

# بررسی گوناگونی کرنش برشی در راستای پهنه گسلی کوچ برپایه ویژگی بر گوارگی‌ها

فرزانه پورغیائیان<sup>۱</sup>، ابراهیم غلامی<sup>۲</sup> و محمدمهدی خطیب<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

<sup>۲</sup> استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

<sup>۳</sup> دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۷/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۹/۰۱

## چکیده

در این پژوهش برپایه زاویه میان بر گوارگی‌ها با لبه پهنه گسلی، مقدار کرنش برشی (shear strain) برای پهنه گسلی کوچ تعیین شد. پهنه گسلی کوچ با راستای شمالی-جنوبی در شمال خاوری بیرجند و در بخش شمال باختری پهنه ساختاری سیستان قرار دارد. در درون پهنه گسلی کوچ برپایه بر گوارگی‌های موجود که بیشتر از نوع رخ شکستگی هستند مقدار کرنش برشی (γ) محاسبه شد. کرنش برشی در بخش مرکزی پهنه گسل کوچ به بیشترین مقدار خود یعنی ۴ درجه می‌رسد. در بخش جنوبی و شمالی گسل کوچ مقدار کرنش برشی به ۲ درجه می‌رسد. مقدار کرنش برشی از بخش مرکزی گسل کوچ به سوی بخش‌های شمالی و جنوبی، کاهش می‌یابد که این موضوع گویای رشد این گسل از مرکز به سوی شمال و جنوب است.

**کلیدواژه‌ها:** بر گوارگی، کرنش برشی، پهنه ساختاری سیستان، گسل راستالغز، خاور ایران.

**\*نویسنده مسئول:** فرزانه پورغیائیان

E-mail: porghiasian91@yahoo.com

## ۱- پیش‌گفتار

برش، کینماتیک، کرنش برشی و عدد گرانروی جریان در پهنه‌های برشی در شمال باختر ارومیه، بیان کرد که کرنش برشی در پهنه‌های برشی با سامانه فشاری افزایش و با سامانه کششی کاهش می‌یابد. Walker & Jackson (2004) بیان کرد که عمده دگرشکلی در خاور ایران مربوط به فعالیت گسل‌های راست بر شمالی-جنوبی است.

مجموعه گوناگونی از ساخت‌ها و بافت‌ها در پهنه‌های گسلی دیده می‌شود. افزون‌بر همه ساخت‌های فرعی که ممکن است در پهنه‌های گسلی دیده شود، به تقریب تمام پهنه‌های گسلی دارای نوعی بر گوارگی هستند. خمیدگی بر گوارگی‌های یادشده به آسانی سوی برش را آشکار می‌سازد (قاسمی، ۱۳۸۷) (شکل ۱). Ramsay (1987) برپایه زاویه میان بر گوارگی‌های پهنه گسلی با راستای پهنه گسلی، برای محاسبه مقدار کرنش برشی روش زیر را پیشنهاد کرد.

$$\tan 2\theta = -2/\gamma$$

از جمله عناصر ساختاری موجود در پهنه گسلی کوچ می‌توان به بر گوارگی اشاره کرد. در این پژوهش از بر گوارگی‌ها برای محاسبه اندازه کرنش برشی در این پهنه گسلی استفاده شده است.

**۲- موقعیت زمین‌شناسی پهنه گسلی کوچ**  
حرکت راست بر شمالی-جنوبی میان ایران مرکزی و افغانستان باعث فعالیت پهنه‌های گسلی شمالی-جنوبی و شمال باختری-جنوب خاوری در بخش خاوری ایران شده است (غلامی و همکاران، ۱۳۸۶). عمده دگرریختی در خاور ایران به فعالیت گسل‌های راست بر شمالی-جنوبی نسبت داده می‌شود (Walker & Jackson, 2002 & 2004). پهنه گسلی کوچ در خاور ایران، با روند شمالی-جنوبی از جمله این گسل‌ها است (شکل ۲).

دگرریختی در خاور ایران و یا در دیگر بخش‌های فلات ایران ناشی از فعالیت پهنه‌های گسلی متفاوت است (آفانباتی، ۱۳۸۳). عملکرد گسل‌هایی با روندهای مختلف سبب ایجاد پهنه‌های پانه‌ای شکل شده که دگرریختی گوناگونی نشان می‌دهد. آثار فرایند تأثیر متقابل (اندرکنش) گسل‌ها در پهنه‌های پانه‌ای پیدایش می‌یابد. از آنجا که کرنش برشی نقش مؤثری بر دگرریختی در راستای گسل و همچنین پهنه‌های پانه‌ای شکل دارد، بنابراین نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند به شناخت فرایند رشد طولی گسل‌ها، چگونگی سازوکار پهنه‌های پانه‌ای شکل و نحوه دگرریختی آنها بر پایه ساختارهای موجود در پهنه‌های گسلی در خاور ایران کمک کند. بر این پایه نحوه دگرریختی و تغییرات آن قابل تبیین خواهد بود.

پهنه گسلی کوچ در شمال خاوری بیرجند با موقعیت جغرافیایی  $32^{\circ} 32' 00'' E$  -  $59^{\circ} 30' 00'' N$  است (شکل ۲). گسل کوچ دارای موقعیت هندسی N03W, 85 NE است. سازوکار این پهنه گسلی راستالغز راست بر با کمی مؤلفه معکوس است (علمی، ۱۳۸۶). از آنجا که انحراف در مسیر آبراهه‌ها می‌تواند دلیلی بر وجود فعالیت گسل است. بنابراین از روی آبراهه‌های منحرف شده به خوبی می‌توان به جهت جابه‌جایی نسبی حرکت در گسل راستالغز پی برد (Marshak, & Mitra, 1998). در شکل ۳ دو نمونه از تغییر مسیر آبراهه‌ها در اثر عملکرد گسل‌شان نشان داده شده است.

خطیب (۱۳۷۷) با استفاده از هندسه پانه‌های گسل‌های راستالغز (با نگاهی ویژه به گسل‌های خاور ایران)، بیان کرد که مقدار جابه‌جایی در بخش میانی گسل‌های راستالغز بیشینه است و به سوی پانه‌ها از مقدار آن به صورت نمایی کاسته می‌شود. هیهات (۱۳۷۷) با بررسی کوه‌های شمال بیرجند، بیان کرد که گسل‌های راستالغز راستگرد (اریب‌هایی از سیستم گسلی نهندان) بیشترین نقش را در دگرشکلی گستره به‌عهده داشته‌اند و آشفتگی‌های مختلفی در سوی تنش در برخی بخش‌ها دیده می‌شود که منجر به تغییرات رئولوژی و شدت شکستگی‌ها شده است. مهشادینا و قاسمی (۱۳۸۰) با استفاده از بر گوارگی‌های باند برش در تعیین سوی

این گسل با طول ۱۷/۳۵ کیلومتر واحدهای سنگ ماسه‌ای و شیلی پالئوژن را بریده و در حدود ۳/۸۶ کیلومتر جابه‌جا کرده است (شکل ۴). در طی مشاهدات و بررسی‌های صحرائی، واحدهای سنگی مختلف مورد بررسی قرار گرفته و مشخص شد که بر گوارگی‌های منطقه مورد مطالعه در واحدهای شیلی قرار گرفته‌اند. بیشتر بر گوارگی‌ها از نوع رخ شکستگی (Fracture cleavage) هستند که به موازات پهنه گسلی و در منطقه‌ای با پهنای ۴۸۰ متر اندازه‌گیری شده‌اند.

از آنجا که این سطوح نشان دهنده سطح xy بیضوی کرنش هستند، بنابراین از آنها

کوچ به بیشترین مقدار خود یعنی ۴ درجه و در بخش های جنوبی و شمالی گسل کوچ به ۲ درجه می رسد. مقدار کرنش برشی از بخش مرکزی گسل کوچ به سوی بخش های شمالی و جنوبی، کاهش می یابد، که این موضوع گویای رشد این گسل از مرکز به سوی بخش های شمالی و جنوبی است.

همان گونه که در نمودار شکل ۸ قابل مشاهده است، در ابتدا به علت وجود گسل راندگی مقدار کرنش برشی به دلیل اینکه در این گونه گسل ها بیشترین مقدار نیرو صرف کوتاه شدگی و راندگی می شود، کاهش می یابد. سپس به علت وجود گسل راستالغز مقدار کرنش برشی دوباره افزایش می یابد. اما به طور کلی همان گونه که ضریب زاویه میانگین خط (Y) نیز نشان می دهد با فاصله گرفتن از گسل کوچ (از سوی خاور به سوی باختر) مقدار کرنش برشی کاهش می یابد.

#### ۴- نتیجه گیری

مطالعه نقشه تغییرات کرنش برشی به دست آمده بر پایه برگراریها (شکل ۶) نشان می دهد که مقدار کرنش برشی در بخش مرکزی گسل کوچ بیشترین مقدار است و در دو انتها کاهش می یابد. از آنجا که میزان جابه جایی در بخش مرکزی گسل های راستالغز افزایش می یابد، میزان کرنش برشی در بخش مرکزی گسل کوچ نیز افزایش می یابد و به ۴ درجه می رسد.

مقدار کرنش برشی از بخش مرکزی گسل کوچ به سمت بخش های شمالی و جنوبی، کاهش می یابد، که این موضوع گویای رشد این گسل از مرکز به سوی بخش های شمالی و جنوبی است.

از آنجایی که روند غالب سطوح برگراریها در این پهنه N30W است، بنابراین می توان این سطح را سطح XY بیضوی کرنش در نظر گرفت.

می توان برای تحلیل جنبشی استفاده نمود (Ramsay, 1987). برپایه نمودار گل سرخی سطوح برگراری روند عمومی برگراریها شمال باختری- جنوب خاوری است. بنابراین می توان سطح XY بیضوی کرنش را شمال باختری- جنوب خاوری در نظر گرفت (شکل ۵).

همان گونه که در شکل ۵ قابل دیدن است، امتداد بیشتر در برگراریهای موقعیت N30W است که نشانگر وابستگی آنها به فعالیت پهنه گسلی کوچ است.

#### ۳- روش پژوهش

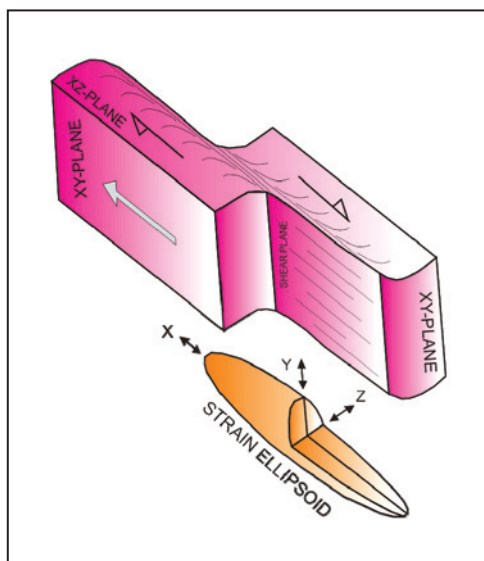
برای اندازه گیری کرنش برشی در ابتدا زاویه میان برگراری با جهت پهنه گسلی (θ) در چند نقطه در پهنه گسلی (در پیمایش عمود بر امتداد) اندازه گیری شد. با توجه به این که برگراری پهنه برش با سطح XY بیضوی کرنش موازی است با استفاده از رابطه (۱) می توان این اندازه گیری را به کرنش برشی تبدیل کرد (Ramsay, 1987).

$$\tan 2\theta = -2/\gamma \quad (1)$$

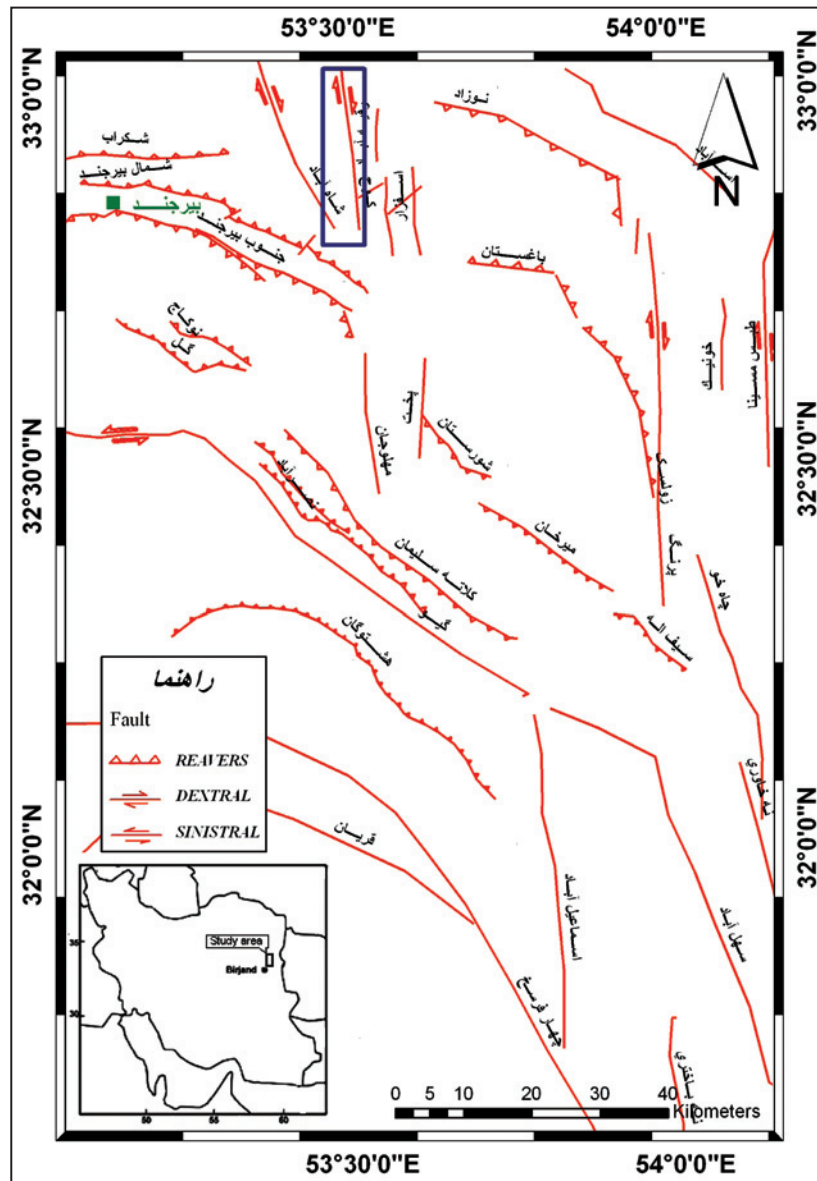
در پایان با اندازه گیری و بررسی های انجام شده نقشه تغییرات کرنش برشی پهنه گسلی کوچ رسم شد (شکل ۶).

همان گونه که در شکل ۶ قابل مشاهده است مقدار کرنش برشی در بخش مرکزی پهنه گسلی کوچ بالاست. مقدار جابه جایی در بخش میانی گسل های راستالغز بیشینه است و به سوی پایانه ها از مقدار آن به صورت نمایی کاسته می شود (خطیب، ۱۳۷۷). در راستای گسل کوچ نیز مقدار کرنش برشی و مقدار جابه جایی در بخش مرکزی گسل کوچ به بیشترین مقدار خود می رسد و در دو بخش انتهایی کاهش می یابد.

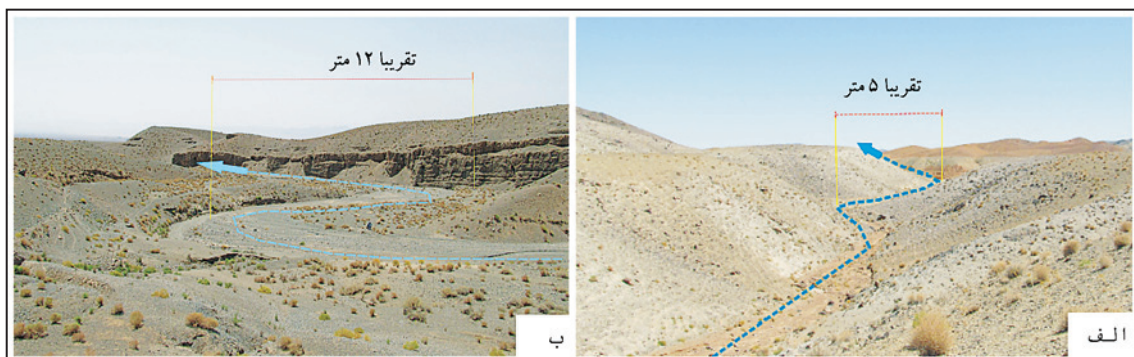
به منظور بررسی بیشتر منطقه در دو برش طولی و عرضی تغییرات مقدار کرنش برشی تعیین شد (شکل های ۷ و ۸). مسیرهای مورد مطالعه در شکل ۶ مشخص شده اند. برپایه نمودار شکل ۷: مقدار کرنش برشی (γ) در بخش مرکزی پهنه گسل



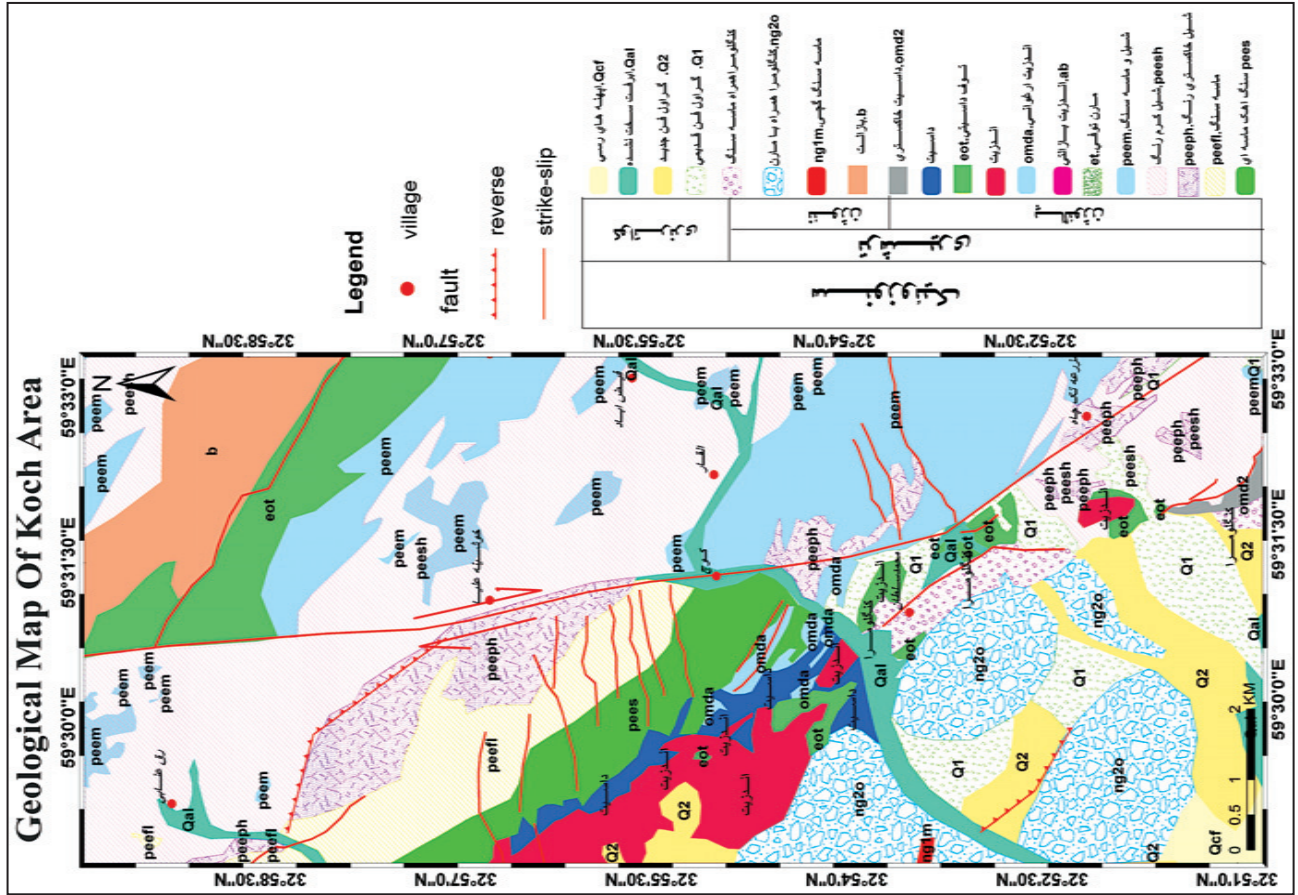
شکل ۱- مدل ساده وضعیت برگرارهها و محورهای اصلی واتنش و بیضی آن در یک پهنه امتدادلغز راست بر (سامانی زادگان، ۱۳۸۶).



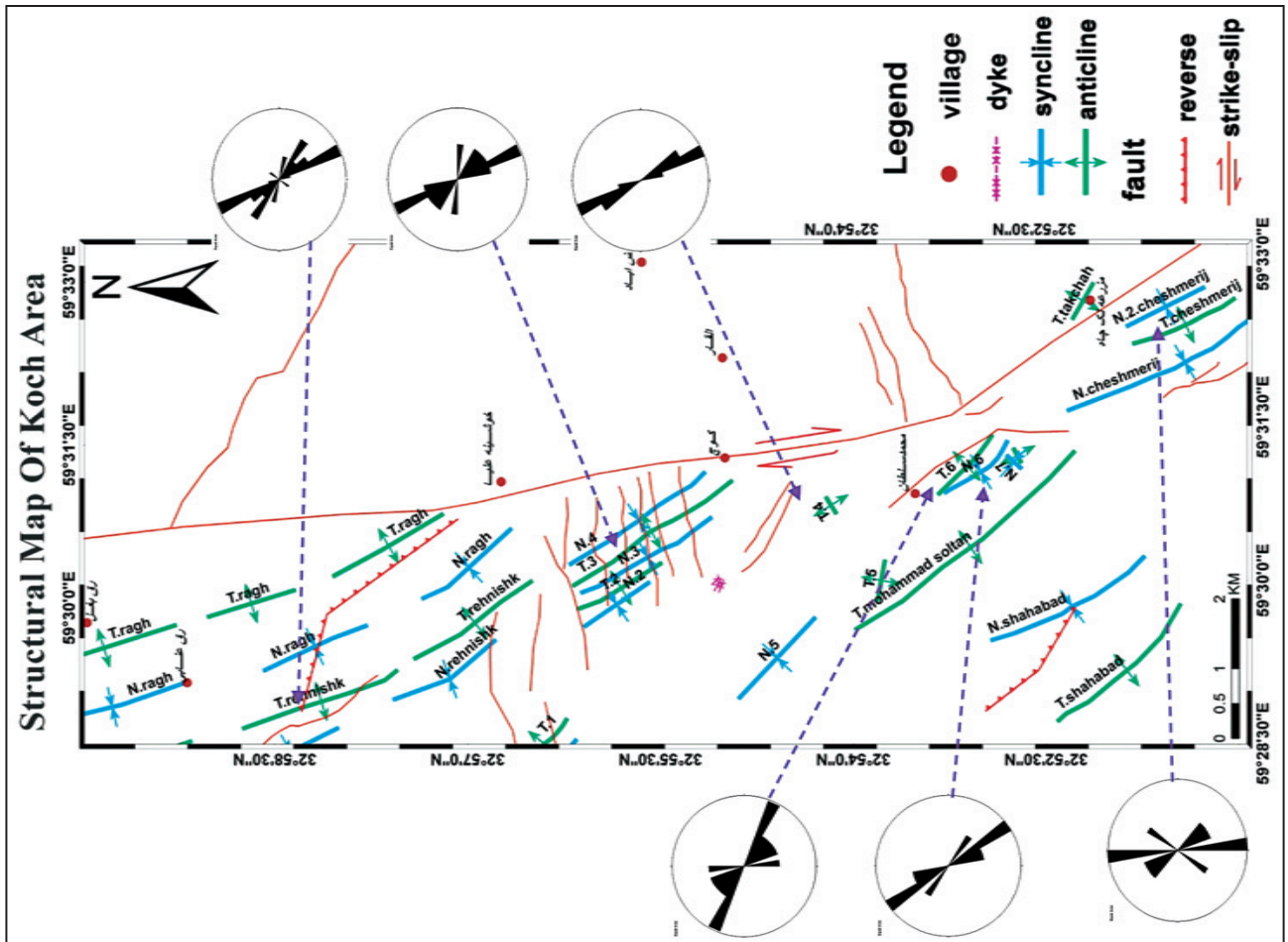
شکل ۲- گسل‌های اصلی در خاور ایران، موقعیت گسل کوچ در کادر مشخص شده است.



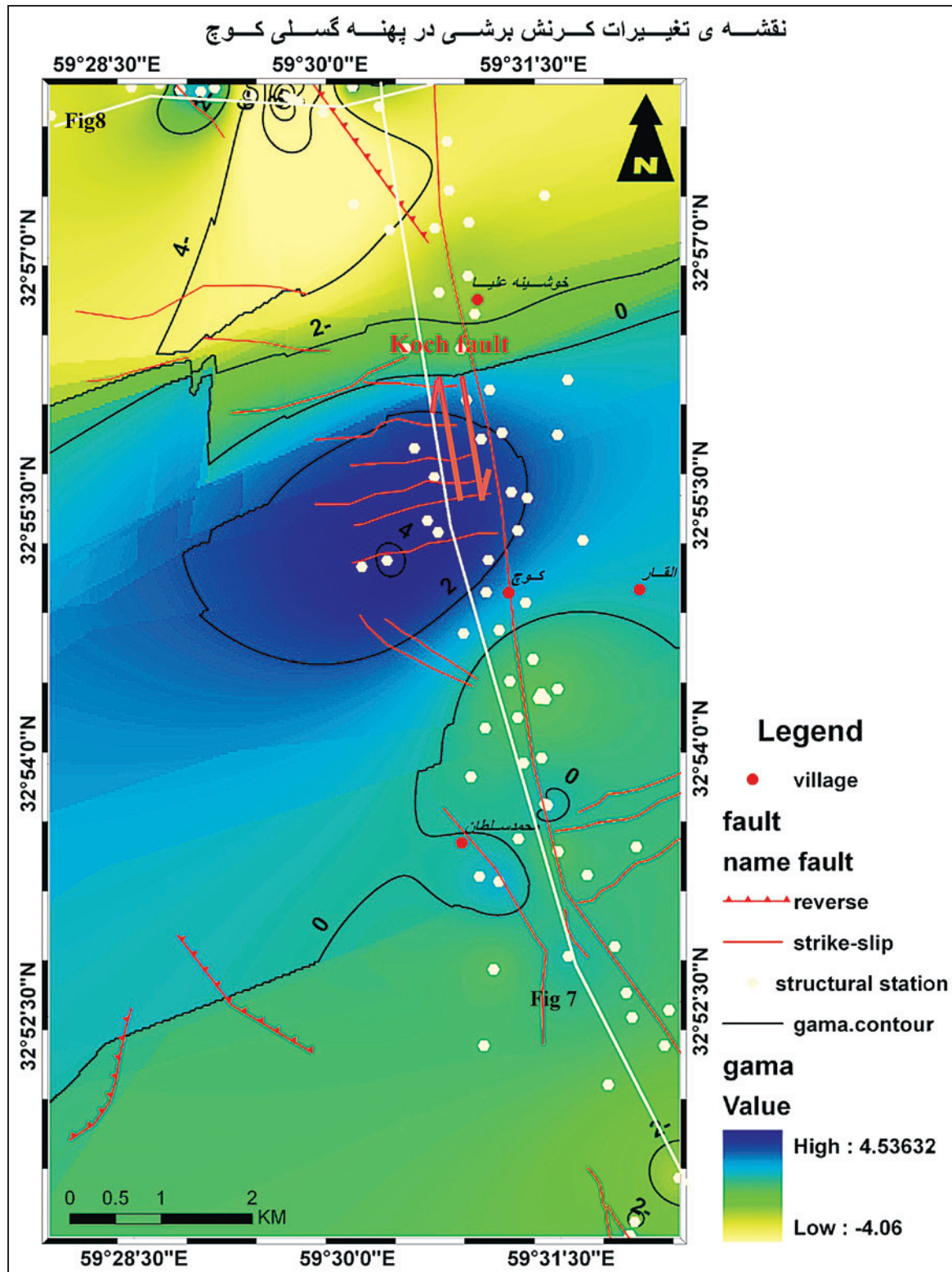
شکل ۳- جابه‌جایی راست‌گرد آبراهه‌ها در اثر عملکرد گسل کوچ. الف) موقعیت:  $32^{\circ} 53' 30'' N$  و  $59^{\circ} 31' 44.6'' E$ ، جهت دید: شمال خاوری  
ب) موقعیت:  $32^{\circ} 54' 37'' N$  و  $59^{\circ} 31' 10'' E$ ، جهت دید: شمال خاوری



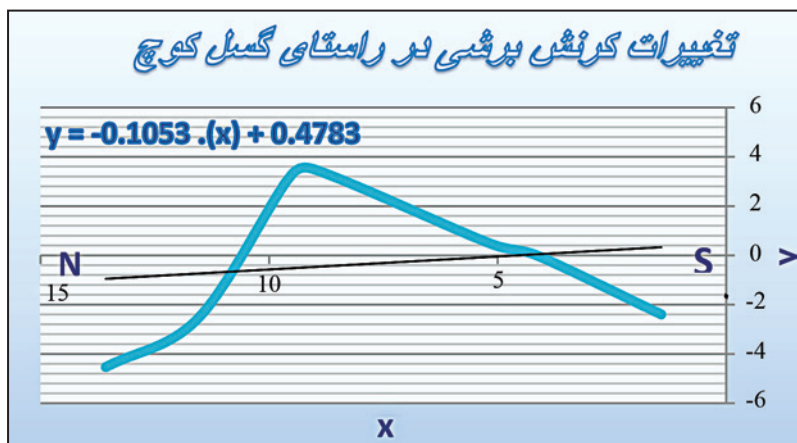
شکل ۴- نقشه زمین شناسی پهنه گسلی کوچ (سن واحد ها بر مبنای نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰/بیرجد است).



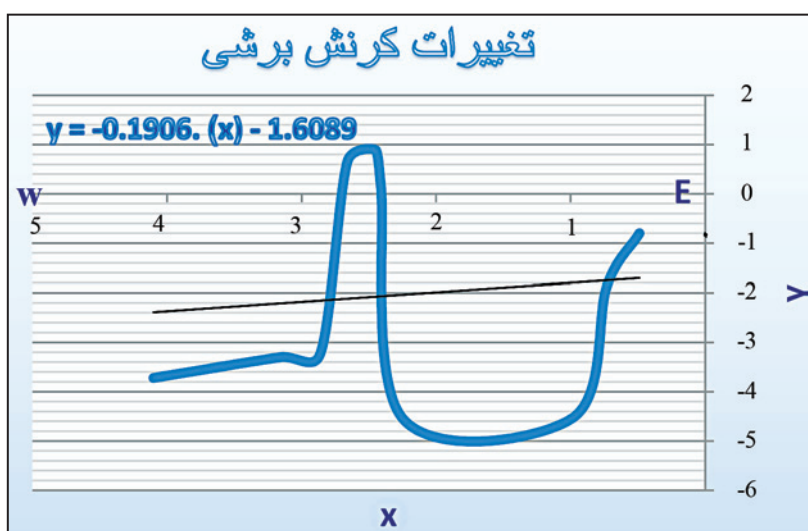
شکل ۵- نقشه ساختاری پهنه گسلی کوچ به همراه زوایای گسلی بر مبنای نقشه موجود.



شکل ۶- نقشه تغییرات کرنش برشی در پهنه گسلی کوچ.



شکل ۷- نمودار تغییرات کرنش برشی در راستای گسل کوچ.



شکل ۸- نمودار تغییرات کرنش برشی با فاصله گرفتن از گسل کوچ.

### کتابنگاری

- آقاباتی، ع.، ۱۳۸۳- زمین شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۴۳۴ ص.
- خطیب، م. م.، ۱۳۷۷- هندسه پایانه گسل‌های امتدادلغز (با نگرشی ویژه بر گسل‌های خاور ایران)، پایان‌نامه تحصیلی دکتری، دانشگاه شهید بهشتی.
- سامانی زادگان، ر.، ۱۳۸۶- تحلیل ساختاری و پتروفابریکی پهنه برشی علی‌آباد دمق (جنوب همدان)، پایان‌نامه تحصیلی کارشناسی ارشد، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۲۰ ص.
- علیمی، م. ا.، ۱۳۸۶- تحلیل خطر زمین‌لرزه و گسلش فعال با استفاده از GIS در شمال شرق بیرجند، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه بیرجند، ۱۷۰ ص.
- غلامی، ا.، نوگل سادات، م. ع. ا.، خطیب، م. م. و یساقی، ع.، ۱۳۸۶- شواهد ساختاری از تأثیر گسل‌های شمالی- جنوبی در توسعه دگرریختی‌های جنوب خاوری بیرجند، پهنه سیستان، مجله علوم زمین، ۷۱، صفحه ۱۳-۱۸.
- قاسمی، م. ر.، ۱۳۸۷- پایه‌های زمین‌شناسی ساختمانی، سازمان زمین‌شناسی کشور، ۳۲۰ ص.
- مهندسیانیا، ل. و قاسمی، م. ر.، ۱۳۸۰- استفاده از برگواگی‌های باند برش در تعیین سوی برش، کینماتیک، کرنش برشی و عدد گرانروی جریان در پهنه‌های برش (شمال باختر ارومیه)، بیستمین گردهمایی علوم زمین شناسی سازمان زمین‌شناسی کشور.
- هیبات، م. ر.، ۱۳۷۷- تحلیل ساختاری کوه‌های شمال بیرجند، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس. ۱۳۵ ص.

### References

- Marshak, S. & Mitra, S., 1998- Basic methods of structural Geology. New Jersey, Prentice-Hall, p. 446.
- Ramsay, J., 1987- Modern Structural Geology, Macgraw-Hill, New York, 595-638 p.
- Walker, R. & Jackson, J., 2002- Offset and evolution of the Gowk fault, S. E. Iran: A major intra continental strike-slip system, J. Struct. Geol., 24: 1677-1698.
- Walker, R. & Jackson, J., 2004- Active tectonics and late Cenozoic strain distribution in central and eastern Iran, Tectonics, 23: TC5010.

## Assessment of Shear Strain Variation along Koch Fault Zone Based on Study of Foliation

F. Porghiasian<sup>1\*</sup>, E. Gholami<sup>2</sup> & M. M. Khatib<sup>3</sup>

<sup>1</sup> M.Sc. Student, Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran

<sup>2</sup> Assistant Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran

<sup>3</sup> Associate Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran

Received: 2011 October 10

Accepted: 2012 November 21

### Abstract

In this study, value of shear strain for the Koch fault zone was determined based on the angle of foliations with the edge of the Koch fault zone. The Koch fault zone with N-S trend is located in northeast of Birjand, at the end northwest of the Sistan structural zone. In the Koch fault zone shear strain)  $\gamma$  (was calculated based on the foliations, which are from the types of fracture cleavage. Shear strain in central part of the Koch fault zone reaches to 4 degrees, its maximum. The value of shear strain reaches to 2 degrees in southern and northern parts of the Koch fault. The value of shear strain decreases from central part of the Koch fault towards the northern and southern parts. The latter indicates the growth of the fault from the central to the northern and southern parts.

**Keywords:** Foliation, Shear Strain, Sistan Structural Zone, Strike Slip Fault, East Of Iran.

For Persian Version see pages 63 to 68

\*Corresponding author: F. Porghiasian; E-mail: porghiasian91@yahoo.com