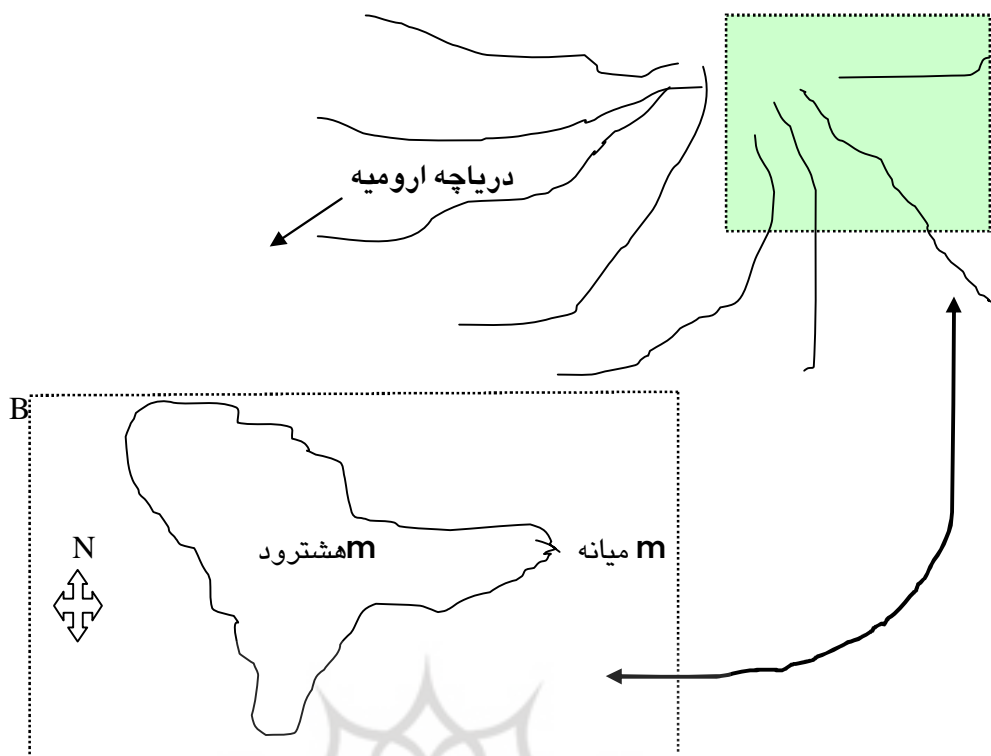
<sup>6</sup> -Ohmori(1999)

باتوجه به غنای منابع خارجی درزمینه تحلیل سیستمی تغییرات اشکال ژئومورفولوژیکی، بویژه تحلیل عملکردفرآیندهای کاوشی ویا انباشتی درطول دره هاوآبراهه ها، متاسفانه درایران مطالعه روند تحول این اشکال ونحوه سایشی آنهاازدیدگاه سیستمی، بسیاراندک بوده که دراین مورد، کوهستان سهند، بخصوص دامنه های شرقی آن، به دلایل مختلف، اصولاً فاقدچنین مطالعاتی بوده است. حوضه قرنقوچای واقع دردامنه های شرقی سهند، به لحاظ ویژگی های ساختاری، تغییرات اقلیمی وتکتونیکی گذشته ودردهه های اخیر، بروزآشفتگی های عمده (طبیعی ویا به دست انسان درطول دره هاوسطوح شیب دار)، این حوضه را به یکی ازرسوب زاترین حوضه های سهندتبدیل نموده است. علی رغم شدت سایش درسال های گذشته، سدی نیزبرروی رودخانه قرنقوبسته شده است. باتوجه به شدت فرسایش آبراهه ای وافزایش مواد رسوبی درطول دره های حوضه قرنقو، دراین مقاله سعی شده است که نحوه ومیزان فرسایش آبراهه هادرحوضه مذکور، مطالعه وعملکرد سیستمی فرآیندهای سایشی درطول آبراهه ها درارتباط با تحول کلی حوضه، با استفاده ازروش های کلاسیک وکمی، مورد بررسی قرارگیرد.

## ۲ - موقعیت جغرافیائی حوضه قرنقوچای وویژگی های طبیعی آن

حوضه آبخیز قرنقو به وسعت ۳۵۹۲/۵ کیلومتر مربع، یکی از زیر حوضه های آبخیز قزل اوزن می باشد که درموقعیت جغرافیائی ۲۵°/۴۶ تا ۵۵°/۴۷ طول شرقی و ۵۵°/۲۶ تا ۰۵°/۳۷ عرض شمالی ودر دامنه شرقی کوهستان سهند واقع شده است. این حوضه ازسمت شمال به حوضه رودخانه شهرچای، ازسمت جنوب به حوضه رودخانه آیدوغموش، ازسمت شمال غرب به سرشاخه های رودخانه آجی چای، ازغرب به صوفی چای ولیلان رود، ازسمت جنوب غربی به سوقورچای، ازجنوب وجنوب غربی به رودخانه اجیرلومحدودمی شود. بزداغ با ارتفاع ۳۶۰۵ متر ازمرتفع ترین بخش این حوضه محسوب می شود وپست ترین نقطه آن نیزبه ارتفاع ۱۰۴۳ متر، دربخش خروجی حوضه قرارگرفته است (شکل ۱).





شکل ۱.۱) موقعیت جغرافیائی حوضه قرنقوچای در دامنه شرقی کوهستان سهند و B) محدوده حوضه قرنقوچای

بطور کلی حوضه قرنقو، توسط یک رودخانه اصلی به نام قرنقو، با جهت جریان شرقی - غربی و همچنین چهار رودخانه فرعی، به نام های کلکان چای، سراسکندر، آمالوچای، آتش بیگ، چینی بلاغ، شورچای و شورجه چای، زهکشی می شود، که هر یک از این رودخانه های فرعی نیز توسط شاخاب های متعددی تغذیه می شوند که از قله مرتفع کوهستان سهند، به نام اربط داغ، اوداغ و... سرچشمه می گیرند. دره معروف و سرسبز شاهوردی، به عنوان محل شکل گیری رود اصلی قرنقو محسوب می شود. بعد از شکل گیری شاخاب های مذکور، تمامی آنها در قسمت قرنقوچای میانی در یک دره نسبتاً تنگ به هم متصل می شوند و رود اصلی قرنقو را تشکیل می دهند.

بخش اعظمی از دره اصلی و دره های فرعی قرنقوچای، بر روی مواد آذر آواری تشکیل شده اند، اما قله منفرد و بخش های مرتفع و ابتدای حوضه، از آندزیت ها و بازالت های حاصل از فعالیت های آتشفشان دوران دوم تشکیل شده اند. در سایر بخش های حوضه نیز، می توان تشکیلات دیگری، مانند ماسه سنگ های قرمز را مشاهده نمود که اغلب در بخش های شمال و جنوب دره اصلی قرنقوچای بطور محدود، گسترده شده اند. این تشکیلات، عمدتاً با کنگلومرا، مارن و سنگ های سیلیتی و گاهی باژیپس همراه هستند. جنس

ماسه سنگ های بخش های مذکور، اغلب از ترکیبات آهک و به ندرت سیلیسی است [۸، ص ۲۲]. کنگلومرای موجود در این سازندها، از نوع کنگلومرای با سیمان نسبتاً سست است که در برابر عمل سایش، بویژه سایش آبی، مقاومت کمی از خود نشان می دهد. واحدهای آندزیتی، جوان ترین سنگ های آتشفشانی دره اصلی و چند دره فرعی عمده محسوب می شوند که سنی معادل پلیو-پلیستوسن دارند. سنگ های این بخش از حوضه، بیشتر از جنس آندزیت، بازالت و برش ها می باشد. در دره چینی بلاغ، پی سنگ های رسوبی قدیمی نیز بر وزنند نموده اند که سن آنها، بطور دقیق مشخص نشده است [۹، ص ۲۷].

### ۳- موادوروش ها

در این تحقیق، ابتدا برای تعیین نوع، نحوه و شدت فرسایش آبراهه ای در طول دره ها و همچنین در سطح شیب دار، حوضه قرنقوچای از روی نقشه های توپوگرافی، زمین شناسی و عکس های هوایی مورد بررسی مقدماتی قرار گرفته، سپس به مطالعاتی میدانی اقدام شده است. با عنایت بر این که شدت و نحوه فرسایش در آبراهه ها در حالت کلی از روند تحول کلی حوضه و دره های اصلی و فرعی تبعیت می کند. بنابراین، بدون تعیین مرحله تحول حوضه و دره، اظهار نظر در مورد فرسایش آبراهه ای، جامع نخواهد بود. با همین توجیه، سعی شده است، ابتدا روند تحول کلی حوضه و دره ها، با استفاده از روش های کمی و کلاسیک تحلیل گردد. به منظور تحلیل روند تحول دره ها و بررسی ویژگی های موفقولوژیکی نیمرخ طولی دره ها در مرحله نخست، داده های لازم (ارتفاع نقاط مورد نظر و فاصله طولی)، برای هر نیمرخ طولی، از نقشه های توپوگرافی به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ استخراج شده است. این اندازه گیری ها، از ارتفاع صفر حوضه (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 مشخص شده است) در آن قسمت شکل می گیرد. بعد از این مرحله، نسبت های ارتفاعی  $(Y:Y/H)$  و نسبت های طولی  $(X:X/L)$  (نیمرخ ها بدست آمده و با استفاده از داده های مربوط به نسبت های برآورد شده، نمودارهایی ترسیم گردیده است (شکل ۲، از A تا F)). سپس به منظور بررسی روند تحول دره ها، داده های مربوط به نسبت های ارتفاع و مسافت طولی برای هر نیمرخ طولی، با استفاده از تحلیل های رگرسیونی و بکارگیری توابع ریاضی، که هر کدام معرف مراحل خاصی از تحول دره ها



هستند، مورد تجزیه و تحلیل کمی قرار گرفته و ضریب تبیین برای هر نیمرخ، با استفاده از توابع زیر محاسبه شده است (جدول ۱).

تابع خطی<sup>۱</sup>  $y=a+bx$ ، تابع توانی<sup>۲</sup>  $y=ax^b$ ، تابع نمائی<sup>۳</sup>  $y=ae^{bx}$  و تابع لگاریتمی<sup>۴</sup>  $y=a+b\ln x$

معمولاً هر تابع ریاضی با ضریب بالا، به عنوان بهترین تابع انتخابی در نظر گرفته می شود. در تحلیل های کمی، بهترین برازش، علاوه از داشتن بالاترین ضریب تبیین، دارای کمترین میانگین خطا نیز هست [۱۰، ص ۹۹]. برای این اساس در این مطالعه نیز، علاوه از توجه به میزان ضرایب تبیین، خطاهای موجود در میان تابع رگرسیونی نیز، مورد توجه قرار گرفته و با استفاده از رابطه ۱، متوسط خطاها محاسبه شده است (جدول ۱).

$$\text{رابطه ۱)} \quad \xi = \frac{\sum \{ |y_i - f(x_i)| \}}{n}$$

در رابطه (۱)،  $Y_i$  ارتفاع مشاهده شده در طول دره در نقطه ویژه،  $f(x_i)$  ارتفاع برآورد شده در یک نقطه ویژه،  $n$  = تعداد نمونه برای تعیین محدوده های ارتفاعی ویژه، که در واقع بیانگر محدوده های شروع فعالیت های فرسایشی و یا انباشتی در کل حوضه هستند، از یکی از روش های کلاسیک، یعنی هیپسومتی بی بعد استفاده و به این طریق نقطه تعادل و تحول حوضه تعیین شده است. پس از تعیین روند تحول حوضه و دره های فرعی اصلی، با در نظر گرفتن میزان تاثیر عوامل مختلف در تعیین شدت فرسایش آبراهه ای، مانند نوع سازندهای سطحی، عوامل تکنونیک، نزدیکی آبراهه ها و عمق آنها و...، به پهنه بندی نواحی تحت فرسایش اقدام و با توجه به شدت و ضعف سایش، شدت و ضعف فرسایش آبراهه ای در حوضه قرنقو، تعیین و طبقه بندی شده است.

#### ۴- بحث

همانگونه که قبلاً نیز ذکر شد، بین مراحل تحول دره ها و نحوه سایش سطوح و بسترجریان رودخانه ها و همچنین اشکال انباشتی در پای دامنه ها و مواد برجای گذاشته شده در بسترجریان رودخانه ها، ارتباط سیستماتیک وجود دارد. بطوری که بدون بررسی و تعیین مرحله تحول دره ها، نمی توان در مورد نحوه فرسایش آبراهه ها در محدوده حوضه ها، بطور قطع اظهار نظر نمود و روند سایشی آنها را در شرایط کنونی،

<sup>1</sup> -Linear Funaction

<sup>2</sup> -Power "

<sup>3</sup> -Exponetioal "

<sup>4</sup> -Logaritmik "

کاملاً درک، و روند تحول آنها را در آینده پیش بینی کرد. با توجه به موارد مذکور، در این تحلیل، ابتدا مرحله تحول دره ها با استفاده از تحلیل های کمی و مرحله تحول حوضه، با بکارگیری روش های کلاسیک تعیین سپس میزان و محدوده فرسایش آبراهه ای، طبقه بندی و پهنه بندی شده است.

#### ۱-۴- تعیین مراحل تحول دره اصلی و دره های فرعی قرنقوچای

مهمترین شاخصه ای که ژئومورفولوژیست ها در تحلیل سایش آبراهه ها به آن استناد می کنند، توجه به آرایش نیمرخ طولی دره ها در ارتفاعات و بخش های نسبتاً پست تر مناطق کوهستانی است، اما در این بررسی ها، توجه به شاخصه ای دیگر ژئومورفولوژیکی، مانند مخروط افکنه ها، تراس ها و ضخامت و گستره آبرفت های انباشته شده و... نیز همواره مدنظر قرار می گیرد. نحوه آرایش نیمرخ طولی دره ها، به علت اینکه قابل کمی سازی است و می توان با استفاده از داده ها و با استناد به یک رقم ویژه (حاصل از تحلیل های کمی)، به نتیجه مشخصی دست یافت و در عین حال، چندین دره و آبراهه ها را با توجه به مقادیر حاصل از این تحلیل های کمی، مقایسه کرد و در کل، روند تحول دره ها را که بیانگر واقع شدن دره در مرحله سایشی و یا انباشتی است، تعیین نمود و با فرض یکنواختی در روند کنونی و ثابت ماندن وزنه تاثیر عوامل، روند آنرا در آینده نیز پیش بینی کرد.

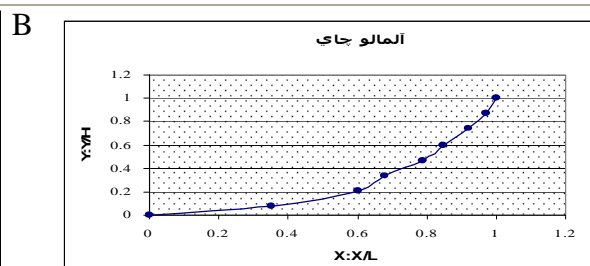
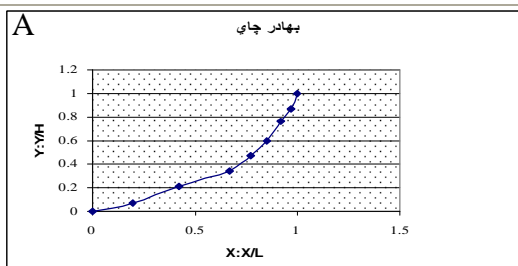
با توجه به اینکه تاثیرات حاصل از تغییرات رخ داده، در هر یک از دره های فرعی و اصلی در طی زمان به یکدیگر منتقل می شوند و ناهمگونی های حاصل از تغییرات در شاخاب های اصلی و فرعی، طبق عملکرد سیستمی فرآیندها، توسط آب های جاری در طول کلیه دره ها برابر سازی می شود، به همین دلیل، در این مطالعه، روند تحول دره های فرعی در کنار دره اصلی مدنظر قرار گرفته است. با عنایت بر این نکته که حوضه قرنقوچای از گسترده ترین حوضه های سه پهنه محسوب می شود و رودخانه اصلی قرنقو، شاخاب های عمده متعددی دارد و این شاخاب ها بر روی محدوده های مکانی مختلف پراکنده شده اند، به همین دلایل، ممکن است به لحاظ دخالت عوامل تکنیکی، لیتولوژیکی و یا توپوگرافیکی با وزنه های گوناگون، شاخاب های فرعی، روند تحول رودخانه اصلی را دنبال نکنند و یا به دلیل رخداد های آبی و یا نسبتاً دراز مدت، تغییرات عمده ای در طول جریان آب ها صورت گیرد و شاخاب های فرعی و یا حتی رودخانه اصلی، روند متفاوتی

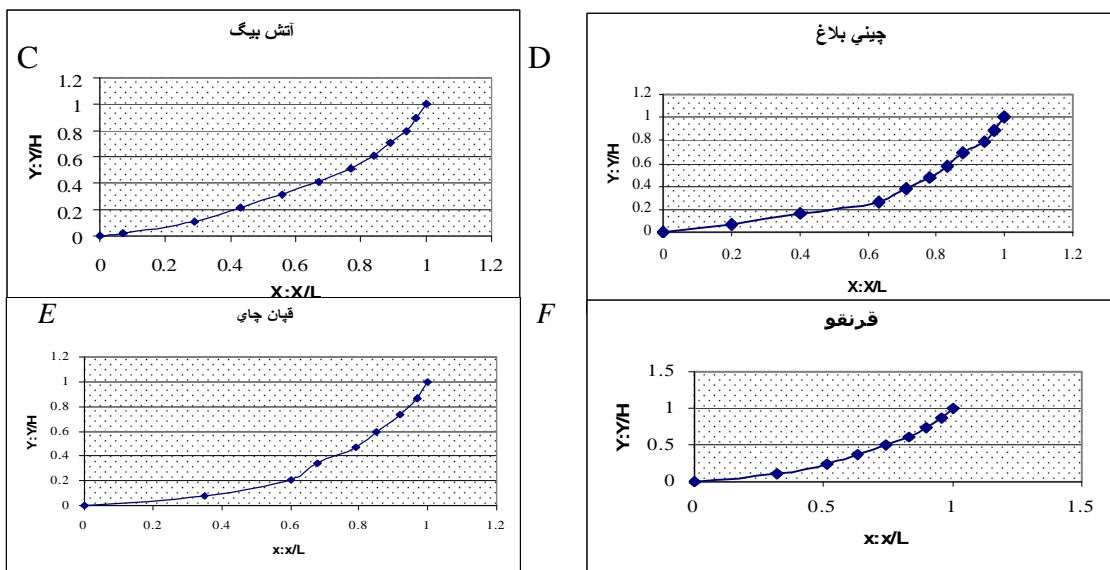
رادنبال کنند. لذا از نظر نحوه و شدت سایش، بین آنها ناهمگونی هایی پدید آید. البته این امر، در مقطع زمانی ویژه ای صادق است، اما در درازمدت، تمام تغییرات در طول کلیه شاخاب ها و بستر جریان اصلی، توسط جریان آب ها برابر سازی خواهند شد. برای بررسی همگونی روند تحول دره ها در حوضه قرنقو، که به نحوی اثرات آن در نحوه فرسایش آبراهه ای منعکس خواهد شد، کلیه آبراهه های اصلی و فرعی از نظر روند تحول با استفاده از توابع ریاضی، مورد تحلیل کمی قرار گرفته اند. نتایج این تحلیل ها نشان می دهد که:

دره اصلی قرنقو با ضریب تبیین ۰/۹۹۸ و با خطای ۰/۵ درصد، با تابع توانی بهترین برازش را نشان می دهد (جدول ۱). برازش با تابع توانی، بدین معنی است که دره مذکور در روند تحول خود، در مرحله بلوغ و رودخانه اصلی جاری در آن، در مرحله حمل قرار دارد. در واقع، با توجه به نتیجه حاصل از این تحلیل، می توان گفت که رودخانه اصلی قرنقو، هنوز نتوانسته است تغییرات موجود در بخشی از دره را در سرتاسر آن برابر سازی نماید. بنابراین، عمل فرسایش در طول دره و آبراهه های منتهی به آن، با فرض همگونی نوع لیتولوژی و عدم وقوع یک رخداد ناگهانی، تا یکسان سازی تمامی تغییرات موجود، ادامه خواهد یافت (جدول ۱ و شکل ۲).

جدول ۱. نتایج حاصل از برازش نسبت های طول و ارتفاع دره های اصلی و فرعی قرنقو، با انواع توابع ریاضی

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



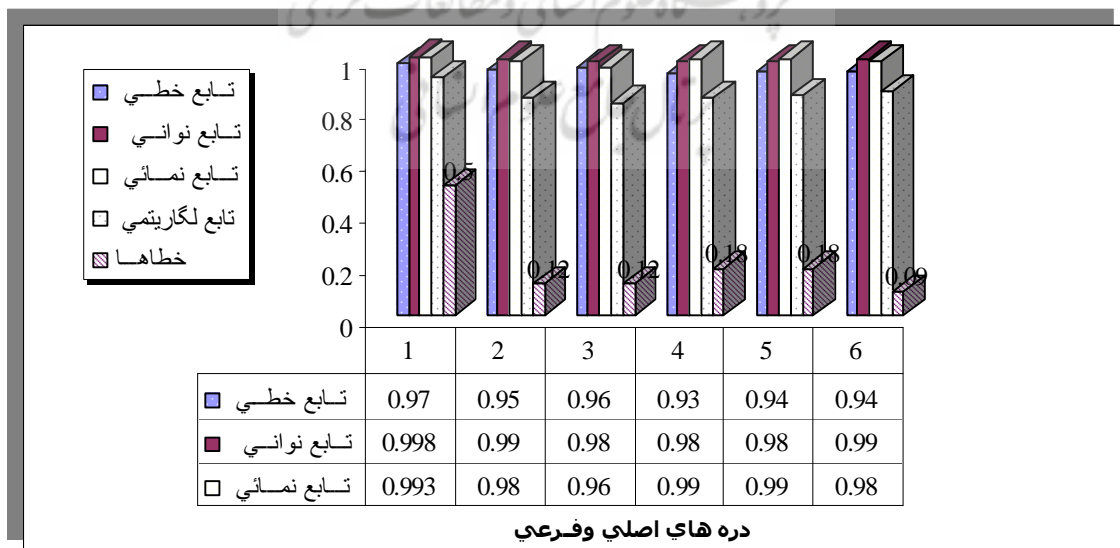


شکل ۲. آرایش متفاوت نیمرخ طولی دره های اصلی و فرعی قرنقوچای (از A تا F) که از ترسیم نسبت های ارتفاع و طول دره  $(Y:Y/H$  و  $X:X/L)$  حاصل شده است .

در بین دره های فرعی قرنقو، دره های جنوبی، یعنی دره های آمالو، آتش بیگ و قیان به ترتیب با ضرایب  $0/99$ ،  $0/98$  و  $0/99$  درصد، با توابع توانی بهترین برازش را نشان می دهند و مانند دره اصلی، در مرحله بلوغ و رودخانه های جاری در آنها، در مرحله حمل قرار گرفته اند. در میان این سه، دره قیان با خطای  $0/09$  درصد، برازش بهتری را با تابع توانی نشان می دهد. دره های چینی بلاغ و بهادر، برخلاف سایر دره های قرنقو (که نسبت به دره های آمالو و آتش بیگ شمالی تر هستند)، هر دو با ضرایب تبیین  $0/99$  درصد، با تابع نمائی، بهترین برازش را نشان می دهند (شکل ۳ و جدول ۱). برازش با تابع نمائی به این معنی است که دره های مذکور در مقایسه با سایر دره ها، یعنی آمالو و آتش بیگ، تحول یافته تر هستند (شکل ۳ و ۲). بنابراین، شدت فرسایش در آنها باید کمتر صورت گیرد و اشکال انباشتی در طول آنها بیشتر مشاهده شود. با توجه به این که آب های جاری در دره های مذکور، معمولاً حاوی مقدار زیادی گراول و رسوبات ریز است، می توان گفت که هنوز هم در طول چنین دره هایی، مازاد انرژی قابل توجهی وجود دارد و آب های جاری می توانند مواد را از بخش های بالا کنده و با خود به بخش های میانه حمل و در بخش های پایین دست دره نهشته سازند. به همین دلیل، معمولاً در دره هایی که با تابع نمائی برازش می شوند، می توان شاهد حضور گسترده ای از مخروط افکنه ها، خاکریزها و دیگر اشکال ژئومورفولوژی خاص بود [۱۲، ص ۴۴]. این

اشکال در طول دره های قرنقونیز مشاهده می شوند. حضور چنین اشکالی در این دره ها، حاکی از این است که آب های جاری، در مقطع زمانی خاص، فعالیت شدید فرسایشی، برای برابر سازی تغییرات و رسیدن به سطح اساس آبراهه اصلی، از خود نشان داده اند عمق زیاد دره ها و ضخامت تراس های اطراف دشت های سیلابی در طول بخش هایی از دره های قرنقونیز چنین عملکردی را تایید می کند. همانگونه که شکل ۲ و ۳ نیز نشان می دهند، بین دره هایی که با تابع توانی و نمائی برازش می شوند و حتی بین دره هایی که با تابع یکسانی برازش می شوند، تفاوت هایی وجود دارد. به عبارت دیگر ناهمگونی هایی از نظر روند تحول بین آنها مشاهده می شود که این تفاوت ها بیانگر تفاوت در میزان سایش نیز هست.

وجود ناهمگونی در مراحل تحول بین دره های اصلی و فرعی قرنقو و بین دره های فرعی و در نتیجه تفاوت در میزان سایش در آنها، مربوط به تفاوت در نوع اقلیم دیرینه، نوع سازندها، و بیشتر مربوط به وقوع فعالیت های تکتونیکی در دوره های گذشته و حضور گسل سیر در دره قپان و آلمالوچای است (شکل ۴). گسل مذکور که از مشخص ترین نشانه وقوع فعالیت های شدید تکتونیکی در این محدوده است، در مسیری مستقیم به طول بیش از ۴ کیلومتر در دره قپان 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 مرور زمان، توسط آبرفتی های ناشی از فعالیت فرآیندهای سایشی در بخش های بالا دست، پر شده اند. انباشته شدن مواد بطور افقی در بخش مذکور، نشان دهنده وجود یک ثبات نسبی در دره یاد شده، بعد از وقوع فعالیت های تکتونیکی می باشد.

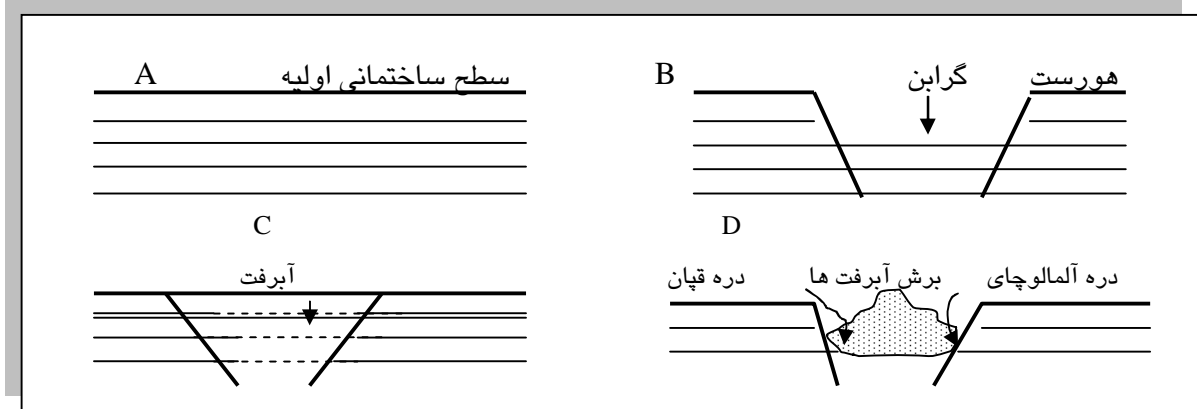


شکل ۳. تفاوت دره های اصلی و فرعی قرنقو از نظر برآزش با انواع توابع

در این شکل :

۱) دره اصلی قرنقو (با بیشترین خطا با تابع توانی) ۲) دره آلمالو (با خطای کمتر با تابع توانی) ۳) دره آتش بیگ (با خطای کمتر با تابع توانی)

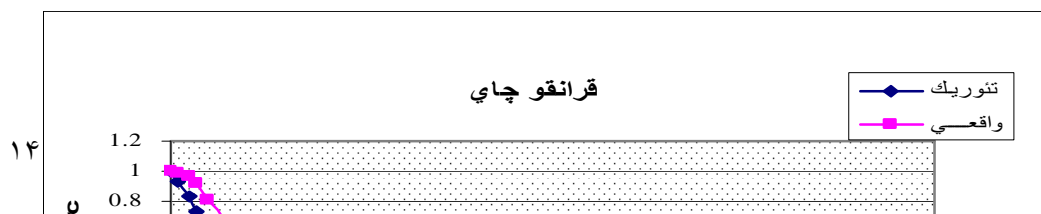
۴) دره چینی بلاغ (با خطای کمتر با تابع نمائی) ۵) دره بهادر (با خطای کمتر با تابع نمائی) ۶) دره قپان (با کمترین خطا با تابع توانی)

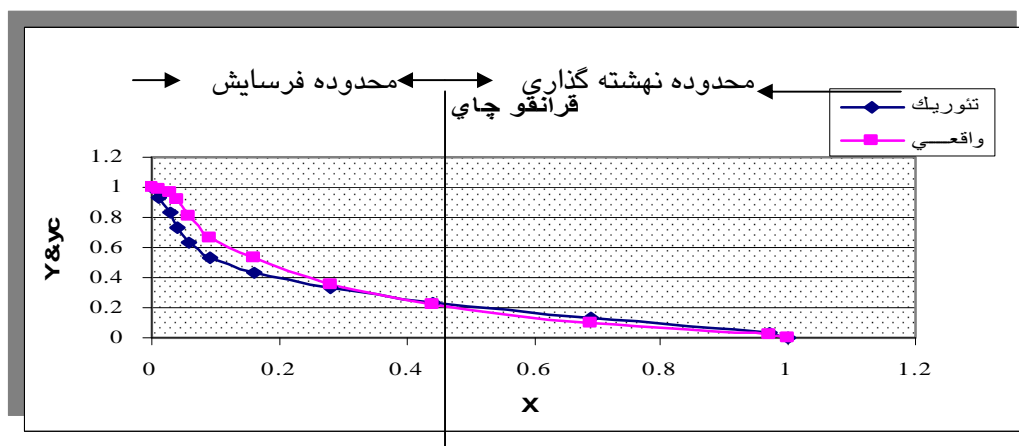


شکل ۴. مراحل تشکیل و تحول دره آلمالوچای و دره قپان (وعلت تفاوت این دو دره با دره اصلی) بعد از فعالیت های تکتونیکی [۱۳، ص ۴۴]

در این شکل: A، مربوط به اواخر پلیوسن B، مربوط به اوایل پلیستوسن C، اواخر پلیستوسن D، مربوط به شرایط کنونی

امتداد دره قپان و همچنین دره آلمالو، بطور مستقیم در امتداد خط گسل سیر قرار گرفته است. وجود سنگ هایی متشکل از مواد آذر آواری در بستر دره قپان و آلمالو و قرارگیری رسوبات جدید تر بر روی آنها، نشانه ای از فروافتادگی سطح حدفاصل دره قپان و آلمالوچای می باشد. آنچه مطالعه این گسل را از نظر تحول دره ها و نحوه فرسایش آبراهه ها ضروری می سازد، اثر آن در تحریک به سایش بیشتر در بستر جریان آب های جاری و برجای گذاری آبرفت های زیاد در طول دره ها و شکل گیری پدیده های ژئومورفولوژیکی دیگر، مانند مخروط افکنه های گسترده در طول دره قرنقومی باشد. وجود چنین فعالیت های تکتونیکی، باعث تفاوت در سطح اساس محلی و فعالیت شدید عوامل سایشی، برای از بین بردن تفاوت هایی بوده است که در اثر فعالیت های تکتونیکی گذشته پدید آمده بود. بعد از بروز چنین تفاوت هایی در سطح اساس آبراهه ها، آب های جاری شروع به برابری تفاوت ها نموده اند، اما با توجه به تفاوت در مراحل تحول دره ها، به نظرمی رسد که هنوز این برابری کامل نشده است. همانگونه که نمودار هیپسومتر نیز نشان می دهد (شکل ۵)، تقریباً در ارتفاعات فرآیندهای فرسایشی (در برگیرنده کمتر از ۵۰ درصد از مساحت حوضه) و در بخش های پایین (در برگیرنده بیشتر از ۵۰ درصد از مساحت حوضه)، برجای گذاری مواد و نهشته شدن آنها فعال است.





شکل ۵. نمودار هیپسومتری بی بعد حوضه قرنقوچای و تقسیم بندی محدوده نهشته گذاری و فرسایش با استفاده از منحنی تئوری و واقعی

#### ۲-۴- میزان فرسایش آبراهه ای در حوضه قرنقوچای

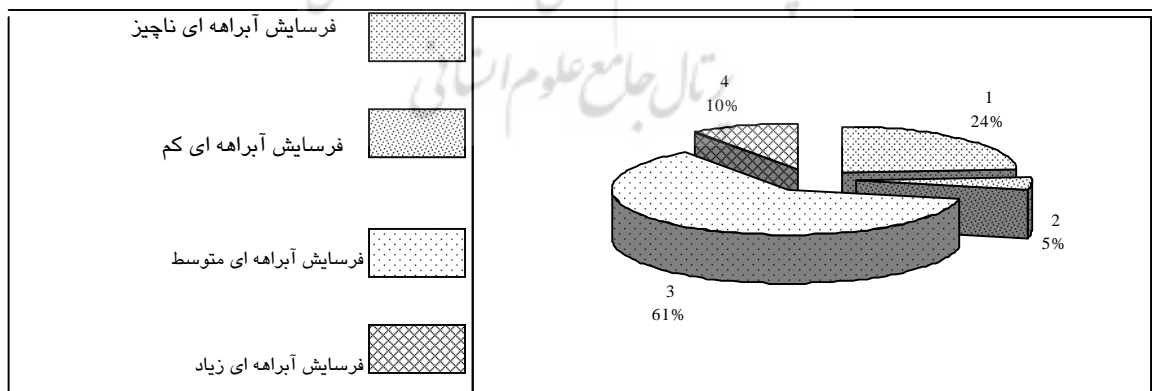
به لحاظ ویژگی های سازندهای سطحی، میزان بالای تراکم زهکشی و گاه تاثیر عوامل توپوگرافیکی و تکنیکی، که به آب های جاری توان سایشی بیشتری دهد، و به تبعیت از روند کلی تحول دره ها و حوضه بخش هایی از حوضه قرنقوچای، تحت فرسایش آبراهه ای شدید قرار گرفته است. با توجه به تاثیر عوامل مختلف و شواهد زمینی حاکی از فعالیت شدید آبراهه ای حوضه مذکور، به طبقات مختلف فرسایشی (تحت فرسایش شدید، ناچیز و متوسط) تقسیم شده است. این تقسیمات بیشتر با توجه به فاصله آبراهه ها از یکدیگر و عمق آنها صورت گرفته است. این محدوده ها در روی نقشه پیاده و از نظر فرسایش آبراهه ای، پهنه بندی شده و مساحت هر محدوده محاسبه گردیده است (شکل ۷ و ۶). این محاسبات و محدوده بندی ها، نشان می دهد که بطور کلی، حدود ۲۳٫۸ درصد حوضه آبخیز قرنقو، دارای فرسایش آبراهه ای ناچیز و ۴٫۶ درصد دارای فرسایش آبراهه ای کم است. به عبارتی، حدود ۲۸٫۴ درصد از سطح حوضه از نظر فرسایش نسبتاً تثبیت شده است و می توان گفت که چنین محدوده هایی، نیاز به کنترل اساسی ندارد. اما در حدود ۱۰ درصد از سطح حوضه، دارای فرسایش آبراهه ای با شدت زیاد می باشد که از نظر فرسایش، در حد بحرانی قرار گرفته است (شکل ۷) و باید چنین محدوده هایی تحت کنترل قرار گیرند و خطرات ناشی از افزایش میزان رسوبات حاصل از چنین فرسایشی، جدی گرفته شود. در حدود ۶۱٫۵ درصد از سطح حوضه، دارای فرسایش آبراهه ای متوسط است.



فرسایش آبراهه ای زیاد درحوضه قرنقوچای که عمدتاً با در نظر گرفتن نوع سازندها، عمق و نزدیکی آبراهه ها طبقه بندی شده اند، شامل آبراهه هایی است که به صورت متراکم و به فاصله کمتر از ۵۰ متر از یکدیگر مشاهده می شوند و غالباً ۲ تا ۳ متر عمق دارند که یک چهارم و تا نیمی از طول مسیر آنها از نظر فرسایشی فعال است (شکل ۶ و ۷). معمولاً این نوع آبراهه ها بر روی مواد آذر آوری کنده شده اند و به لحاظ وجود مواد منفصل در این نوع سازندها، که اغلب حاوی ماسه ها است، مواد زیادی در اختیار آب های جاری قرار می گیرند (شکل ۸، A).

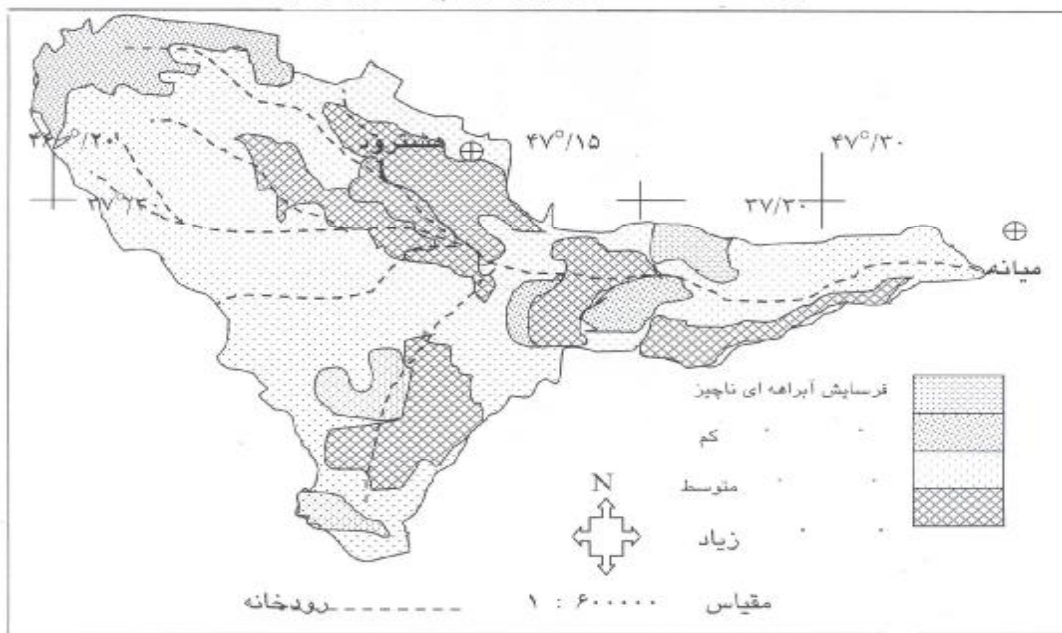
فرسایش آبراهه ای متوسط، شامل مناطقی است که آبراهه ها به فاصله ۱۰۰ تا ۳۰۰ متر از یکدیگر شکل گرفته اند و غالباً عمق آنها ۱ تا ۲۰ متر متفاوت می باشند که فقط در بخش ناچیزی از طول مسیر آنها آثار فرسایش مشاهده می شود (شکل ۷، B، A). این نوع فرسایش بیشتر بر روی ایگنمبریت های ضخیم دیده می شوند. در این محدوده، بخشی از ساییش قابل کنترل می باشد. هر چند که شدت ساییش مانند محدوده قبلی نیست، اما در مورد تثبیت سطوح ناپایدار محدوده ها، باید اقدامات اساسی صورت گیرد.

فرسایش آبراهه ای کم، شامل مناطقی است که آبراهه ها به صورت پراکنده و به فاصله بیش از ۳۰۰ متر از یکدیگر و به عمق کم تراژیک متر پدید آمده اند. آثار فرسایش در بخش هایی از آنها، بویژه در بخش های انتهائی دره ها و در مسیر کمتر از ۱۰ درصد طول آنها، مشاهده می شود. معمولاً بر روی مواد آذرین و ماسه سنگ ها، می توان این نوع فرسایش را مشاهده نمود.



شکل ۶. درصد هائی از مساحت حوضه قرنقوچای که تحت انواع فرسایش آبراهه ای با شدت های مختلف قرار گرفته اند





شکل ۷. پهنه بندی فرسایش آبراهه ای با شدت های متفاوت در حوضه قرنقوچای

فرسایش آبراهه ای ناچیز که شامل آبراهه های بسیار کم عمق می باشد و این نوع فرسایش محدوده هایی را شامل می شود که آبراهه ها از یکدیگر در فاصله دوری قرار گرفته اند. چنین فرسایشی، بیشتر بر روی آندزیت ها و بازالت ها، که سختی قابل ملاحظه ای در برابر فرسایش آبی از خود نشان می دهند، صورت گرفته است.

همانگونه که در شکل ۷ نیز مشاهده می شود، بخش های شمالی حوضه که دره های بالغ در چنین محدوده هایی قرار گرفته اند، با قسمت هایی منطبق هستند که با فرسایش آبراهه ای زیاد مشخص شده اند. به لحاظ فعال بودن فرآیندهای فرسایشی و حضور سازندهای سطحی که عمدتاً از مواد آذر آواری منفصل تشکیل شده اند، این محدوده های بیشترین مواد را در اختیار آب های جاری قرار می دهند.





شکل ۸. فرسایش آبراهه ای درروی دو سازند مختلف سطحی درحوضه قرنقچای (A) برروی مواد سطحی منفصل متشکل از ماسه ها و ایگنمبریت ها و (B) برروی ایگنمبریت

## ۵- نتیجه گیری

نحوه و میزان عملکرد فرآیندهای سایشی در آبراهه ها، از عوامل مختلفی متأثر می شوند که این عوامل علاوه بر این که نقش ویژه خود را در فرآیندهای سایشی ایفا می کند، از سایر عوامل نیز متأثر می گردند. بنابراین، با این دیدگاه، در مطالعه نحوه عمل فرآیندهای سایشی در مسیر گذر آب های جاری، علاوه از بررسی نقش تک تک عوامل در مقطع زمانی ویژه، باید نحوه ایفای نقش عوامل مختلف بطور ترکیبی مدنظر قرار گیرد و حاصل عمل نهائی باتکیه به شواهد مورفولوژیکی و ژئومورفولوژیکی، در بلند مدت و در ارتباط با یکدیگر و بطور کلی در قالب یک مجموع، مورد بررسی قرار گیرد. در غیر این صورت، نتایج حاصل از بررسی ها از نظر زمانی و مکانی، به صورت مقطعی و در عین حال ناقص خواهد بود. چرا که در اثر عملکرد سیستمی فرآیندها، تاثیر تغییرات رخ داده در توان و ویژگی های هر یک از عوامل، از یکی به دیگری در کوتاه مدت و یا بلند مدت منتقل می شود [۱۴، ص ۲۷۰؛ ۱۵، ص ۵۵؛ ۱۶، ص ۸۹۱، ۱۷، ص ۳۰۳؛ ۱۸، ص ۲۸۲]، بنابراین، عدم توجه به این نقل و انتقالات و همچنین توجه صرف به نقش یک عامل مجزا، در واقع غفلت از عملکرد عوامل به صورت مجموعه خواهد بود و توجیه برخی از تفاوت های موجود در نحوه سایش، بویژه در یک محدوده گسترده و واحدی همگون از نظر ساختار و نوع سازندها، بسیار دشوار خواهد شد. این دشواری

درحوضه گسترده ای مانند قرنقوچای، با عنایت به یکنواختی نسبی نوع سازندها نیز وجود داشت که به منظور توجیه منطقی برخی از تفاوت ها، پاسخگویی به بعضی از سئوالات و یافتن علت تشدید فرسایش در بخش های ویژه ای از منطقه، توسط به مشاهدات میدانی، استفاده از تحلیل های کمی و بهره گیری از روش های کلاسیک، بطوریکجا، بهترین راه حل ممکن به نظرمی رسید که در این مطالعه به آنها توجه شد نتایج بهره گیری از چنین روش هایی نشان می دهد که خود دره اصلی قرنقوچند دره فرعی، در مرحله بلوغ قرار دارد. اما برخی از دره های فرعی از نظر آرایش نیمرخ طولی دره ها و ضرایب حاصل از تحلیل های رگرسیونی، از نظر درجات تحول تفاوت هایی را نشان می دهند، حتی دره های که در یک طبقه ویژه واقع شده اند (به عنوان مثال در مرحله بلوغ) با یکدیگر تفاوت هایی را نشان می دهند. با توجه به این تفاوت ها، می توان گفت که تفاوت در میزان سایش در طول کلیه دره ها، دور از انتظار نخواهد بود. بررسی های بعدی نیز چنین امری را تایید کردند. نتایج حاصل از این بررسی ها نشان می دهد که در شرایط کنونی در نحوه سایش آبراهه های حوضه گسترده قرنقوچای، تفاوت هایی به چشم می خورد که علت آن به نوع سازندها، ویژگی های اقلیم گذشته و مهمتر از همه، به یکی از عمده ترین رخداد های گذشته در حوضه قرنقو، یعنی به حرکات تکتونیکی مربوط می شود که چنین حرکاتی، تغییراتی را در سطح اساس محلی و در نتیجه شدت سایش در بخشی و میزان نهشته شدن مواد در بخشی دیگر بوجود آورد و دره را در مرحله جدیدی از تحول قرار داد. به لحاظ تفاوت در مرحله تحول دره ها و با عنایت به عملکرد سیستمی، فرآیندها، این روند تا برابری تمامی تغییرات (با فرض ثابت ماندن سایر عوامل)، ادامه خواهد یافت که نتایج این فعالیت ها در بخش هایی از حوضه با سایش بیشتر و ناپایداری شدن دامنه ها و دیواره دره ها و در قسمت های دیگر با حضور اشکال انباشتی مانند مخروط افکنه ها و پشته ها همراه خواهد بود. حضور اشکال نهشته ای در طول دره ها، از نظر تغییرات عمده ای که در طول دره ها و ویژگی های هیدرولوژیکی رودخانه ها پدید می آورند، اهمیت دارد. حضور این اشکال، علاوه از این که انحرافات را در مسیر جریان آنها بوجود می آورد و در اثر ریزش مواد از سطوح شیب دار، محدوده های جدیدی برای سایش، در اختیار آب های جاری قرار می گیرد، انباشتگی مواد در مسیرها، توان سایشی و قدرت حمل بیشتری به سیلاب ها می دهد. سیلاب ها به

هنگام وقوع، پشته های نهشته ای درپای دیواره دره ها و کلاً در دشت های سیلابی رابا خود برداشته و در نهایت در پشت سد احداث شده برجای می گذارند و به این ترتیب، از عمر مفید سد در مدت نسبتاً کوتاهی می کاهند. با عنایت بر این که حوضه در حالت کلی در مرحله بلوغ خود به سر می برد و فرآیندهای سایشی هنوز در بخش اعظمی از حوضه فعال هستند، تثبیت دامنه ها، جلوگیری از انحراف آب های جاری به پای دیواره دره ها و هرگونه اقدامی که مانع تحریک آب های جاری به سایش بیشتر در طول آبراهه ها گردد، از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

علاوه از تغییراتی که بطور طبیعی و به ایجاب روند طبیعی تحول دره ها، در طول آبراهه ها و دره ها صورت می گیرد، در دهه های اخیر، تغییرات عمده ای در قسمت های مذکور به دست انسان صورت گرفته و می گیرد. این تغییرات به ویژگیهای هیدرولوژیکی منتقل و در توان سایشی آنها تاثیر می گذارد، که جابجائی جانبی غیر معمول رودخانه ها به یکی از جوانب دره ها و وقوع لغزش و خالی شدن مواد دامنه ای به داخل دره ها از مهمترین پیامدهای آن محسوب می شود. در حوضه قرنقو، در بخش هایی که آبراهه ها بر روی مواد منفصل آذر آواری تشکیل شده اند، مواد سطوح شیب دار به داخل دشت های سیلابی فرو می ریزند و در اختیار آب های جاری قرار می گیرند و در پای دیواره دره ها به صورت پشته ها و خاکریزها در وسط و کناره دره ها نهشته می شوند. انباشتگی مواد و حضور چنین اشکالی در دره هایی مانند چینی بلاغ به مرور، در اثر حمل مواد توسط آب های توانمند در مقطع زمانی ویژه و برجای گذاری آنها در وسط دشت های سیلابی، موجب پدید آمدن آرایش قیطانی در مسیر جریان آب های جاری شده است.

#### ۶- منابع

- [1]-Ohmori,H.;"Morphological characteristics of longitudinal profiles of rivers in the South Island,New Zealand".Tokio university. 1996.
- [2]-Nash,D.;"Dugicurst development and valley evolution". Earth surface processes and landforms. 1994,11:7001-117..
- [3]-Radoane,M.,N.Radone and D,Dumitria.;" Geomorphological evolution of longitudinal river profiles in the Carpathians". Geomorphology. 2003,50:293-306.
- [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". 1990.30:351-367.

[7]-Schoorl,J.M and A, Veldkam.;" Late Cenozoic landscape development and its tectonic implications for the Guadalhorce valley near Alora Southern Spain". Geomorphology. 2003.50:43-51.

[۸]-امین سبجانی، ابراهیم وحسین معین وزیری.;"سهند از نظر ولکانولوژی وولکانوسدیماننتولوژی". انتشارات دانشگاه تربیت معلم تهران. ۱۳۶۵

[۹]-معین وزیری، حسین.;"دیباچه ای بر ماگماتیسم ایران. انتشارات دانشگاه تربیت معلم تهران " ۱۳۷۵.

[10]-Snyder,N.P.,K.X,Whipple.,G.E.Tucker.,D.J.Merritts.;" Channel response to tectonic forcing field analysis of stream morphology and hydrology in the Mendocino triple junction region,Northern California". Geomorphology. 2003,53:97-127.

[11]-Zelilidis,A.;" Drainage evolution in a rifted basin,Corinth graben,Greece". Geomorphology.2000.35:69-85.

[۱۲]-فریفته، جمشید.;"تحلیلهای کمی در ژئومورفولوژی. انتشارات دانشگاه تهران " ۱۳۷۰

[۱۳]آل کثیر، عبدالامیر.;" پژوهش های ژئومورفولوژی و هیدرومورفولوژی دامنه شرقی سهند (حوضه آبریز قرقو-آذربایجان شرقی)" .پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم انسانی واجتماعی. دانشگاه تبریز. ۱۳۷۴

[14]-Stanford,S.D.;"Late Cenozoic surficial deposits and valley evolution of unglaciated Northern New Jersey". Geomorphology. 1993,7:267-288.

[15]-Stokes,M and A,E.Mather.;"Tectonic origin and evolution of a transverse drainage:the Rio Almanzora Southeast Spain". Geomorphology. 2003,50:52-81.

[16]-Zhang,D.;"Geomorphological problems of the middle reaches of the Tsanyo rivers,Tibet". Earth surface processes and landforms. 1998,23:889-903.

[17]-Li,Youli.,L,Yango and F,Duan.;" Impact of tectonic on alluvial landforms in the hexi Corridor ,Northwest China" . Geomorphology. 1999.28:299-308.

[18]-Fryirs ,K and G.Brierley.;" The character and age structure of valley fills in upper Wolumla Greek Catchment ,South Coast New south Wales,Australia".Earth surface processes and landforms. 1998,23:971-287.