فصلنامه زمین ساخت
تابستان ۱۳۹۹ ، سال چهارم ، شماره ۱۴

doi: 10.22077/jt.2021.3128.1055

تحلیل زمین ساخت فعال پهنه گسلی چاهک (شمال باختری بیرجند- خاور ایران)

حسن نواصری[۱]، سیدمرتضی موسوی[۲]*، محمدمهدی خطیب [۳]، ابراهیم غلامی [۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد تکتونیک،دانشکده علوم،دانشگاه بیرجند
۲- دانشیاردانشکده علوم،دانشگاه بیرجند
۳- استاد دانشکده علوم،دانشگاه بیرجند
۴- دانشیار دانشکده علوم،دانشگاه بیرجند

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۶

چکیده

پهنه مورد مطالعه در فاصله ۸۰ کیلومتری شمال غرب بیرجند مرکز استان خراسان جنوبی قرار دارد و در ایالت ساختاری سیستان و بخشی از لوت شمالی واقع شده است . برای بررسی میزان فعالیت زمین ساختی بخش‌های مختلف گستره مورد مطالعه حاصل از فعالیت پهنه گسلی چاهک ، مطالعه و بررسی شاخص‌های ریخت زمین ساختی می‌توانند ابزار خوبی برای رسیدن به این هدف باشند ، در این پژوهش از شاخص‌های ریخت زمین ساختی مانند ضریب شکل حوضه (Ff) ، تراکم زهکشی (Dd) ، عدم قرینگی حوضه زهکش (Af) و اعوجاج رودخانه (S) و همچنین شواهد صحرایی مورد استفاده قرار گرفتن . پس از محاسبه شاخص‌ها در هر زیر حوضه منطبق بر گسل‌های منطقه میزان فعالیت زمین ساختی آن بدست آمد . سپس برای هر شاخص نقشه پهنه بندی سطح فعالیت زمین ساختی دربخش‌های مختلف گستره مورد مطالعه ترسیم شد و در نهایت شاخص زمین ساخت فعال نسبی (Active tectonics indices (Iat)) به منظور تعیین سطح فعالیت زمین ساختی کل محاسبه گردید ، که طبق میانگین‌گیری ، منطقه مورد مطالعه به ۴ رده فعالیت زمین ساختی بسیار بالا ، بالا ، متوسط و کم تقسیم بندی شد ، که شاخص‌های اندازه‌گیری شده در زیر حوضه منطبق بر شاخه شرقی گسل چاهک مقادیر بالاتری را نشان می‌دهد که حاکی از فعالیت بالای گسل چاهک در این بخش است .

واژه‌های کلیدی: شاخص ریخت زمین ساختی ، زمین ساخت فعال ، گسل چاهک ، خاور ایران

* نویسنده مسئول: mmoussavi@birjand.ac.ir

Analysis of Active Tectonics of Chahak Fault Zone (Northwest of Birjand - East of Iran)

Navaseri .H [1]; Mousavi .M [2]; Khatib .M.M [3] ; Gholami .E [4]

1-Master Student, Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran
2-Associate Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran
3-Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran
4-Associate Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran

Abstract

The study area is located 80 km northwest of Birjand, the central of Southern Khorasan province, and is located in the structural province of Sistan and part of North Lut. To study the amount of tectonic activity in different parts of the study area resulting from the activity of the well fault zone, study and study of tectonic morphology indices can be a good tool to achieve this goal, in this study of tectonic morphology indices such as shape coefficient Basin (Ff), drainage density (Dd), asymmetry of the drainage basin (Af) and river channel sinusitis (S) as well as field evidence of use. After calculating the indices in each sub-basin in accordance with the faults of the region, the amount of tectonic activity was obtained. Then, for each index, a zoning map of the tectonic activity level in different parts of the study area was drawn, and finally, the relative active tectonics index (IAT) was calculated to determine the total tectonic activity level, which according to the average The study area was divided into 4 categories of very high, high, medium and low tectonic activity, which measured indices in the basin corresponding to the eastern branch of Chahak fault show higher values that indicate high activity of Chahak fault In this section.

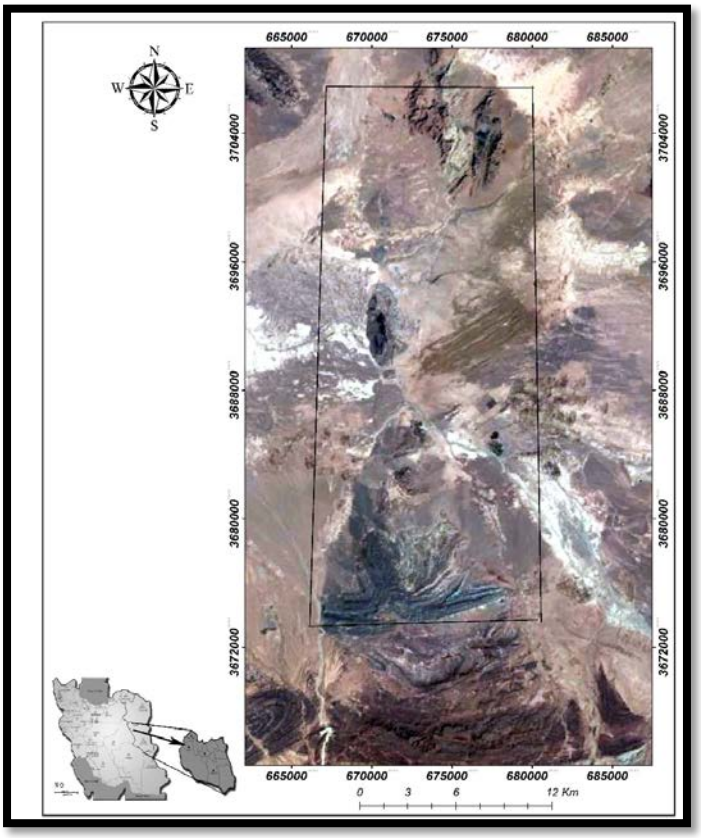
Keywords: Tectonic morphology index, Active tectonics, Chahak fault, East of Iran

مقدمه

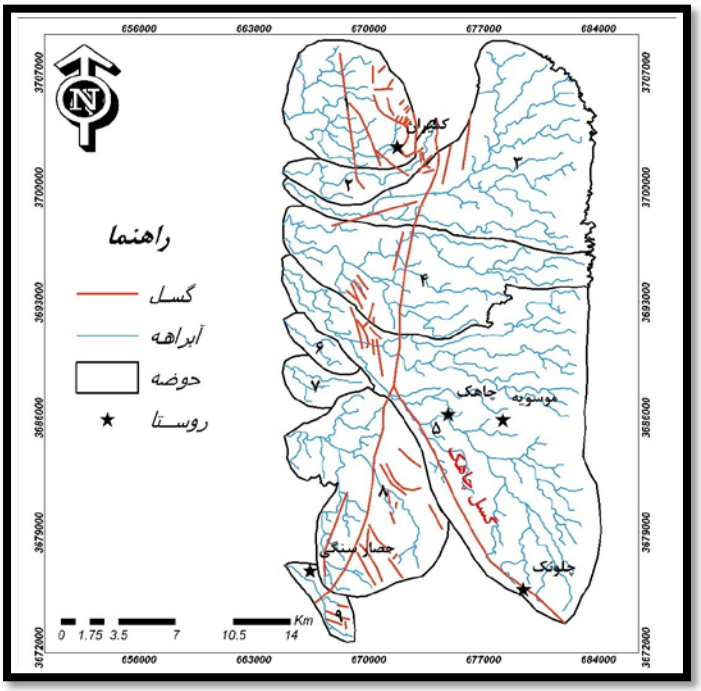
کشور ایران از نظر زمین ساختی یکی از فعالترین مناطق جهان می‌باشد به دلیل اینکه قسمتی از کمربند کوهزایی آلپ – هیمالیا است همواره لرزه خیزی بالایی در طول تاریخ داشته است ، به گونه‌ای که بخش‌های مختلف ایران از جمله خاور ایران توسط زمین لرزه‌های ویرانگر متعددی پیوسته تخریب شده است واین پدیده طبیعی به عنوان شاخص‌ترین بلای طبیعی کشور ، تلفات و خسارات سنگینی را به بارآورده است . پهنه مورد مطالعه در ایالت ساختاری سیستان و بخشی از لوت شمالی واقع شده است این منطقه با موقعیت ۴۶ ° ۵۸ تا ۵۷ ° ۵۸ و عرض‌های ۱۰ ° ۳۳ تا ۲۹ ° ۳۳ در فاصله ۸۰ کیلومتری شمال غرب بیرجند مرکز استان خراسان جنوبی قرار دارد (شکل ۱) . بیشینه پژوهش در این منطقه عبارت‌انداز: نقش گسل‌های پنهان در تحلیل لرزه زمین ساختی منطقه آرین‌شهر در محیط GIS (یزدان پناه ، ۱۳۸۸) ، تحلیل چین خوردگی بر اساس ارزیابی پراکنش محورهای کرنش در منطقه چلونک (شاه منصوری، ۱۳۸۹) ، گسلش فعال ، زمین لرزه‌ها و فرگشت ساختاری وابسته به فراگام دوگانه مطالعه موردی محمد آباد خاور ایران (علیمی ، ۱۳۹۵) می‌باشد . بارزترین ساختارهای موجود در این منطقه گسل‌های راستالغز با روند N-S است . گسل‌های راستالغز در بسیاری از مناطق فعال قاره‌ای گزارش شده‌اند و به عنوان عناصر ساختاری مهمی در دگرشکلی قاره‌ها مطرح هستند (Berberian,1999 و Jackson & Kenzie,1984) . این گسل‌ها می‌توانند تا صدها کیلومتر طول داشته و جابجایی‌هایی تا چندین کیلومتر را ایجاد کنند ، در محدوده مورد مطالعاتی گسل-های متعددی وجود دارد ، که نتیجه مطالعات صحرایی جهت تحلیل هندسی – جنبشی نشان می‌دهد اغلب گسل-های منطقه دارای شیب زیاد و مقدار ریک کم هستند که در دسته گسل‌های راستالغز قرار میگیرند ، یکی از مهمترین گسل‌های منطقه ، گسل چاهک می‌باشد که یک گسل N-S و با سازوکار راستالغز راستگرد می‌باشد . این گسل از شمال منطقه شروع و در جنوب منطقه به دو شاخه تقسیم می‌شود که شاخه شرقی با طول حدودا ۵۰ کیلومتر و شاخه غربی با طول حدود ۲۰ کیلومتر می‌باشند . به دلیل نزدیکی پهنه گسلی چاهک با مناطق جمعیتی، مطالعه و بررسی زمین ساختی و همچنین تهیه نقشه‌های پهنه بندی خطر در این ناحیه ضرورت دارد ، در این پژوهش سعی شده است با استفاده از متغییرهای ریخت زمین ساختی ، فعالیت نسبی زمین ساختی پهنه گسلی چاهک در قسمت‌های مختلف منطقه مورد مطالعه ، مورد بررسی قرار گیرند ، تا با میانگین-گیری از نتایج حاصله و تلفیق آنها با شواهد میدانی برای شناسایی مناطق پرخطر تا در امور شهری و روستایی و فعالیت‌های عمرانی مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه و بررسی زمین ساخت فعال گستره مطالعاتی ، در ابتدا با استفاده از نرم افزار Arc GIS و مدل ارتفاعی رقومی (Dem) ۳۰ متری ، به حوضه بندی و استخراج آبراهه‌ها پرداخته شد (شکل ۲) . سپس با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰موسویه و تصاویر ماهواریی لایه‌های مختلف کاربردی که شامل گسل ، لیتولوژی ، آبراهه ، حوضه تهیه گردید. برای بررسی میزان فعالیت زمین ساختی پهنه گسلی چاهک برای هر حوضه شاخص‌های ریخت زمین ساختی مثل ضریب شکل حوضه (Ff) ، تراکم زهکشی (Dd) ، عدم قرینگی حوضه زهکش (Af) و اعوجاج رودخانه (S) محاسبه گردید و نتایج به دست آمده پس از بازدید صحرایی و مطالعات آنها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند.



شکل . ۱: تصویر Google Earth از محدوده مطالعاتی – کادر مشکی منطقه مورد مطالعه



شکل . ۲: حوضه‌ها و آبراهه‌های استخراج شده در محدوده مطالعاتی

بحث و یافته‌ها

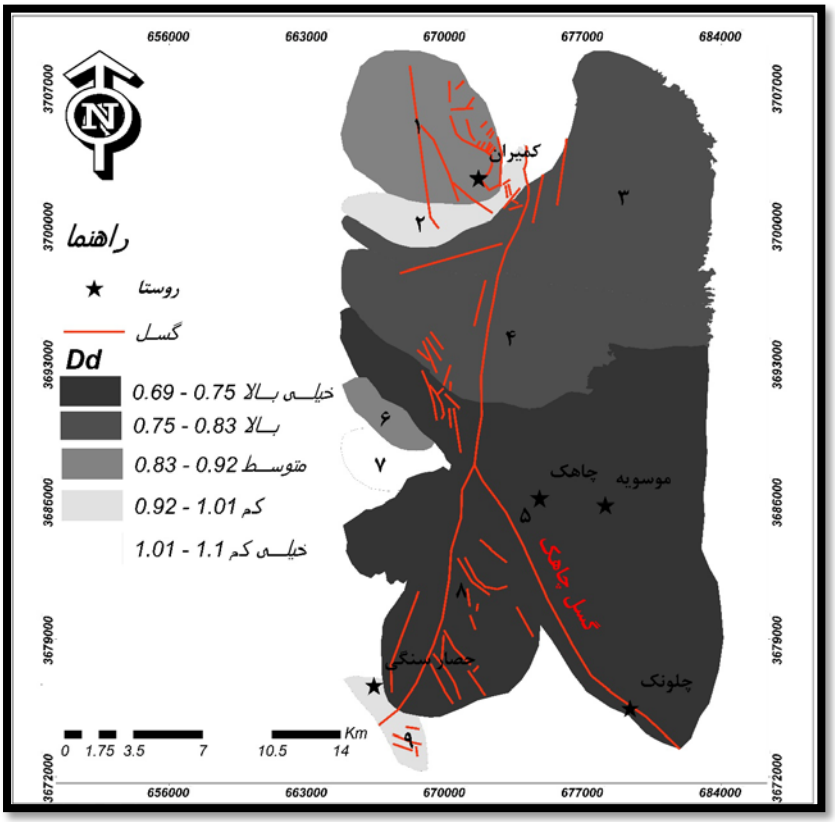
شاخص‌های ریخت زمین ساختی

تراکم زهکشی (Dd)

مقادیر بالای تراکم زهکشی نشان دهنده این است که منطقه شامل مواد زیر سطحی ضعیف و نفوذناپذیر با پستی و بلندی زیاد و پوشش گیاهی اندک می‌باشد ، و این شاخص می‌تواند نمایش دهنده تاثیر زمین ساخت بالای یک منطقه باشد (Talling , 1999) . تراکم زهکشی از رابطه ۱ که نسبت مجموع طول تمام آبراهه‌های یک حوضه به مساحت حوضه می‌باشد محاسبه می گردد (Horton,1945) .

$$Dd = Lu / A \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

طبق رابطه فوق Lu مجموع طول تمام آبراهه‌های یک حوضه و A مساحت حوضه می‌باشد . پس از محاسبه این شاخص در محیط GIS نقشه پهنه بندی این شاخص برای کل حوضه‌های منطقه تهیه گردید این شاخص براساس میزان فعالیت زمین ساختی به ۵ رده تقسیم بندی می‌شود که شامل : رده ۱ : فعالیت زمین ساختی بسیار بالا ، رده ۲ : فعالیت زمین ساختی بالا ، رده ۳ : فعالیت زمین ساختی متوسط ، رده ۴ : فعالیت زمین ساختی کم و رده ۵ : فعالیت زمین ساختی بسیار کم می‌باشد هر چه مقدار عددی بدست آمده این شاخص کمتر باشد نشان دهنده فعالیت بیشتر زمین ساختی منطقه و بالعکس (شکل ۳) ، در منطقه مورد مطالعه حوضه ۵ و ۸ به دلیل عملکرد گسل چاهک در دو شاخه شرقی و غربی خود دارای میزان فعالیت زمین ساختی بسیار فعال و همچنین کمترین میزان فعالیت زمین ساختی مربوط به حوضه شماره ۷ می‌باشد .



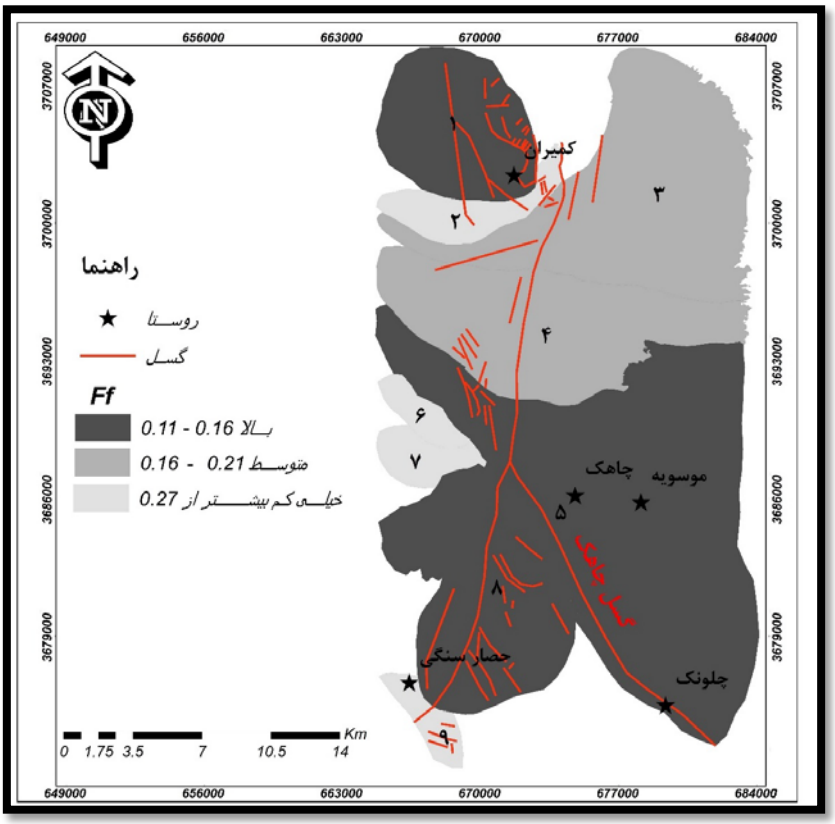
شکل . ۳: نقشه پهنه بندی شاخص تراکم زهکش در محدوده مطالعاتی

ضریب شکل (Ff)

ظاهر حوضه‌های آبریز دارای شکل‌های گوناگونی می‌باشند با مساوی بودن سایر شرایط فیزیکی دبی اوج حوضه‌های گرد بیشتر از حوضه‌های کشیده خواهد بود بدلیل اینکه شکل حوضه تابعی از پستی و بلندی و محیط آن است ، بررسی شکل ظاهری و مقایسه آنها بسیار کار دشواری می‌شود. برای حل این مشکل از روابطی که در آنها فاکتورهای ثابتی از حوضه گنجانده شده است استفاده می‌شود (مهدوی ، ۱۳۸۶) ، یکی از این پرامترها می‌توان به ضریب شکل اشاره نمود که از رابطه ۲ به دست می‌آید (Horton,1945) .

$$Ff = A / L^2 \qquad \text{(رابطه ۲)}$$

در رابطه فوق A مساحت حوضه و L^2 مجذور طول حوضه از محل خروج آبراهه اصلی تا مرتفع ترین نقطه در حوضه محاسبه می گردد . هرچه مقدار این شاخص به عدد ۱ نزدیکتر باشد حوضه مذکور به مربع نزدیکتر است و هرچه عدد کوچیکتر از ۱ باشد حوضه کشیده‌تر است (مهدوی، ۱۳۸۶) . حوضه‌های زهکشی در مناطق با میزان زمین ساختی بالا دارای شکل کشیده‌تر می‌باشد (Bull & McFadden,1977) . این شاخص به ۵ رده زمین ساختی تقسیم می‌شود که برای منطقه مورد مطالعه طبق مقادیر محاسباتی در این گستره نقشه پراکندگی این شاخص در ۳ رده تهیه گردد ، که حوضه شماره ۱ به دلیل تراکم گسل‌ها و حوضه ۵ و ۸ به دلیل فعالیت دو شاخه شرقی و غربی گسل چاهک دارای بیشترین میزان فعالیت زمین ساختی در این شاخص می‌باشند.



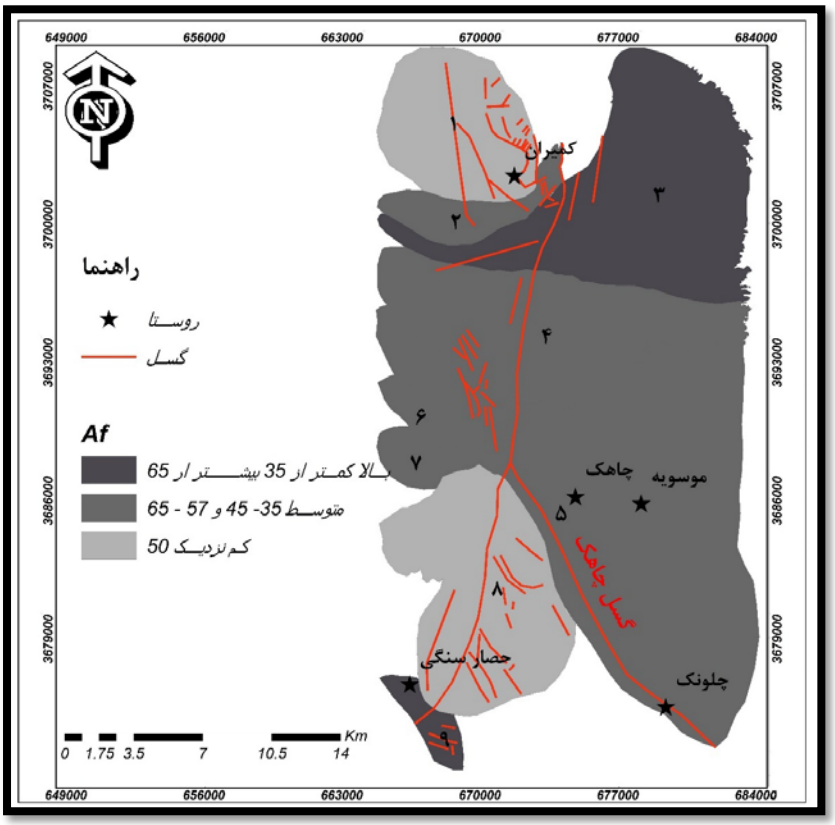
شکل . ۴: نقشه پهنه بندی ضریب شکل در محدوده مطالعاتی

شاخص عدم تقارن حوضه زهکشی (Af)

شکل هندسی رودخانه از طریق راه‌های مختلف کیفی وکمی توصیف می‌شود . وقتی حوضه زهکش در مناطق فعال زمین ساختی توسعه پیدا می کند شبکه زهکشی یک الگو و شکل هندسی مشخصی دارد. فاکتورعدم تقارن برای پیدا کردن کج شدگی زمین ساختی در مقیاس حوضه زهکشی یا مساحت بزرگترتعریف شده است . فاکتور عدم تقارن حوضه‌ی زهکشی(Af) از رابطه۳ محاسبه می‌شود (Keller and pinter,2002) .

$$AF = 100(Ar / At) \qquad \text{(رابطه ۳)}$$

در رابطه فوق،(Ar) مساحت قسمت راست حوضه درجهت پایین رود نسبت به رود اصلی و (At) مساحت کل حوضه زهکشی می‌باشد. برای شبکه رودی که تشکیل شده و تداوم جریان درحالت ثابت وجود دارد،(Af) باید برابر ۵۰ باشد. (Af) به خم شدگی عمود بر امتداد رود اصلی درحوضه زهکشی حساس می‌باشد . مقادیر بیشتر یا کمتر از ۵۰ ممکن است حاکی ازکج شدگی حوضه زهکشی باشد . دراین مطالعه مقادیر (Ar) و (At) درمحیط Gis اندازه-گیری شده و شاخص (Af) در9حوضه منطقه مورد مطالعه محاسبه گردیده است . آنگاه شاخص ریخت زمین ساختی فوق ،طبق تقسیم بندی $Af \leq 35$ or $Af \geq 65$ – $57 < Af < 65$ or $43 > Af > 35$ - $43 \leq Af \leq 57$ (El Hamdouni et al.,2008) ، به ترتیب به سه رده زمین‌ساختی ۱و۲و۳ تقسیم شده است که در گستره مطالعاتی حوضه ۳ بیشترین فعالیت زمین ساختی و حوضه‌های ۱ و ۸ کمترین میزان فعالیت را داشته است (شکل ۵) .



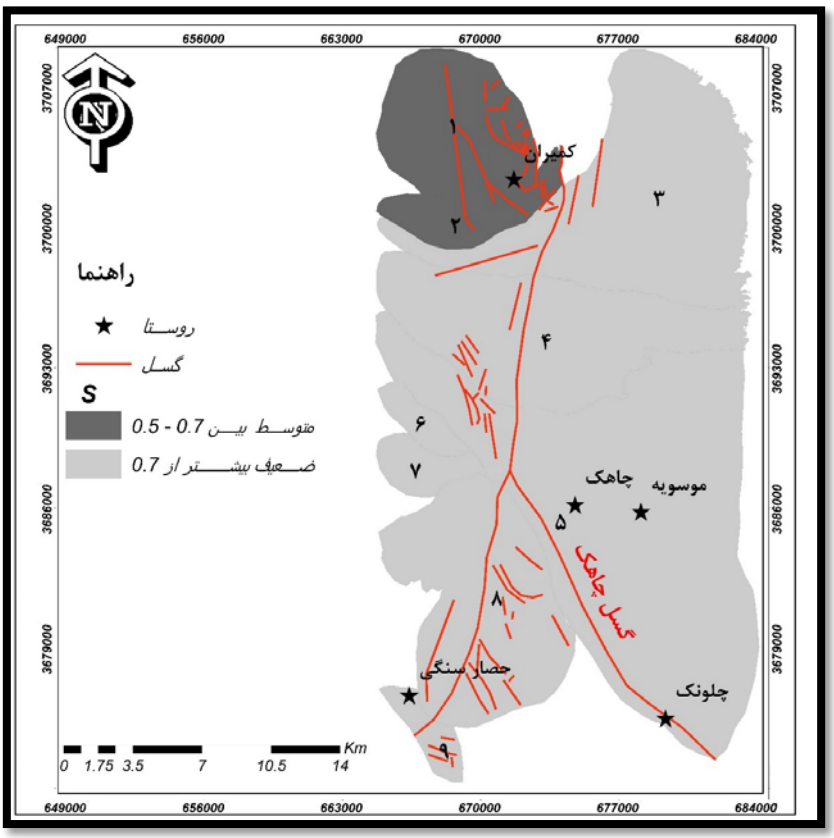
شکل . ۵: نقشه پهنه بندی شاخص قرینگی در محدوده مطالعاتی

اعوجاج کانال رودخانه (S)

این شاخص ازطریق رابطه ۴ محاسبه می‌گردد (Adams et al , 1999) .

$$S = C / V \qquad \text{(رابطه ۴)}$$

C: طول کانال رودخانه وV: طول خط مستقیم در راستای دره می‌باشد. الگوی و طرح رودها نسبت به شیب بسیار حساس هستند. بطورکلی در نواحی با فعالیت زمین ساختی بالا ، رودخانه دارای کانال و مسیری مستقیم و شاخص پیچ وخم رودخانه به ۱ نزدیک می‌شود، و با کاهش فعالیت زمین ساختی ، رودخانه به حالت مئاندری و شاخص پیچ وخم رود از۱بیشترمی‌شود، هرچه این مقدار به ۱ نزدیکتر باشد نشان دهنده فعالیت بیشتر زمین ساختی است این شاخص برای۹ حوضه منطقه مورد مطالعه محاسبه شد (شکل ۶) .



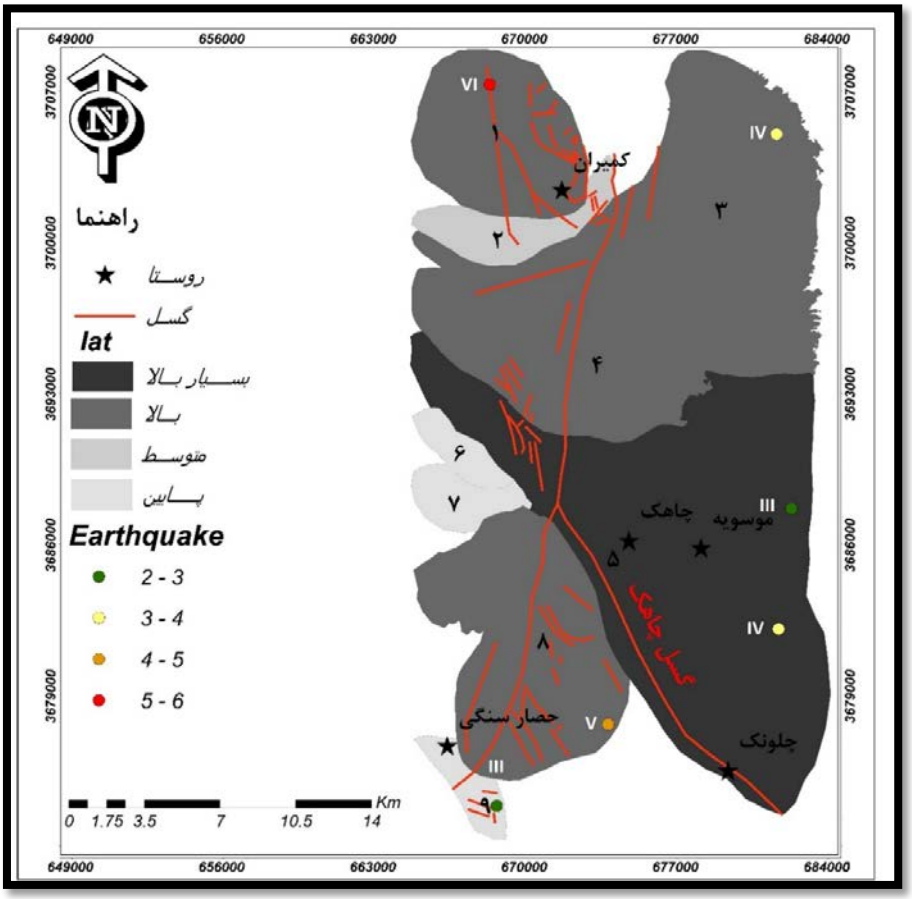
شکل . ۶: نقشه پهنه بندی اعوجاج کانال رودخانه در محدوده مطالعاتی

شاخص نهایی : زمین ساخت فعال نسبی (Iat)

در این پژوهش برای بدست آوردن و بررسی میزان فعالیت زمین ساختی گستره مطالعاتی حاصل از پهنه گسلی چاهک ، از شاخص‌های ریخت زمین ساختی مثل ضریب شکل حوضه (Ff) ، تراکم زهکشی (Dd) ، عدم قرینگی حوضه زهکش (Af) و اعوجاج کانال رودخانه (S) استفاده گردید و هر کدام از این شاخص‌ها به رده های مختلف زمین‌ساختی تقسیم شده‌اند ، و در نهایت برای هر حوضه شاخص زمین ساخت فعال نسبی (Iat) محاسبه گردید (رابطه۵) .

$$IAT = S / N \qquad \text{(رابطه ۵)}$$

که در رابطه فوق S مجموع طبقات شاخص‌های ژئومورفیک و N تعداد شاخص‌های ژئومورفیک . بعد از میانگین‌گیری این شاخص خود به ۴ رده زمین ساختی تقسیم می‌شود که رده ۱ : فعالیت زمین ساختی بسیار بالا ، رده ۲ : فعالیت زمین ساختی بالا ، رده ۳ : فعالیت زمین ساختی متوسط و رده ۴ : فعالیت زمین ساختی کم . نتایج زمین ساختی برای ۹ حوضه گستره مورد مطالعاتی در جدول ۱ و نقشه پهنه بندی کلی این شاخص در شکل ۷ رسم گردید . در منطقه مورد مطالعه ، تقریبا بیشتر مساحت حوضه‌های آبریز منطبق بر گسل‌های منطقه در رده فعالیت زمین ساختی بالا قرار دارند ، که حاکی از فعالیت زمین ساختی پهنه گسلی چاهک در این منطقه می‌باشد ، که این میزان فعالیت در شاخه شرقی گسل چاهک بیشتر از سایر نقاط دیگر گستره می‌باشد.



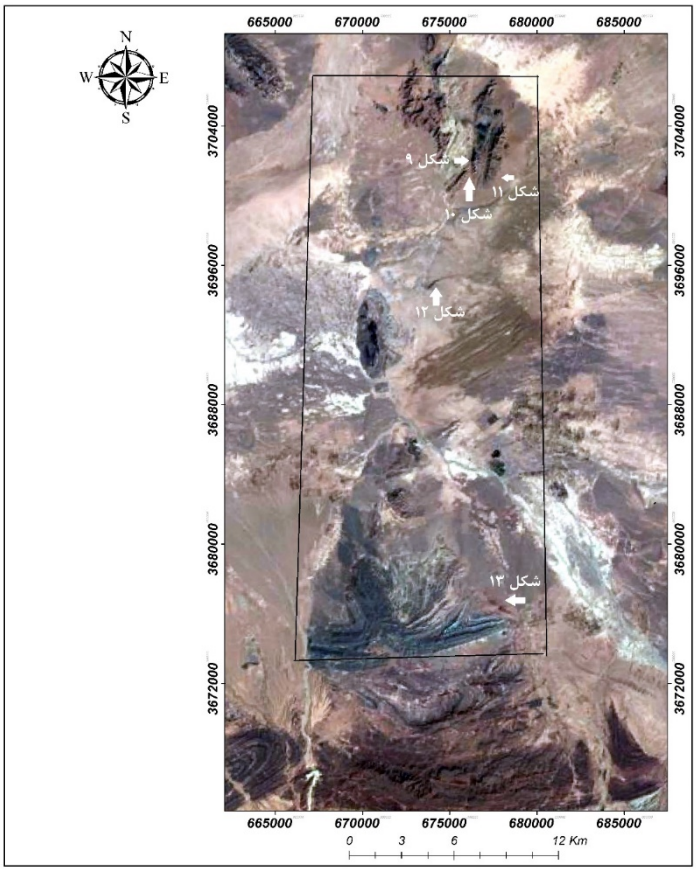
شکل . ۷: نقشه پهنه بندی نهایی ، فعالیت زمین ساخت نسبی (IAT) در منطقه مورد مطالعه

جدول . ۱: مقادیر شاخص‌های اندازه‌گیری شده و سطح فعالیت زمین ساختی در منطقه مطالعاتی

حوضه	Dd	Ff	Af	S	Iat
1	0.86	0.15	54	0.54	2
2	0.94	0.65	62	0.68	3
3	0.79	0.19	27	0.82	2
4	0.77	0.21	39	0.81	2
5	0.68	0.14	31	0.84	1
6	0.89	0.74	39	0.78	4
7	1.04	0.59	61	0.89	4
8	0.69	0.15	57	0.76	2
9	0.94	0.71	25	0.87	3

مشاهدات صحرایی

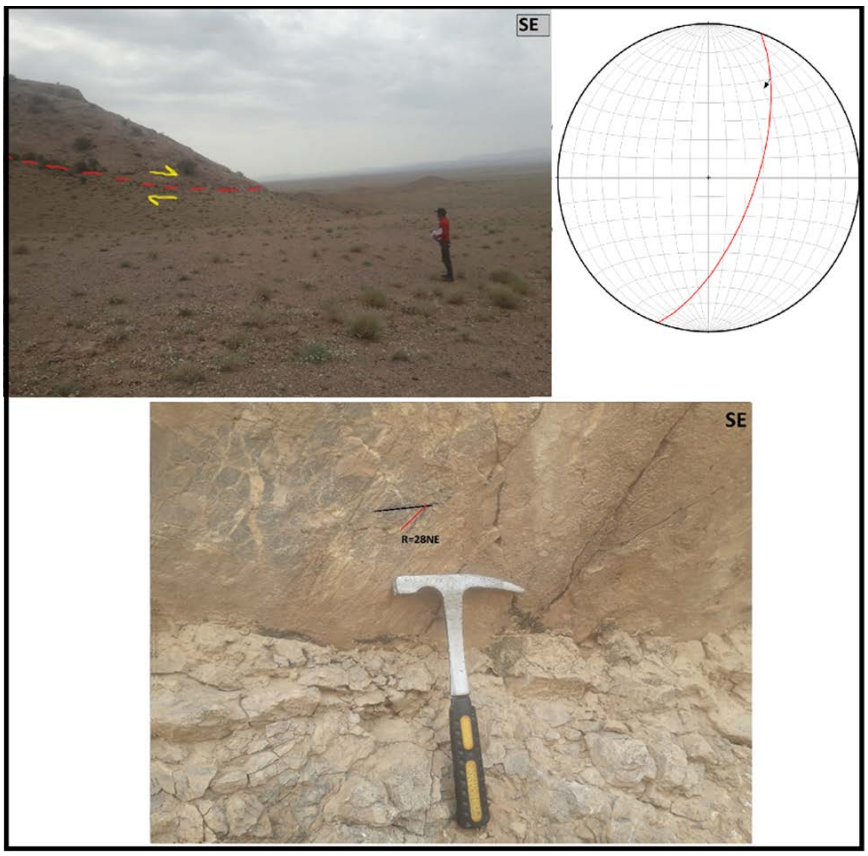
بازدیدهای میدانی که از منطقه مورد مطالعه انجام گردید ، عوارض ساختاری و ریخت زمین ساختی مشاهده، برداشت و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند و موقعیت جغرافیایی آنها در شکل ۸ مشخص شده است .



شکل . ۸: موقعیت نقاط برداشته شده میدانی برای گستره مطالعاتی بر روی Googel Earth

گسل چاهک

گسل چاهک یکی از ساختار اصلی درمنطقه مورد مطالعه می‌باشد . گسلی است با راستای شمالی- جنوبی و درازای حدودا ۵۰ کیلومتر، این گسل از کوه کمیران درشمال منطقه شروع می‌شود و تا جنوب منطقه که اریب‌های شمال بیرجند هستند ادامه پیدا کرده است. این گسل در ادامه روند خود درجنوب منطقه به ۲ شاخه تقسیم می‌شود . که یک شاخه به سمت شرق و یک شاخه به سمت غرب حرکت کرده است . شاخه غربی این گسل دارای درازای حدودا ۲۰ کیلومتر می باشد . گسل چاهک در کوه کمیران باعث رانده شدن فلیش‌های کرتاسه بالایی بر روی سنگ آهک‌های کرتاسه شده است . با اندازه‌گیری‌هایی که صورت گرفته هندسه صفحه گسل N20E/65 SE و خش‌لغزهای مربوط به این صفحه گسل R= 28 NE را نشان می‌دهد ، که نشان دهنده سازوکار راستالغز راست‌بر با مولفه معکوس می‌باشد (شکل ۹) .



شکل . ۹: گسل چاهک در کوه کمیران به همراه تصویر استریوگراف

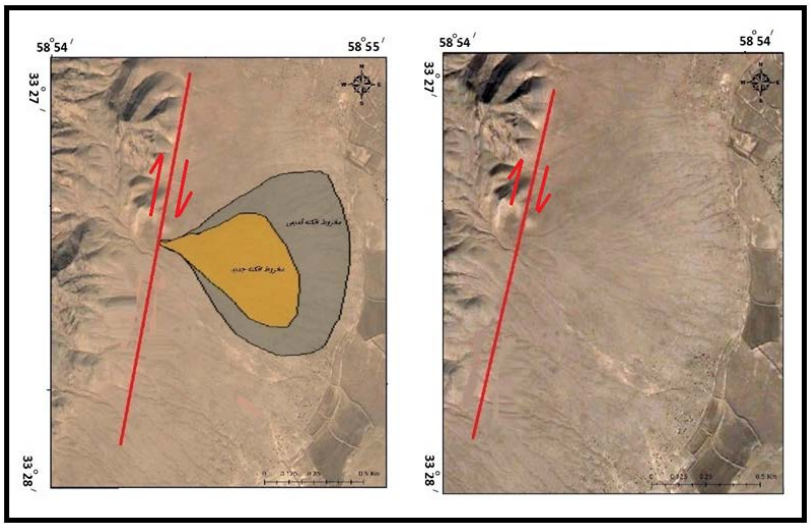
دره V شکل

دره‌های V شکل نشان دهنده برش پایین رونده آب‌های جاری در پاسخ به فرآیند زمین ساختی فعال است در حالی که دره‌های U شکل نشان دهنده فرآیند جانبی آب‌های جاری در پاسخ به کم شدن شدت فرآیندهای زمین ساختی می‌باشد (Keller&pinter,2002). در منطقه مورد مطالعه به دلیل عملکرد عهد حاضر پهنه گسلی چاهک شاهد تشکیل دره‌های V شکل هستیم که برای نمونه شکل ۱۰ آورده شده است .

شکل . ۱۰: دره‌های V شکل تشکیل شده در شمال منطقه

مخروط افکنه‌ها

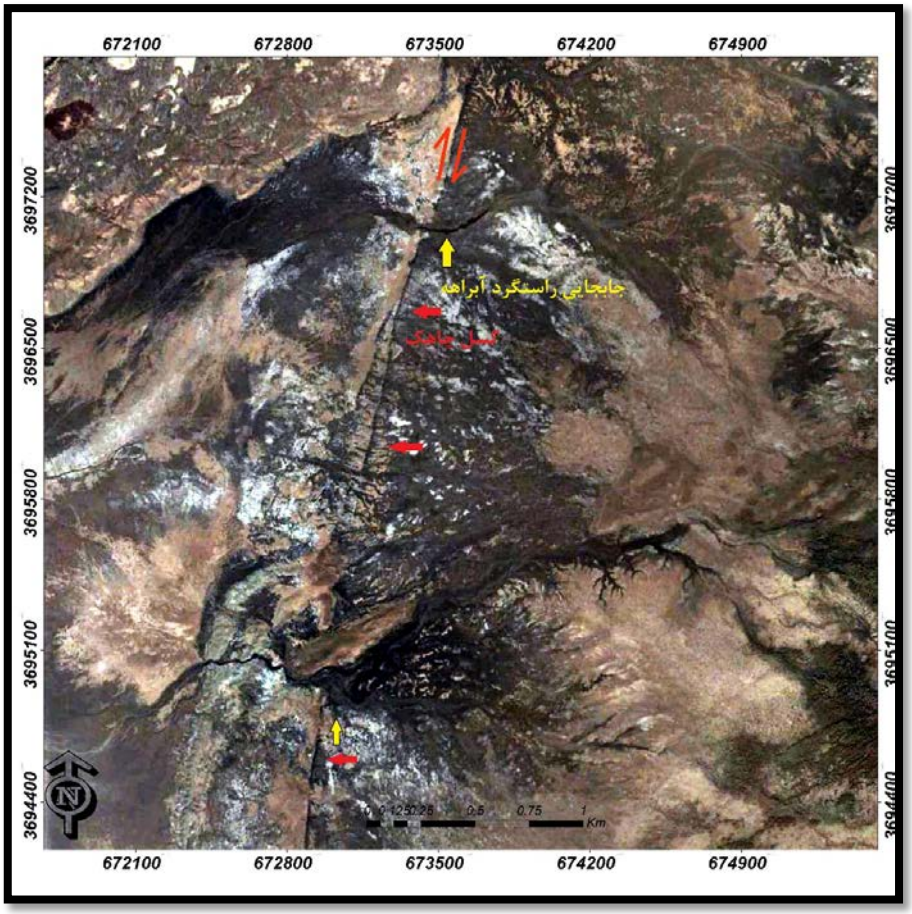
مخروط افکنه‌ها از جمله اشکال ریخت زمین ساختی می‌باشند که در اثر عوامل گوناگونی در ارتفاعات منطقه مورد مطالعه شکل گرفته‌اند در شکل‌گیری و گسترش این مخروط افکنه‌ها عواملی دخالت دارند که در گذشته سبب شکل‌گیری و درشرایط کنونی سبب گسترش آن‌ها شده‌اند. یکی ازعوامل مهمی که نقش تعیین کننده‌ای درشکل‌گیری و گسترش مخروط افکنه‌های یک منطقه می‌توان داشته باشد فعالیت زمین ساختی آن منطقه می‌باشد ، با استفاده از تصاویر ماهواریی و تصاویر Google earth و همچنین مشاهدات صحرایی تاثیرات پهنه گسلی چاهک بر روی مخروط افکنه‌های منطقه مورد مطالعه مشاهده و مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته‌اند که این تاثیرات عبارت‌انداز: ۱- رشد مخروط افکنه جدیدتر در قسمت راس ۲- مخروط افکنه جابه جا شده و سربریده ۳- بریده شدن مخروط افکنه ۴- تغییردرشکل مخروط افکنه وکج شدگی آن (شکل۱۱) نمونه از مخروط افکنه درشمال گستره مورد مطالعه که نشان دهنده وجود حرکات جوان زمین ساختی دراین گستره می‌باشد.



شکل . ۱۱: نمونه‌ای ازمخروط افکنه‌های تشکیل شده در شمال منطقه مورد مطالعه که مخروط افکنه‌های جوان درراس مخروط افکنه‌های قدیمی تشکیل‌شده‌اند.

جابجایی آبراهه‌ها

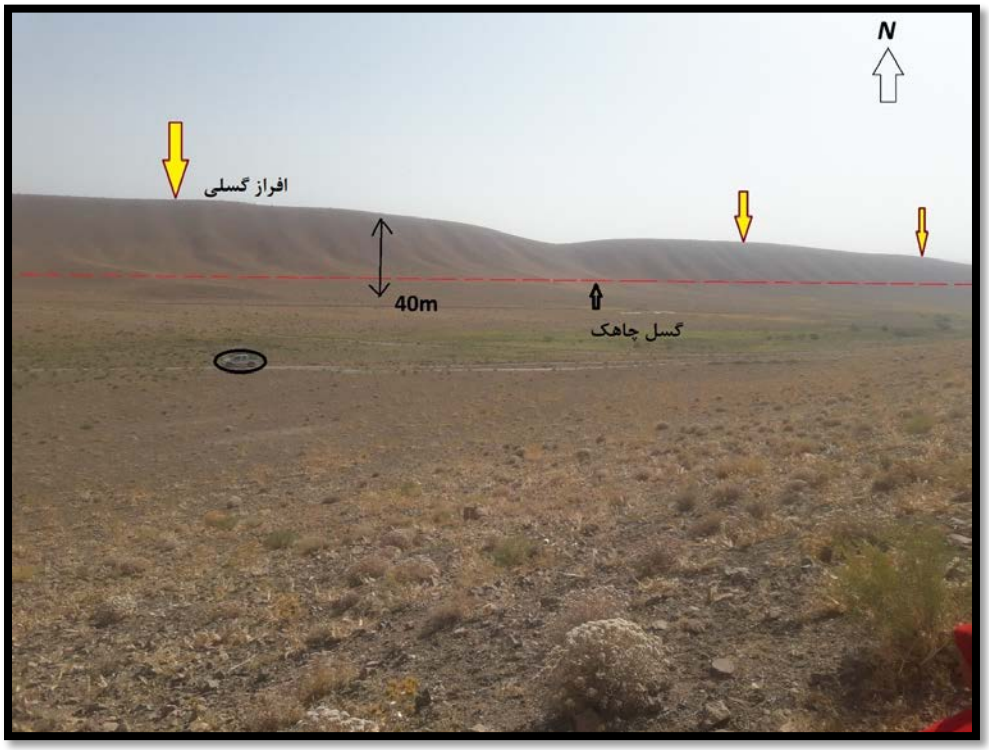
یکی از مهمترین فاکتورهای بررسی میزان فعالیت زمین ساختی در یک منطقه بررسی آبراهه‌ها می‌باشد .کاربرد آبراهه‌ها در بررسی فعالیت‌های گسل‌از جنبه‌های مختلف از جمله : تغییر در سطح آبراهه‌ها ، تغییر ناگهانی در شیب رودخانه ، جابجایی آبراهه ، و... می‌باشد درمنطقه مورد مطالعه حرکت آبراهه‌ها به صورت راستگرد می‌باشد که تحت تاثیر فعالیت پهنه گسلی‌چاهک قرارگرفته‌اند و پس از رسیدن به مسیر گسل مقداری از مسیرخود را به صورت موازی با امتداد مسیرگسل طی می‌کنند و مجددا به مسیر اصلی خود باز می‌گردند و این جابجایی ها درمسیر آبراهه نشانگر فعالیت و حرکات راستالغز راستگرد در راستای گسل‌چاهک است (شکل ۱۲).



شکل . ۱۲: جابجایی راستگرد آبراهه تحت تاثیر حرکات گسل چاهک

افرازهای گسلی

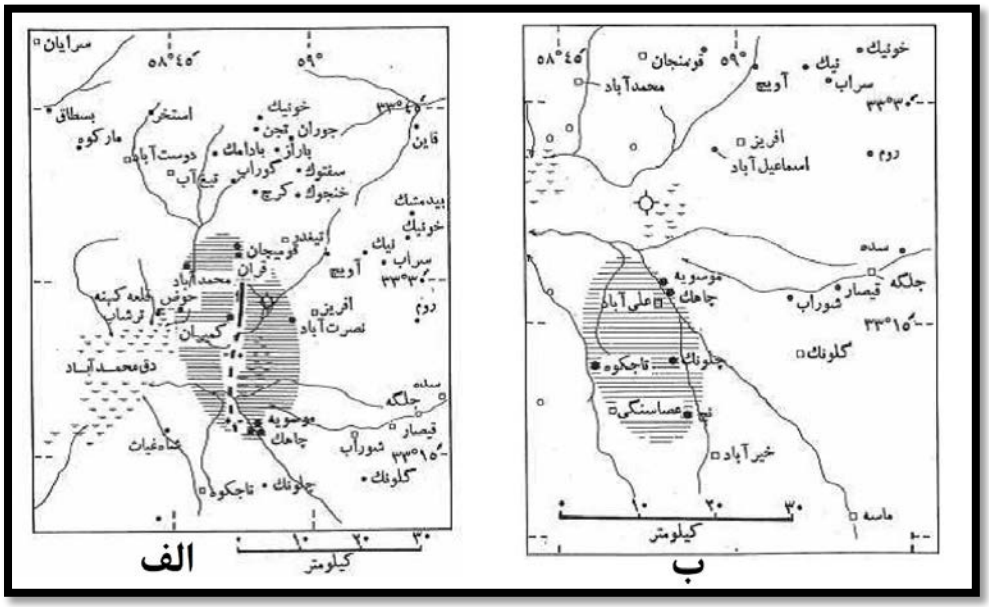
گسل‌هایی که سطح زمین را قطع می‌کند به عنوان گسل‌های نمایان شناخته می‌شوند این گسل‌ها پله‌های توپوگرافی را ایجاد می‌کنند که افرازگسله نامیده می‌شود (قاسمی،۱۳۸۳). افرازهای حاصل ازگسل می‌تواند در تعیین فعالیت نسبی زمین‌ساختی دریک منطقه بسیارمفید باشد. افرازهای گسلی موجود در مرکز و جنوب منطقه مورد مطالعه تحت تاثیرحرکات گسل‌چاهک ایجاد شده‌اند. شکل ۱۳ افرازگسلی در شاخه شرقی گسل چاهک می‌باشد که نشان دهنده فعالیت عهد حاضر این گسل است.



شکل . ۱۳: افراز گسلی در جنوب منطقه حاصل از عملکرد گسل چاهک

شواهد لرزه‌خیزی منطقه

در اوایل شب زمین‌لرزه‌ای به بزرگی۶/۱ ریشتر به منطقه شمال بیرجند آسیب سنگینی رساند . محمد آباد و کاروان سرای قدیمی آن به کلی ویران شد، و از ۹۲۰ تن ساکنان آن ۶۸۰ تن کشته شدند. آبادی‌های نوراه، قران، کمیران و روستاهای قومنجان و چاهک ویران شدند. دامنه آسیب‌ها تا قیصار ، تیغدر و آفریز ، که در آن خانه‌ها فروریخت ولی تلفاتی به بار نداشته ، گسترده بود . دژآفریز و امامزاده زید بن امام موسی نیزآسیب دید و تا خور و سرایان خانه‌ها شکافت برداشت . گواه‌های صحرایی دلالت برآن دارند که زمین‌لرزه با یک گسلش سطحی ، که از حدود چهار کیلومتری جنوب قمنجان به درازای حدود هشت تا ده کیلومتر به سوی جنوب کشیده شده ، همراه بوده است . زمین لرزه سبب روانگی گسترده کفه‌های رسی در خاور و جنوب محمدآباد گردید. لرزه در بیرجند و قائن به نیرومندی حس شد ودر تربت‌حیدریه نیز دریافت شد (شکل الف ۱۴) (برگرفته از کتاب Ambraseys and Melville, 1982) و در هنگام سپیده دم زمین‌لرزه به بزرگی ۵/۲ ریشتر تعدادی از روستاها را در شمال بیرجند ، در دنباله منطقه‌ای که در اثر زمین لرزه ۱۶فوریه ۱۹۴۱در هم کوبیده شده بودند ، ویران کرد . بخش پایینی موسویه بطورکامل ویران شد. چاهک ، چلونک، تاجکوه ونج نیز ویران شدند و در آن ها چند تن ازمردم و تعداد زیادی دام کشته شدند. زمین لرزه به اندازه ای نیرومند بود که در بیرجند، خور، خوسف و تا فردوس حس شد. آسیب‌ها محدود به کوچکی بود ، اما چشمه‌های آب گرم و پدیده روانگی خاک ازجاهای دورتری تا محمد آباد و شاه غیاث گزارش شد (شکل ب ۱۴) (برگرفته از کتاب Ambraseys and Melville, 1982) .



شکل . ۱۴: الف – نقشه زمین لرزه ۱۹۴۱ محمد آباد
ب – نقشه زمین لرزه ۱۹۶۲موسویه (Ambraseys and Melville, 1982)

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از بررسی شاخص ضریب شکل نشان دهنده بیشترین کشیدگی در مجاورت گسل چاهک در دو شاخه شرقی و غربی خود و همچنین در شمال غربی منطقه به دلیل تراکم گسل‌ها است که در آنها مقدار کمتر این شاخص را نشان می‌دهد . مقادیر کم شاخص تراکم زهکشی در دو بخش جنوب شرقی و جنوب غربی دلیلی بر فعالیت بالای زمین ساختی این بخش تحت تاثیر حرکات جوان گسل چاهک می‌باشد . میانگین قرینگی حوضه اصلی مقدار عددی ۵۵ می‌باشد که نشان دهنده کج شدگی حوضه اصلی به سمت شرق می‌باشد که دلیل آن را می‌توان به تراکم گسل‌ها در بخش غربی منطقه نسبت داد . با بررسی شاخص زمین ساخت فعال نسبی (Iat) ، می‌توان گفت منطقه تحت تاثیر پهنه گسلی چاهک دارای میزان فعالیت زمین ساختی بالایی می‌باشد که قسمت شاخه شرقی گسل چاهک نسبت به سایر مناطق دیگر گستره ، بیشترین میزان فعالیت زمین ساختی را دارا است ، نتایج حاصل از مشاهدات صحرایی ، کج شدگی واحدهای کواترنری و زمین لرزه‌های رخ داده در این گستره ، این فعالیت زمین ساختی را تایید می‌کند ، که با توجه به سابقه لرزه خیز بودن این گسل می‌توان گزینه ایجاد یک زمین‌لرزه درآینده را برای این گسل متصور شد، لذا به دلیل وجود مراکز جمعیتی در حوالی گستره مطالعاتی ، خصوصا روستاهای چلونک ، چاهک و موسویه که در قسمت شاخه شرقی گسل چاهک و در حریم گسل چاهک هستند . برای جلوگیری ازخطرات مالی وجانی برای مقاوم سازی سازه‌ها و فاصله گرفتن ازحریم گسل اقدامات لازم صورت گیرد.

منابع

جلیلی شاه منصوری ، ی .، ۱۳۸۹. تحلیل چین خوردگی براساس ارزیابی پراکنش محورهای کرنش در منطقه چلونک (شمال غرب بیرجند)، پایان نامه کارشناسی ارشد زمین¬شناسی گرایش تکتونیک ، دانشگاه بیرجند .

روشن‌روان، ج، "نقشه زمین‌شناسی موسویه با مقیاس ۱/۱۰۰,۰۰۰"، سازمان زمین‌شناسی کشور،۱۳۸۵.

علیمی ،م . ا .، ۱۳۹۵، گسلش فعال ، زمین‌لرزه ها و فرگشت ساختاری وابسته به فراگام دو گانه مطالعه موردی محمد آباد – خاور ایران ، فصلنامه علوم زمین ، شماره ۱۰۱ ، صفحه ۶۳-۷۲.

قاسمی،م،۱۳۸۳،چشمه های لرزه زای گسله ها وانواع آن،سمینارآموزشی لرزه زمین ساخت وتحلیل خطرنسبی زمین‌لرزه، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران.

مهدوی ، م .، ۱۳۸۶ ، هیدرولوژی کاربردی ، جلد دوم ، چاپ پنجم ، انتشارات دانشگاه تهران .

یزدان پناه ، ح .، ۱۳۸۸. نقش گسل‌های پنهان در تحلیل لرزه زمین ساختی منطقه آرین‌شهر در محیط GIS ، پایان نامه کارشناسی ارشد زمین‌شناسی گرایش تکتونیک ، دانشگاه بیرجند .

Adams, K.D., Wesnousky, S.G.and Bills, B.G., 1999, Isostatic rebound, active faulting, and potential geomorphic effects in the Lake Lahontan basin, Nevada and California.

Ambraseys, N. N., and Melville, C. P., 1982, A History of Persian Earthquakes- Cambridge University Press. Cambridge, 219 p.

Berberian , M.and Yeats, R.S.,1999- Patterns of historical earthquakes rupture in the Iranian Plateau, Bull . Seism . Soc .Am ., 89 , 120-139.

Bull W.B.and L.D.McFadden 1977, geomorphology of north fault, California in Dehorning , geomorphology of arid regions. Allen and Unwin.London. Tectonics, 115-138.

El Hamdouni, R., C. Irigaray, T. Fernández, J. Chacón and E. Keller. 2008). Assessment of relative active tectonics, southwest border of the Sierra Nevada (southern Spain). Geomorphology. 96, 150-173.

Horton , R.E.,1945.Erosional development of streams and their drainage basins : hydrophysical approach to quantitative morphology, Geological society of America Bulletin,56,275-370.

Jackson,J.and Bmckenzie,D.P.,1984-Active tectonics of the Alpine-Himalayan belt between western turkeyand Pakistan , Geophys Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society,77,185-264.

Keller, E. A., Pinter, N. 2002, "Active tectonic, Earthquickes, Uplift and Landscape." Prentice Hall, New Jersey. PP: 362.

Talling, P . J . and Sowter,M.J.,1999.Drainage density on progressively tilted surfaces with different gradients , wheeler Ridge , California, Earth surface processes and Land forms , NO – 24,PP. 809-824.

Walker, R. T.,Bergman , E.A.,Szeliga,W. and Fielding , E.J.,2011 – Insights into the 1968-1997 Dasht-e – Bayaz and Zirkun earthquake sequences , easterniran , from calibrated relocations , Insar and high – resolution satelliteimagery: Geophys.J.Int.V.187,PP.1577-1603.