Archive of SID

دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
مجله علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی

سال نهم، شماره‌ی ۲۵
بهار ۱۳۸۸، صفحات ۲۳-۵۰

مریم بیاتی خطیبی[۱]

تشخیص فعالیت های نئوتکتونیکی درحوضه آبریز قرنقوچای با استفاده از شاخص های ژئومورفیک و مورفوتکتونیک

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۷/۵/۳۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۷/۹/۱۳

چکیده

شبکه های زهکشی و چشم اندازهای رودخانه ای به صور گوناگون نسبت به وقوع تغییرات در بستر جریان عکس العمل نشان می دهند. تشکیل تراس های رودخانه ای، تغییر نیمرخ طولی و مقطع عرضی وهمچنین جابجایی های جانبی در مسیر جریان رودخانه ها از جمله این عکس العمل ها محسوب می شوند که با تشدید فرسایش نیز همراه می گردند. در محدوده مورد مطالعه (واقع در مختصات ´ ۲۷ °۴۶ تا ´ ۴۲ °۴۷ طول شرقی و´ ۵۸ °۳۶ تا ´ ۴۴ °۳۷ عرض شمالی، و قرارگرفتن در دامنه شرقی کوهستان سهند)، حضور شبکه زهکشی معکوس، وجود تراس های رودخانه ای، گسل ها، چین خوردگی ها و بالاآمدگی گنبدهای نمکی، نشان دهنده فعالیت های نئوتکتونیکی در حوضه هستند. در این مقاله، تحلیل های مورفومتریک در

۱ـ دانشیار گروه پژوهشی جغرافیای دانشگاه تبریز. Email:bayaty@tabriac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

حوضه قرنقو بر روی شبکه زهکشی به منظور تعیین اثرات نئوتکتونیک بر روی ویژگی های رودخانه ها، با استفاده از روش های هیپسومتریک وشاخص های مورفوتکتونیک و ژئومورفیک صورت گرفت. نتایج این بررسی ها وتحلیل ها نشان داد که فعالیت های نئوتکتونیک برشبکه زهکشی حوضه کاملا تاثیرگذاشته است. توپوگرافی و اشکال ژئومورفیک وهمچنین معماری دره ها با بالاآمدگی ها در بخش های جنوبی و میانی حوضه در رابطه هستند. حضور شکستگی ها و بی نظمی ها در نیمرخ طولی رودخانه ها، جابجایی های جانبی در مسیر جریان آنها و غیرعادی بودن شبکه زهکشی از اثرات بالاآمدگی های تکتونیکی محسوب می شوند. ارقام حاصل از بکارگیری شاخص های مختلف نیز نشان دهنده فعال بودن تکتونیک در بخش های مختلف حوضه، بویژه در بخش های میانی وجنوبی آن است.

کلید واژه ها:

نئوتکتونیک، شبکه زهکشی غیرعادی، بالاآمدگی های تکتونیکی، شاخص های ژئومورفیک و مورفوتکتونیک، دامنه های شرقی کوهستان سهند، حوضه رود قرنقو.

مقدمه

مورفومتری در واقع تحلیل های کمی از ویژگی های ژئومورفیک لندفرم های یک منطقه است. در بررسی ویژگی های تکتونیکی حوضه آبریز، استفاده از بعضی از پارامترهای مورفومتریک مانند گرادیان بستر رودخانه، انرژی ناهمواری، نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن، نسبت انشعاب، درجه و تعداد رتبه های شاخاب های یک رودخانه، درجه و نسبت تقعر رودخانه، نیمرخ های نرمال شده و بعضی از پارامترهای فیزیوگرافیک حوضه ها می توانند اطلاعات بسیار مهمی را ارائه دهند. در بیشتر موارد ممکن است اطلاعات ناشی از بکارگیری بعضی ازشاخص هایی که از پارامترهای فیزیوگرافیک حاصل شده اند، نشانگر فعالیت های تکتونیکی قدیمی و جوان در یک محدوده ویژه باشند. از این نظر در بررسی های تکتونیک منطقه ای، بکارگیری و توجه به نتایج حاصل از بکارگیری آنها از اهمیت ویژه ای برخوردار است. اما باید در نظر داشت که نتایج حاصل از این پارامترها می تواند در بخش های مختلف مقادیر

www.SID.ir

Archive of SID

مختلفی را نشان دهد (زوچیویز[1]، ۱۹۹۸، ص ۱۲۸). بنابراین باید در چنین مواردی هم نتایج حاصل از شاخص های ژئومورفیک وهم نتایج حاصل از شاخص های مورفوتکتونیک مد نظر قرار گیرد، بخصوص در مواردی که تحلیل ها برروی مسیر جریان رودخانه ها متمرکز شده است.

شاخص های ژئومورفیک از ابزار های مهم برای ارزیابی درجه فعالیت های تکتونیکی در یک ناحیه ویژه هستند. تمامی شاخص های ژئومورفیک تحت تاثیر ویژگی های فیزیکی و مکانیکی سنگ ها قرار دارند. بنابراین مقادیر حاصل از بکارگیری این شاخص ها، به طور مستقیم ویا غیرمستقیم نشان دهنده ویژگی های مذکور هستند (گوارنیری وپیروتا[2] ، ۲۰۰۷، ص ٦). در این مقاله، برای ارزیابی ویژگی های تکتونیکی منطقه وتاثیر آن بر ویژگی های رودخانه ها، سعی شده است که از مهمترین شاخص ها استفاده شود.

رودخانه ها اولین اشکال محیطی هستند که نسبت به وقوع تغییرات در بستر جریان و یا بروز تغییرات درحواشی بستر جریان، عکسل العمل نسبتا سریعی نشان می دهند. با توجه به عکسل العمل های ثابت شده رودخانه ها نسبت به وقوع تغییرات غیرعادی – عمدتا ناشی از تکتونیک – می توان با تحلیل آنها با استفاده از شاخص های مورفوتکتونیک، در رابطه با وقوع تغییرات مذکور اظهار نظر نمود. به عبارت دیگر شاخص های مورفوتکتونیک از شاخص های مناسب دیگر برای بررسی تاثیر تکتونیک بر رودخانه ها محسوب می شوندکه می توان در بررسی اثرات تکتونیک بر مسیر رودخانه ها به نتایج حاصل از آنها استناد نمود (آجار ودینسر[3]، ۲۰۰۵، ص ۲).

بررسی فعالیت های تکتونیکی با استناد به تغییرات مسیر جریان رودخانه ها وحتی بررسی اثرات فعالیت های تکتونیکی بر تغییرات وجابجایی ها با استفاده از انواع شاخص ها از سابقه نسبتا طولانی برخوردار است، اما شاید از برجسته ترین محققانی که بتوان به کارهای علمی

[1] -Zuchiewicz
[2] -Guarnieri and Pirrotta
[3] -Acar and Dincer

www.SID.ir

Archive of SID

آنها استناد نمود، بال باشد. پژوهشگران دیگری نیز مانند سیلوا[1] (۲۰۰۸ و ۲۰۰۳)، (استوک و همکاران[2]، ۲۰۰۸، گاروته و همکاران[3]، ۲۰۰۸، ایتاکر و همکاران[4]، ۲۰۰۸، آسییونه و همکاران[5]، ۲۰۰۸، واکلاویک و همکاران[6]، ۲۰۰۸، استفانچیکوا و همکاران[7]، ۲۰۰۸) با استفاده از شاخص های مورفوتکتونیک وژئومورفیک کارهای پژوهشی زیادی انجام داده اند.

دراین مقاله نیز به منظور بررسی فعالیت های تکتونیکی در حوضه قرنقوچای با استناد بر آثار آنها در مسیر رودخانه ها سعی شده است از این شاخص ها استفاده ونتایج حاصل از آنها در سطح حوضه قرنقومورد مقایسه قرارگیرد.

-موقعیت جغرافیائی و ویژگی های طبیعی

دامنه شرقی سهند پرآب ترین،سرسبز ترین ،بزرگترین ورسوب زاترین حوضه را در خود جای داده است .حوضه قرنقوچای ، بامساحت ۳۵۷۰ کیلومتر مربع ،یکی از زیرحوضه های هیدرولوژیک حوضه رودخانه قزل اوزن می باشد (مربوط به حوضه آبگیردریای خزر)که با روند عمومی شرقی –غربی و مختصات ´ ۲۷ / ° ٤٦ تا ´ ٤٢/ ° ٤٧ طول شرقی وَ ۵۸ / °۳٦ تا ٤٤ / ° ۳۷ عرض شمالی، در شمال غرب کشور و در دامنه شرقی کوهستان سهند واقع شده است. این حوضه از سمت شمال به حوضه رودخانه شهرچای، از سمت جنوب به حوضه رودخانه آیدوغموش، از سمت شمال غرب به سرشاخه های رودخانه تلخه رود، ازسمت غرب، به حوضه رودخانه های صوفی چای و لیلان رود، از جنوب غرب به حوضه سوقورچای و از جنوب و جنوب غربی به رودخانه اجیرلو محدود می گردد (شکل۱).

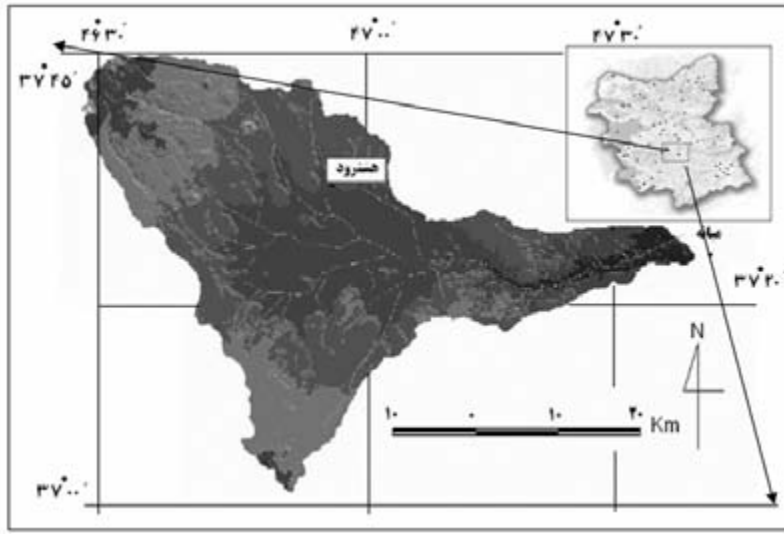
اغلب الگوی زهکشی حوضه شاخه درختی است اما به دلیل وضعیت توپوگرافی حوضه وحضور ناهمواری های متشکل از قلل منفرد، شبکه آبراهه ها دربخش های مذکور (گنبدهای

1 -Silva
2 -Stokes et al.
3 -Garrote et al.
4 -Whittaker et al.
5 -Ascione et al.
6 -Waclawik et al.
7 -Stepancikova et al.

www.SID.ir

Archive of SID

منفرد) واگرا وشعاعی هستند و اغلب رودخانه اصلی در پای دامنه ها جریان دارند. کوه ارونه در شمال غرب حوضه از نمونه های چنین توپوگرافی محسوب می شود. در روی این واحد توپوگرافی، دره ها کم عرض وعمیق هستند. در روی واحد مذکور تعداد مسیل ها زیاد، در قسمت پایین دست حوضه، آبراهه ها پرپیچ وخم و دره ها کوچک ومتقارن هستند.



شکل (۱) موقعیت جغرافیایی حوضه قرنقوچای

سیمای ساختاری حوضه عمدتا متاثر از تحولات ساختمانی آلپی است که از زمان ائوسن با رخدادهای آتشفشانی آغاز و با توسعه ارتفاعات و ناهمواری های ولکانیکی، آذرآواری و بعضا قاره ای – دریایی دردوره های الیگوسن، میوسن و پلیوسن ادامه می یابد و در اواخر پلیوسن و ابتدای کواترنر تحت تاثیر آخرین فازهای چین خوردگی، چهره امروزی به خود می گیرد.

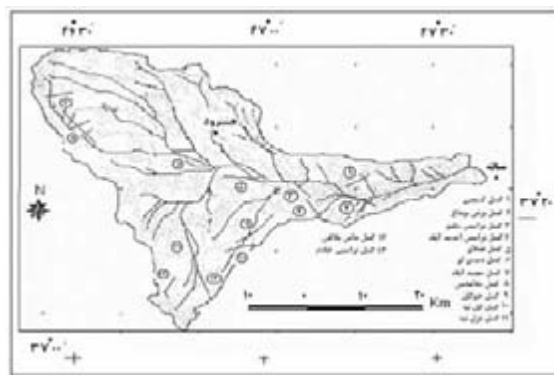
با توجه به این که حوضه مذکور، فعالیت زمین ساختی متعددی را پشت سرگذارده است، انعکاس این فعالیت ها و رخداد ها به صورت سیستم های مختلف گسلش (شکل ۲)، درز و شکاف و همچنین وقفه های مهم چینه شناسی همراه با نبودهای چینه ای در زمان رسوب گذاری و فرسایش بعد از آن مشخص می باشد. با توجه به شواهد موجود از قبیل تغییرات در

www.SID.ir

Archive of SID

مسیر جریان رودخانه ها، بالاآمدگی گنبدهای نمکی و تداوم برش محور چین خوردگی ها توسط رودخانه ها می توان گفت که تکتونیک هنوز هم در منطقه فعال است. بررسی سابقه وقوع زلزله های حوضه حاکی از وقوع زلزله های بزرگ در طول تاریخ و در قرون اخیر در منطقه بوده است. وقوع زمین لرزه های ۷,۷ ریشتری به طور مکرر در منطقه در واقع از زلزله خیز بودن حوضه حکایت می کند.

حوضه قرنقو با مقدار بارش سالانه ۳٤۰ میلی متر از حوضه های نیمه خشک محسوب می شود و منبع عمده تغذیه رودهای آن ذوب برف های کوه های مرتفع می باشد که روند خشکسالی بیشتر این رودخانه ها را خشکانیده است. اغلب سیلاب ها در اواخر اردیبهشت وخرداد ماه رخ می دهد که همزمانی ذوب برف ارتفاعات با بارندگی های بهاری، سیلاب های بزرگی را در حوضه موجب می شود. گستردگی پهنای دشت های سیلابی از قدرت این سیلاب ها حکایت می کنند. دربین شاخاب های عمده قرنقو، رودخانه اصلی قرنقو ازسیل خیزترین آنها محسوب می شود و درطول این رودخانه همه ساله دراثر وقوع سیل مقادیر زیادی از خاک های زراعی کناره دره ها که عمدتاً در اثر وقوع لغزش های کناری وارد رودخانه می گردند، تخریب می شود و زمین های زراعی و باغات واقع در بسترهای سیلابی غرقاب می شوند.



شکل(۲) گسل های بزرگ در حوضه قرنقوچای
(اقتباس از نقشه زمین شناسی ۱۰۰۰۰۰ :۱ میانه)

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش ها

در این مقاله ابتدا سعی شده برای سهولت و امکان انجام محاسبات و مقایسه نتایج حاصل از بکارگیری شاخص ها، حوضه به زیرحوضه های متعدد تقسیم گردد (شکل۳) و سپس با استفاده از شاخص ها، اثر فعالیت های تکتونیکی بر دره ها و مسیر رودخانه ها مورد بررسی قرار گیرد. برای نیل به این هدف در مرحله نخست از مهم ترین شاخص ژئومورفیک یعنی شاخص نسبت پهنای دره به ارتفاع آن (Vf) استفاده شده است (سیلوا، ۲۰۰۳، ص۲۱۵) تا با توسل به نتایج حاصل از آن اثر میزان فعالیت های تکتونیکی بر دره ها ومسیر جریان رودخانه ها مورد بررسی قرار گیرد.

این شاخص که نسبت پهنای یک دره ویژه به ارتفاع آن را نشان می دهد (Vf)، بصورت زیر نوشته می شود (رامیرز، ۱۹۹۸ و سیلوا، ۲۰۰۳):

$$Vf=2Vfw/(Eld-Esc)+(Erd-Esc) \qquad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن:

Vfw=پهنای دره

Eld=ارتفاع سمت چپ دره (ازسطح دریا)

Erd=ارتفاع سمت راست دره(ازسطح دریا)

Esc=ارتفاع رودخانه (ازسطح دریا) می باشد.

بال ومک فادن (به نقل ازرامیرز[1]، ۱۹۹۸، ص۳۲۰) حرکت کوهستان را براساس مقادیر Vf به صورت زیر تقسیم کرده اند:

بسبار فعال۱>Vf

نیمه فعال ۲>Vf >۱

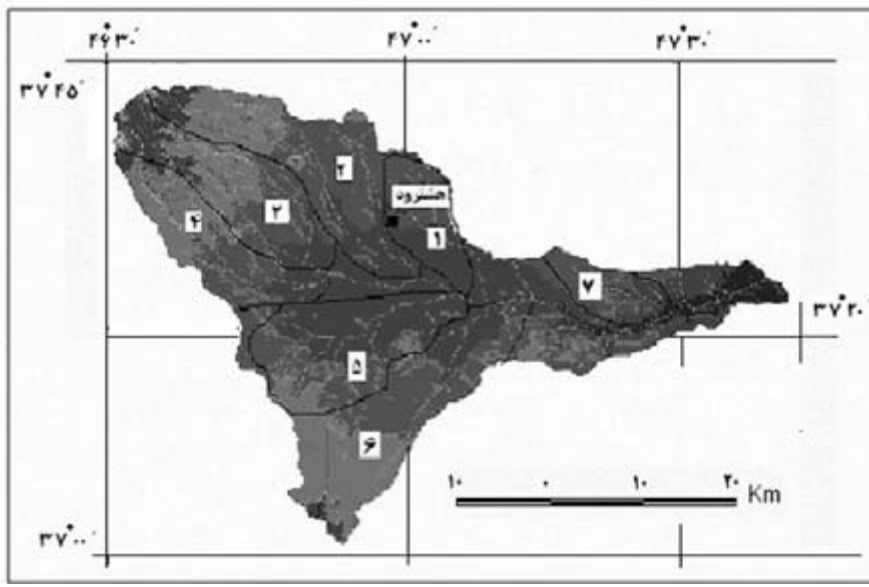
آرام ۲ <Vf

1-Ramirez

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به کلیه مواردی که ذکر شد، در این مقاله برای محاسبه میزان Vf سعی شده با استفاده از نقشه های ۱:۵۰۰۰۰ توپوگرافی و انطباق آن با نقشه های زمین شناسی و لیتولوژی، از قسمت های مختلف حوضه مقاطع عرضی تهیه شود.



شکل (۳) تقسیم بندی حوضه قرنقو به چندین زیرحوضه عمده

بررسی آنومالی های ناشی از تکتونیک در شبکه زهکشی با استفاده از شاخص های متعددی امکان پذیر است. برای اثبات اثرات فعالیت های تکتونیکی بر آنومالی های مسیر رودخانه سعی شده از شاخص ها مورفوتکتونیکی استفاده شود که مهم ترین آنها عبارتند از:

نسبت انشعاب(R_b)[1]

با استفاده از بعضی از ویژگی های سلسله مراتبی شبکه های زهکشی، می توان به آنومالی های موجود در آبراهه ها که ناشی از تکتونیک است، پی برد (گواری نیری و همکاران[2]، ۲۰۰۷،

1 -Bifurcation ratio
2 -Guarnieri et al.

www.SID.ir

Archive of SID

ص۸). یکی از این پارامترها، نسبت انشعاب است که با استفاده از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$R_b(u\text{-}u+1)=N_u/N_{u+1}$$ رابطه (۲)

در این رابطه:

R_b =نسبت انشعاب

N_u =تعداد آبراهه های رتبه ویژه

N_{u+1}=تعداد آبراهه های رتبه بالاتر می باشد.

-نسبت انشعاب مستقیم[1] (R_{db})

این نسبت توصیف کننده ساختار هیدروگرافیک حوضه است، بدون این که آنومالی های سلسله مراتبی مدنظر قرار گیرند. نسبت مذکور با رابطه زیر قابل معرفی است.

$$R_{bd}(u\text{-}u+1)=N_{du}/N_{u+1}$$ رابطه (۳)

که در آن:

R_b =نسبت انشعاب مستقیم

N_{du} =تعداد آبراهه های رتبه ویژه که به رتبه بالاتر جریان می یابند

N_{u+1}=تعداد آبراهه های رتبه بالاتر می باشد.

-شاخص انشعاب[2] (R)

تفاوت بین نسبت انشعاب(R_b) و نسبت انشعاب مستقیم(R_{db}) ،با شاخص انشعاب قابل معرفی است .شاخص انشعاب با حضور آنومالی ها در شبکه زهکشی در رابطه است و می تواند اطلاعات مفیدی را در مورد تیپولوژی فرایندهای فعال فرسایشی و درجه تحول حوضه ارائه دهد (گواری نیری و همکاران، ۲۰۰۷، ص ۸).

این شاخص با رابطه زیر قابل معرفی است:

$$R=R_b-R_{db}$$ رابطه (٤)

1 -Direct Bifurcation Ratio
2 - Bifurcation Index

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص آنومالی سلسله مراتبی[1] (Δ_a)

وقوع حرکات تکتونیکی با بروز آنومالی های عمده در مسیر جریان رودخانه ها همراه است. ثابت نمودن این آنومالی ها با شاخص های مربوطه می تواند در تحلیل اثرات تکتونیکی یاری نماید. یکی از این شاخص ها، شاخص آنومالی سلسله مراتبی است که این شاخص میزان آنومالی های موجود در شبکه را نشان می دهد و با رابطه زیر قابل نمایش است:

$$\Delta_a=H_a/N_1 \qquad \text{رابطه(۵)}$$

در رابطه فوق:

Δ_a= شاخص آنومالی

H_a=تعداد آنومالی سلسله مراتبی

N_1=تعداد آبراهه های رتبه یک می باشد.

تاکید بر شکل نیمرخ طولی و برآمدگی ها در نیمرخ می تواند اطلاعات مفیدی را در مورد بالاآمدگی های تکتونیکی در مسیر رودخانه ها ارائه دهد. به همین دلیل در این مقاله نیمرخ طولی رودخانه اصلی زیرحوضه ها ترسیم و برآمدگی ها تحلیل شده و درنهایت نمودار هیپسومتری حوضه ها برای بررسی وضعیت تحول آنها ترسیم گردیده است.

بعد از تحلیل میزان آنومالی ها با روش های مختلف تلاش شده با استفاده از تصاویر ماهواره ای و پیمایش های میدانی تغییرات ناشی از تکتونیکی در مسیر رودخانه ها بررسی گردد و با ویژگی های محلی منطبق شود.

بحث

اشکال ژئومورفیک و تغییرات آن، محصول جدال بین عوامل مختلف است که نحوه تغییرات مشخص کننده میزان تاثیر هر یک از عوامل بر چشم اندازها است. تغییرات ناشی از فعالیت هایی تکتونیکی از تغییرات مهم در چشم اندازها است که با توجه به شواهد ژئومورفولوژیکی قابل پی گیری است (آندرسون و همکاران[2]، ۲۰۰۰ ، ص ۱۲۷۹). رودخانه ها به عنوان یکی از

1 -Hierarchical anomaly index
2 -Anderson et al.

www.SID.ir

Archive of SID

اشکال دینامیک طبیعت، از این تغییرات بیشتر متاثرمی گردند و به صور گوناگون به فشارهای وارده و تغییرات صورت گرفته عکس العمل نشان می دهند (آمرسون و همکاران[1]، ۲۰۰۷، ص۲۲). آثار این عکسل العمل ها به صورت تغییرات جانبی، برش بستر و افزایش میزان فرسایش و افزایش حجم رسوبات در پشت سازه های آبی (مانند سدها، بندها و...) جلوه گر می شوند. برای بررسی آثار این تغییرات لازم است با استفاده از شاخص ها، ابتدا فعالیت های تکتونیکی در مسیر رودخانه ها ثابت وسپس میزان آنومالی ها وعلل آنها مشخص شود.

۱) بررسی فعالیت ها تکتونیکی در مسیر رودخانه های اصلی با استفاده از شاخص Vf

شاخص Vf نشانگر تفاوت های موجود بین دره های V شکل- نشان دهنده برش رودخانه در جهت پایین دست در پاسخ به بالا آمدگی های تکتونیکی بالا است (با مقدارVf پایین)- ودره U شکل- حاکی از فرسایش جانبی فعال در دره ها است. کف این دره ها در اثر فعالیت فرایندهای فرسایشی عریض شده (با مقدارVf بالا و با سکون تکتونیکی) - (سیلوا و همکاران[2]، ۲۰۰۳، ص ۲۰۸). در واقع میزان این شاخص، با چشم پوشی از تاثیر سایر عوامل، نشان دهنده بالا آمدگی و یا فرونشینی بستر یک رودخانه در یک دوره زمانی بلند است. در مسیر رودخانه هایی که گسل وجود دارد، میزان شاخص Vf می تواند معرف شدت فعالیت های تکتونیکی باشد. تکیه به مقادیر Vf در ناحیه ای زمانی می تواند مورد استفاده قرار گیرد که پدیده های مورد نظر دارای یک توضیح ژئومورفولوژیکی از حضور گسل ها باشد (کوکوولاس[3]، ۱۹۹۸، ص ۵۰۹).

برای محاسبه مقادیرVf باید برش هایی ازدره انتخاب وتهیه شود. موقعیت تهیه برش از یک دره در داخل یک حوضه زهکشی برمقادیر شاخص Vf تاثیر گذار است. به همین دلیل برای فراهم شدن امکان مقایسه دره های مختلف در داخل یک حوضه بزرگ با زیرحوضه های مختلف، هم از قسمت های مختلف دره ها و هم از قسمت ویژه ای از جبهه کوهستان

1 -Amerson et al.
2 -Silva et al
3-Koukouvelas

www.SID.ir

Archive of SID

برش های مختلف تهیه شده است. شایان ذکر است که دلیل تهیه برش های مختلف این است که کف دره تمایل دارد به طرف بالادست رودخانه باریک تر شود (رامیرز- هررا[1]، ۱۹۹۸، ص ۳۲۵). به همین دلیل سعی شده در تهیه برش و همچنین محاسبه مقدار Vf دقت لازم به عمل آید. میزان Vf محاسبه شده برای کل حوضه و زیرحوضه های مختلف قرنقو درجدول (۱) درج شده است.

با توجه به مقادیر درج شده در جدول (۱) و مقادیر حاصل از برش های تهیه شده از قسمت های مختلف حوضه می توان گفت که بخش های شمال غربی حوضه (مربوط به رودهای کلقان وقپان) از نظر تکتونیک فعال هستند. با توجه به تاریخچه تشکیل این دو دره که در اثر فرونشینی تکتونیکی پدید آمده اند، نتایج حاصل درست است و در عین حال نتایج حاکی از این هستند که در شرایط کنونی نیز بخش های کنونی فعال هستند. بخش های جنوب غربی (شورچای) و انتهای شرقی حوضه (رود خاتون آباد) طبق نتایج حاصل از شاخص Vf نیمه فعال هستند. بخش خروجی رودخانه شورچای درحوضه قرنقوچای منطبق با طاقدیس و ناودیس های بسیار فعال است. این امر باعث می شود که در اثر فشارهای تکتونیکی پیچان های زیادی در حوضه تشکیل شود. در واقع حضور پیچان ها درحوضه مذکور و حضور طاقدیس و ناودیس های بزرگ در انتهای حوضه نتایج حاصل از شاخص مذکور را تایید می کنند. در مورد حوضه خاتون آباد نیز دلیل نیمه فعال بودن تکتونیک آن طبق شاخص Vf به حضور گسل های متعدد در این حوضه استناد نمود. در بقیه بخش های حوضه ودر مسیر رودخانه دیگر تکتونیک طبق این شاخص آرام است.

1 -Ramirez-Herrara

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۱) مقادیر Vf برای کل حوضه قرنقو و زیر حوضه های آن (دراین جدول، عـدد ۰ دره رودخانه اصلی قرنقو، ۱ معـرف رود هـشترود، ۲ رود کلقـان، ۳ رود قپـان، ٤ رود قرنقـو ۱، ۵ شورچای، ٦ رود قره آغاج و ۷ رود خاتون آباد)

شماره حوضه	۰	۱	۲	۳	٤	۵	٦	۷
Vf (با برش هایی از قسمت های مختلف)	٤,۲۲	۵,۲٦	۰,۸۵	۰,۹٦	۲,۵۷	۱,۷٤	۳,۷٤	۱,۷٦
از نظر حرکات تکتونیک	آرام	آرام	بسیار فعال	بسیار فعال	آرام	نیمه فعال	آرام	نیمه فعال
Vf (با تهیه برش هایی از فواصل معین ازجبهه کوهستان)	۳,۹	۱,۲۷	۲,۵	۳,۳	۳,٤٤	٤,۷۲	۳,۷	۰,۹٤
از نظر حرکات تکتونیکی	آرام	نیمه فعال	بسیار فعال	آرام	آرام	آرام	آرام	بسیارفعال

برای مقایسه رودخانه ها سعی شده از فواصل معینی از جبهه کوهستان نیز برش هـایی تهیـه و مقادیر Vf محاسبه شود. مقادیر حاصل از محاسبات نشان می دهد که رود کلقـان و خـاتون از نظر تکتونیک بسیار فعال هستند، به طوری که دلایل آن قبلا ذکرشد، رود هشترود نیمه فعال و مسیر بقیه جریان رودخانه ها آرام هستند (جدول۱).

۲) تعیین میزان تغییرات و مقدار آنومالی های تکتونیکی در شبکه زهکشی

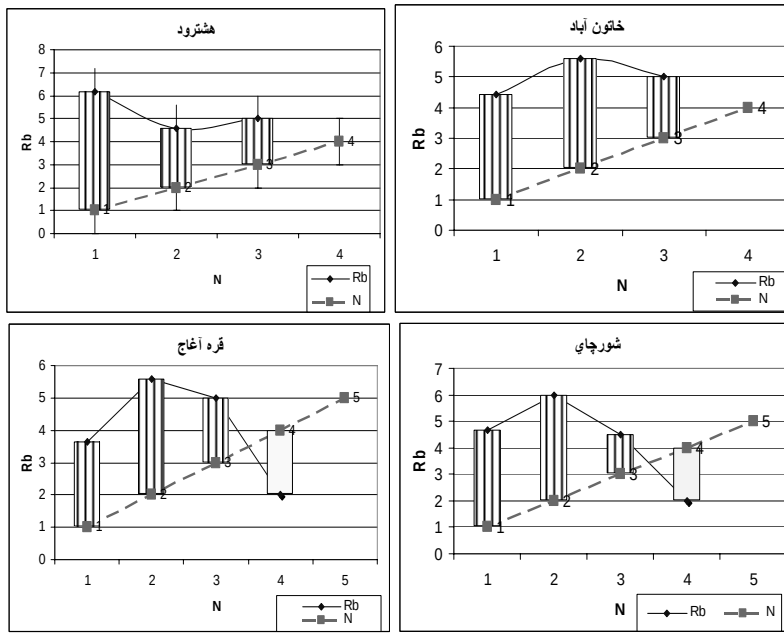
یکی از مواردی که در تحلیل تغییرات تکتونیکی در مسیر رودخانه ها بـه آن تاکیـد مـی شـود، تغییرات نسبت انشعاب است که در مناطق فعال از نظر تکتونیک این نسبت بـین شـاخاب هـا متفاوت است (شکل٤). بنابراین با استناد به این تفاوت ها می توان در مورد تغییرات تکتونیکی اظهار نظر نمود. در این مقاله نیز این تفاوت ها مد نظر قرار گرفته وتحلیل ها با استناد بـه آنهـا

www.SID.ir

Archive of SID

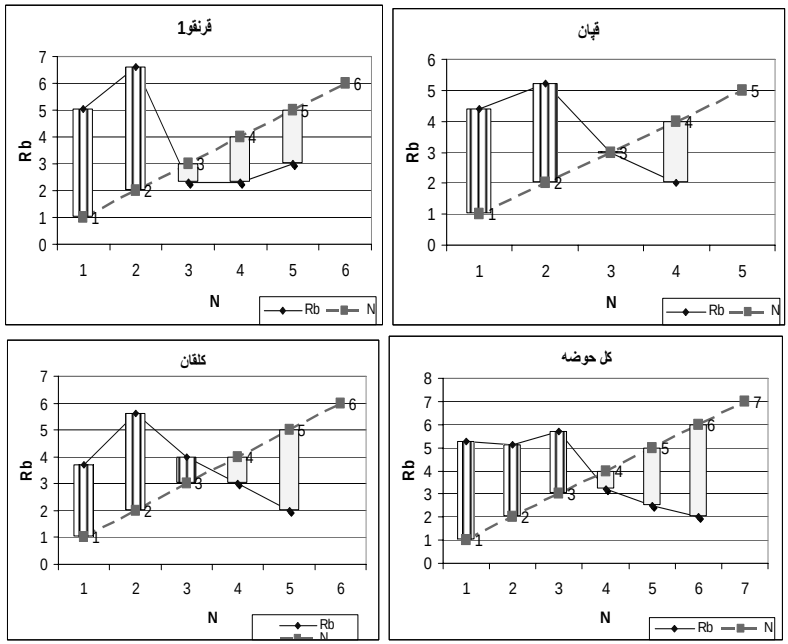
صورت گرفته است. نتایج این بررسی ها که به صورت نمودار نمایش داده شده (شکل های ٤، ٥ و٦) نشان می دهد که مقادیر نسبت انشعاب در بخش های مختلف حوضه متفاوت است. با توجه به شکل های (٤) می توان گفت که با توجه به مقادیر **Rb** درحوضه هشترود بین رتبه های ۱ و ۲ تفاوت های زیادی مشاهده می شود. شرایط مشابهی نیز در حوضه خاتون آباد قابل مشاهده است (شکل ٤). درحوضه قره آغاج این تفاوت در رتبه های بالاتر مشاهده می شود (بین رتبه ۳ و ٤) این شرایط باکمی تفاوت درحوضه شورچای و قرنقو نیز مشاهده می شود.

درحوضه قپان تفاوت بین رتبه های ۲ و۳ و درحوضه کلقان تفاوت بین رتبه های ۱و۲ دیده می شود. درکل حوضه تفاوت در بین رتبه های ۳ و ٤ مشاهده می شود.



www.SID.ir

Archive of SID



شکل (٤) مقدار **Rb** در آبراهه های مختلف رودخانه های حوضه قرنقو

محاسبه آنومالی ها (شکل ۵ و٦) نیزحاکی از این است که کل حوضه با مقدار ۸/۵۵ حوضه قرنقو با ٦/١٤ بیشترین میزان آنومالی ها را نشان می دهد. بعد از این دو مورد حوضه های قپان و شورچای قراردارند. با توجه به ویژگی های تکتونیکی منطقه علل عمده افزایش آنومالی ها، عامل تکتونیک و بالاآمدگی های تکتونیکی است.

شاخص انشعاب (**R**) نیز حاکی از وجود آنومالی های تکتونیکی در مسیر رودخانه ها است (شکل۷). هرچه میزان آن بالا باشد، نشان دهنده شدت آنومالی ها در مسیر رودخانه ها است. بررسی حوضه قرنقو حاکی از این است که میزان آنومالی ها در مسیر آبراهه های مربوط به شورچای بیشتر از سایر رودخانه ها است. بعد از آن رودخانه های قپان و هشترود قرار دارند. شورچای از رودخانه های مهم حوضه است که بیشتر تحت تاثیر بالاآمدگی های تکتونیکی قرار گرفته و برای پاسخ به این بالاآمدگی ها، پیچان ها و انحرافات جانبی زیادی را در مسیر

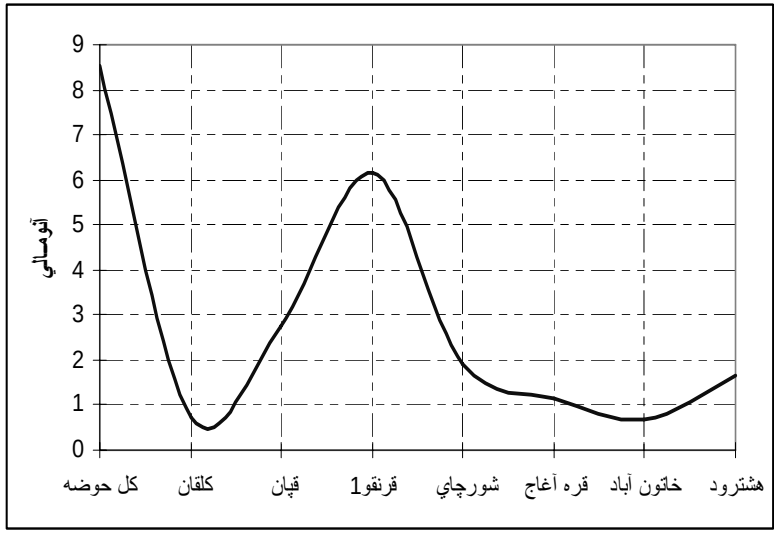
www.SID.ir

Archive of SID

خود تشکیل داده است. این امر به افزایش میزان فرسایش جانبی و در نتیجه به افزایش رسوب منجر شده است. این در حالی است که در مسیر این رودخانه، بندها و سدهای زیادی احداث شده اند که می توانند هم از اثرات مستقیم و هم از اثرات غیر مستقیم این بالاآمدگی ها متاثر گردند (شکل های ۸ و ۹).

مقایسه میزان آنومالی ها در مسیر جریان رودخانه ها در سطح کل حوضه (شکل٦) نشان می دهد که بخش های جنوبی وجنوب غربی حوضه بیشترین آنومالی ها را تجربه می کنند.

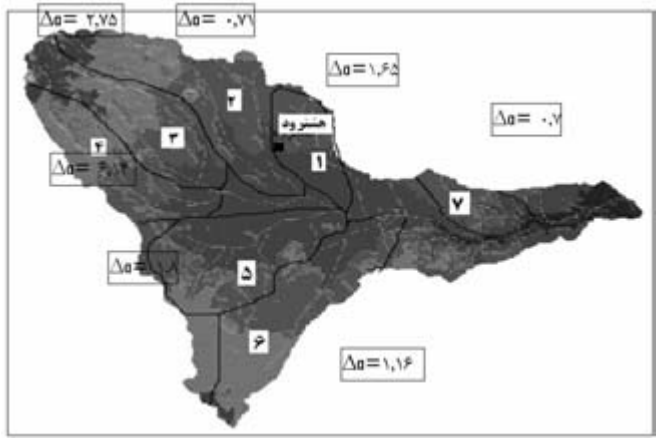
شکل (۷) نشان می دهد که تفاوت های موجود در نسبت های انشعاب – به عنوان شاخصه هایی از تغییرات ناگهانی (به طورعمده ناشی از تکتونیک و یا ناشی از تفاوت های لیتولوژیکی)- در کلیه آبراهه ها محسوس و در مواردی یکی از تفاوت های عمده محسوب می شود. این تفاوت ها در کل حوضه و در قرنقوی ۱ و قپان عمده تر است. تفاوت های عمده حاکی از این است که آبراهه ها به شدت از تفاوت های لیتولوژیکی و فعالیت های تکتونیکی متاثرهستند.



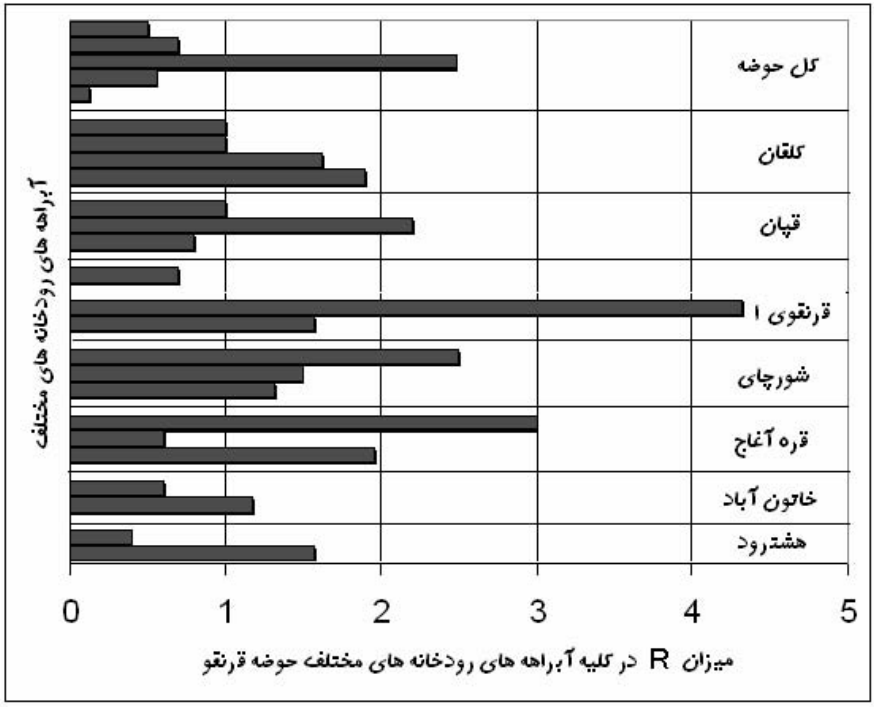
شکل (۵) میزان آنومالی ها تکتونیکی در رودخانه های حوضه قرنقوچای

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (٦) مقایسه میزان آنومالی ها در رودخانه های جاری در سطح حوضه

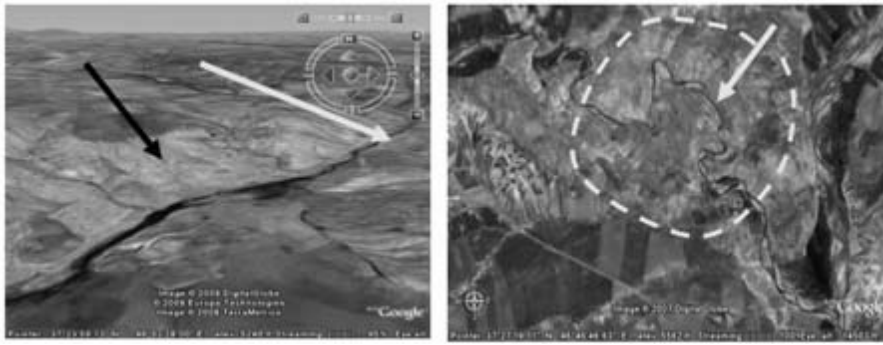


شکل (۷) میزان R درکلیه آبراهه رودخانه های مختلف حوضه قرنقوچای

www.SID.ir

Archive of SID

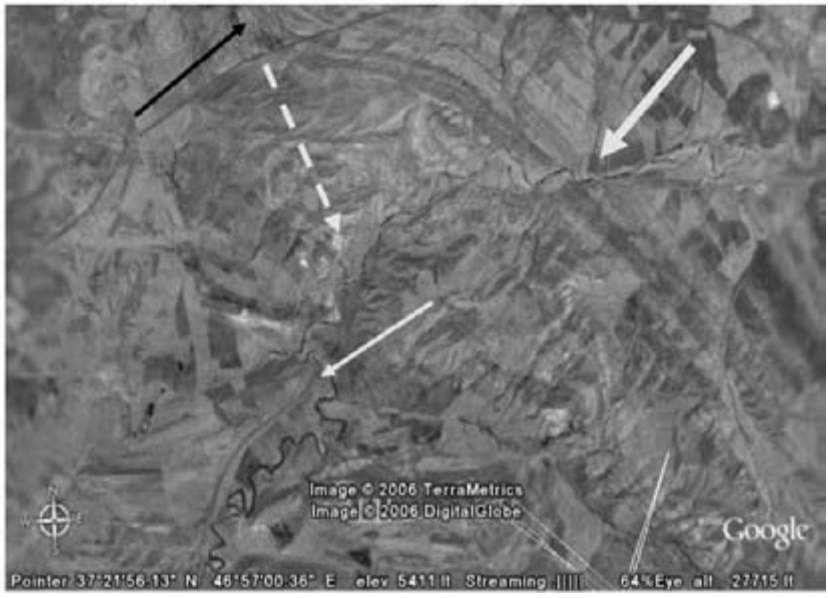
شورچای در مسیر جریان خود در برخورد با گنبدهای نمکی و در پاسخ به بالاآمدگی های تکتونیکی، پیچ وخم های زیادی ایجاد نموده است (شکل ۸ و ۹). تحلیل این پیچ ها در بستر جریانی که از نظر ویژگی های لیتولوژیکی بسیار فرسایش پذیر هستند و در مسیرهایی که سدهای مهمی نیز احداث گردیده اند، از اهمیت ویژه ای برخوردار است، چرا که هر پیچش با فرسایش جانبی و با ورود انبوهی از مواد به داخل جریان آب و رسوب آنها در پشت سدها همراه است. این رودخانه در مسیر جریان خود علاوه بر عبور از کنار گنبدهای نمکی، از محور چین خوردگی بزرگ حوضه نیز عبور می کند و به علت بالاآمدگی مداوم آن، رودخانه به طور دائم در حال برش بستر خود و محور چین خوردگی است (شکل ۸ و ۹). فشار ناشی از بالاآمدگی این تاقدیس، موجب ایجاد پیچان های زیاد در محل برخورد رودخانه با محور چین خوردگی شده است (شکل ۹).



شکل (۸) بالاآمدگی های تکتونیکی (گنبدهای نمکی)
و متاثر شدن رودخانه ها از آن (google earth)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۹) بالاآمدگی تکتونیکی و برش محور چین خوردگی بزرگ حوضه توسط شورچای (google earth)

فرایندهای رودخانه ای که نقش مهمی در شکل دهی چشم اندازها دارند، اغلب با فرایندهای تکتونیکی در رابطه هستند. در واقع اجزاء سیستم های زهکشی نسبت به تکتونیک وبالا آمدگی ها عکس العمل نشان می دهند تثبیت این عکس العمل ها از لحاظ حضور پدیده های دینامیک مختلف در سطح زمین چندان ساده نیست، اما با تاکید بر نحوه تشکیل تراس ها، توجه به انحراف مسیر رودخانه ها و حضور بعضی از اشکال ژئومورفولوژیکی، بررسی این بالاآمدگی ها امکان پذیر بوده و نحوه عکس العمل ها قابل بازیابی وپیش بینی است .

در محدوده مورد بررسی، علاوه از حضور وتشکیل پیچان های ناشی از بالاآمدگی های تکتونیکی، وجود بالا آمدگی های تکتونیکی و تشکیل تراس های رودخانه ای ناشی از این بالاآمدگی ها، مخصوصا در محدوده هایی که گسل های لغزشی نیز وجود دارد، قابل ملاحظه

www.SID.ir

Archive of SID

بوده و حضور آنها به عنوان شواهدی از فعال بودن تکتونیکی منطقه قابل معرفی است (شکل ۱۰ و ۱۱).

شکل (۱۰) حضور تراس های متعدد در مسیر رود قرنقو در پایین دست سد سهند

شکل(۱۱) بالا آمدگی تکتونیکی و تراس های تشکیل شده در پایین دست سد ملاجیغ (مسیر شورچای)

www.SID.ir

Archive of SID

۳) ارزیابی حرکات تکتونیکی با استناد به شکل نیمرخ طولی رودخانه

بیشتر محققان سعی می کنند علائم تکتونیکی را از چشم اندازها کسب کنند و بیشتر تاکید بر رودخانه ها و نیمرخ طولی آنها است که به آسانی با تفاوت های لیتولوژیکی تفسیر نمی گردد. در شرایط تئوری اگر در بخشی از مسیر جریان رودخانه بالاآمدگی وجود داشته باشد، مقدار تقعر کانال کاهش می یابد. درحالی که اگر میزان بالاآمدگی در مسیر جریان کاهش یابد تقعرکانال افزایش می یابد. در پاسخ به افزایش نسبی به میزان بالاآمدگی در نیمرخ طولی مسیر جریان رودخانه ها یک بخش برآمده یا محدب توسعه می یابد که این قسمت جدا کننده بخش پایینی مسیر جریان از بخش بالایی آن است و این شرایط مشخص کننده وجود توپوگرافی ناپایدار در منطقه و یا طول جریان است (وایتکر و همکاران[1]، ۲۰۰۸، ص۳). اما چنین شرایطی در مسیر دائمی نبوده بلکه در طی زمان بخش برآمده به طرف بالای مجرای رودخانه جابجا شده تا اینکه شرایط تعادل در منطقه و یا در مسیر جریان برقرار گردد.

بخش های برآمده در نیمرخ طولی رودخانه ها نه تنها معرف تفاوت های لیتولوژیکی و یا بالاآمدگی های تکتونیکی است، بلکه به عنوان معرف بخش های فعال فرسایشی نیز محسوب می شود. معمولا در این قسمت ها فرسایش فعال بوده و با پیشروی فعالیت های فرسایشی به طرف بالادست رودخانه درصدد ایجاد تعادل در مسیر جابجایی است و زمانی شدت این فعالیت ها کاهش می یابد که رودخانه به تعادل رسیده باشد. به همین دلیل بررسی نیمرخ رودخانه از دیدگاه تثبیت جبهه فرسایش و محل فعالیت فرایندهای تکتونیکی اهمیت دارد. شاید ساده ترین و در عین حال مهم ترین روش بررسی اثرات وقایع تکتونیکی درطول یک رودخانه ارزیابی شکل نیمرخ طولی رودخانه از سرچشمه تا بخش خروجی آن باشد. وجود خط شکست هایی[2] در بخشی از نیمرخ و حضور قوس های غیرعادی در طول نیمرخ، نشانه های مهم از حضور بالاآمدگی های تکتونیکی است. با توجه به این اهمیت در این مقاله سعی شده است نیمرخ طولی رودخانه های اصلی حوضه نیز ترسیم گردد (شکل ۱۲).

1 -Whittaker et al.
2 -Knick point

www.SID.ir

Archive of SID

باتوجه به نیمرخ های ترسیمی از رودخانه های مختلف حوضه قرنقوچای (شکل۱۲) می توان گفت که در طول نیمرخ طولی رودخانه های حوضه به طور مکرر و متعدد بخش های برآمده و شکستگی ها مشاهده می شوند که در واقع عامل و یا موتور محرک برای عمل فرایندهای فرسایش و محل های فعال و بسیار دینامیک مسیرهای رودخانه های حوضه هستند. در رودخانه های قپان، قرنقو[1]۱ وکلقان که این نوع شکست ها و برآمدگی ها در بخش های مختلف نیمرخ طولی بیشتر است. در بین این نیمرخ ها، قوس نیمرخ مربوط به خاتون آباد به طرف بالا بوده که این امر حاکی از تاثیر تکتونیک بر کل نیمرخ است (شکل۱۲).

در نیمرخ طولی مربوط به قرنقو چای اصلی (کل حوضه) برآمدگی در بخش خروجی رودخانه مشاهده می شود. اما نحوه قوس نیمرخ در طول کل رودخانه یکسان نیست. در نیمرخ طولی قره آغاج و در نیمرخ شورچای نیزتاحدی این برآمدگی ها مشاهده می شود. بررسی نقشه زمین شناسی و انطباق آن با مسیر جریان رودخانه ها نشان می دهد که در بیشتر بخش های رودخانه ها بیش از عامل لیتولوژی، عامل تکتونیک مسوول ایجاد این نوع برآمدگی ها است.

٤) استفاده از روش هیپسومتری در تحلیل تحول حوضه ها و بررسی اثرات تکتونیک برآنها

تحول حوضه ها و به تبع آن فعالیت فرایندهای فرسایشی وانباشتگی نه تنها با روش هیپسومتری قابل بررسی است، بلکه با استفاده از نمودارهای هیپسومتری موقعیت جبهه فرسایشی نیز قابل ارزیابی می باشد، معمولا در حوضه های فعال از نظر تکتونیک فرایندهای فرسایشی در بخشی و فرایندهای انباشتگی در بخش دیگر فعال است. با عنایت به موارد فوق از نمودارهای هیپسومتری نیز برای تحلیل نحوه فعالیت فرایندهای مختلف استفاده شده است.

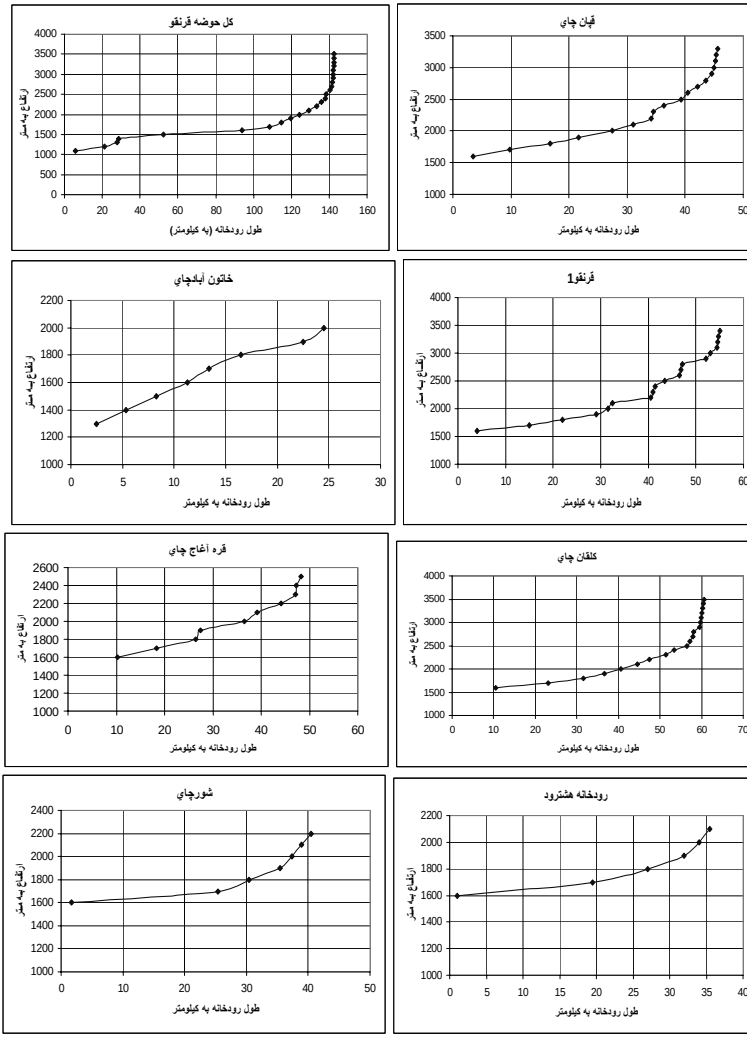
نمودارهای مربوط به هیپسومتری زیرحوضه های حوضه قرنقوچای (شکل ۱۳) نشان می دهد که شرایط عادی در حوضه کلقان قرنقو۱ و تا حدی درحوضه قره آغاج برقرار است، اما در زیر حوضه های خاتون آباد، هشترود، شورچای و قپان فرایندهای فرسایشی کاملا فعال است.

۱- در شکل ۳، محدوده زیر حوضه قرنقو۱ با عدد ٤ مشخص شده است .

www.SID.ir

Archive of SID

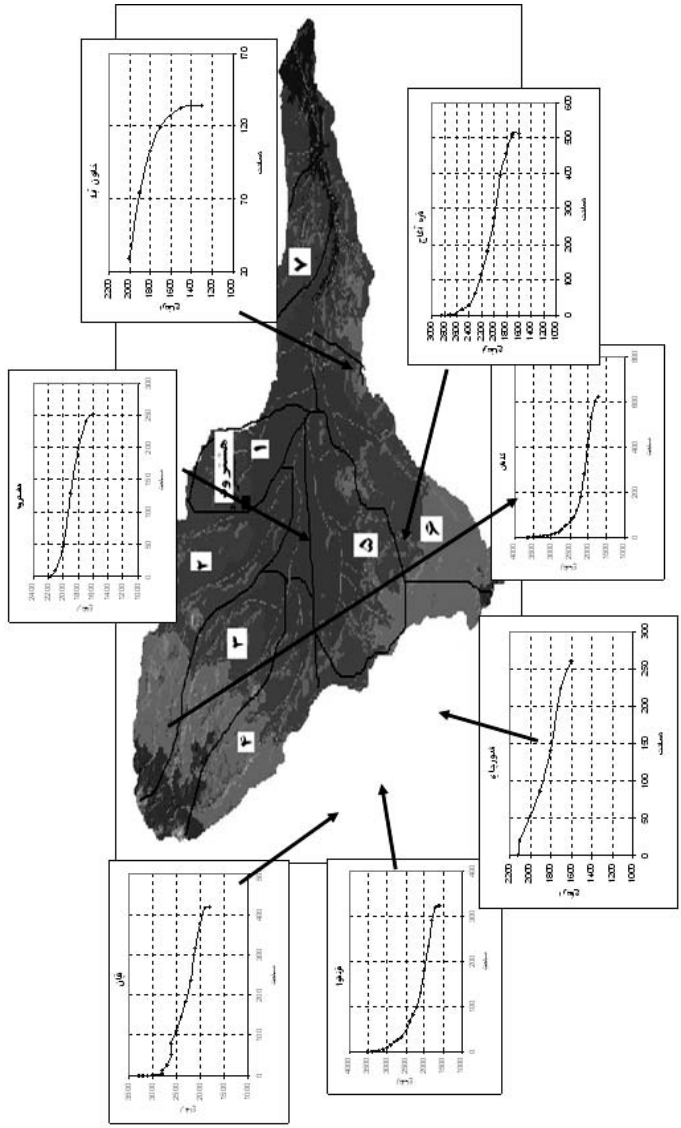
در واقع این زیرحوضه ها از جمله حوضه های فعال از نظر تکتونیک نیز هستند و بالاآمدگی های تکتونیکی در آنها نیروی محرکه برای فعالیت فرایندهای فرسایشی فراهم آورده است.



شکل (۱۲) نیمرخ های طولی رودخانه های مختلف حوضه قرنقوچای

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۱۳) مقایسه نمودار هیپسومتری زیرحوضه های قرنقوچای با یکدیگر

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه گیری

حوضه قرنقوچای یکی از فعال ترین حوضه های سهند از نظر حرکات تکتونیکی است. بررسی سابقه وقوع زلزله های حوضه، حاکی از وقوع زلزله های بزرگ در طول تاریخ و در قرون اخیر در منطقه بوده است. وقوع زمین لرزه های ۷,۷ ریشتری به طور مکرر در منطقه، در واقع زلزله خیز بودن حوضه را نشان می دهد. اغلب آثار فعالیت های تکتونیکی مانند گسل ها، چین خوردگی ها و تاقدیس ها و ناودیس ها در سرتاسر حوضه نیز تایید کننده این وقایع تاریخی و حوادث زمین شناسی و ژئومورفولوژی هستند. حضور چنین آثاری نه تنها از داستان گذشته طبیعی حوضه حکایت می کند، بلکه نشان دهنده بخش های بالقوه فعال از نظر تکتونیک هستند. دربخش های مرکزی حوضه، وجود تاقدیس و ناودیس بزرگ خود یکی از نشانه های وقوع حرکات تکتونیکی و حاکی از فعال بودن این بخش از حوضه هستند. همچنین وجود گسل های بزرگ از پتانسیل بالای منطقه برای حرکات تکتونیکی حکایت می کند. علاوه بر گسل های بزرگ، سیستم های شکستگی عمده در حوالی سیستم های گسله های اصلی منطقه پراکنده شده اند که توجه به محل این شکستگی ها، از لحاظ نقش آنها در افزایش در تراوایی، کنترل شکل و تراکم الگوی آبراهه، افزایش قابلیت فرسایش پذیری فیزیکی وشیمیایی خاک و ایجاد واریزه ها، کاهش پایداری شیب های طبیعی و سرانجام افزایش رسوب زایی نهشته ها و سنگ ها از اهمیت ویژه ای برخوردار است. بیشتر این شکستگی ها که حاصل فعالیت های تکتونیکی هستند، در محل احداث سدهای منطقه مشاهده می شود.

مسیر جریان رودخانه ها و یا بخش عمده حوضه هایی که رودخانه های نسبتا بزرگ در آنها جاری هستند، جزو مناطق فعال از نظر تکتونیک محسوب می شوند. رودخانه ها با تغییراتی که در ویژگی های فرسایشی و انباشتگی وحتی در آرایش جریان خود می دهند، نسبت به وقایع تکتونیکی عکس العمل نشان می دهند. رودخانه های جاری در بخش جنوبی حوضه از لحاظ جریان در یک محدوده فعال از نظر تکتونیک به صور گوناگون نسبت به فشارهای تکتونیکی پاسخ می دهد. پیچان دار شدن رودخانه شورچای و همچنین افزایش قوس مسیر جریان

www.SID.ir

Archive of SID

رودخانه قره آغاج در نزدیکی طاقدیس و ناودیس بزرگ (واقع دربخش میانی وجنوبی حوضه)، حاکی از فشاری های تکتونیکی اعمال شده بر رودخانه هستند. اعمال این فشارها در ویژگی های فرسایشی و نهشته گذاری آنها تاثیر گذاشته است. افزایش میزان فرسایش در بخش قوس پیچان های شورچای، علاوه بر افزایش میزان فرسایش جانبی، توانسته است در وقوع لغزش های دامنه ای نیز تاثیر گذار باشد و به این ترتیب بر میزان ورود مواد دامنه ای به آب های جاری بیافزاید.

بررسی نیمرخ طولی رودخانه ها وهمچنین نتایج حاصل از مورفومتری آبراهه ها (ضرایب انشعاب) نیز حاکی از تأثیر پذیری رودخانه ها از فعالیت های تکتونیکی در منطقه است. در اثر فعالیت های تکتونیکی، آنومالی های عمده ای در اغلب رودخانه های حوضه بویژه رودخانه های بالادست مشاهده می شود که اثرات این آنومالی ها در بستر جریان رودخانه ها به صورت اشکال مختلف ژئومورفولوژیکی آثار مختلف فرسایشی قابل مشاهده است. فعال بودن تکتونیک واثرات آنها در حوضه ها به استناد نمودارهای هیپسومتری نیز قابل مشاهده است. از این دیدگاه و با تکیه بر این روش زیر حوضه های خاتون آباد و قره آغاج از جمله زیر حوضه های فعال از نظر تکتونیک هستند.

به طور کلی می توان گفت که مدیریت حوضه ها و رودخانه بدون توجه به نحوه عملکرد فرایندهای ژئومورفولوژیکی و همچنین عدم مطالعه پیامدهای فعالیت های تکتونیکی در حوضه ها ممکن به نظر نمی رسد. درک درست تغییرات در مسیر جریان رودخانه ها در واقع مستلزم نگرش سیستمی به حوضه ها و اعتقاد به سوق یافتن کل سیستم به ایجاد برقراری تعادل است که گاه به علت تغییرات طبیعی و یا به سبب دخالت های انسانی در طبیعت به هم می خورد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱-ایران پناه، ا. (۱۳۷٦)، ***«زمین شناسی ساختمانی(تکتونیک)»***، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

۲-بیاتی خطیبی، م. (۱۳۸٦)، «پیامدهای منفی عدم نگرش سیستمی در احداث سدها»، ***فضای جغرافیائی***، شماره ۱۹، صص۳۳-٦۲.

۳-فریفته، ج. (۱۳۷۰)، ***«تحلیل های کمی در ژئومورفولوژی»***، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

٤-مدنی، ح. (۱۳۷۷)، ***«زمین شناسی ساختمانی وتکتونیک»***، مشهد، انتشارات ماجد.

۵-معماریان، ح. (۱۳۸۱)، ***«زمین شناسی مهندسی وژئوتکنیک»***، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

6-Acar, A., Dincer,I. (2005), "Left upstream slope design for the Catalan Dam,Adana Turkey and its behaviour under actual earthquake loading***", Engineering Geolog,***82:1-11.

7-Amerson, B.E., Montgomery, D.R., Meyer,G. (2007,) "Relative size of fluvial and glaciated valleys in central Idaho", ***Geomorphology***, 50: 20-32.

8-Andeson, J.G., Brune,J.N., Anooshehpoor,R.,Ni,S.D. (2000), "New ground motion data and concepts in seismic hazard analysis", ***Currrent Science,***79: 1278-1290.

9-Bexfield, C.E., et al. (2005), "The Olmsted fault zone,southernmost Iiiinois:A key to understanding seismic hazard in the northern new Madrid seismic zone", ***Engineering Geology,*** 81: 179-201.

10-Branca, S. (2003), "Geological and geomorphological evolution of the Etna volcano Ne flank and relationships between lava flow invasion and erosional processes in the Alcantara Valley Italy", ***Geomorphology***, 53:247-261.

11-Guarnieri, P and Pirrotta, C. (2008), "The response of drainage basins to the late Quaternary tectonic in the Sicilian side of the Messina Strait (NE Sicily)", ***Geomorphology***, 95:260-273.

www.SID.ir

Archive of SID

12-Koukovelas, I.K. (1998), "The Egion fault, earthquake-related and long-term deformation, gulf of Corinth, greece", ***Journal of Geodynamics***, 26: 501-513.
13-Ramirez, H. (1998), "Geomorphic assessment of active tectonics in the Acambay Graben, Mexican volcanic belt", ***Earth Surface Processes and Landforms***, 23: 317-332.
14-Silva, P.G., Goy, J.L., Zazo, C., Baradaji, T. (2003), "Fault-generated mountain front in southeast Spain: geomorphologic assessment of tectonic and seismic activity", ***Geomorphology,*** 50: 203-225.
15-Silva,P.G. (2008), "Preface on the impact of active tectonics and uplift on fluvial landscape", ***Geomorphology***, 102: 1-20.
16-Stepancikova, P.,J. et al. (2008), "Neotectonic development of drainage networks in the East Sudeten mountains and monitoring of recent fault displacements (Czech Republic)", ***Geomorphology***, 102: 68-80.
17-Zuchiewicz,W. (1998), "Quaternary tectonics of the outer west Carpathians, Poland", ***Tectonophysics***, 297: 121-132.

www.SID.ir