



## بررسی زمین ساخت فعال با استفاده از شاخص های مورفومتریک در جنوب حوزه آبخیز دشت بیرجند

زینب عباسی<sup>۱\*</sup>، آرزو شفیعی<sup>۱</sup>، سید محمد تاجبخش<sup>۲</sup>، هادی معماریان<sup>۲</sup>، سید مرتضی موسوی<sup>۳</sup>

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه بیرجند
- ۲- دانشیار دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه بیرجند
- ۳- استادیار دانشکده علوم دانشگاه بیرجند

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۲۷



### چکیده

تغییرات ریخت شناسی بیان کننده ارتباط بین زمین ساختی و زمین ساخت است. دشت بیرجند در شرق ایران قرار دارد. هدف از پژوهش حاضر، شناخت پارامترهای فیزیکی منطقه مطالعاتی و همچنین عملکرد این پارامترها بر تغییراتی که در سطح زمین به وقوع می پیوندد، است. که بدین جهت از داده های میدانی و نقشه های توپوگرافی استفاده گردیده است و نتایج زیر حاصل شده است؛ میزان AF از ۲۸/۱۱ (جنوب غربی) تا ۰/۶۱ (جنوب غربی) متغیر است. دامنه تغییرات T از ۰/۷۲ (جنوب غربی) تا ۰/۲۳ (جنوب غربی) است. بیشترین مقدار Smf ۱/۹۱ (جنوب شرقی)، کمترین ۱/۰۲ (جنوب غربی) حوزه است. محاسبه شاخص VF بالا آمدگی اندک نوزمین ساختی را نشان داد. کمترین مقدار شاخص S ۱/۰۵ (غرب) و بیشترین مقدار ۱/۱۶ (غرب) است. کمترین مقدار شاخص Re ۰/۱۹ (قسمت جنوبی) و بیشترین مقدار ۰/۷۲ (جنوب) است. انتگرال هیپسومتری محاسبه شده بدین صورت است که بیشترین مقدار ۰/۵۰۵ (جنوب شرقی) و کمترین مقدار ۰/۱۶۶ (جنوب غربی) است شاخص Dd در جنوب شرقی با ۱/۵۹ کمترین و در جنوب غربی ۲/۲۵ بیشترین میزان را داراست. بیشترین مقدار شاخص Te (جنوب شرقی) ۲/۵۵ و کمترین مقدار (جنوب غربی) ۰/۴۷ است. بیشترین مقدار شاخص C (جنوب غربی) ۰/۶۲ و کمترین مقدار (جنوب غربی) ۰/۴۴ است پارامتر Iat نشان می دهد؛ دشت بیرجند از نظر تغییرات ریخت شناسی در درجه فعال قرار دارد و این نقاط فعال بیشتر در دامنه جنوبی (رشته کوه های باقران) که محل تمرکز گسل های تراسی در این نقاط است واقع شده اند.

**کلمات کلیدی:** شاخص های زمین ساختی، تغییرات ریخت شناسی، زمین ساخت، حوزه آبخیز.

## مقدمه

زمین ساختی کمک کند. هدف پژوهش حاضر، شناخت پارامترهای فیزیکی منطقه مطالعاتی و همچنین عملکرد این پارامترها بر تغییراتی سطح زمین می‌پردازد. از طرفی شناخت این پارامترها چشم انداز تغییرات را قابل تحلیل می‌نماید می‌توان براساس شناخت و تحلیل‌های کمی پارامترهای ریخت زمین‌شناسی رخدادهایی مانند سیل‌خیزی، تغییر ریخت زمین ساخت رودخانه و فرسایش‌پذیری را مورد بررسی قرار داد (کرمی، ۱۳۸۸).

## مشخصات منطقه مورد مطالعه

این محدوده در طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۳۰ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۰ ثانیه تا ۳۳ درجه واقع شده است. وسعت حوزه آبریز دشت بیرجند ۳۱۵۵ کیلومتر مربع است که ۱۰۴۵ کیلومتر مربع دشت (۳۳٪) و بقیه آن را ارتفاعات تشکیل می‌دهد (سعیدی و همکاران، ۱۳۹۴). آب و هوای بیرجند، گرم و خشک بوده و دارای زمستان‌های سرد و تابستان‌های خشک و گرم است. بر اساس اطلاعات ایستگاه هواشناسی بیرجند، میانگین سالیانه بیشترین و کمترین درجه حرارت این شهر برابر با ۲۴ و ۸ درجه سانتیگراد است. شهر بیرجند، به طور میانگین در ۷۶ روز از سال دارای دمای زیر صفر درجه و در ۱۴۲ روز از سال دارای دمای بالای ۳۰ درجه سانتیگراد است. مجموع بارش سالیانه در شهر بیرجند به طور میانگین برابر با ۱۷۱ میلی متر در سال است (رقابتی، ۱۳۹۳). سنگ‌های اولترابازیک به شکل گسترده‌ای در منطقه بیرجند پراکنده‌اند و شامل پریدوتیت (pd)، هارزبوژیت، لرزولیت و سرپانتینیت (St)، است که فشارهای زمین ساختی باعث ایجاد درز و شکاف در این سنگ‌ها شده است. همچنین در سرپانتینیت‌ها رگچه‌های متعددی از کریزوتیل و آزبست دیده می‌شود، به طوری که به سنگ، بافت مشبک داده است. در نقاط دیگر، گابروها در فیلیت‌ها و سنگ‌های اسپیلیت متعلق به توالی افیولیتی تظاهر نموده‌اند (ضیاء، ۱۳۸۳). سازندهای مختلف اطراف دشت و تنوع سنگ‌شناسی آنها باعث تغییر در کیفیت آب زیرزمینی دشت شده است. آب‌های زیرزمینی که از جنوب دشت سرچشمه می‌گیرند دارای کیفیتی مطلوب‌تر از آب‌های زیرزمینی شمالی است (اکبری، ۱۳۸۹).

حوضه آبخیز یک واحد ایده آل به منظور مدیریت منابع طبیعی و دستیابی به توسعه پایدار است. شرط اول کنترل عوامل فرسایشی شناسایی ویژگی‌های ریخت‌شناسی حوضه‌های آبخیز و اولویت بندی آن‌ها است تا در صورت اجرای عملیات کنترلی، مناطق دارای اولویت‌های بالاتر بیشتر مد نظر و مدیریت قرار گیرند (آلمانی و نجفی نژاد ۱۳۹۳). بررسی مختلفی که در زمینه ریخت‌شناسی آبراهه‌های یک منطقه صورت گرفته نشان‌دهنده ارتباط حوضه آبخیز با فرایندهای زمین ساختی موجود در منطقه است (Burrough, McDonnell 1998; Hurtrez et al., 1999) اصطلاح ریخت زمین ساختی بیان کننده ارتباط بین زمین شناسی و زمین ساخت است و در بسیاری از موارد ریخت زمین ساختی و زمین شناسی در نظر گرفته می‌شود. شاخص‌های زمین ریخت‌شناسی از ابزارهای مهم برای درجه فعالیت زمین ساختی ناحیه‌ای خاص هستند که با تحلیل آن‌ها می‌توان درباره‌ی وقوع تغییرات مذکور اظهار نظر کرد (روستایی، ۱۳۹۴). زمین ساخت فعال یا ریخت‌شناسی زمین به مطالعه فرایندهای پویا و دینامیک موثر در شکل دهی زمین و چشم اندازهای موجود در آن می‌پردازد. (Keller and Pinter, 2002). ریخت زمین ساختی و ریخت زمین شناسی به عنوان سنجش و توصیف کمی شکل‌ها و چشم اندازهای زمین تعریف شده‌اند (Keller and pinter, 2002). شاخص‌های ریخت زمین شناسی، ابزارهای سودمندی برای تحلیل اشکال زمینی و ارزیابی فعالیت‌های زمین ساختی در نواحی مختلف به شمار می‌آیند (Guarnier and pirrotta, 2008).

برخی از شاخص‌های ریخت زمین شناسی، به عنوان ابزارهای اساسی برای تشخیص تغییر شکل‌های سریع زمین ساختی تجربه و آزمون شده و به طور وسیع مورد استفاده قرار گرفته‌اند، آن‌گاه نتایج حاصل در طرح‌های تحقیقاتی جهت کسب اطلاعاتی جامع و کامل درباره زمین ساخت فعال مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Duglas and other, 2002)، شواهد ریخت زمین شناسی فعال در حوضه گاد) شاخه‌ای از حوضه زهکشی الاکانادا در هیمالیای هند) را مورد بررسی قرار داده است. مطالعه ویژگی‌های ریخت زمین شناسی حوضه، می‌تواند در درک حرکات



نقشه گسل ۱:۱۰۰۰۰۰، از سازمان زمین‌شناسی کشور، نقشه آبراهه با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، از سازمان آب منطقه‌ای خراسان جنوبی به دست آمده است. در این تحقیق از نرم افزار Arc ۱۰، 3D Analyst، Editor، Analysis Tools مانند Google Earth استفاده شده است. و همچنین نرم افزار Google Earth استفاده شده است.

### بحث و نتایج

شاخص‌های ریخت زمین‌شناسی، ابزارهای سودمندی برای تحلیل اشکال زمینی و ارزیابی فعالیت‌های زمین‌ساختی در نواحی مختلف به شمار می‌آیند (Guarnier and pirrotta, 2008). زیرا با استفاده از آن‌ها می‌توان مناطقی را که در گذشته فعالیت‌های سریع و یا کند زمین‌ساختی را تجربه کرده‌اند به راحتی شناسایی نمود (Ramirez and other, 1998). استفاده‌ی همزمان از شاخص‌های ریخت زمین‌شناسی این امکان را می‌دهند که بتوان تحلیل درست از وضعیت زمین‌ساختی جدید منطقه به دست آورد. (ElHandouni and other, 2008).

### شاخص‌های ریخت‌شناسی

#### شاخص عدم تقارن حوزه زهکشی (Af)

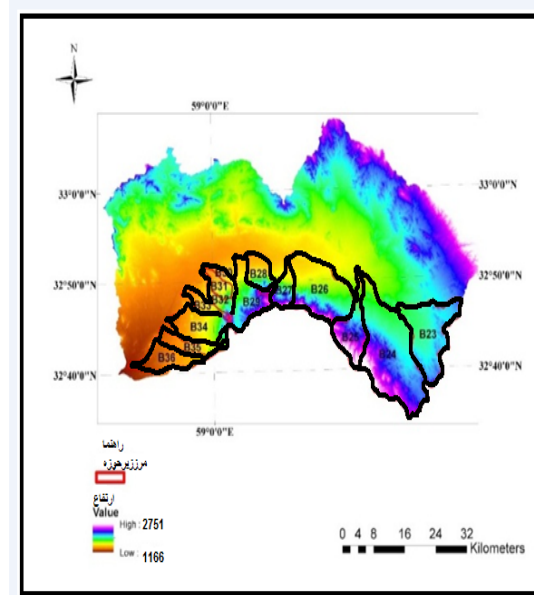
شاخص عدم تقارن حوزه زهکشی، کج شدگی جانبی حوزه را نسبت به مسیر اصلی رودخانه‌اش در اثر نیروهای زمین‌ساختی، نشان می‌دهد (Guarnier and pirrotta, 2008) و از معادله زیر به دست می‌آید:

$$AF = 100(Ar / At) \quad \text{رابطه‌ی (۱)}$$

(Ar) مساحت حوزه در سمت راست آبراهه اصلی (به طرف پایین دست حوزه)  
(At) مساحت کل حوزه.

چنانچه حوزه‌ای تحت شرایط ثابت، بدون کج شدگی و یا انحراف اندک تحول یابد مقدار این شاخص برابر یا نزدیک ۵۰ است و مقادیر بیشتر و یا کمتر از ۵۰ کج شدگی یا انحراف را مشخص می‌سازد. از نظر فعالیت‌های زمین‌ساختی،  $15 < Af - 50 > 15$  کلاس یک و فعال را نشان می‌دهد در حالی که،  $7 < Af - 50 < 15$  باشد کلاس دو و فعالیت متوسط آن حوزه را بیان می‌کند. توقف فعالیت و آرامش زمین‌ساختی، زمانی مشخص می‌شود که  $7 < Af - 50$  است (ElHandouni and other, 2008).

حوزه آبخیز جنوب دشت بیرجند از نظر میزان کج شدگی حوزه در سه کلاس واقع شده است. میزان Af در حوزه ۲۸/۱۱ در زیرحوزه ۳۵B (جنوب غربی) تا ۰/۶۱ در زیرحوزه ۳۶B (جنوب غربی) متغیر می‌باشد. اکثر زیرحوزه‌های منطقه

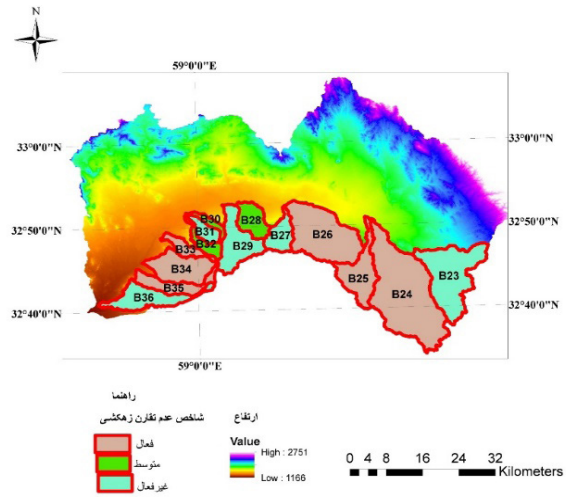
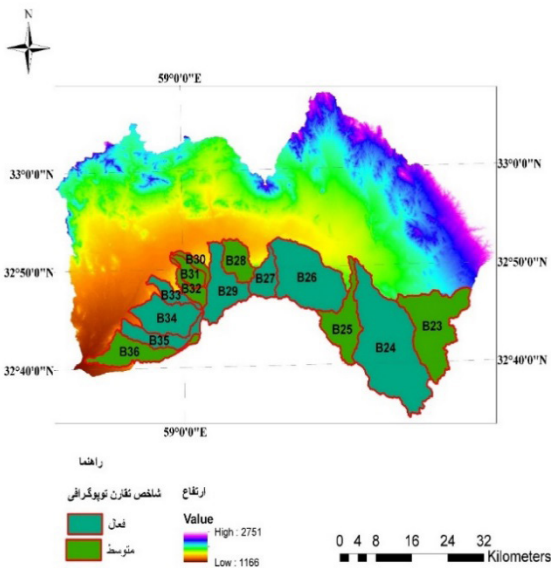


شکل ۱- نقشه زیرحوزه‌های جنوب دشت بیرجند

### مواد و روش

شاخص‌های ریخت زمین‌شناسی ابزار سودمندی برای مطالعه فعالیت‌های زمین‌ساختی در نواحی مختلف محسوب می‌شوند و به وسیله آنها می‌توان اطلاعاتی در مورد نواحی خاصی از یک منطقه که در معرض فعالیت زمین‌ساختی نسبتاً سریع یا حتی کند قرار دارند، به دست آورد (Keller and Pinter, 2002)، از آن جهت که مطالعات در زمینه ریخت‌سنجی حوزه‌های آبخیز و ویژگی‌های فیزیوگرافی آبراهه است، از مقادیر کمی به دست آمده از شاخص‌های ریخت‌شناسی نظیر: شاخص‌های نسبت پهنای کف دره به ارتفاع (Vf)، عدم تقارن حوزه زهکشی (AF)، تقارن توپوگرافی (T) و انتگرال هیسومتری (Hi)، سینوزیته رودخانه (Sr)، شاخص نسبت انشعاب (BR)، شاخص نگهداشت کانال (C)، شاخص تراکم زهکشی (Dd)، شاخص نسبت کشیدگی حوزه (Re)، شاخص عدد ناهمواری (Rn)، شاخص سینوسی جبهه کوهستان (Smf)، شاخص بافت (T) استفاده شده است. در این مقاله ابتدا برای سهولت و امکان انجام محاسبات و مقایسه نتایج حاصل از بکارگیری شاخص‌ها، دشت بیرجند به ۳۶ زیرحوزه تقسیم شده است. که از زیرحوزه B23 تا B36 قسمت جنوبی دشت بیرجند بوده که شامل رشته کوه‌های باقران است و در این تحقیق با به کارگیری داده‌ها و اطلاعاتی از قبیل نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، از سازمان نقشه‌برداری، نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، از سازمان زمین‌شناسی،

دارای کج شدگی می‌باشند که نشان دهنده فعال بودن منطقه است حدود ۷۱/۲۳ درصد حوزه را در محدوده کلاس فعال و ۱۸/۹۶٪ در محدوده کلاس متوسط و ۹/۸۰٪ در محدوده کلاس غیرفعال واقع قرار دارد. (جدول ۱)



شکل ۲- نقشه شاخص عدم تقارن توپوگرافی جنوب دشت بیرجند

### شاخص تقارن توپوگرافی (T)

وجود عدم تقارن توپوگرافی در شبکه زهکشی حوزه‌هایی با سنگ شناسی تقریباً همسان، عملکرد زمین ساخت فعال را نشان می‌دهد (Keller and Pinter, 2002). برای حوزه‌ای که کاملاً متقارن است، شاخص T مساوی عدد صفر خواهد بود. هر چقدر عدم تقارن توپوگرافی حوزه‌ای افزایش یابد، مقدار شاخص نیز بالا می‌رود و به عدد یک نزدیک می‌شود. لذا شاخص T برداری است با یک جهت که بزرگی آن از صفر تا یک متغیر است (کریمی، ۱۳۸۸)، که از رابطه زیر محاسبه می‌شود

$$T = DA / Dd \quad \text{رابطه‌ی (۲)}$$

(DA) فاصله از خط وسط حوضه آبریز به کمربند یچان رود پویا (Dd) فاصله از خط وسط حوضه به خط تقسیم آب است با این پیش فرض سه کلاس زمین ساختی جهت تشخیص شدت فعالیت زمین ساختی مشخص شده است. کلاس ۱، مقدار ( $T > 0.5$ ) که گویای فعالیت شدید زمین ساختی است. کلاس ۲، مقدار ( $0.5 > T$ ) با کاهش تقارن و شدت فعالیت متوسط همراه است. کلاس ۳، مقدار ( $T = 0$ ) که حاکی از تقارن کامل حوضه و عدم فعالیت زمین ساختی است. میزان این شاخص محاسبه شده، دامنه تغییرات آن از ۰/۷۲ در زیرحوزه ۲۹B (جنوب

شکل ۳- نقشه شاخص تقارن توپوگرافی جنوب حوزه دشت بیرجند

### شاخص سینوسیته جبهه کوهستان (Smf)

شاخص پیچ و خم پیشانی کوهستان بیانگر توازن بین شدت و تمایل رودها برای ایجاد یک پیشانی نامنظم و فعالیت زمین ساختی قائم، جهت ایجاد یک پیشانی مستقیم برای کوه است (Bull & McFadden, 1977) این شاخص نشان دهنده تعادل بین تمایل فرایندهای فرسایشی ناشی از آب‌های جاری برای ایجاد یک رشته کوه با ریخت زمین شناسی نامنظم و مقدار بالآآمدگی فعال که سعی در ایجاد یک رشته کوه با ریخت زمین شناسی مستقیم و یا با انحنا کمی است. بنابراین پیشانی کوه‌هایی که با بالآآمدگی فعال همراه هستند تقریباً مستقیم ( $Smf \approx 1$ ) است. افزایش این کمیت عکس حالت فوق یعنی غلبه ی فرسایش بر بالآآمدگی است و مفهوم آن کاهش شدت فعالیت زمین ساختی است، که سبب تشکیل پیشانی پر پیچ و خم می‌شود که با گذشت زمان نامنظم تر است.

$$Smf = \frac{Lmf}{Ls} \quad \text{رابطه‌ی (۳)}$$



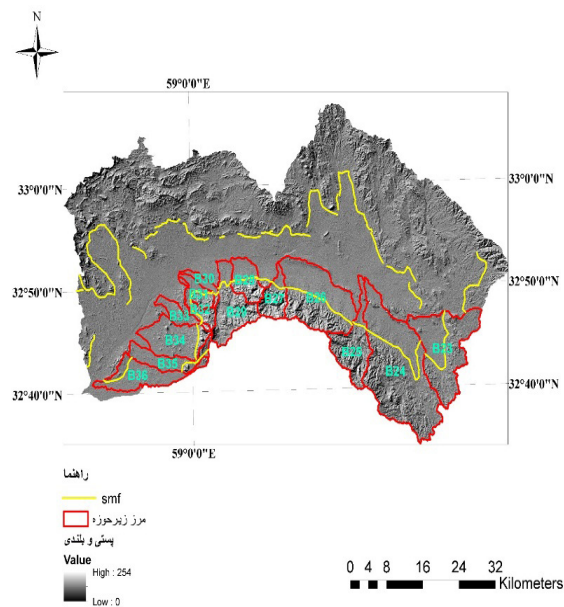
می دهد و با رابطه زیر محاسبه می شود (بول و مک فادن، ۱۹۷۷).  

$$Vf = 2fw / [(Eid - Esc) + (Erd - Esc)]$$
 رابطه (۴)  
 (Vf) نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن و (Vfw) پهنای کف دره به متر (Erd، Eid) به ترتیب ارتفاع دیواره سمت چپ و دیواره سمت راست دره و (Esc) ارتفاع دره، با افزایش VFW (عرض) دره به صورت U شکل و با کاهش آن دره شکل V شکل دارای مقدار VF کمتر (نزدیک به صفر) است. شاخص VF مرتبط با شکل دره است (Zovoili and Konstantinidi, 2004).  
 این شاخص معمولاً نشان می دهد که آیا رود به حفر بستر خود می پردازد و یا اینکه عمدتاً فرسایش به صورت جانبی به طرف ارتفاعات و دامنه های حاشیه رود انجام می گیرد. هرچه میزان عددی VF بیشتر باشد نشان دهنده فعالیت کم در آن قسمت است.

مقادیر کم این شاخص نیز نشان دهنده دره های عمیق با رودهایی است که به طور فعال کف بستر خود را حفر کرده و به طور معمول همراه با بالا آمدگی نوزمین ساختی است.  
 اگر نسبت VF کمتر از ۱ باشد نشان دهنده فعالیت شدید زمین ساختی، اگر بین ۱ تا ۲ باشد نشان دهنده فعالیت کم یا متوسط زمین ساختی است و اگر بزرگتر از ۲ باشد بر عدم فعالیت های زمین ساختی در منطقه دلالت خواهد داشت (Bull & McFadden, 1977).

در سازندهایی از جنس ماسه سنگ، آهک، فیلیت، آندزیت های آتشفشانی توفی، میزان Vf محاسبه شده در آن ها کمتر از ۰/۵ می باشد سازندهایی فعال هستند و متعلق به کلاس فعال شماره ۱ است. بیشترین تعداد دره ها در این مناطق واقع شده و نشان دهنده فرسایش در بستر رودخانه ها است. از طرفی پراکنش گسل های فراوان فعال در این مناطق بیشتر است. از نظر وسعت پراکندگی، محدوده فعال حدود ۴۱/۰۷ درصد مساحت منطقه را به خود اختصاص داده است. سازندهای غیر فعال مانند نهشته های آبرفتی، داسیت و توف های آتشفشانی، شیل ها، فلیش های صخره ای می باشند که میزان Vf در این مناطق زیاد است و بیشتر از یک می باشد و با کلاس ۴ نمایش داده شده اند. این مناطق بیشتر در محدوده دشت سرها و مخروط افکنه ها واقع شده اند. در این مناطق شیب و سرعت جریان آب کاهش یافته و رودخانه ها کمترین میزان فعالیت را دارند؛ فرسایش کمتر و رسوبگذاری بیشتر است. این مناطق کمترین گسل ها

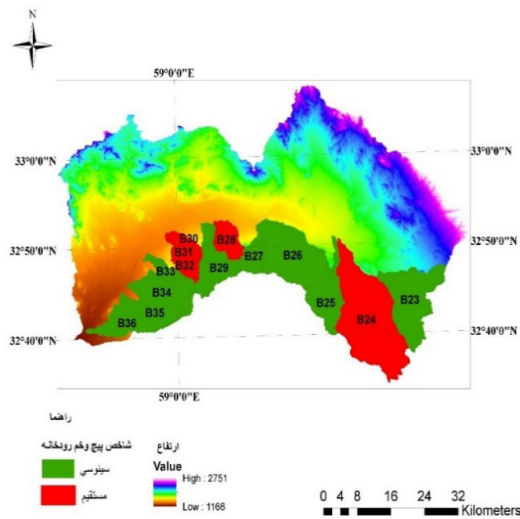
(Lmf) طول مسطحاتی منحنی شکل جبهه کوهستان در امتداد تقاطع دشت سر و کوهستان  
 (Ls) طول مستقیم جبهه کوهستان  
 مقادیر Smf نزدیک به ۱ نشان می دهد که جبهه های کوهستان همراه با فعالیت زمین ساختی بالایی هستند. با غالب شدن نیروهای فرسایشی، مقدار این شاخص افزایش می یابد و جبهه کوهستان نامنظمی می شود (Zovoili and Konstantinidi, 2004). با توجه به محاسبات صورت گرفته اکثر زیر حوزه های دشت بیرجند مقدار Smf آنها تقریباً برابر ۱ می باشد (جدول ۱)، بیشترین مقدار Smf برای زیر حوزه B24 (91/1) در جنوب شرقی حوزه، کمترین مقدار آن در زیر حوزه B34 (02/1) واقع در جنوب غربی حوزه است (جدول ۱).



شکل ۴- نقشه شاخص سینوسی جبهه کوهستان جنوب دشت بیرجند

### شاخص نسبت پهنای دره به ارتفاع آن (Vf)

نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن Vf دیگر شاخص زمین ریخت شناسی است که برای بررسی میزان فعالیت نیروهای زمین ساختی در منطقه استفاده شده است. این شاخص برای دره های اصلی که جبهه کوهستان را قطع می کنند محاسبه می شود (Silva and other, 2003). این شاخص مرتبط با شیب دره است و یک شاخص زمین ریختی است که درک تفاوت بین دره های U شکل، V شکل و دره های با کف پهن را ارائه



شکل ۵- نقشه شاخص پیچ و خم رودخانه اصلی جنوب دشت بیرجند

### شاخص نسبت کشیدگی حوزه Re

این شاخص اندازه نسبت قطر دایره به بیشترین طول حوزه است (Schumm, ۱۹۶۵). کاهش این نسبت، بیشتر به دلیل فعالیت زمین ساختی فرض شده است که باعث به وجود آمدن گسل شده است (Bull, ۱۹۷۷). بالا آمدگی یا فرونشست حوزه رودخانه را به شکاف واداشته و به حوزه زهکشی اجازه توسعه رانمی دهد. برعکس در حوزه‌هایی که فعالیت زمین ساختی ندارند انتظار می‌رود که حوزه‌هایی با مساحت بیشتر و زهکشی با درجه بیشتر، جزئیات بدون احاطه پیرامون باشند و بنابراین بالاترین زهکشی مربوط به حوزه‌های کشیده است (Bull, ۱۹۷۷).

$$\text{Re} = Dc / L \quad \text{رابطه (۶)}$$

(Dc) قطر دایره هم سطح با حوزه آبخیز

(L) طول حوزه

هرچه مقدار شاخص Re به یک نزدیکتر باشد شکل حوزه گردتر است و هرچه به صفر نزدیکتر، حوضه کشیده‌تر است. مقادیر Re برای هر زیرحوزه محاسبه شده و کمترین مقدار آن ۰/۱ در زیرحوزه B۲۹ که در قسمت جنوبی حوزه می‌باشد قرار دارد، بیشترین مقدار با ۰/۷۲ در زیرحوزه B۲۸ در جنوب دیده می‌شود (جدول ۱) با توجه به محاسبات صورت گرفته حدود ۵۹/۹۷ درصد مساحت منطقه دارای زیرحوزه‌های کشیده که نشان دهنده فعال بودن منطقه است و ۴۰/۰۲ درصد زیرحوضه‌های تقریباً گرد را شامل می‌شود که بیشتر این زیرحوضه‌های گرد در بخش غربی حوزه پراکنده شده‌اند.

را داراست و از نظر زمین ساختی در سطح غیرفعال قرار می‌گیرند؛ و محدوده‌ای حدود ۳۱/۵۸ درصد مساحت را به خود اختصاص می‌دهند. سازندهای نسبتاً فعال شامل آهک‌های نومولیتی، آندزیت‌های لاوایی الیگوسن، مارن و ژپیس و ... می‌باشند و حدود ۶/۳۸ درصد مساحت منطقه را به خود اختصاص می‌دهند. سازندهای نسبتاً غیرفعال شامل سازندهای گرانیت، دیوریت، انواع رسوبات فلیشی همراه با کنگلومرا، ماسه سنگ، پرودوتیت، دونیت، پلاژیوگرانیت هستند که از نظر شاخص Vf در محدوده نسبتاً غیر فعال قرار گرفته‌اند و حدود ۲۰/۹۹ درصد از مساحت منطقه را به خود اختصاص داده‌اند.

### شاخص پیچ و خم رودخانه اصلی (S)

از نظر چارچوب نظری رودخانه‌ای که تقریباً به حالت تعادل رسیده باشد، رودخانه جهت حفظ تعادل بین شیب با دبی و رسوب گذاری پیچ می‌خورد (Burbank and Anderson, ۲۰۰۰). تغییر شیب بستر رودخانه به علت فعالیت‌های زمین ساختی رابطه مستقیمی با پیچ و خم در مسیر رودخانه دارد (سلیمانی، ۱۳۷۷). هرچه میزان شاخص S بیشتر باشد نشان دهنده فعال بودن زمین ساخت در منطقه است (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۰).

رابطه (۵)

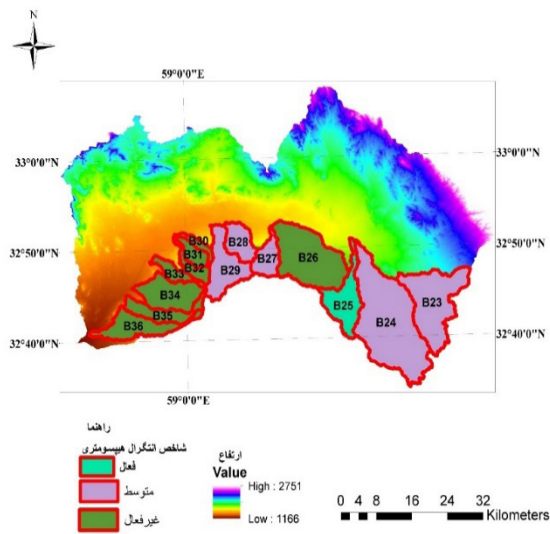
$$S = C / V$$

(S) شاخص پیچ و خم رودخانه اصلی

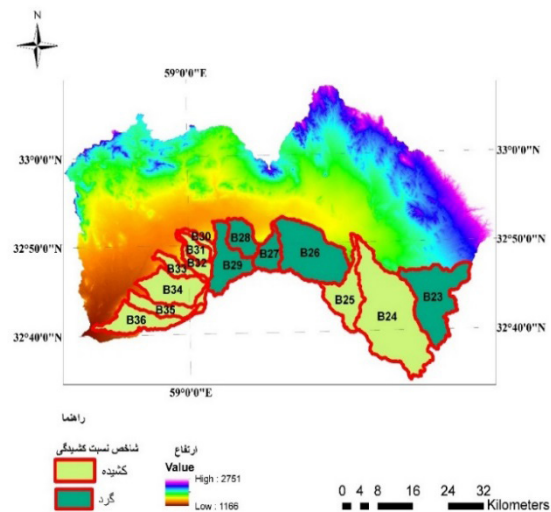
(C) طول رودخانه

V = طول دره به خط مستقیم

اگر مقدار SR کمتر از ۱/۱ باشد نشان دهنده حالت مستقیم رودخانه است، SR بین ۱/۱-۱/۵ باشد رودخانه حالت سینوسی و اگر SR بیشتر از ۱/۵ باشد رودخانه حالت متاندری دارد. مقادیر S برای هر زیرحوزه محاسبه شده و کمترین مقدار آن در زیرحوزه B۳۱ (۱/۰۵) در غرب منطقه، و بیشترین مقدار آن برای زیرحوزه B۳۳ (۱/۱۶) در غرب منطقه است (جدول ۱) حدود ۶۵/۴۷ درصد از مساحت حوزه‌ی جنوبی بیرجند در کلاس ۲ قرار گرفته به عبارت دیگر رودخانه‌های مسیر آبراهه اصلی آن به صورت سینوسی است، ۳۴/۵۲ درصد رودخانه‌ها مستقیم هستند که نشان دهنده فعال بودن منطقه است و بستر آبراهه‌های زیرحوزه در حال تغییر می‌باشد.



شکل ۷- نقشه شاخص انتگرال هیپسومتری جنوب دشت بیرجند



شکل ۶- نقشه شاخص نسبت کشیدگی حوزه جنوب دشت بیرجند

### تراکم زهکشی (Dd)

تراکم زهکشی یک شاخص ریخت زمین شناسی مهم برای حوزه‌هایی است که آبراه‌های آن، بازتاب کننده فرآیندهای حاکم بر حفر چشم اندازها است (Schumm, ۱۹۹۷). این شاخص ممکن است نشان دهنده تأثیر زمین ساخت فعال در منطقه باشد (Devi, 2011; Talling & Sowter, 1999). تراکم زهکشی از نسبت مجموع طول تمام آبراه‌های یک حوضه به مساحت آن محاسبه می‌شود (ElHandouni, 1945)

$$Dd = Lu / A \quad \text{رابطه ی (۸)}$$

(Dd) تراکم زهکشی

(Lu) مجموع طول آبراه

(A) مساحت حوزه کشی است

مقدار این شاخص به درجه فرسایش و میزان برش چشم اندازها در شبکه زهکشی بستگی دارد. شبکه زهکشی در چشم اندازهای قدیمی که در زمان طولانی در سطح زمین قرار دارند، گسترش بیشتری یافته و در نتیجه دارای مقدار تراکم زهکشی بیشتری است. مقدار تراکم زهکشی در حوزه‌هایی که دارای فعالیت زمین ساختی اخیر می‌باشند، کمتر است (Keller and Pinter, 2002). نتایج حاصل از تراکم زهکشی را می‌توان به سه رده فعالیت زمین ساختی تقسیم کرد، که شامل کلاس ۱ ( $Dd > 1/2$ )، کلاس ۲ ( $1/3 < Dd < 1/2$ ) و کلاس ۳ ( $Dd < 1/3$ ) است. مقادیر Dd برای هر زیرحوزه محاسبه شده و زیر حوزه B<sup>۲۵</sup> در جنوب شرقی (۱/۵۹) کمترین مقدار را به

### شاخص انتگرال هیپسومتری (HI)

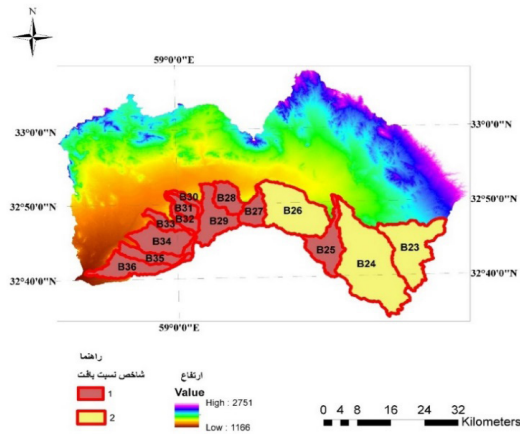
این شاخص، توزیع سطوح ارتفاعی یک منطقه از زمین یا یک حوزه آبخیز را نشان می‌دهد (شکل ۷). رابطه (۷) برای محاسبه این شاخص استفاده می‌شود که به شکل زیر است (Pinter, 2002 و Keller؛ Wilson، 1971 و Pike؛ 1990).

$$Hi = (Hmean - Hmin) / (Hmax - Hmin) \quad \text{رابطه ی (۷)}$$

که در آن، Hmean ارتفاع متوسط حوزه، Hmax بیشترین ارتفاع حوضه، Hmin کمترین ارتفاع حوضه است. مقادیر انتگرال مقادیر انتگرال هیپسومتری بر اساس نظریه El Hamdouni و همکاران (۲۰۰۸) برای حوزه‌ها به سه گروه فعال ( $Hi \leq 0.5$ )، نیمه فعال ( $0.4 < Hi < 0.5$ ) و غیرفعال ( $Hi < 0.4$ ) طبقه بندی شده‌اند. مقادیر بالای این شاخص نشان دهنده نواحی فعال و جوان بوده و مقادیر پایین آن با نواحی قدیمی که فرایند فرسایش بر آن حاکم است و کمتر تحت تأثیر زمین ساخت فعال منطقه است.

میزان انتگرال هیپسومتری برای جنوب دشت بیرجند محاسبه شده که بیشترین مقدار در زیرحوزه B<sup>۲۵</sup> (۰/۵۰۵) برابر با جنوب شرقی و کمترین مقدار در زیرحوزه B<sup>۳۳</sup> (۰/۱۶۶) جنوب غربی می‌باشد. حدود ۱۱/۵۹ درصد از کل حوزه را زیرحوزه‌هایی با کلاس ۱ فعال، ۲۸/۷۴ درصد را کلاس ۲ یا متوسط و ۵۹/۶۵ درصد حوزه را کلاس ۳ یا غیرفعال به خود اختصاص داده است. (جدول ۱)

دهنده میزان نفوذپذیری و موثر بودن در میزان سیل خیزی حوزه است.



شکل ۹- نقشه نسبت بافت جنوب دشت بیرجند

### شاخص نگه داشت کانال (C)

این شاخص به نوع سنگ، نفوذپذیری، رژیم اقلیمی، پوشش گیاهی، پستی و بلندی و فرسایش وابسته است (Schumm, 1997). فاکتور C به عنوان معکوس تراکم زهکشی  $C = A/L$  بیان شده است.

$$C = A / L \quad \text{رابطه ی (۱۰)}$$

(C) نگه داشت کانال

(A) مساحت حوزه کشی است

(L) مجموع طول آبراهه

با توجه به نتایج به دست آمده بیشترین مقدار شاخص C در محدوده جنوب غربی در زیرحوزه B25 (۰/۶۲) است (جدول ۱)، با توجه به مطالعات صورت گرفته مناطقی که مقدار پارامتر C آن بیشتر می باشد در واقع جزء مناطق فعال زمین ساختی هستند. کمترین مقدار شاخص C در محدوده جنوب غربی حوزه مطالعاتی در زیرحوزه B30 (۰/۴۴) است (جدول ۱).

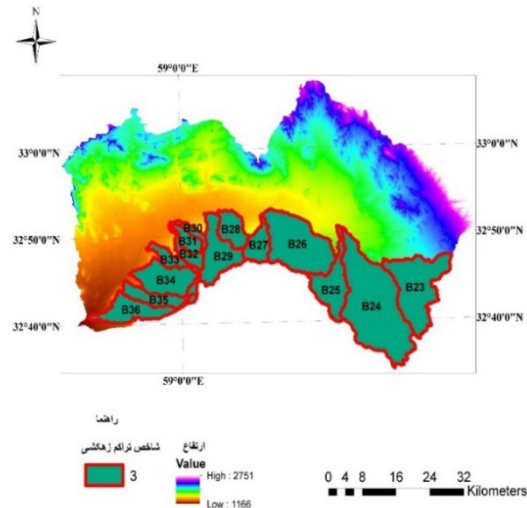
### شاخص نسبی فعالیت زمین ساختی (Iat)

این شاخص برای تجزیه و تحلیل شاخص های ریخت زمین شناسی و جمع بندی نتایج آنها مورد استفاده قرار می گیرد تا وضعیت نسبی فعالیت های زمین ساختی در منطقه مشخص شود. این شاخص با توجه به رابطه (۶) محاسبه می شود.

$$IRAT = S / N \quad \text{رابطه ی (۱۱)}$$

(S) مجموع طبقات شاخص های ریخت زمین شناسی

خود اختصاص داده است، زیر حوزه B30 جنوب غربی (۲/۲۵) دارای بیشترین میزان است (جدول ۱). شایان ذکر است که کل منطقه جنوب دشت بیرجند در کلاس ۳ تراکم زهکشی قرار دارد و میزان بالای این شاخص نشان دهنده فعالیت بالای زمین ساختی در این منطقه است.



شکل ۸- نقشه تراکم زهکشی جنوب دشت بیرجند

### شاخص نسبت بافت (Te)

مقدار این شاخص به زمین شناسی زیرین، ظرفیت نفوذ سنگ بستر و پستی و بلندی زیرحوزه ها بستگی دارد (Gangalakunta & Reddy, 2004).

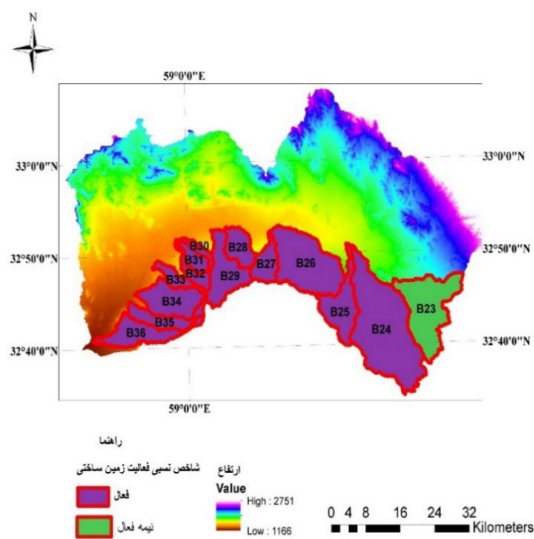
$$T = R / P$$

(R) طول اولین آبراهه

(P) محیط حوزه،

افزایش میزان نسبت بافت نشان دهنده افزایش تعداد آبراهه درجه یک است که سبب افزایش نفوذ پذیری می شود و از طرفی باعث کاهش میزان رواناب در منطقه است و نشان دهنده فعالیت کم حوزه می باشد. در نتیجه شاخص T را در دو کلاس فعال، ۱  $(1/5 < T < 2)$  با نفوذپذیری کم و کلاس غیرفعال، ۲  $(T < 1/5)$  دارای نفوذپذیری زیاد طبقه بندی می شود. با توجه به پژوهش صورت گرفته بیشترین مقدار شاخص Te در جنوب شرقی دشت بیرجند، زیرحوزه B24 (۲/۵۵) و کمترین مقدار در محدوده جنوب غربی در زیرحوزه B32 (۰/۴۷) واقع شده است (جدول ۱). با این وجود حدود ۳۹/۱۳ درصد مساحت حوزه در کلاس غیرفعال قرار گرفته و حدود ۶۰/۸۶ درصد حوزه در کلاس فعال قرار دارد که نشان





شکل ۱۰- شاخص نسبی فعالیت زمین ساختی جنوب دشت بیرجند

(N) تعداد شاخص های ریخت زمین شناسی

مقدار شاخص فعالیت نسبی زمین ساخت بر مبنای نظریه El-Hamdouni و همکاران (۲۰۰۸) در چهار طبقه: خیلی زیاد (بسیار فعال) ( $1 < Iat < 1/5$ ), زیاد (فعال) ( $1/5 < Iat < 2$ ), متعادل (نیمه فعال) ( $2 < Iat < 5/2$ ) و پایین (فعالیت کم) ( $Iat < 5/2$ ) طبقه بندی می شود. حوزه دشت بیرجند از نظر این شاخص در محدوده سه کلاس بالا قرار دارد با توجه به محاسبات صورت گرفته برای کل منطقه و مبنای قرار دادن محدوده کلاس فعالیت هر یک از پارامترها، نتایج به دست آمده نشان می دهد که ۹۱/۵۳ درصد مساحت حوزه در کلاس ۲ (فعال) و ۸/۴۶ درصد آن در محدوده ۳ (نیمه فعال) قرار دارد.

این پارامتر نشان می دهد که دشت بیرجند از نظر ریخت شناسی و تغییرات ریخت شناسی در درجه فعال قرار دارد و در آینده شاهد تغییرات جدیدی در این محدوده خواهیم بود. این نقاط فعال، بیشتر در دامنه جنوبی (رشته کوه های باقران) که محل تمرکز گسل های تراستی در این نقاط است واقع شده اند.

جدول ۱. مقدار پارامترها

نام زیر حوزه	AF	کلاس Af	T	کلاس T	SMF	کلاس Smf	Hi	کلاس Hi
B23	۴/۰۹	۳	۰/۴۴	۲	۱/۸۷	۱	۰/۴۳	۲
B24	۲۷/۵۷	۱	۰/۵۵	۱	۱/۹۱	۱	۰/۳۸	۳
B25	۲۴/۴۶	۱	۰/۴۲	۲	۱/۰۵	۱	۰/۵۱	1
B26	۲۰/۵۵	۱	۰/۶۰	۱	۱/۰۳	۱	۰/۲۷	۳
B27	۶/۸۰	۳	۰/۵۱	۱	۱/۱۰	۱	۰/۴۰	۲
B28	۱۴/۷۰	۲	۰/۴۲	۲	۱/۰۳	۱	۰/۲۸	۳
B29	۶/۶۵	۳	۰/۷۲	۱	۱/۴۵	۱	۰/۴۲	۲
B30	۱۲/۵۲	۲	۰/۴۸	۲	۱/۳۹	۱	۰/۲۸	۳
B31	۱/۳۰	۳	۰/۴۵	۲	۱/۱۸	۱	۰/۲۸	۳
B32	۱۰/۴۱	۲	۰/۴۶	۲	۱/۱۳	۱	۰/۲۷	۳
B33	۲۳/۴۴	۱	۰/۵۹	۱	۱/۰۶	۱	۰/۱۷	۳
B34	۱۷/۲۱	۱	۰/۶۶	۱	۱/۰۳	۱	۰/۲۰	۳
B35	۲۸/۱۲	۱	۰/۵۴	۱	۱/۱۱	۱	۰/۲۰	۳
B36	۰/۶۱	۳	۰/۲۳	۲	۱/۱۶	۱	۰/۲۷	۳



نام زیرحوزه	Dd	کلاس Dd	SR	کلاس Sr	RE	کلاس Re	Te	کلاس Te	C	کلاس C	Iat	کلاس Iat
B23	۱/۷۳	۳	۱/۱۲	۲	۰/۷۱	۲	۱/۷۸	۲	۰/۵۸	۱	۲/۱۰	۳
B24	۱/۷۴	۳	۱/۰۷	۱	۰/۵۷	۲	۲/۵۶	۲	۰/۵۸	۱	۱/۷۰	۲
B25	۱/۵۹	۳	۱/۱۴	۲	۰/۴۸	۱	۰/۹۳	۱	۰/۶۳	۱	۱/۵۰	۲
B26	۱/۹۱	۳	۱/۱۲	۲	۰/۶۸	۲	۲/۴۴	۲	۰/۵۲	۱	۱/۸۰	۲
B27	۱/۶۴	۳	۱/۱۲	۲	۰/۷۰	۲	۰/۸۸	۱	۰/۶۱	۱	۱/۸۰	۲
B28	۱/۹۴	۳	۱/۰۹	۱	۰/۷۲	۲	۱/۳۸	۱	۰/۵۲	۱	۱/۹۰	۲
B29	۱/۶۹	۳	۱/۱۴	۲	۰/۶۵	۲	۱/۱۶	۱	۰/۵۹	۱	۱/۸۰	۲
B30	۲/۲۵	۳	۱/۰۷	۱	۰/۱۹	۱	۰/۵۷	۱	۰/۴۴	۱	۱/۸۰	۲
B31	۲/۱۶	۳	۱/۰۶	۱	۰/۲۷	۱	۰/۹۳	۱	۰/۴۶	۱	۱/۹۰	۲
B32	۱/۶۶	۳	۱/۰۷	۱	۰/۲۲	۱	۰/۴۸	۱	۰/۶۰	۱	۱/۷۰	۲
B33	۱/۹۹	۳	۱/۱۷	۲	۰/۲۰	۱	۰/۶۸	۱	۰/۵۰	۱	۱/۶۰	۲
B34	۲/۰۰	۳	۱/۱۱	۲	۰/۵۵	۱	۱/۴۵	۱	۰/۵۰	۱	۱/۶۰	۲
B35	۲/۲۱	۳	۱/۱۴	۲	۰/۴۲	۱	۰/۹۵	۱	۰/۴۵	۱	۱/۶۰	۲
B36	۲/۱۶	۳	۱/۱۰	۲	۰/۳۶	۱	۱/۱۴	۱	۰/۴۶	۱	۲/۰۰	۲

### نتیجه گیری

هیپسومتری بیشتر وسعت دشت بیرجند مناطقی با ارتفاع کم حدود ۷۷/۰۶ درصد را شامل می شود. شاخص Smf در اکثر زیرحوزه ها بیشتر از ۱ و بیش از ۹۶ درصد منطقه در کلاس فعال قرار دارد. همین طور شاخص S میزان پیچ و خم رودخانه را نشان می دهد، ۶۵/۴۷ درصد از کل زیرحوزه های منطقه آبراهه اصلی آن ها به حالت سینوسی است از طرفی ۵۹/۹۷ درصد از زیرحوزه های منطقه بر اساس پارامتر Re کشیده و ۴۰/۰۲ درصد زیرحوزه ها گرد است. از نظر تراکم زهکشی یا Dd منطقه مورد مطالعه در کلاس ۳ فعالیت قرار دارد و شاخص نگه داشت کانال عکس پارامتر Dd است؛ کل منطقه در کلاس ۱ قرار گرفته است. شاخص نسبت بافت Te میزان نفوذپذیری را نشان می دهد حدود ۶۰/۸۶ درصد از زیرحوزه ها در کلاس ۱ قرار دارند. به طور کلی نتایج حاصل از شاخص های زمین ریخت شناسی حاکی از آن است که حوزه آبخیز مورد مطالعه این پژوهش از نظر نو زمین ساختی فعال است که یکی از دلایل آن وجود گسل تراستی و امتداد لغز است. میزان فعالیت حرکات نو زمین ساخت در همه جا یکسان نبوده مناطق بالادست حوضه از این لحاظ فعال تر است.

نتایج به دست آمده بررسی شواهد زمین ریخت شناسی یک طبقه بندی نسبی از فعالیت ریخت شناسی را نشان می دهد که برای مطالعات و شناسایی منطقه مفید هستند. شاخص های زمین ریخت شناسی استفاده شده در این پروژه نشان دهنده فعالیت زمین ساختی منطقه است. بر اساس شاخص Af منطقه جنوب دشت بیرجند در محدوده کلاس فعال و متوسط قرار دارند حدود ۷۱/۲۳ درصد از زیرحوزه ها دارای کج شدگی است که نشان دهنده این است که منطقه در مرحله جوانی است. از نظر تقارن توپوگرافی T حدود ۵۸/۹۸ درصد از منطقه در کلاس ۱ قرار دارد و از حالت متقارن خارج شده و اکثر زیرحوزه ها به جهت غرب حوزه کج شده اند. حدود ۴۷٪ منطقه از نظر شاخص Vf در کلاس ۱ واقع شده که شامل دره های عمیق V شکل می باشد و ۵۱٪ منطقه در پهنه کلاس غیرفعال قرار دارد و نشان دهنده وجود دره های پیر U شکل است، بیشتر این دره ها در دامنه های کوهستان و دره های عمیق در ارتفاعات بالادست قرار دارند که اکثرا در محدوده گسل های فعال منطقه واقع شده اند. از نظر شاخص انتگرال



## منابع

تکتونیک‌های فعال و جوان با نگرش بر مقدمات دیرینه شناسی، چاپ اول. تهران. انتشارات موسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله.

صادقیان، آ.، واقعی، ی.، محمدزاده، م.، ۱۳۹۴. پیش‌بینی تغییرات مکانی-زمانی سطح آب زیرزمینی در دشت بیرجند به روش کریجینگ، نشریه آب و فاضلاب، ۱(۲۴): ۹۴-۱۰۰.

ضیاء، ح. ۱۳۸۳. هیدرولوژی آبخیز دشت بیرجند و تأثیرات طرح‌های تغذیه مصنوعی بر آن، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز.

کرمی، ف.، ۱۳۸۸. ارزیابی ژئومورفیک فعالیت‌های تکتونیک در حوضه زهکشی سعیدآباد چای، مجله پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۶۹، ۶۷-۸۲.

مقصودی، م.، جعفری اقدم، م.، باقری، س.، مینایی، م.، ۱۳۹۰. بررسی تکتونیک فعال حوضه‌ی آبخیز کفرآور با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک و شواهد ژئومورفولوژیکی، مجله جغرافیا و توسعه، ۲۵، ۱۱۱-۱۳۶.

## References:

- Guarnier, P., & Pirrotta, C. (2008). The Response of Drainage Basins to the Late Quaternary tectonics in the Sicilian side of the Messina Strait (NE Sicily). *Geomorphology*, 95(3-4), 260-273.
- ElHandouni, R., Irigaray, C., Fernandez, T., Chacon, J., and Keller, E.A. (2008). Assessment of relative active tectonic, South west border of the Sierra Nevada (Southern Spain). *Geomorphology*, 96(1), 150-173.
- Keller, E.A. and N. Pinter. 2002. Active tectonics: earthquakes, uplift, and landscape. Prentice Hall, New Jersey, 362 pages.
- Burbank, D. W., & Anderson, R. S (2000). *Tectonic Geomorphology*. Blackwell.
- Bull, W.B. and Mc fadden, L.D., 1977. Tectonic geomorphology north and south of the Garlok fault California. 8th Annual geomorphology sym, New York.
- Zovoili E., Konstantinidi E., Koukouvelas I.K., 2004, TECTONIC GEOMORPHOLOGY OF ESCARPMENTS: THE CASES OF KOMPOTADES AND NEA ANCHIALOS FAULTS, Bulletin of the Geological Society of Greece vol. XXXVI, Proceedings of the 10th International Congress, Thessaloniki, April 2004.

- اکبری، ا.، اکبری، م.، ۱۳۸۹. بررسی اثر اقلیم بر خشکسالی و بیابان‌زائی مطالعه موردی: دشت بیرجند، همایش کاربردی جغرافیای طبیعی در برنامه ریزی محیطی، ۱۱.
- آمانی نجفی نژاد، م.، ۱۳۹۳. الویتبندی زیرحوضه‌ها با استفاده از آنالیز مورفومتری، فنون سنجش از دور و GIS، حوضه آبخیز لهندر، استان گلستان. پژوهشنامه مدیریت حوضه آبخیز سال پنجم. شماره ۹
- روستایی، ش.، رجبی، م.، سمندر، ن.، ۱۳۹۴. بررسی نقش عوامل در تحول ژئومورفولوژی بستر مخروط افکنه حوضه اسکوچای، فصلنامه هیدروژئومورفولوژی، ۴۱
- سعیدی، ح.، باغوند، ا.، نیک سخن، م. ح.، اکبرپور، ا.، صادقی طبس، ص.، ۱۳۹۴. "پیش‌بینی روند یک ساله تغییرات سطح آب زیرزمینی با استفاده از کد منبع باز"، مطالعه موردی: دشت بیرجند، استان خراسان جنوبی، فصلنامه بین‌المللی پژوهشی تحلیلی منابع آب و توسعه، ۲، ۶۷-۷۵
- سلیمانی، ش.، ۱۳۷۷. رهنمودهایی در شناسایی حرکات
- Silva, P.G., Goy, J.L., Zazo, C., Bardajam, T., 2003, Fault Generated Mountain Fronts in Southeast Spain: Geomorphologic Assessment of Tectonic and Earthquake Activity, *Geomorphology*.
- Bull, W.B. and McFadden, L.D., 1977, tectonic geomorphology north and south of the Garlock
- Fault, California, in Doehring, D.O. (Ed), *Geomorphology in Arid regions*, Proceeding of Eighth
- Annual Geomorphology Symposium, State University of New York, Binghamton, PP. 115-138
- Mayer, L. 1990. Introduction to quantitative geomorphology. Prentice Hall, Englewood, Cliffs, NJ, 362 pages
- Pike, R.J. and S.E. Wilson. 1971. Elevation-relief ratio, hypsometric integral and geomorphic area-altitude analysis. *Geological Society of America Bulletin*, 82(4): 1079-1084.
- Schumm, S.A., 1997, Drainage density: problems of prediction. In: Stoddart, D.R. (Ed.), *Process and Form in Geomorphology*, Routledge, London, pp. 15- 45
- Talling, P.J. and Sowter, M.J., 1999, Drainage density on progressively tilted surfaces with different gradients, Wheeler Ridge, California, *Earth Surface*

- Processes and Landforms, No. 24, pp. 809- 824.
- Devi, R.K.M., Bhakuni and Bora, P.B., 2011. Tectonic implication of drainage set-up in the Sub-Himalaya: a case study of Papumpare district, Arunachal Himalaya, India, *Geomorphology*, No. 127, pp. 14-31.
  - Horton, R.E., 1945, Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology, *Geological Society of America Bulletin*, No. 56, PP. 275- 370.
  - Keller, E.A., Pinter, N., 2002, *Active Tectonics: Earthquakes, Uplift, and Landscape* (2ndEd.), Prentice Hall, New Jersey.
  - Gangalakunta P. Obi Reddy, Amal K. Maji, Kothiram S. Gajbhiye (2004), Drainage morphometry and its influence on landform characteristics in a basaltic terrain, Central India – a remote sensing and GIS approach, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, vol. 6, pp. 1-16
  - Schumm, S. (1956). The Movement of Rocks by Wind: DISCUSSION. *Journal of Sedimentary Research*, 26(3).
  - Ramirez, H. (1998). Geomorphic assessment of active tectonics in the Acambay Graben, Mexican volcanic belt. *Earth Surface Processes and Landforms*, 23(4), 317-332.
  - Tirrul, R., Bell, I.R., Griffis, R.J., and Camp, V.E., 1983, The sistan suture zone of eastern Iran. *Geological Society of American Bulletin*, 94, 134-156.

## **An assessment of active tectonic by morphometric factors in watershed south of Birjand plain**

**Zeinab abbasi<sup>1\*</sup>, Arezoo shafiei<sup>1</sup>, Seyed Mohammad tajbakhsh<sup>2</sup>, Hadi memarian<sup>2</sup>, Seyed Morteza mousavi<sup>3</sup>**

1- M.Sc. Student of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources and Environment, Birjand University.

2- Associate Professor, Faculty of Natural Resources and Environment, Birjand University.

3- Assistant Professor, Faculty of Science, Birjand University.

### **Abstract**

Morphotectonics expresses the relationship between geomorphology and tectonics. The plain of Birjand is located in eastern Iran. The purpose of this study was to identify the physical parameters of the study area also, the performance of these parameters is based on changes occurring on the surface of the earth, this purpose, field data and topographic maps have been used and the following results are achieved. The AF range varies from 28.11 (southwest) to 0.61 (southwest). The range of changes in T is from 0.72 (southwest) and 0.23 (southwest). The highest Smf is 1.91 (southeast), the lowest is 1.02 (southwest) of the basin. The calculation of the VF index showed a slight neo-tectonic upsurge. The lowest value is S 1.05 (west) and the largest is 1.16 (west) of the region. The lowest value of the index is Re 0.19 (southern part) and the highest value is 0.72 (south). Hypsometric integral is calculated; the highest value is 0,505 (Southeast) and the lowest value is 0,166 (Southwest). The Dd index is (South East) with the lowest 1.59 and the Southwest 2.25. The highest Te (southeast) is 2.55 and the lowest (southwest) is 0.47. The highest value of the index C (southwest) is 0.62 and the lowest (southwest) is 0.44. The parameter Iat shows; the plain of Birjand is located in the active degree of morphometric changes, and these active areas are more in the southern range (Bagheran mountain).

Keywords: Geomorphological Indices, Morphometric, Tectonic, watershed

---

\* Zeinababasi1373@gmail.com