

## پهنه‌بندی ناحیه البرز باختری براساس شاخص‌های ریخت زمین ساخت

احمدعلی زارع مهرجردی: استادیار ژئومورفولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد میبد، میبد، ایران \*

وصول: ۱۳۸۹/۲/۲۰ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۰/۲۸، صص ۱۸۴-۱۶۷

### چکیده

حرکات پوسته زمین یکی از عوامل مهم در شکل دهی زمین منظره‌هاست، به طوری که تاثیر این حرکان بر روی زمین ریخت شناسی و عوارض مربوط آن میتوان با مطالعه شاخصهای ریخت زمین ساخت شناسایی کرد. البرز باختری که در این تحقیق مورد مطالعه قرار گرفته در حد فاصل طولهای جغرافیایی "۳۰ و ۵۰- ۴۹ درجه خاوری بین دودشت خزر در شمال و قزوین در جنوب قرار گرفته است در این مطالعه انواع شاخصهای ریخت زمین ساخت نظیر سینوسیة جبهه کوهستان (smf)، گرادیان رودخانه (SL)، پهنای دره به عمق (VF)، عدم تقارن آبراهه‌ها (AF) و منحنی‌های هیپومتري در سی حوضه آبخیز با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای مطالعه شده است. نتایج نشان میدهد سیزده حوضه آبخیز در رده فعال، چهارده حوضه دارای فعالیت متوسط و مابقی حوضه‌ها غیر فعال هستند که این نتیجه گیری با تلفیق کلیه داده‌ها به دست آمده است.

واژه‌های کلیدی: البرز باختری، شاخص‌های ریخت زمین ساخت، حوضه آبخیز

### - مقدمه

طبیعی که به طور مستقیم تأثیر دارد، زمین ساخت است که بررسی ارتباط میان این زمین ریخت‌ها و زمین ساخت، ریخت زمین ساخت نامیده می‌شود. در مطالعات ریخت زمین ساختی به شناسایی و بررسی تاثیر حرکت‌های زمین ساختی بر روی تحول زمین منظرها (Landscaps) پرداخته می‌شود. در این راستا با بررسی و اندازه گیری عوارض و خصوصیات زمین ریختی جنبش‌های جوان و آینده یک مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

در این تحقیق عوارض زمین ریختی شامل الگوی آبراهه‌ها و ارتباط آن با زمین ساخت و شاخص‌های زمین ریخت‌شناسی در ۳۰ حوضه آبخیز مورد ارزیابی

هر حرکت زمین ساختی که چه به صورت آرام و تدریجی یا ناگهانی اتفاق می‌افتد، بر سطح زمین اثر خواهد گذاشت. اندازه و آرایش ظاهری این اثر و شکلی را که ایجاد کرده نشان دهنده چگونگی حرکت و میزان آن است.

سامرفیلد (۱۹۹۱، ۱۲) هر نوع ریخت فیزیکی که در سطح زمین ایجاد شده را به طور مستقیم و یا غیرمستقیم مرتبط با فعالیتهای زمین ساختی می‌داند. بیتس و جکسون (۱۹۸۰، ۱۳) هر اثر یا ریخت فیزیکی آشکار در سطح زمین را که عوامل طبیعی آن را بوجود آورده‌اند، زمین ریخت نامیده‌اند. یکی از عوامل

فعال، متوسط و غیرفعال طبقه‌بندی شده‌اند. علاوه بر اطلاعات فوق وضعیت شبکه آبراهه‌ها نیز به اطلاعات فوق اضافه شده است. ضمناً همه شاخصهای هشتگانه که در چکیده به آنها اشاره شد محاسبه و ارزیابی گردیده است.

#### - شبکه آبراهه‌ها و زمین‌ساخت در منطقه مورد مطالعه

اشکال رودخانه‌ها و فرآیندهای ایجاد شده در سیستم آنها بوسیله تعدادی از مشخصه‌ها نظیر عرض کانال و عمق آن، بار رسوب محلول، بار شناور، شیب کانال و سینوزیتی، سرعت جریان، ناهمواری کانال و تعدادی دیگر از عوامل توصیف می‌شوند (۱۲، Summerfield (۱۹۹۱)

تعداد جزئی بین تمام این پارامترها دریک رودخانه به مفهوم آن است که رودخانه‌ها به تغییرات جزئی خیلی حساس هستند. بویژه تغییراتی که در دوران چهارم در اقلیم ایجاد شده است و بر روی سیستمهای زمین ریخت رودخانه‌ها تأثیر بسیاری داشته است. در این رابطه بر پایه نوشته ویا کارهای (۱۲، Summerfield (۱۹۹۱ در مناطق کوهستانی، زمین ساخت مهمترین عامل در شکل‌گیری آبراهه‌ها بوده و کنترل‌گرهای زمین ساختی به دو صورت کنترل‌گر ساختاری جنبا و کنترل‌گر ساختاری آرام (همخوان) بر الگوی آبراهه‌ها تأثیرگذار هستند.

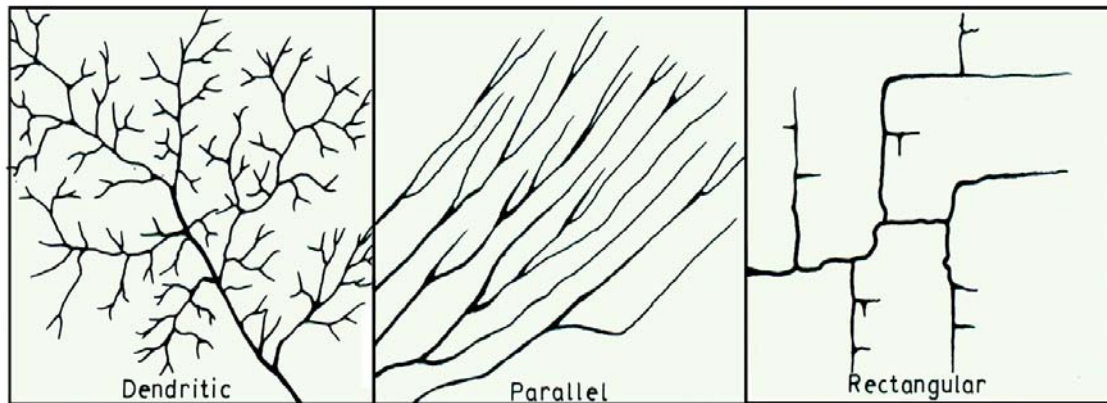
در منطقه مورد مطالعه سه الگوی آبراهه‌ای موازی، راست گوشه و شاخه درختی (شکل ۱) بررسی و شناسایی شده‌اند.

قرار گرفته‌اند. شاخص‌های مختلف ابتدا به صورت کمی اندازه‌گیری شده و سپس با معیارها و مطالعات مختلف، درجه‌بندی شده‌اند. با توجه به محاسبات مختلف مقادیر کمی اندازه‌گیری شده، شاخص‌ها در هر حوضه با هم مقایسه و جمع‌بندی صورت پذیرفته است. طبق این جمع‌بندی کیفیت حوضه‌ها تعیین و براساس الگوهای مختلف ارائه شده، حوضه‌ها به سه دسته فعال، متوسط و غیرفعال تقسیم شده‌اند.

نظیر تحقیق فوق مشابه آن تحقیقات گوناگونی در جهان توسط دانشمندانی نظیر، استراهلر (۱۹۵۲، ۱۱) (هاروارد (۱۹۶۷، ۷) آدامس (۱۹۸۰، ۲) بی شاپ (۱۹۸۲، ۱۴) و لیدر و همکاران (۱۹۹۱، ۱۹) انجام شده است. علت انتخاب منطقه البرزباختری وقوع لرزه خیزی اخیر (زلزله‌های رودبار و منجیل) و زلزله‌های تاریخی دیگر در منطقه مورد مطالعه بوده است. نظیر این تحقیق در ایران توسط آقای طبسی (۱۳۸۱، ۱۱) در البرز شرقی انجام و پهنه بندی بر اساس شاخصهای ریخت زمین ساخت میزان لرزه خیزی منطقه را مشخص نموده است.

#### - روش تحقیق

در ابتدا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰/۰۰۰ و ۱:۵۰/۰۰۰: ۱ حوضه‌های آبخیز تفکیک شده‌اند. در داخل هر حوضه شاخص‌های مختلف زمین ریخت با استفاده از نرم افزارهای مختلف نظیر Arcinfo و SDRMAP تعیین و مورد ارزیابی و تلفیق قرار گرفته‌اند. در نهایت حوضه‌ها براساس اطلاعات فوق به سه دسته



(شاخه درختی)

(موازی)

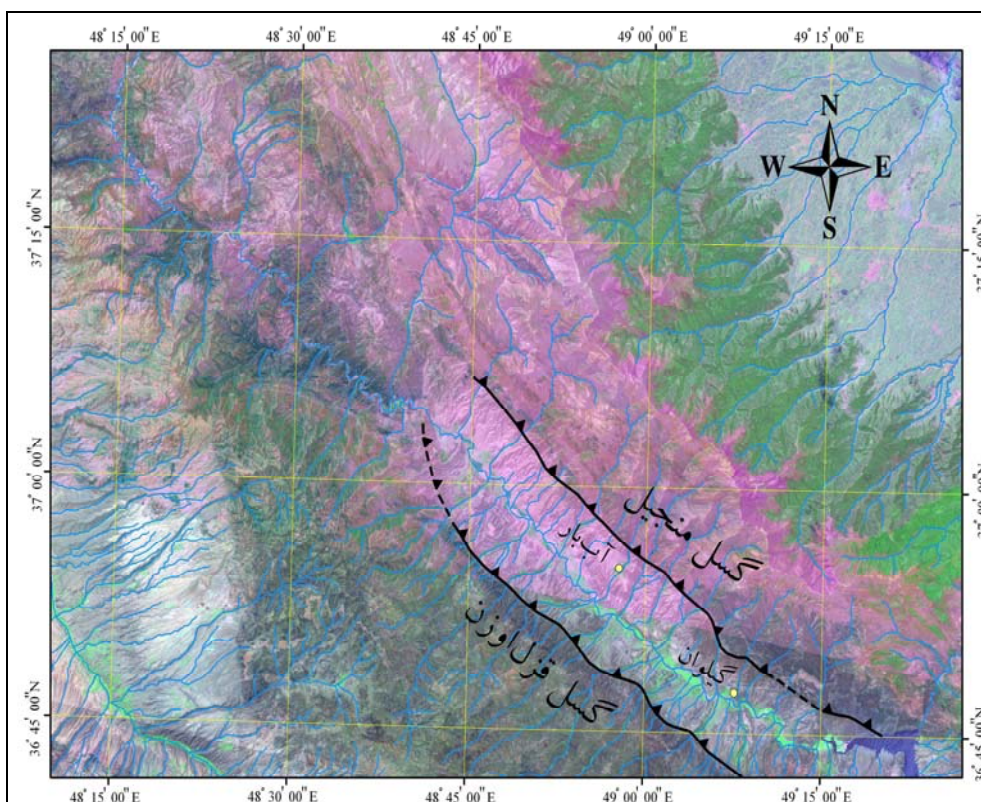
(راست گوشه)

شکل ۱- الگوهای آبراهه‌ای راست گوشه، موازی و شاخه درختی

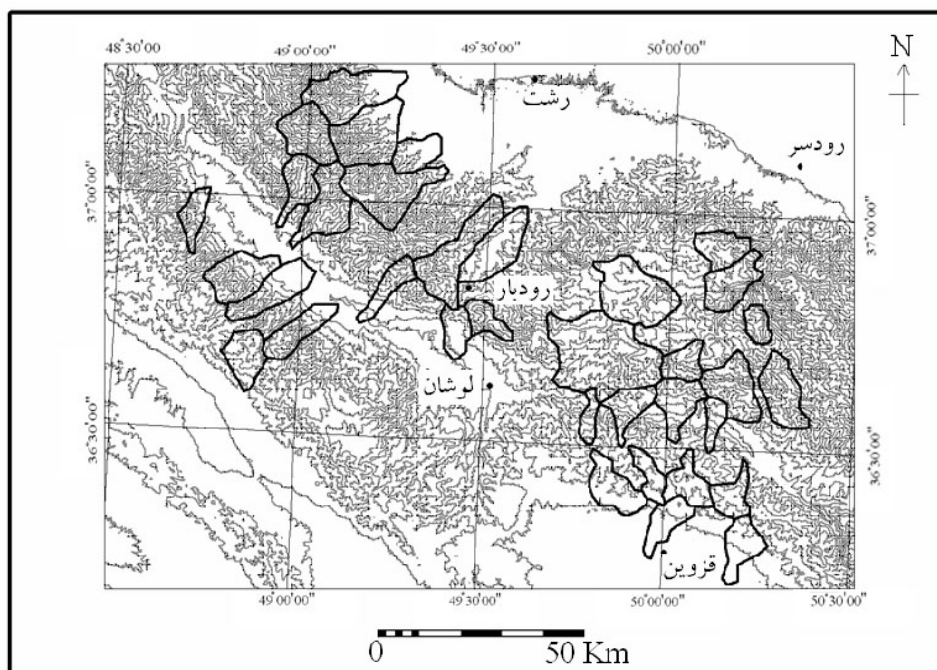
#### - شاخص‌های زمین ریخت شناسی

در گستره و محدوده البرز باختری تمامی منطقه از نظر شاخص‌های زمین ریخت شناسی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. این مجموعه شامل ۳۰ حوضه آبخیز می‌شود که کل منطقه را تحت پوشش قرار داده‌اند. شکل شماره (۳) حوضه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. برای کلیه این حوضه‌ها همه شاخص‌ها محاسبه و ارزیابی شده‌اند. در بررسی‌های کیفی و یا کمی باید این نکته را مد نظر قرار داد که زمین ساخت یکی از عوامل مؤثر در شکل‌دهی شکل ظاهری زمین است. علیرغم اهمیت عامل زمین ساخت نباید ویژگی‌های سنگ شناسی، توپوگرافی، آب و هوا و تفاوت‌های اقلیمی را نادیده گرفت. به عبارت دیگر، عوامل دیگری در تعدیل و یا تغییر کمی زمین ریخت‌ها نقش دارند. شاخص‌های زمین ریخت شناسی در البرز باختری در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرند.

در دامنه جنوبی البرز غربی، به ویژه در مناطق قزوین و قزل‌اوزن جنوبی، سپردان شبکه آبراهه‌هایی دیده می‌شود که الگوی آن موازی به نظر می‌رسد. این آبراهه‌ها که شاخه‌های فرعی رودخانه‌های قزل‌اوزن و شاهرود هستند با زاویه تند به شاخه‌های اصلی متصل می‌شوند. جنس تشکیلات و سنگ بستر در این محدوده‌ها به طور عمده یکسان می‌باشند (شکل ۲) در محدوده‌های جنوب باختری و جنوب خاوری، یعنی در قلمرو رودخانه‌های شاهرود، الموت‌رود و قزل‌اوزن شکستگی‌های منظم باعث شکل‌گیری طرح آبراهه‌ای راست گوشه شده است. همان طور که در شکل (۲) مشاهده می‌شود، برخورد شاخه‌های فرعی به اصلی، تحت زاویه ۹۰ درجه صورت گرفته است. مهمترین عامل کنترل‌کننده شکل سیستم آبراهه‌ها در این مکانها، شکستگی‌های موازی و فعالی است که به صورت یک شبکه شکستگی منظم عمل کرده‌اند. در شمال باختری و شمال خاوری گستره مورد مطالعه، الگوی آبراهه‌ای شاخه‌درختی (Dendritic) مشاهده می‌شود (شکل

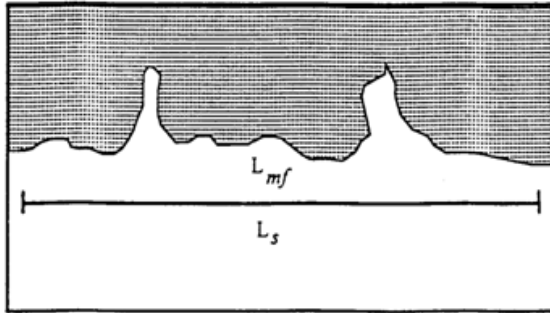


شکل ۲- تصویر ماهواره‌ای و شبکه آبراهه‌ای به همراه برخی از ساختارهای زمین ساختی بخشی از مرکز منطقه البرز غربی که الگوی داربستی، موازی و شاخه‌درختی در آن دیده می‌شود.



شکل ۳- موقعیت حوضه‌هایی که در آنها شاخص‌های زمین ریخت شناسی بررسی شده‌اند. خطوط تیره پررنگ مرز حوضه‌های آبخیز را نشان می‌دهند.

قزوین که در آن منطقه گسل شمال قزوین در نزدیکترین فاصله نسبت به جبهه کوهستان قرار دارد، بیان کننده میزان بالآمدگی بیشتر در این پهنه است.



شکل ۴- نمایی شماتیک از طول جبهه کوهستان ( $L_{mf}$ ) و طول مستقیم جبهه کوهستان ( $L_s$ )

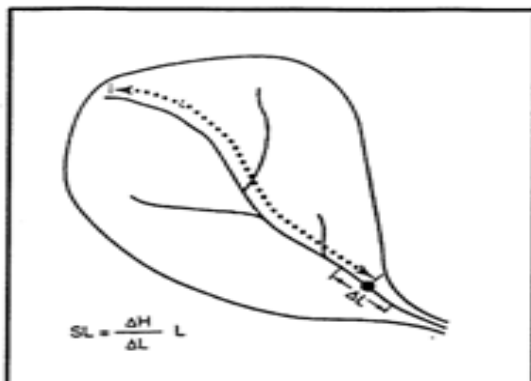
#### - شاخص گرادیان رودخانه

شاخص گرایان رودخانه  $SI$  با رابطه:

(۲)

$$SI = \frac{\Delta H}{\Delta L} \times L$$

محاسبه می‌شود (۸، Keller ۱۹۸۰). در این رابطه  $L$  مجموعه طول کانال از نقطه خروجی که شاخص در بالاترین نقطه کانال اندازه‌گیری می‌شود و  $\frac{\Delta H}{\Delta L}$  معادل گرادیان محلی رود در مقطع اندازه‌گیری است (شکل ۵).



شکل ۵ - عوارضی که در تعیین شاخص گرادیان رود مورد استفاده قرار می‌گیرد

#### - شاخص سینوزیته جبهه کوهستان

این شاخص به ارتباط میان قدرت رودخانه و شیب جبهه کوهستان می‌پردازد. بدین ترتیب که جبهه‌های کوهستانی که در پیدایش آنها گسل‌های فعال وجود داشته و دائماً در حال بالآمدگی است، شکل مستقیمی داشته که به صورت خطواره در تصاویر ماهواره‌ای و عکسهای هوایی کاملاً مشخص است. در پهنه‌هایی که میزان بالآمدگی و جنبایی ناچیز باشد، فرسایش اثر کرده و جبهه کوهستانی شکل سینوسی بخود می‌گیرد. برپایه این دیدگاه شاخص سینوزیته به صورت زیر تعریف شده است (Shumm ۱۹۸۵):

(۱)

$$Smf = \frac{L_{mf}}{L_s}$$

در این رابطه  $Smf$  بیلنگر شاخص سینوزیته جبهه کوهستان،  $L_{mf}$  طول جبهه کوهستان در فاصله بین کوهستان و کوهپایه و  $L_s$  نشان دهنده طول مستقیم جبهه کوهستان است (شکل ۴). مقدار  $Smf$  بین عدد یک و  $1/6$  نشان دهنده فعال و پرتگاه بودن منطقه است پهنه البرز باختری در دو جبهه شمالی و جنوبی به چهار منطقه تقسیم و شاخص سینوزیته جبهه کوهستان در آن اندازه‌گیری شده که در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱- نتایج اندازه‌گیری شاخص  $Smf$  در پهنه‌های البرز باختری

پهنه	$Smf$	پهنه	$Smf$
لنگرود-رشت	۲/۷	شمال قزوین	۱/۲
رشت- صومعه سرا	۲/۴	شمال سلطانیه	۱/۷
صومعه سرا- بازارماسال	۲/۶	شمال زنجان	۱/۵

با توجه به کمیت این شاخص در پهنه‌های البرز باختری و علیرغم فاصله داشتن پهنه گسلی با جبهه کوهستان بخصوص در پهنه‌های لنگرود - رشت، و رشت - صومعه سرا کاهش این شاخص در پهنه شمال

این شاخص اندازه‌گیری شده است. معیار انتخاب این حوضه‌ها بر پایه معیارهایی نظیر بیشینه لرزه‌خیزی، قرارگیری در جهت و عمود بر پهنه‌های گسلی با توجه به موقعیت (طول و عرض جغرافیایی) و ویژگی‌های توپوگرافی و پراکندگی گستره صورت گرفته است.

در هر حوضه آبخیز شاخص  $SI$  در سه نقطه اندازه‌گیری شده تا علاوه بر مقایسه حوضه‌ها با هم، بتوان هر حوضه را بر پایه کمیت نسبی بالآآمدگی نیز با سایر حوضه‌ها مقایسه کرد. نتایج اندازه‌گیری شاخص گرادیان رودخانه در ناحیه خاوری و باختری مورد مطالعه در جداول (۲) و (۳) ارائه شده است.

آنگونه که از جداول استنباط می‌شود، متوسط شاخص  $SI$  در حوضه‌های زیرجان، پیرکوه، پاکده، درم‌خانی، چشمه رود، سیاهکوه بالایی، تاکاس، خاص رود، در ناحیه خاوری پهنه البرز باختری، و حوضه‌های کوه ولان، چلگان، رودخان، و فرج‌آباد از ناحیه باختری البرز باختری دارای مقادیر کمی بالایی است. بدین ترتیب این حوضه‌ها در رده پهنه‌هایی قرار می‌گیرند که در شرایط یکسان، جنبایی زمین‌ساختی دارند.

اکثریت حوضه‌های ناحیه خاوری نظیر حوضه‌های تاکاس، خاص رود، پاکده، زردگلی، پیرکوه، زیرجان، علی‌نظام و... در رده پهنه‌های دارای آهنگ بالآآمدگی زیاد (۳۰۰۰ به بالا) قرار می‌گیرند. در ناحیه باختری پهنه‌های چلگان، کوه ولان، فرج‌آباد، رودخان، قشلاق در رده پهنه‌های دارای آهنگ بالآآمدگی زیاد و فومن خاوری، ریزه‌گرآب، مرزون سر، خرم‌آباد در رده آهنگ بالآآمدگی کم (کمتر از ۱۰۰۰) قرار گرفته و مابقی حوضه‌ها در دو ناحیه خاوری و باختری دارای آهنگ بالآآمدگی متوسط هستند.

شاخص گرادیان رودخانه تحت تأثیر قدرت رودخانه قرار دارد. قدرت رود به دبی رود و شیب سطح بستر بستگی دارد. زمانی که جنبایی زمین‌ساختی در پهنه به میزانی باشد که بالآآمدگی پدیدآورد، شاخص گرادیان رود تغییر می‌کند. زمانی که سنگ بستر رود مقاوم باشد و یا رود در پهنه‌ای جریان داشته باشد که جنبایی زمین‌ساختی باعث برآمدگی در پهنه شده باشد، مقدار عددی شاخص بالا است.

بنابراین، مقدار زیاد  $SI$  در سنگهایی که دارای مقاومت کم هستند (در حالت نسبی) نشان دهنده حرکت زمین‌ساختی فعال و جوان است. این شاخص در پهنه‌هایی که از لحاظ مقاومت یکسان هستند، کارایی بیشتری دارد. گاهی اوقات تغییرات شاخص گرادیان رود را در طول یک رودخانه و در یک حوضه بررسی می‌کنند. در این حالت، با بررسی و کم و زیاد شدن اندازه عددی شاخص گرادیان رودخانه می‌توان به تغییرات پهنه پی می‌برند.

(کلر ۱۹۸۰) حوضه‌ها را با توجه به شاخص گرادیان رود در سه طبقه قرار می‌دهد:

در حوضه‌هایی که مقدار عددی شاخص  $SI$  از بالادست به سوی پایین دست کاسته شده، میزان بالآآمدگی پایین است.

در حوضه‌هایی که مقدار عددی شاخص  $SI$  از بالادست به سوی پایین دست افزایش یافته، میزان بالآآمدگی زیاد است.

در حوضه‌هایی که مقدار عددی  $SI$  در نوسان باشد میزان بالآآمدگی متوسط نتیجه‌گیری شده است.

شاخص گرادیان رودخانه را می‌توان در پهنه‌های مختلف با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی کوچک مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ محاسبه نمود. در حوضه‌های موجود در منطقه مورد بررسی در دو ناحیه خاوری و باختری

پهنه و در دو ناحیه خاوری و باختری منطقه مورد مطالعه نتایج زیر را ارائه می‌نماید.

مقایسه مقادیرهای اندازه‌گیری شده در بخش‌های خاوری و باختری منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که آهنگ بالآمدگی از خاور بطرف باختر کاهش پیدا می‌کند به طوری که قسمت عمده حوضه‌های ناحیه خاوری دارای آهنگ بالآمدگی زیاد بوده که در وسط پهنه آهنگ بالآمدگی کمتر شده است. در منطقه شمال باختر ناحیه باختری آهنگ بالآمدگی بشدت کاهش یافته برعکس در منطقه شمال خاوری آهنگ بالآمدگی نسبتاً افزایش می‌یابد.

بعضی از حوضه‌ها نظیر فومن خاوری، مرزون سر، قشلاق جوزلا، گیلوان و کوه‌کن دارای مقدار عددی پایین هستند که نشان دهنده عدم فعالیت ساختاری این حوضه‌ها است. مابقی حوضه‌ها از فعالیت متوسطی برخوردارند. از سوی دیگر، با فرض یکسان بودن بستر این پهنه از دیدگاه مقاومت در مقابل فرسایش می‌توان، پهنه‌ها را با توجه به مقدار عددی *SI* دسته‌بندی کرد.

این رده‌بندی می‌تواند به طبقه‌بندی جنبایی حوضه‌های این گستره کمک نماید. نگرش به این پهنه‌ها بر پایه بررسی شاخص گرادیان رودخانه در یک

جدول ۲- نتایج حاصل از اندازه‌گیری گرادیان رودخانه‌ای در ناحیه خاوری منطقه مورد مطالعه

پهنه	ناحیه	حوضه	شاخص <i>SI</i>		
			بالا دست (۱)	میان حوضه (۲)	پایین دست (۳)
البرز باختری	بخش خاوری	زرشک	۱۷۵۰	۲۰۰۰	۵۰۰
		زریحان	۳۱۰۰	۴۲۰۰	۴۶۲۵
		پیرکوه	۲۲۷۵	۲۸۲۵	۳۶۷۵
		زردگلی	۱۹۰۰	۳۲۰۰	۲۷۰۰
		سراوان	۲۰۰۰	۲۱۰۰	۱۹۰۰
		گلنکش	۲۲۰۰	۲۷۵۰	۲۹۰۰
		پاکده	۴۱۰۰	۴۸۲۵	۶۱۰۰
		هفت چشمه	۲۲۰۰	۲۴۲۰	۲۷۰۰
		رودبار پایین	۱۷۰۰	۱۱۵۰	۱۸۷۵
		سیاهکوه پایینی	۱۸۰۰	۲۰۰۰	۲۲۰۰
		درم خانی	۲۱۰۰	۲۲۵۵	۲۹۰۰
		پارودبار	۲۹۲۵	۳۰۷۵	۳۲۰۰
		چشمه رود	۲۴۰۰	۲۷۶۵	۳۳۲۵
		سیاه کوه بالایی	۲۵۰۰	۲۷۰۰	۳۱۰۰
		چنگال دشت	۱۶۰۰	۱۸۰۰	۲۲۵۰
		علی نظام	۲۰۰۰	۲۶۲۰	۲۸۷۵
		تاکاس	۳۰۰۰	۴۲۰۰	۵۷۲۰
خاص رود	۲۷۵۰	۳۰۰۰	۴۸۵۰		

جدول ۳- نتایج حاصل از اندازه‌گیری گرادیان رودخانه در ناحیه باختری منطقه مورد مطالعه

پهنه	ناحیه	حوضه	شاخص SI		
			بالادست (۱)	میان حوضه (۲)	پایین دست (۳)
بازریز باختری	ناحیه باختری	گیلوان	۱۱۰۰	۱۲۲۰	۱۰۷۵
		رودخان	۱۴۰۰	۱۳۰۰	۱۱۲۵
		شفت	۸۲۵	۱۱۰۰	۷۵۵
		خرم‌آباد	۹۷۵	۱۱۲۵	۹۹۰
		شاه معلم	۱۱۲۵	۱۰۷۵	۸۲۵
		فومن خاوری	۷۷۵	۸۳۵	۷۲۰
		ریزه گراب	۱۴۲۵	۱۱۷۵	۹۴۵
		مرزون سر	۹۰۰	۷۴۵	۶۲۱
		سورانخانی	۱۴۰۰	۱۱۷۵	۱۲۰۰
		فرج‌آباد	۱۶۲۵	۱۵۷۵	۱۴۲۵
		کوه ولان	۲۱۰۰	۲۷۲۵	۳۴۸۲
		چلگان	۲۹۲۰	۳۴۷۰	۴۸۱۱
		کوه کن	۱۴۲۰	۱۳۰۰	۱۱۲۰
		قشلاق جوزلا	۷۲۵	۱۴۰۰	۱۱۲۵

## - شاخص پهنای دره به عمق

دره‌ها با بستر پهن (U شکل) دارای مقدار عددی

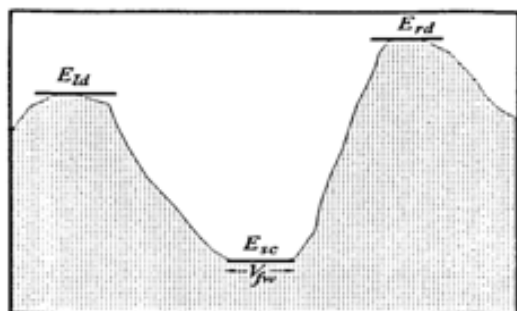
شاخص Vf زیاد و دره‌های عمیق (V شکل) دارای

مقدار عددی شاخص Vf کوچکتری هستند.

اولین بار این شاخص توسط بول (۱۹۷۸) با رابطه

زیر ارائه شده است.

(۳)



شکل ۶- برشی از دره و پارامترهایی که برای برآورد

پهنای دره به عمق شاخص Vf باید اندازه‌گیری شود

در مواردی که شاخص Vf برای بخش‌های نزدیک

به جبهه کوهستان اندازه‌گیری می‌شود، می‌توان از

شاخص Vf میزان جنبایی جبهه کوهستان را برآورد

نمود. چون کاهش Vf می‌تواند نتیجه بالآمدگی منطقه

$$Vf = \frac{2Vfw}{[(Eld - Esc) + (Erd - Esc)]}$$

در رابطه بالا:

Vf: شاخص پهنای دره به عمق

Vfw: عرض بستر دره

Eld: بلندی دیواره سمت چپ دره

Erd: بلندی دیواره سمت راست دره

Esc: بلندی بستر دره

در شکل ۶ برشی از دره و پارامترهایی که برای

محاسبه شاخص Vf برآوردن شاخص اندازه‌گیری

می‌شود ارائه شده است.



ناحیه باختری و خاوری تعدادی از حوضه‌ها بصورت رندوم گزینش شده و در هر حوضه، سه نقطه (بالا دست، میانه حوضه، پایین دست) برای اندازه‌گیری این شاخص انتخاب شده است. نتایج محاسبه شاخص نسبت عرض دره به عمق در حوضه‌های گستره البرز باختری، در جدول‌های (۴) و (۵) ارائه شده است.

پایین دست حوضه باشد. در حالت عادی و شرایط یکسان، روند رشد حوضه آبخیز به گونه‌ای است که در بخش‌های انتهایی دره به شکل U خواهد بود. به عبارت دیگر، میزان شاخص Vf به دلیل عریض شدن بستر، بیشتر خواهد شد. بدین ترتیب حوضه‌هایی که در بخش پایانی V شکل یا شاخص Vf کوچکتری دارند، می‌توانند در رده پهنه‌های جنبا از دیدگاه زمین ساختی قرار گیرند. در پهنه البرز باختری و در دو

جدول ۴- نتایج حاصل اندازه‌گیری مطالعه شاخص پهنای دره به عمق (Vf) در ناحیه خاوری البرز باختری

پهنه	ناحیه	حوضه	شاخص Vf		
			پایین دست (۳)	میان حوضه (۲)	بالادست (۱)
البرز باختری	ناحیه خاوری	زرشک	۱۰	۱۲	۱۴
		زریحان	۶/۵	۷/۱	۱۴/۵
		پیرکوه	۸/۴	۱۵/۵	۱۷/۶
		زردگلی	۱۶/۸	۲۰/۸	۱۹/۴
		سراوان	۱۱/۲	۹	۱۴/۸
		گلنکش	۷/۵	۱۴/۲	۱۱/۸
		پاکده	۶/۱	۸/۶	۱۵/۱
		هفت چشمه	۸/۴	۷/۱	۱۱/۵
		رودبار پایین	۱۴/۵	۲۲/۴	۲۴/۸
		سیاهکوه پایینی	۸/۷	۹/۶	۱۰/۵
		درم خانی	۳/۴	۵/۱	۷/۲
		پارودبار	۷/۷	۱۱/۵	۱۴/۸
		چشمه رود	۷	۱۴/۱	۱۹/۳
		سیاه کوه بالایی	۸/۵	۱۵/۵	۱۸/۶
		چنگال دشت	۷/۲	۱۱	۱۴/۵
		علی نظام	۲/۷	۴/۳	۱۱
		تاکاس	۵/۵	۷	۹/۳
		خاص رود	۳/۵	۶/۵	۸

جدول ۵ - نتایج حاصل از اندازه گیری شاخص (Vf) در ناحیه باختری البر باختری

پهنه	ناحیه	حوضه	شاخص Vf		
			بالادست (۱)	میان حوضه (۲)	پایین دست (۳)
البرز ناحیه باختری	رشته البرز	گیلوان	۲۵/۸	۲۸/۳	۱۲/۱
		رودخان	۲۱/۳	۲۴/۳	۳۲/۵
		شفت	۳۰/۴	۲۲/۱	۲۴/۵
		خرم آباد	۳۴/۵	۲۲/۵	۲۶/۸
		شاه معلم	۹/۱	۹/۸	۲۱/۵
		فومن خاوری	۱۵/۵	۲۸/۵	۳۰/۵
		ریزه گراب	۱۴/۳	۲۱/۲	۲۵/۵
		مرزون سر	۱۴/۹	۱۴/۱	۲۵/۷
		سورانخانی	۳۵/۸	۲۰/۵	۴۰/۴
		فرج آباد	۲۱/۲	۱۱/۱	۱۱/۷
		کوه ولان	۲۷/۸	۱۲/۵	۱۴/۵
		چلگان	۲۵/۱	۹/۱	۱۷/۳
		کوه کن	۱۴/۳	۲۷/۵	۳۷/۵
		قزل اوزن	۲۱/۲	۱۴/۸	۱۱/۳
		قشلاق جوزلا	۴۱/۵	۳۹/۱	۴۴/۸
آلگناب	۲۱/۸	۲۰	۱۹/۸		

برخی غیرجنبا بوده که در نتیجه عملکرد مختلف بخشها و قطعات کوچک گسل هستند و رفتار متفاوت از خود بروز می دهند.

#### - شاخص عدم تقارن آبراهه‌ها

این شاخص به منظور شناسایی حوضه‌هایی که کج‌شدگی را در اثر حرکت گسل‌های جنبا پذیرا شده‌اند، کاربرد دارد (شکل ۷). این شاخص در مقیاس حوضه آبخیز مورد بررسی قرار می‌گیرد. شاخص عدم تقارن به صورت زیر تعریف شده است (کلر ۱۹۸۰، ۸):

(۴)

$$Af = \frac{Ar}{(100) At}$$

بر پایه اطلاعات ارائه شده در جداول ۴ و ۵ و مطالب ذکر شده در این بخش می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که:

- در البرز باختری از سمت ناحیه باختری به خاوری بر جنبایی حوضه‌ها و پهنه‌ها افزوده می‌شود
- در ناحیه خاوری تمامی حوضه‌ها جنبا هستند ولی حوضه سراوان، هفت چشمه و سیاه‌کوه پایینی از جنبایی کمتری برخوردار هستند.
- در ناحیه باختری بجز حوضه‌های آلگناب، قزل‌اوزن، چلگان، فرج‌آباد و گیلوان براساس این شاخص بقیه حوضه‌ها جنبایی متوسط یا غیرجنبا هستند.

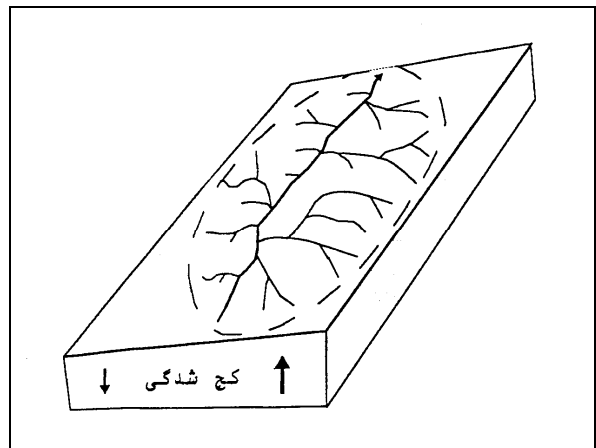
- چند حوضه که در طول یک گسل بزرگ قرار دارند، برخی جنبا و تعدادی دارای جنبایی متوسط و

آن به ترتیب نقش و اهمیت بالاآمدگی را در سمت راست و چپ آبراهه اصلی را نشان می‌دهد. همان طور که در محاسبه سایر شاخص‌های زمین ساخت جنبا بیان شد البرز باختری به دو ناحیه خاوری و باختری تقسیم گردیده و حوضه‌های آبخیز آن مشخص و شاخص عدم تقارن آبراهه‌ها در آن محاسبه گردیده است. همانطور که در جدول ۶ نشان داده شده، حوضه‌های خاص رود، تاکاس، هفت چشمه، پاکده، زریجان، سیاه‌کوه بالایی، سیاه‌کوه پایینی، رودبار پایین، زردگی و زرشک احتمالاً بیش از سایر حوضه‌ها در این ناحیه دچار کج‌شدگی شده‌اند.

حوضه‌های پیرکوه، گلنکش، درم‌خانی، پا رودبار، چشمه رود، چنگال دشت، علی نظام و سراوان دارای شاخص عدم تقارن متوسط می‌باشند.

در ناحیه باختری حوضه‌های سورانخانی و قشلاق دارای کج‌شدگی متوسط و حوضه‌های الگن‌اف، کوه‌کن، فرج‌آبا، مرزون‌سر، ریزه‌گرآب، فومن شرقی، شاه‌معلم، خرم‌آباد، شفت، رودخان و گیلوان کمترین حالت کج‌شدگی را تحمل کرده‌اند.

در رابطه بالا، ( $Af$ ) شاخص عدم تقارن آبراهه در حوضه آبخیز، ( $At$ ) مساحت حوضه در برگیرنده زهکشهای فرعی در ساحل سمت راست آبراهه اصلی (بر حسب کیلومتر مربع) و همچنین ( $At$ ) مساحت حوضه در برگیرنده زهکشهای فرعی سمت چپ و راست آبراهه اصلی (کل حوضه زهکشی بر حسب کیلومتر مربع) است. از آنجایی که وضعیت توپوگرافی پهنه‌ها دارای فرآیش (۱) به شکل فرونشست در یک پهنه و بالاآمدگی در پهنه دیگر ارتباط دارد، طول آبراهه‌ها فرعی و در نتیجه مساحت حوضه آبگیر این آبراهه‌ها در دو سوی حوضه (فرآیش و فرونشست) یکسان نیست.



شکل ۷- شاخص و عامل ایجاد عدم تقارن در یک حوضه، علامت پیکان نشان دهنده بالاآمدگی و فروافتادگی در دو طرف حوضه آبخیز است.

هرگاه مقدار عددی این شاخص در حدود ۵۰ باشد، نشانه تقارن حوضه، یکسان بودن پهنه‌های سمت راست و چپ آبراهه اصلی و در نتیجه نبودن کج‌شدگی ۱ است. مقادیر عددی بیش از ۵۰ و کمتر از

1- Uplift

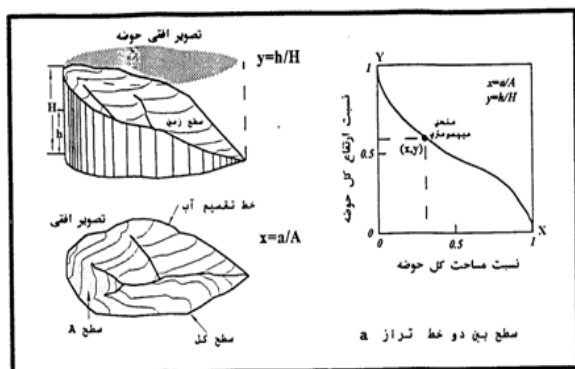
2- Tilting

جدول ۶- نتایج اندازه‌گیری شاخص عدم تقارن آبراهه (AF) در پهنه البرز باختری

ناحیه	حوضه	شاخص Af	ناحیه	حوضه	شاخص Af
خاوری	زرشک	۳۹/۹	غربی	گیلوان	۴۹/۱
	زریحان	۳۳/۵		رودخان	۴۷/۵
	پیرکوه	۴۲/۰		شفت	۴۷/۲
	زردگلی	۳۹/۱		خرم‌آباد	۴۸/۴
	سراوان	۴۸/۰		شاه‌معلم	۴۹/۰
	گلنکش	۴۳/۵		فومن‌خاوری	۵۰/۱
	پاکده	۳۴/۷		ریزه‌گراب	۴۸/۵
	هفت‌چشمه	۳۳/۳		مرزون‌سر	۴۷/۲
	رودبار پایین	۳۹/۲		سورنخانی	۴۶/۱
	سیاهکوه پایینی	۳۸/۳		فرج‌آباد	۴۷/۷
	درم‌خانی	۴۲/۱		کوه‌ولان	۳۶/۴
	پارودبار	۴۵/۳		چلگان	۳۵/۱
	چشمه رود	۴۰/۷۵		کوه‌کن	۴۷/۷
	سیاه‌کوه بالایی	۳۷/۱		قزل‌اوزن	۳۸/۵
	چنگال‌دشت	۴۲/۱		قشلاق‌جوزلا	۴۳/۸
	علی‌نظام	۴۳/۰		آلنگاف	۴۸/۱
ناکاس	۳۳/۷				
خاص رود	۳۹/۸				

## - منحنی‌های هیپسومتری

منحنی‌های هیپسومتری اولین بار توسط استراهلر (۱۹۵۲) پیشنهاد شده است. منحنی‌های هیپسومتری نحوه پراکندگی بلندی در یک پهنه را نشان می‌دهند. منحنی‌های هیپسومتری به تغییرات نسبی ارتفاع به مساحت می‌پردازد. این منحنی‌ها به ارتباط مساحت حوضه با پستی و بلندی‌ها توجه دارد. شکل ۸ نحوه اندازه‌گیری بلندی نسبی هر نقطه و مساحت نسبی را نشان می‌دهد.



شکل ۸- اندازه‌گیری پارامترهای گوناگون جهت ترسیم

نمودارهای هیپسومتری

در محاسبه مساحت، مساحت تجمعی یک سطح ارتفاعی مشخص، مورد توجه است. از نقشه

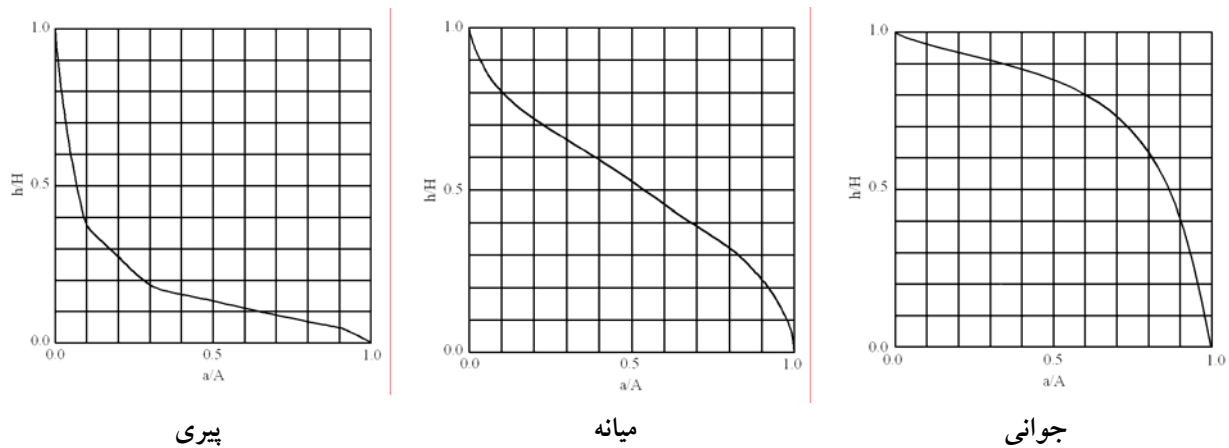
شامل مراحل جوان، میانه و پیر برای منحنی‌های هیپسومتریک تعریف کرده است (شکل ۹).

مرحله جوان، حوضه در حال حفرکردن بوده و پستی و بلندیها زیاد است و در مرحله میانه فرایندهای زمین ریخت ساخت تقریبا متعادل عمل می‌کنند. نهایتا این که در مرحله پیری، پستی و بلندیها از بین رفته و حوضه آرام است.

توپوگرافی با مقیاس مناسب، مقادیر  $\frac{h}{H}$  و  $\frac{a}{A}$  اندازه‌گیری می‌شود.

در روابط نمودارهای هیپسومتری،  $a$  مساحت بخشی از حوضه است که در بالای سطح ارتفاعی  $h$  قرار گرفته و  $A$  مساحت کل پهنه (حوضه زهکشی) است.

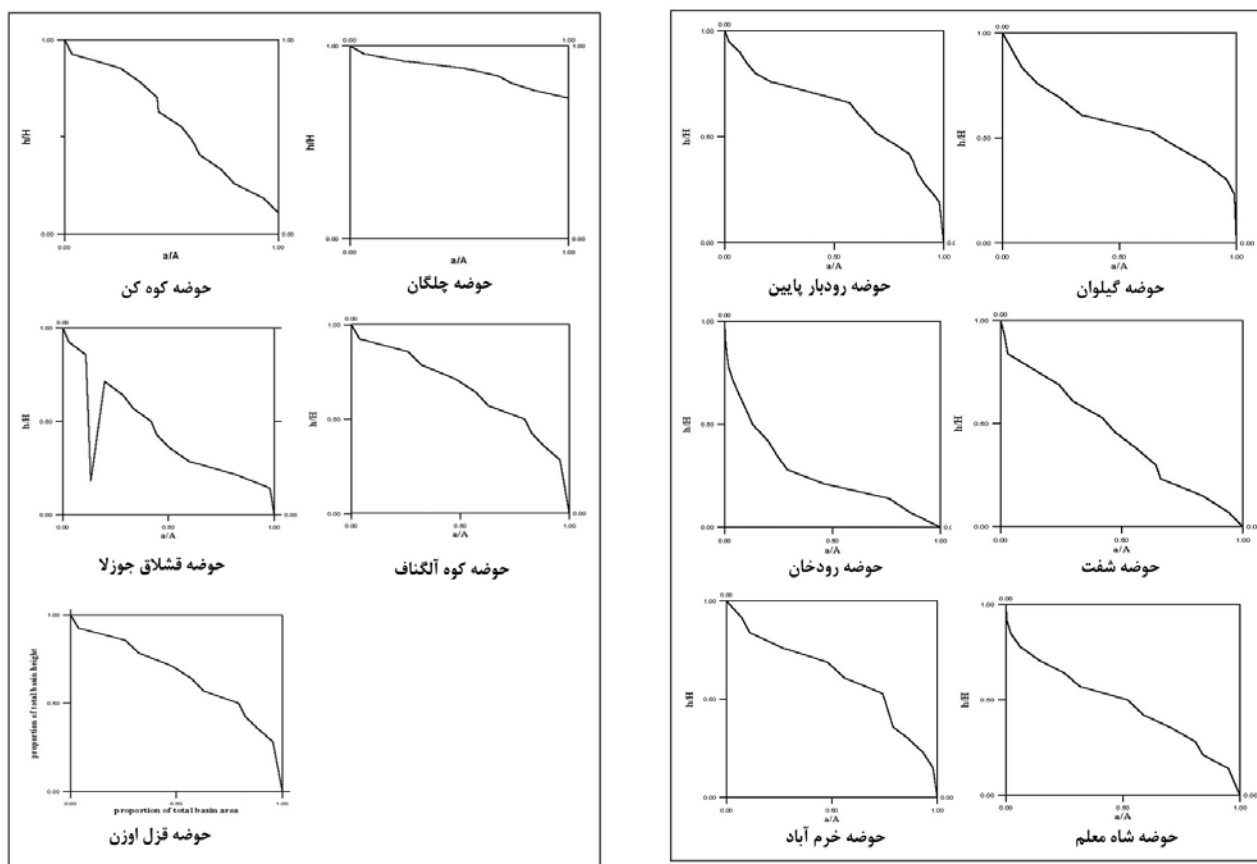
بدین ترتیب مقدار عددی  $\frac{a}{A}$ ، بین صفر و یک تغییر می‌کند. استراهلر (۱۹۵۲، ۱۱) سه حد استاندارد



شکل ۹- منحنی‌های استاندارد سه مرحله جوانی، میانه و پیری

سورانخانی، قشلاق جوزلا، سیاه‌کوه بالایی از نوع حوضه‌های پرتکاپو و فعال و جوان، حوضه‌های علی‌نظام، هفت چشمه، گلنکش، زردگلی، رودبارپایین، فرج آباد، کوه‌کن، گیلوان، شاه‌معلم، مرزون‌سر، قزل‌اوزن در مرحله میانه و حوضه‌های سیاه‌کوه پایینی و سراوان، رودخان، شفت، فومن شرقی و ریزه‌گرآب که فرسایش بر فرازگیری چیره شده است در رده پیر و غیرفعال هستند.

در گستره مورد مطالعه (البرز باختری) برای حوضه‌های مختلف، منحنی‌های هیپسومتری تهیه شده است که نتایج آن در شکل ۱۰ نشان داده شده است. همانگونه که از مقایسه نمودارهای پهنه‌های البرز (شکل ۱۰) با نمودارهای استاندارد (شکل ۹) مشاهده می‌شود، حوضه‌های زرشک، چنگال دشت، چشمه رود، تاکاس، پارودبار، درم خانی، پاکده، خاص رود، کوه ولان، آگنفا، پیرکوه، زیرجان، چلگان، خرم‌آباد،



شکل ۱۰-۱ منحنی‌های هیپسومتری محاسبه شده برای پهنه‌های مختلف در منطقه مورد مطالعه

قرار گرفته است. لازم است نتایج شاخص‌های متفاوت اندازه‌گیری شده با یکدیگر مقایسه شده و در انتها با داده‌های صحرایی مقایسه شود. در این صورت می‌توان ناحیه مورد بررسی را بر پایه جنبایی زمین‌ساختی پهنه‌بندی کرد.

چکیده نتایج اندازه‌گیری‌های مربوط به شاخص‌های گوناگون برای پهنه‌های مختلف (درگستره مورد بررسی) در جدول (۷) ارائه شده است. بر پایه این جدول حوضه‌های مختلف منطقه مورد مطالعه بر پایه جنبایی به صورت زیر رده‌بندی می‌شوند:

#### – پهنه‌بندی ناحیه مورد مطالعه بر اساس شاخص‌های ریخت زمین‌ساخت

مهمترین ویژگی شاخص‌های زمین‌ریخت‌سنجی کمک به شناسایی پهنه‌های جنبی و دیگر یافتن ایده کلی در مورد ویژگی جنبایی پهنه‌ها و مقایسه پهنه‌ها با یکدیگر است. از سوی دیگر تلفیق این داده‌ها با داده‌های صحرایی امکان خطا در برآورد پهنه‌های جنبی را کاهش می‌دهد. در گستره مورد مطالعه، شاخص‌های متفاوتی از قبیل شاخص سینوزیته جبهه کوهستان، شاخص گرادیان رودخانه، شاخص نسبت پهنای دره به عمق، شاخص عدم تقارن آبراهه در حوضه‌های زهکشی و منحنی‌های هیپسومتری بررسی

د: منطقه خاوری در ناحیه البرز باختری نسبت به منطقه باختری در البرز باختری دارای جنبایی بیشتری هستند.

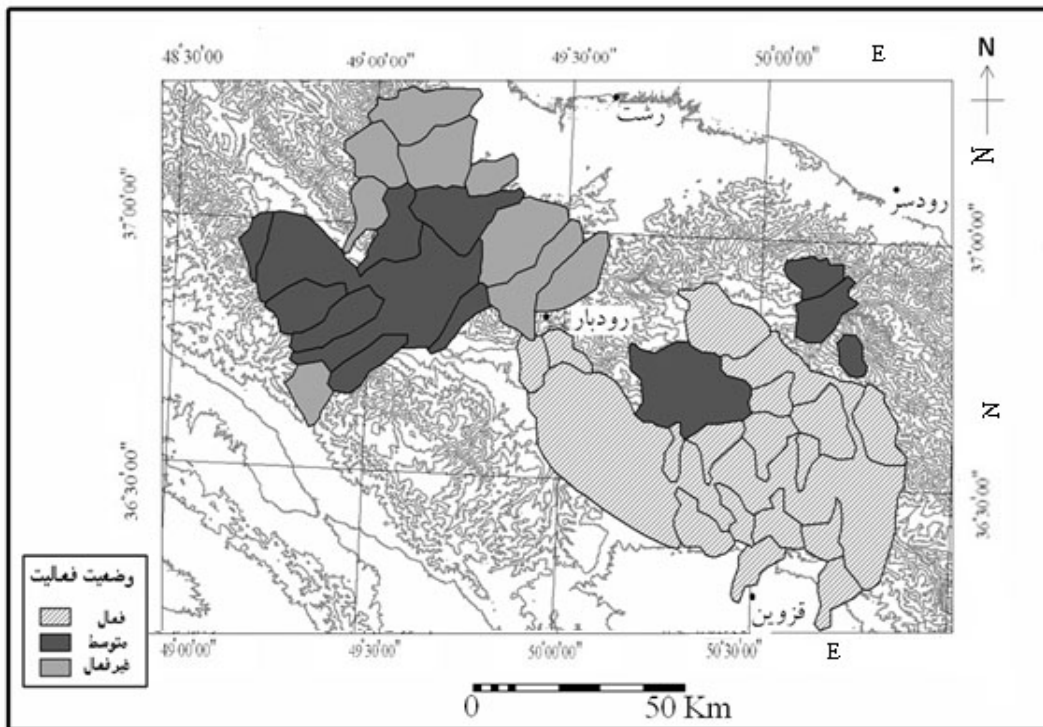
براساس جدول ۷ زیر شاخص‌های ریخت زمین ساخت حوضه‌های آبخیز مورد مطالعه در دو بخش خاوری و باختری ارزیابی و پس از جمع‌بندی ویژگی‌های آنها به سه دسته جنبه، متوسط یا میانه و ضعیف تقسیم‌بندی شده است.

برای پهنه‌بندی حوضه‌های فوق در کل منطقه مورد مطالعه، با در نظر گرفتن میانگین فعالیت برگرفته شده از نتایج شاخص‌های مختلف سه محدوده با رنگ‌های مختلف در نظر گرفته شد. که شامل مناطق فعال، متوسط و غیر فعال است شکل ۱۱ این پهنه‌بندی را نشان می‌دهد.

الف: حوضه‌های کوه ولان، پاکده، درم خانی، چشمه رود، سیاه‌کوه بالایی، تاکاس، خاص رود، چلگان، زرشک، زیرجان، پیرکوه، زردگلی در ردیف حوضه‌های جنبه و فعال قرار می‌گیرند.

ب: حوضه‌های هفت چشمه، رودبار پایین، سیاه‌کوه پایینی، پارودبار، چنگال دشت، علی نظام، خرم‌آباد، شاه‌معلم، سورانخانی، فرج‌آباد، فرج‌آباد، کوه‌کن، قشلاق جوزلا، سراوان، گلنکش در رده حوضه‌های میانه یا متوسط قرار می‌گیرند.

ج: حوضه‌های فومن شرقی، ریزه گراب، مرزون سر در رده‌های حوضه‌های بسیار ضعیف از نظر فعالیت قرار می‌گیرند.



شکل ۱۱- پهنه‌بندی ناحیه البرز باختری براساس شاخص‌های ریخت زمین ساخت

جدول ۷- نتایج جمع‌بندی شاخص‌های ژئومورفیک تکتونیک فعال

ناحیه	حوضه	Smf	SL	Vf	Af	هیسومتری	میانگین
جنوبی	گیلوان		ضعیف	جنبا	ضعیف	میانه	میانه-ضعیف
	رودخان		جنبا	میانه	ضعیف	ضعیف	میانه-ضعیف
	شفت		میانه	میانه	ضعیف	ضعیف	میانه-ضعیف
	خرم آباد		میانه	میانه	ضعیف	جنبا	میانه
	شاه معلم		میانه	میانه	ضعیف	میانه	میانه
	فومن شرقی	ضعیف	ضعیف	ضعیف	ضعیف	ضعیف	ضعیف
	ریزه گراب		میانه	میانه	ضعیف	ضعیف	ضعیف
	مرزون سر		ضعیف	ضعیف	ضعیف	میانه	ضعیف
	سورانخانی		میانه	میانه	میانه	جنبا	میانه
	فرج آباد		جنبا	جنبا	جنبا	ضعیف	میانه-جنبا
شمالی	کوه ولان		جنبا	میانه	جنبا	جنبا	جنبا
	چلگان		جنبا	جنبا	جنبا	جنبا	جنبا
	کوه کن		میانه	میانه	ضعیف	میانه	میانه
	قشلاق جوزلا		میانه	میانه	میانه	جنبا	میانه
	زرشک		میانه	جنبا	جنبا	جنبا	جنبا
	زریحان		جنبا	جنبا	جنبا	جنبا	جنبا
	پیرکوه		جنبا	جنبا	جنبا	جنبا	جنبا
	زردگلی		میانه	جنبا	جنبا	میانه	جنبا
	سراوان	ضعیف	میانه	میانه	میانه	ضعیف	میانه
	گلنکش		میانه	جنبا	جنبا	میانه	میانه
	پاکده		جنبا	جنبا	جنبا	جنبا	جنبا
	هفت چشمه		میانه	میانه	جنبا	میانه	میانه
	رودبار پایین		میانه	جنبا	جنبا	میانه	میانه-جنبا
	سیاهکوه پایینی		میانه	میانه	جنبا	ضعیف	میانه
	درم خانی		جنبا	جنبا	جنبا	میانه	جنبا
	پارودبار		میانه	جنبا	جنبا	میانه	میانه-جنبا
	چشمه رود		جنبا	جنبا	جنبا	میانه	جنبا
	سیاه کوه بالایی		جنبا	جنبا	جنبا	جنبا	جنبا
	چنگال دشت		میانه	جنبا	جنبا	جنبا	میانه-جنبا
	علی نظام		میانه	جنبا	جنبا	میانه	میانه
تاکاس	جنبا	جنبا	جنبا	جنبا	جنبا	جنبا	
خاص رود	جنبا	جنبا	جنبا	جنبا	جنبا	جنبا	

## - نتیجه گیری

- جنبایی در بخش‌های گوناگون گستره به گونه‌های مختلفی دیده می‌شود، جنبایی‌ها یا به صورت فرآیش‌های پهنه‌ای (بادزن‌های آبرفتی، پادگانه‌ها یا بالآمدگی‌های چین‌های جوان) و یا به

شکل فرایش‌های خطی (ناشی از بالآمدگی گسله‌های جوان) هستند.  
- پادگانه‌های آبرفتی که در رودخانه‌های بزرگ منطقه به ویژه قزل‌اوزن دیده می‌شود حاکی از جنبایی پهنه‌های آنها است.



در رده بعدی ارائه شده نشان دهنده آهنگ بالآمدگی زیاد نشان می‌دهد.

- اندازه گیری‌های مربوط به شاخص نسبت پهنای دره به عمق، برای حوضه‌های تاکاس، خاص رود، پاکده، زردگلی، پیرکوه، زیرجان، علی نظام، چلگان، کوه ولان، فرج آباد، زرشک، زردگلی، سیاه‌کوه، درم‌خانی، چشمه رود، گیلوان، فرج آباد و قزل اوزن پرتکاپو و فعال است

- شاخص عدم تقارن آبراهه‌ها، حوضه‌های خاص رود، تاکاس، هفت چشمه، پاکده، زیرجان، سیاه‌کوه بالایی، سیاه‌کوه پایینی، زردگلی و زرشک در ناحیه خاوری اشاره به عدم تقارن بالایی موجود در آنها دارد، این عدم تقارن را می‌توان به فعالیت‌های گسل‌های شمال قزوین، شاهرود و الموت رود و ساز و کار آنها نسبت داد و همچنین حوضه‌های قزل اوزن، چلگان و کوه ولان در ناحیه باختری که مرتبط با فعالیت و ساز و کار گسل‌های قزل اوزن و ماسوله هرزویل هستند، بیشتر از سایر حوضه‌ها دچار کج شدگی شده‌اند.

- بر اساس اندازه گیری‌های هیپسومتری، حوضه‌های زرشک، چنگال دشت، چشمه رود، تاکاس، پا رودبار، درم‌خانی، خاص رود، کوه ولان، آگناب، پیرکوه، زیرگان، چلگان، خرم آباد، سوران‌خانی، قشلاق جوزلاو سیاه‌کوه بالایی از پرتکاپوترین حوضه‌های البرز غربی بوده و در سایر حوضه‌های این منطقه فرسایش و بالآمدگی در حال تعادل هستند.

- در بررسی همه جانبه شاخص‌های زمین ریخت ساخت فعال، حوضه‌های کوه ولان، پاکده، درم‌خانی، چشمه رود، سیاه‌کوه‌بالایی، تاکاس، خاص رود، چلگان، زرشک، زیرجان، پیرکون و زردگلی در رده

- الگوی آبراهه‌ها در پهنه‌ها به شکل راست‌گوشه، موازی و درختی هستند که همگی به شکلی متأثر از ساختارهای گستره هستند. گاهی اوقات، زمین ریخت‌هایی که در اثر عمل‌کرد گسله‌های جوان پهنه ایجاد شده‌اند، طرح آبراهه را شکل داده‌اند. از آنجایی که، الگوی آبراهه‌ها متأثر از طرح شکستگی‌ها و دیگر ساختارهای ناحیه است، در دسته‌بندی‌هان (۱۹۸۵، ۶) در دسته کنترل‌گری‌های جنبای می‌گیرد که نتیجه عمل‌کرد برخی گسله‌ها نظیر قزوین و قزل اوزن می‌باشد که گسله‌های قزوین در پیشانی شمال - شمال غربی و قزل اوزن در امتداد رودخانه قزل اوزن قرار دارد.

- ژرف‌بودن کانال‌های رودخانه‌ای پهنه آبرفتی قزل‌اوزن و شاهرود نشان دهنده آهنگ بالایی حفر عمودی است، که در نتیجه حرکات نسبتاً سریع شاغولی صورت می‌گیرد. بالآمدگی سریع آنها و این پدیده ناشی از قرارگیری آنها در کنار گسله‌های فعال قزل اوزن و الموت رود و شاهرود می‌باشد. در واقع عمل‌کرد گسله‌های الموت رود، شاهرود و قزل‌اوزن که هر سه از نوع گسله‌های فعال و لرزه‌زا هستند، باعث شکل‌گیری این پهنه و در نتیجه تشکیل الگوی راست‌گوشه در این مناطق شده‌اند.

- علاوه بر شاخص بالآمدگی پهنه‌ها و یادگانه‌های آبرفتی که دلیلی بر جنبایی پهنه‌های مورد نظر البرز باختری است، بریده‌شدن این رسوبات و تشکیل دره‌های V شکل در جنبابودن این پهنه تأثیر بیشتری داشته است.

- شاخص گرادیان رودخانه حوضه‌های تاکاس، خاص رود، پاکده، زردگلی، پیرکوه، زیرجان، علی نظام، چلگان، کوه ولان، فرج‌آباد، رودخان و قشلاق

- Survey Contract Report, 14-08-001-364. Office of Earthquakes, Volcanoes and Engineering: Melno Pard, CA.
- Han, M., (1985). Tectonic geomorphology and its application to earthquake prediction in China: Tectonic Geomorphology (Edited by Morisaiia, Mand Hack.J.T) Unwinhyman, 36438 p.
- Haward, A.D., (1967). Drainage analysis in geologic interpretation: A Summation. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 51, 2249-2259.
- Keller, E.A., (1980). Investigations of active tectonics: use of Surficial earth Processes. In panel on active tectonics, National Academy Press: Washington, D.C.
- Leader, M.R., Seger, M.J., Stark, G.P., (1991). Sedimentation and tectonic geomorphology adjacent to major active and inactive normal faults, Southern Greece. J, Geol. Soc. Lpna., 148, 331-344.
- Schumm, S.A., (1985). Alluvial response to active tectonics: Active Tectonics, National Academy Press, Washington. DC, 80-94.
- Strahler, A.N., (1952). Hypsometric (area-altitudes) analysis of erosional topography, Geological Society of American, Bulletin, 63, 1117-1142.
- Summerfield, M.A., (1991). Tectonics and drainage development: Global Geomorphology (edited by Summerfield, M.A.) Longman Singapore Publishers (pte) Ltd.
- Verstappen, H. Th., (1972). Geomorphology, In: Veldock Voor Land en Water deskundigen. Publ. I. L. R. I. C. 1-16.
- Volkow, N.G., Sokolousky, I.L., Subbotin, A.L., (1967). Effect of recent crustal movement on the shape of longitudinal profiles and water levels in rivers. International Association of Scientific Hydrology Publication, 75, 105-116.

حوضه‌های پرتکاپو جای گرفته‌اند. در حالی که حوضه‌های هفت چشمه، رودبار پایین، سیاه‌کوه پایینی، پارودبار، چنگال دشت، علی‌نظام، خرم‌آباد، شاه‌معلم، سورانخانی، فرج‌آباد، کوه‌کن، قشلاق جوزلا، سراوان و گلنکش در رده پهنه‌های میانه و حوضه‌های فومن شرقی، ریزه‌گراب و مرزون‌سر در رده پهنه‌های ضعیف از دیدگاه جنبایی دسته‌بندی شده‌اند.

- به طور مقایسه‌ای، حوضه‌های ناحیه خاوری منطقه نسبت به ناحیه باختری دارای جنبایی بیشتری هستند.

#### منابع

- طبسی، هادی (۱۳۸۰)، تکتونیک جنب‌ا و الگوی دگرریختی گستره البرز مرکزی، خاوری، (بین طولهای جغرافیایی ۵۲ تا ۵۴ درجه خاوری)، رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ۲۱۵ صفحه.
- Adams.J., (1980). Active tilting of the United States midcontinental: geodetic, geomorphic evidence, *Geology*. 8, 442-446.
- Bates, R.L. and Jackson, J.A., (1980). Glossary of Geology, 2nd ed., American Geological Institute, Falls Church, Virginia, 751p.
- Bishop, P., (1982). Stability or Change: A review of ideas on ancient drainage in Eastern New South Wales. *Australian Geographer*, Vol. 15, 219-230.
- Bull.W.B., (1978). Geomorphic tectonic classes of the South front of the Sangrabriel Mountains California, U.S Geological

## Zonation of west Alborz zone based on geomorphic indices

**A. A. Zare Mehrjerdi**

Received: May 10, 2010/ Accepted: January 18, 2011, 49-51 P

### Extended abstract

#### 1- Introduction

Every earth movement affects the earth surface suddenly and slowly. Geomorphic changes are in relationship with tectonic-geomorphology directly or indirectly (Sumerfield, 1991). Earth's crust movement is an effected factor for forming and evolution of landscapes. Geomorphic characteristic can be good indicators to predict regional active tectonic. West Alborz is located between 49 to 50'30 East between Khasar pediment in north and Qazvin pediment in south.

In this paper have been studied active tectonic with geomorphic indices, drainages pattern and alluvial sediments in 30 watershed basins. At the first have been determined the geomorphic indices and combined with another factors like drainage patterns and alluvial fan systems.

Then factors and indices have been compared in all of the basins. Ultimately, west Alborz regional segmented to three local like; active, semi active and inactive basins.

#### 2- Methodology

At first step, have been used topographic map and Landsat images, the topographic scale map was 1:250000 and 1:50000 and the satellite image scale was 1:250000 and 1:100000. Then using Google Earth the border of watershed basins has been determined.

By assessments of geomorphic indices like Stream Length-gradient (SL), Mountain front sinuosity (Smf), ratio of valley-floor width to valley height (VF) and Hypsometric graphs in 30 watershed basins in west Alborz area, the active ratio estimated. With comparing data have been distinguish active tectonic and tectonic geomorphology of west Alborz.

#### 3- Discussion

Studying all of the geomorphic indices in west Alborz area have been divided to 30 watershed basins and studying most

---

#### Author(s)

A.A. Zare Mehrjerdi (✉)  
Assistant Professor of Geomorphology, Islamic Azad University,  
Meybod Branch, Meybod, Iran  
e-mail: iau\_az@yahoo.com

important geomorphic indices determined the active tectonics like:

1-The mountain front sinuosity which mentioning and characterizing relationship between rivers power and mountain front dip and slope was

$$Smf = \frac{Lmf}{Ls}$$

calculated by equation that in the formula Smf is mountain front sinuosity and Ls is direct mountain front (m or Km) and Lmf means the length of mountain front.

2-Stream length-gradient (SL) has been estimated by formula of  $SL = \Delta H / \Delta L \times L$  (Keller, 1980)

SL: Stream length-gradient

L: The length of river

$\Delta H / \Delta L$  is stream gradient in section that studying it.

3-Ratio of valley-floor width to valley height (Vf) was predicted by below formula

$$Vf = 2 \times \frac{Vfw}{[(Eld - Esc) + (Erd - Esc)]}$$

(Boll, 1987)

Vf is ratio of valley-floor width to valley height

Vfw= Width river

Erd= the height of right wall of river

Eld= the height of left wall of river

Esc= the elevation of valley-floor

4-The drainage basin asymmetric (Af) that mentioning relation between active faulting and tilting the basin (Keller, 1980), was calculated by formula of  $AF = Ar / At \times 100$  that Af- is drainage basin asymmetric, Ar-means area of drainage pattern in left of essential river (Km<sup>2</sup>) At-is area of drainage pattern in right of essential river (Km<sup>2</sup>)

5-Hypsometric graphs introduced by Strahler (1952). This parameter mentioned topographic elevation in this region.

With modulation all of data and assessment geomorphic indices were distinguishing the activity of watershed basins.

#### 4- Conclusion

A: Activity was distinguished for several ways like uplift zones for example alluvium fans and the new alluvium step rivers slope and the ground in lineament fault trace.

B: The new and uplifted alluvium fan distinguished in Qezel Owzan River which was constituted by active faults.

C: There are many rectangular and trills drainage patterns in the west Alborz that constitute with active faults and effectiveness from active tectonics.

D: Comparison of the activeness geomorphic indices in 30 watershed basins conducted to the below results:

1-The basins like Velankuh, Pakdeh, Dramkhani, Cheshmahrud, Siahkuheballaey, Takas, Khasrud, Chelegan, Zereshk, Zarigan and Zardgoli are active basins.

2-The basins like Haftcheshmah, Rudbarepaen, Siahkuhepaeni, Parudbar, Changaldasht, Alinezam, Khorramabad, Shahmoallem, Surankhani, Faragabad, Kuhkan, Qeshlaq, Saravan, Golenkesh are semi active basins.

3-The basins like Foumansharqi, Rizagarab, Merzonsar are the inactive basins.

E: The basins in east area are more activity than west.

**Key word:** west alborz, geomorphic inden, drainage basin

### References

- Adams, J., 1980. Active tilting of the United States midcontinental: geodetic, geomorphic evidence, *Geology*, 8, 442-446.
- Bates, R.L. and Jackson, J.A., 1980. *Glossary of Geology*, 2nd ed., American Geological Institute, Falls Church, Virginia, 751p.
- Bishop, P., 1982. Stability or Change : A review of ideas on ancient drainage in Eastern New South Wales. *Australian Geographer*, Vol. 15, 219-230.
- Bull, W.B., 1978. Geomorphic tectonic classes of the South front of the Sangraibriel Mountains California, U.S Geological Survey Contract Report, 14-08-001-364. Office of Earthquakes, Volcanoes and Engineering: Melno Pard, CA.
- Han, M., 1985. Tectonic geomorphology and its application to earthquake prediction in China: Tectonic Geomorphology (Eited by Morisaia, Mand Hack.J.T) Unwinhyman, 36438 p.
- Haward, A.D., 1967. Drainage analysis in geologic interpretation: A Summation. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 51, 2249-2259.
- Keller, E.A., 1980. Investigations of active tectonics: use of Surficial earth Processes. In panel on active tectonics, National Academy Press: Washington, D.C.
- Leader, M.R., Seger, M.J., Stark, G.P., 1991. Sedimentation and tectonic geomorphology adjacent to major active and inactive normal faults, Southern Greece. *J. Geol. Soc. Lpna.*, 148, 331-344.
- Schumm, S.A., 1985. Alluvial response to active tectonics: Active Tectonics, National Academy Press, Washington. DC, 80-94.
- Strahler, A.N., 1952. Hypsometric (area-altitudes) analysis of earosional topography, *Geological Society of American, Bulletin*, 63, 1117-1142.
- Summerfield, M.A., 1991. Tectonics and drainage development: Global Geomorphology (edited by Summerfield, M.A.) Longman Singapore Publishers (pte) Ltd.
- Verstappen, H. Th., 1972. Geomorphology, In: Veldock Voor Land en Water deskundigen. Publ. I. L. R. I: C. 1-16.
- Volkow, N.G., Sokolousky, I.L., Subbotin, A.L., 1967. Effect of recent crustal movement on the shape of longitudinal profiles and water levels in rivers. *International Association of Scientific Hydrology Publication*, 75, 105-116.