بررسی تغییرات دگرشکلی در پهنه‌ی گوه‌ای شاه‌آباد (شمال خاوری بیرجند)

فرزانه پورغیاثیان [۱]*، ابراهیم غلامی [۲] و محمدمهدی خطیب [۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زمین‌شناسی، دانشگاه بیرجند

۲- هیات علمی گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بیرجند

*porghiasian91@yahoo.com

دریافت: ۹۰/۷/۱۸ پذیرش: ۹۱/۸/۲۰

چکیده

دگرشکلی در خاور ایران ناشی از فعالیت پهنه‌های گسلی با روندهای متفاوت می‌باشد. در محدوده‌ی بین این پهنه‌های گسلی یکسری مناطق گوه‌ای شکل ایجاد شده که دگریختی‌های متنوعی در آن مشاهده می‌شود. بررسی نحوه‌ی تغییرات دگرشکلی در پهنه‌های گوه‌ای شکل مذکور در شناخت تکوین (بخش شمالی پهنه‌ی سیستان) مؤثر است. منطقه‌ی مورد مطالعه یکی از این پهنه‌های گوه‌ای شکل است که در بین دو گسل امتداد لغز راست‌گرد کوچ (با روند شمالی– جنوبی) و شاه‌آباد (با روند شمال باختری– جنوب خاوری) قرار گرفته است. در محدوده این پهنه گوه‌ای شکل، دگرشکلی از محل همگرایی به سمت واگرایی پهنه‌های گسلی تغییرات عمده‌ای نشان می‌دهد. میزان کوتاه شدگی واحدهای رسوبی چین‌خورده ترشیری در بخش واگرایی گسل‌ها حدود ۱۳٪ است و به سمت محل همگرایی گسل‌ها به ۶۹٪ افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌ی گوه‌ای، کوتاه شدگی، گسل امتداد لغز، پهنه‌ی ساختاری سیستان

مقدمه

در تصاویر ماهواره‌ای مشخص است که در بین گسل‌های امتداد لغز شمالی– جنوبی و شمال باختری– جنوب خاوری در خاور ایران، یکسری مناطق گوه‌ای شکل با دگریختی متنوع ایجاد شده است. منطقه‌ی مورد مطالعه در شمال خاوری بیرجند نیز یکی از این پهنه‌های گوه‌ای است (شکل ۱). منطقه‌ی مورد مطالعه در حد فاصل ایالت ساختاری سیستان و بخشی از لوت مرکزی قرار دارد [۱] و دارای طول جغرافیائی E "۳۰ ´۳۲ °۵۹-"۳۰ ´۲۵ °۵۹ و عرض جغرافیایی N "۰ ´۰ °۳۳-"۳۰ ´۴۹ °۳۲ می‌باشد. این منطقه بین دو گسل کوچ با روند شمالی– جنوبی و شاه‌آباد با روند شمال باختری– جنوب خاوری واقع شده است. گسل کوچ دارای سازوکار امتداد لغز راست‌گرد و گسل شاه آباد دارای سازوکار راست‌گرد با مؤلفه‌ی فشاری است. نحوه قرارگیری این دو گسل نسبت به هم باعث ایجاد یک منطقه‌ی گوه‌ای شکل شده است که دگریختی‌های متنوعی در آن (از جمله چین‌خوردگی واحدهای رسوبی پالئوژن) دیده می‌شود. با توجه به شواهد دگرشکلی کواترنر [۴]، منطقه‌ی مذکور به منظور بررسی دگرشکلی در پهنه‌های گوه‌ای شکل انتخاب گردیده است.

از آنجا که دگرشکلی در خاور ایران و یا در سایر بخش‌های فلات ایران در قالب پهنه‌های برشی گوه‌ای شکل رخ داده، اما تاکنون مطالعه بر روی چگونگی سازوکار پهنه‌های گوه-ای شکل در ایران انجام نشده است، لذا نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند به شناخت چگونگی ساز و کار پهنه‌های گوه‌ای شکل و نحوه‌ی دگرشکلی آن‌ها و در نهایت شناخت تکامل ساختاری بخش شمال خاوری بیرجند کمک کند.

در این زمینه مطالعاتی در داخل و خارج از ایران انجام گردیده است که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: Currie [۹] با بررسی "پیشرفت چین‌خوردگی در واحدهای رسوبی" مقدار چین‌خوردگی را برای چین‌های با هندسه‌ی متفاوت محاسبه نمود. وی در اندازه‌گیری‌ها فرض نمود که کوتاه شدگی با خم شدن افزایش می‌یابد و در لایه‌های داخلی وجود ندارد. Mandal [۱۲] " با تحلیل "الگوی جریان و کرنش در پایانه‌های پهنه‌های گوه‌ای شکل"، کرنش بالا در دیواره‌ی ناهمسو با جهت حرکت را مطرح نمود. نصیری [۸] با بررسی مورفوتکتونیک و نئوتکتونیک گسل کهورک، تغییرات کوتاه‌شدگی در پهنه-ی گوه‌ای بین گسل کهورک و گسل نصرت آباد را مطرح ساخت.

روش مطالعه

پارامترهای مورد بررسی در این تحقیق عبارتند از:
بررسی ویژگی‌های هندسی و جنبشی گسل‌ها و چین‌ها، تغییرات میزان کوتاه شدگی واحدهای چین‌خورده.
Currie [۹،۱۰و۱۶] براساس نسبت دامنه به طول موج، مقدار کوتاه شدگی را برای چین‌ها با هندسه‌ی سینوسی، دایره‌ای، جناغی و جعبه‌ای محاسبه نمود. در این پژوهش با استفاده از روش فوق مقدار کوتاه شدگی برای چین‌ها در پهنه تعیین گردید.
هم‌چنین برای محاسبه کوتاه شدگی در گسل‌ها با استفاده از روش پتیت [۱۳] موقعیت محورهای کرنش برای تمامی گسل‌ها محاسبه شد و سپس براساس روش کرانتز [۱۱] مقدار کوتاه شدگی برای گسل‌ها محاسبه گردید. برای این منظور در چندین ایستگاه در این پهنه‌ی گوه‌ای مقدار دامنه و طول موج برای چین‌ها و سطوح لغزشی برای گسل‌های تراستی برداشت شد.

گسل‌ها

دو روند کلی از گسل‌ها در منطقه قابل تشخیص است که هر دو تشکیل سیستم‌های فشاری- برشی راست‌گرد داده‌اند. خطواره‌های لغزشی که بیش‌ترین تمرکز را در جهت شمال خاوری- جنوب باختری دارند مؤید عملکرد مؤلفه‌ی جابه‌جایی فوق الذکر دارد.
در گسل‌های نزدیک به گسل کوچ اغلب مؤلفه‌ی برشی غالب است در حالی که در گسل های نزدیک به گسل شاه‌آباد مؤلفه‌ی غالب از نوع فشاری می‌باشد. علاوه بر این- گونه گسل‌ها در منطقه یکسری گسل تراگذر (tearfault) با روند تقریباً خاوری – باختری وجود دارد که عمود بر چین‌ها قرار گرفته‌اند سازوکار آن‌ها اغلب امتداد لغز چپ- گرد با مؤلفه‌ی تراستی می‌باشد. سازوکار دو گسل اصلی پهنه گوه‌ای به صورت زیر می‌باشد.

گسل کوچ

گسل کوچ دارای موقعیت هندسی N03W , 85 NE است. سازوکار این پهنه گسلی راستالغز راست‌بر با کمی مؤلفه‌ی معکوس می باشد (شکل ۲). طول گسل ۱۷/۳۵ کیلومتر و عرض پهنه‌ی گسلی آن ۴۸۲ متر می‌باشد. این گسل واحدهای ماسه سنگی و شیلی پالئوژن را بریده و در حدود ۳/۸۶ کیلومتر جابه‌جا نموده است (شکل۴).

گسل شاه‌آباد

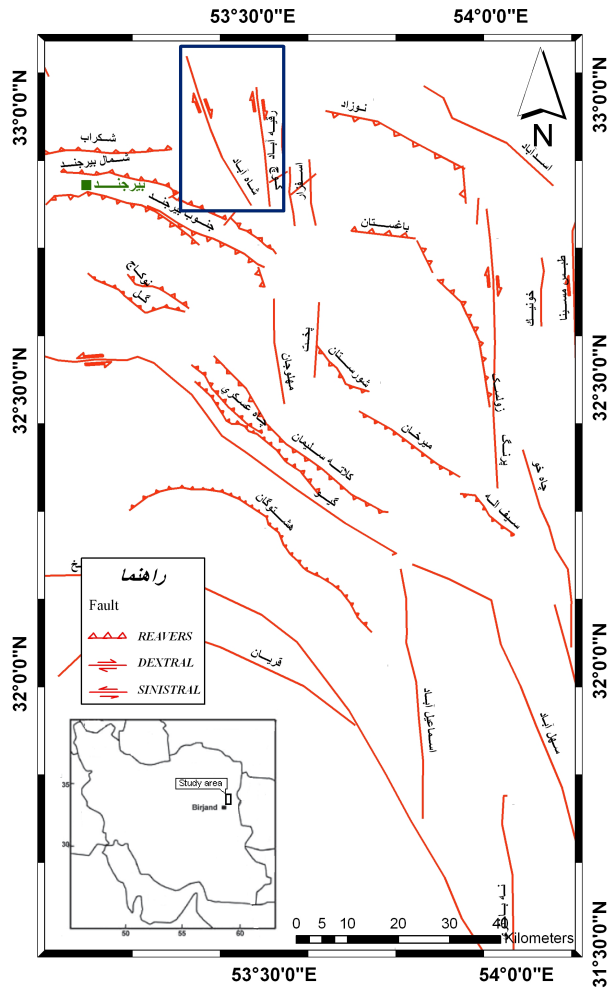
گسل شاه‌آباد دارای امتداد N330 می‌باشد ولی به علت فرسایش زیاد آینه گسل در آن مشاهده نشد بر اساس شواهد مورفوتکتونیکی این گسل نیز امتداد لغز راستگرد با مؤلفه‌ی معکوس می باشد (شکل۳). این گسل با طول ۱۹/۱۵ کیلومتر واحدهای سنگی آندزیت بازالتی و مارن توفی پالئوژن را بریده است. اسکارپ گسلی گسل شاه‌آباد با ۱۰ متر ارتفاع، به سمت غرب شیب دارد و روستای شاه‌آباد بر روی آن قرار گرفته است.

چین ها

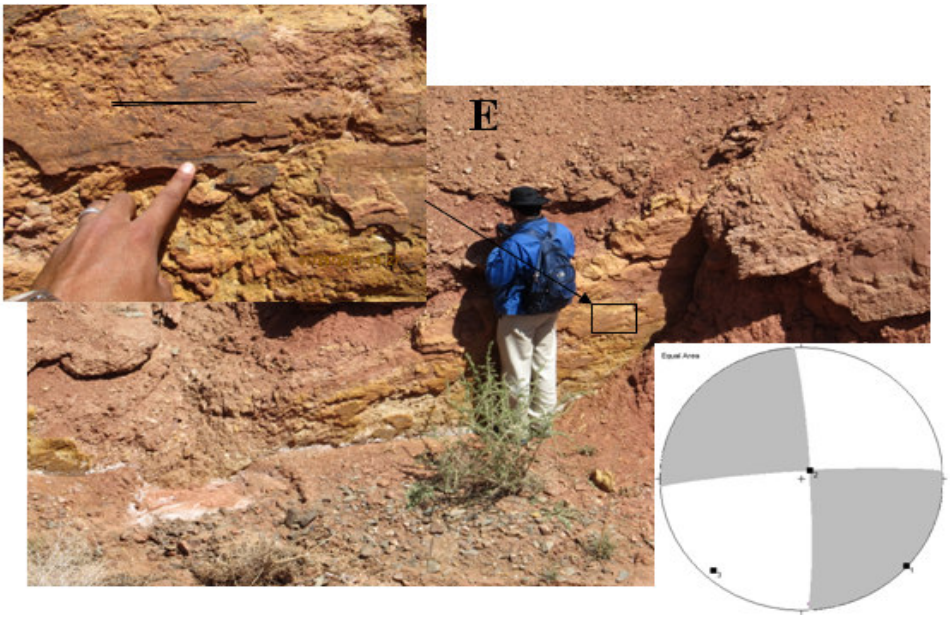
چین‌های منطقه‌ی مطالعه اغلب در واحدهای رسوبی ترشیر ایجاد شده‌اند (شکل ۴).
اثر محوری اکثر این چین‌ها دارای روند شمال باختری– جنوب خاوری می‌باشد که عملکرد مؤلفه اصلی جابه‌جایی در راستای شمال‌خاوری- جنوب باختری را تأیید می‌کند [۴]. این چین‌ها عموما دارای اثر محوری خمیده هستند که گویای قرارگیری آن‌ها در سیستم برشی راست‌گرد می‌باشد. چین‌های نزدیک به گسل شاه‌آباد اغلب دارای محوری افقی تا نیمه افقی هستند، در صورتی که چین-های نزدیک به گسل کوچ اغلب دارای محور با میل ملایم تا میل زیاد هستند (شکل۵). موقعیت محور ریز چین‌های منطقه نیز از چین‌های موجود تبعیت می‌کند و در راستای شمال باختری– جنوب خاوری می‌باشد.

برگوارگی ها

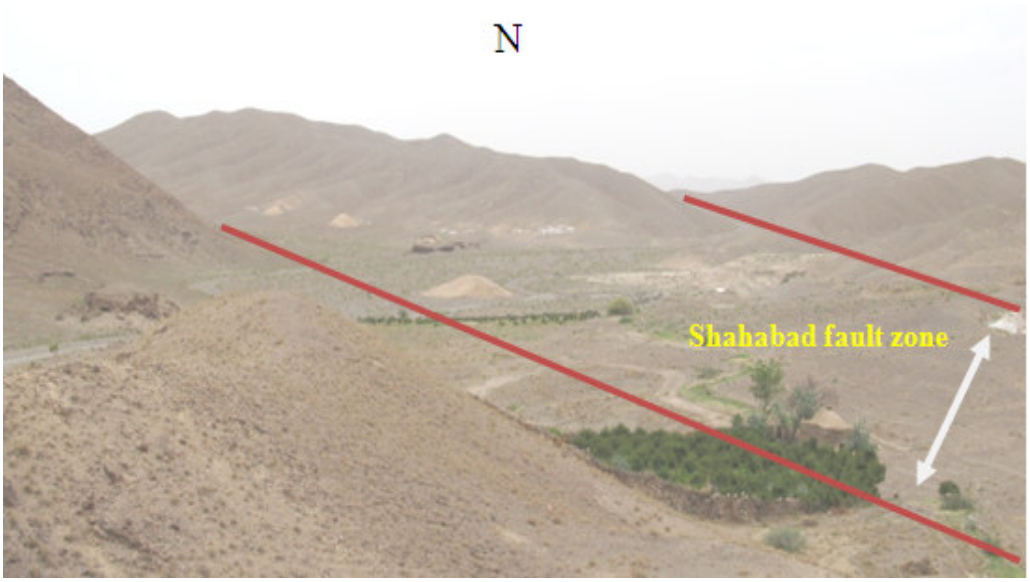
برگوارگی‌های منطقه مطالعه در واحدهای شیلی و به موازات سطوح لایه گسترش یافته‌اند. اغلب این سطوح به موازات سطوح لایه‌بندی مشاهده می‌شوند. از آنجائی‌که این سطوح نشان دهنده سطح xy بیضوی کرنش می-باشند[۱۴]، لذا می‌توان از آنها برای تحلیل جنبشی استفاده نمود. با توجه به روند غالب برگواره‌ها در این ایستگاه‌ها می‌توان جهت تنش را تعیین نمود. روند عمومی اکثر سطوح برگوارگی شمال باختری- جنوب خاوری می-باشد، بنابراین می‌توان سطح xy بیضوی کرنش را شمال باختری- جنوب خاوری در نظر گرفت که عمود بر آن موقعیت محور $\sigma 1$ می‌باشد که راستای شمال خاوری- جنوب باختری را تایید می‌کند (شکل ۵).



شکل ۱: گسل‌های امتداد لغز شمالی– جنوبی و شمال باختری– جنوب خاوری در خاور ایران و مناطق گوه‌ای شکل ایجاد شده در بین آن‌ها. موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه مشخص شده است.



شکل ۲: تصویر گسل کوچ به همراه تصویر سیکلوگرافیکی آن.



شکل ۳: وجود تپه‌های گسلی که در اثر فعالیت گسل شاه‌آباد ایجاد شده است.

بحث

محاسبه نسبت کوتاه شدگی

Currie [۹،۱۰و ۱۶] با استفاده از شیب یال در چین‌ها و هم‌چنین براساس محاسبه‌ی نسبت دامنه بر نصف طول موج مقدار کوتاه شدگی را برای چین‌های با هندسه‌ی سینوسی، جناغی، دایره‌ای و جعبه‌ای محاسبه نمود (شکل۶).

Petit [۱۳] برای به دست آوردن محورهای کرنش بر اساس رابطه هندسی بین صفحه گسل و خش لغزهای ناشی از حرکت روی صفحه، روش ترسیمی ارائه نموده است. در این روش پس از تعیین صفحه‌ی گسل و خش‌لغز روی آن، جهت حرکت قطعه‌ی فرا دیواره را تعیین می-کنیم. صفحه‌ای که از قطب گسل و خش لغز آن می‌گذرد، صفحه‌ی حرکت می‌باشد بر روی این صفحه جهت لغزش را مشخص می‌کنیم. محور کشیدگی در فاصله ۴۵ درجه از قطب صفحه گسل و جهت لغزش قرار می‌گیرد. محور کوتاه‌شدگی نیز در فاصله ۹۰ درجه از آن قرار می‌گیرد.

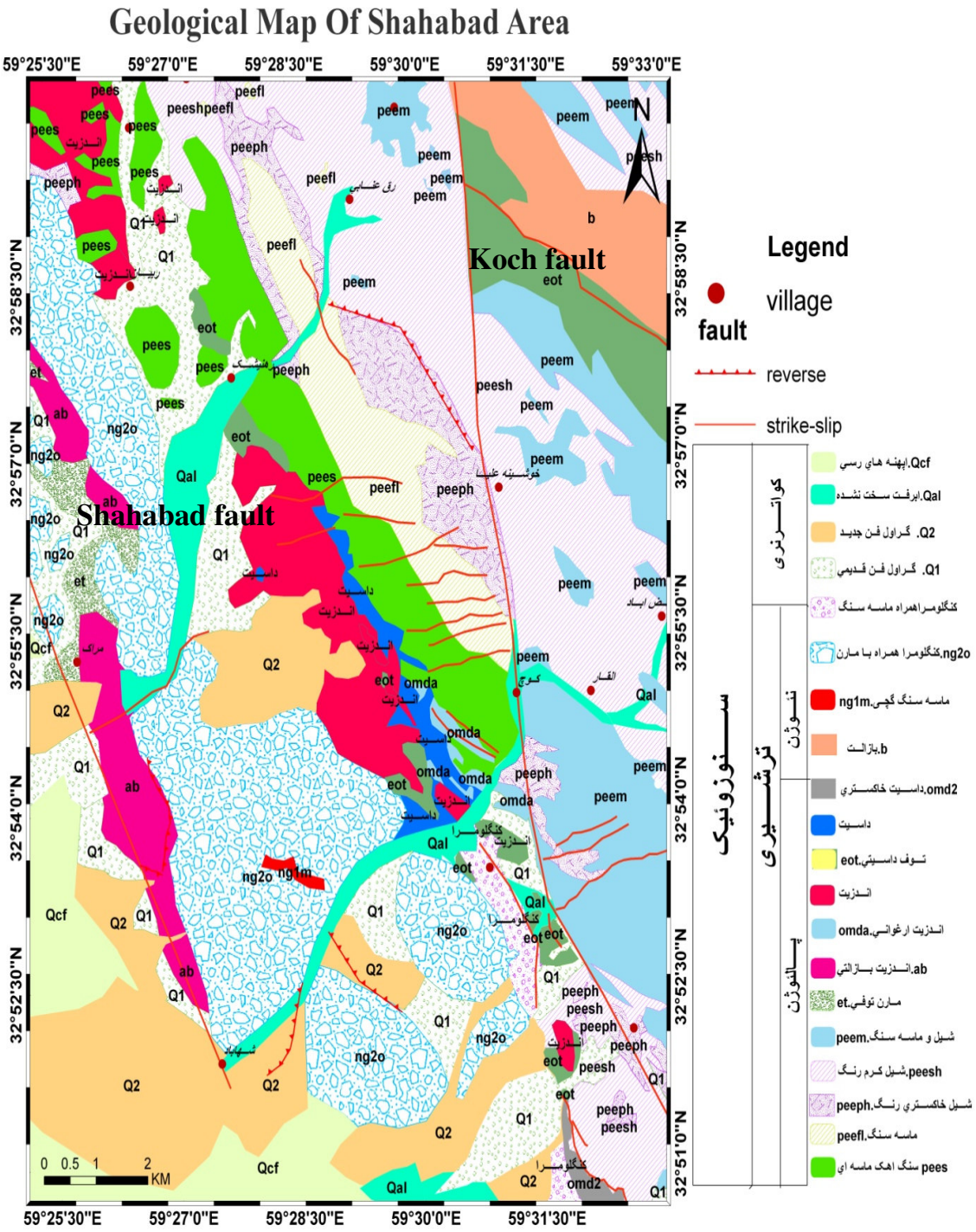
کرانتز [۱۱] روشی را برای محاسبه‌ی نسبت کرنش ارائه داد. در این روش زاویه‌ی بین امتداد گسل و صفحه‌ی xy، α نامیده می‌شود که می‌توان با استفاده از فرمول $\tan 2\alpha=\varepsilon y/\varepsilon x$ مقدار نسبت y/x را محاسبه کرد. با توجه به رابطه‌ی $y/z=z/x$ خواهیم داشت: $z/x=(y/x)2$

در این پژوهش از تلفیق دو روش فوق، مقادیر کوتاه شدگی برای گسل‌ها در پهنه‌ی گوه‌ای شاه آباد به دست آمده است. بر اساس روش مذکور دامنه و طول موج چین-ها با هندسه متفاوت برداشت شد و مقدار کوتاه شدگی برای آن‌ها محاسبه گردید.

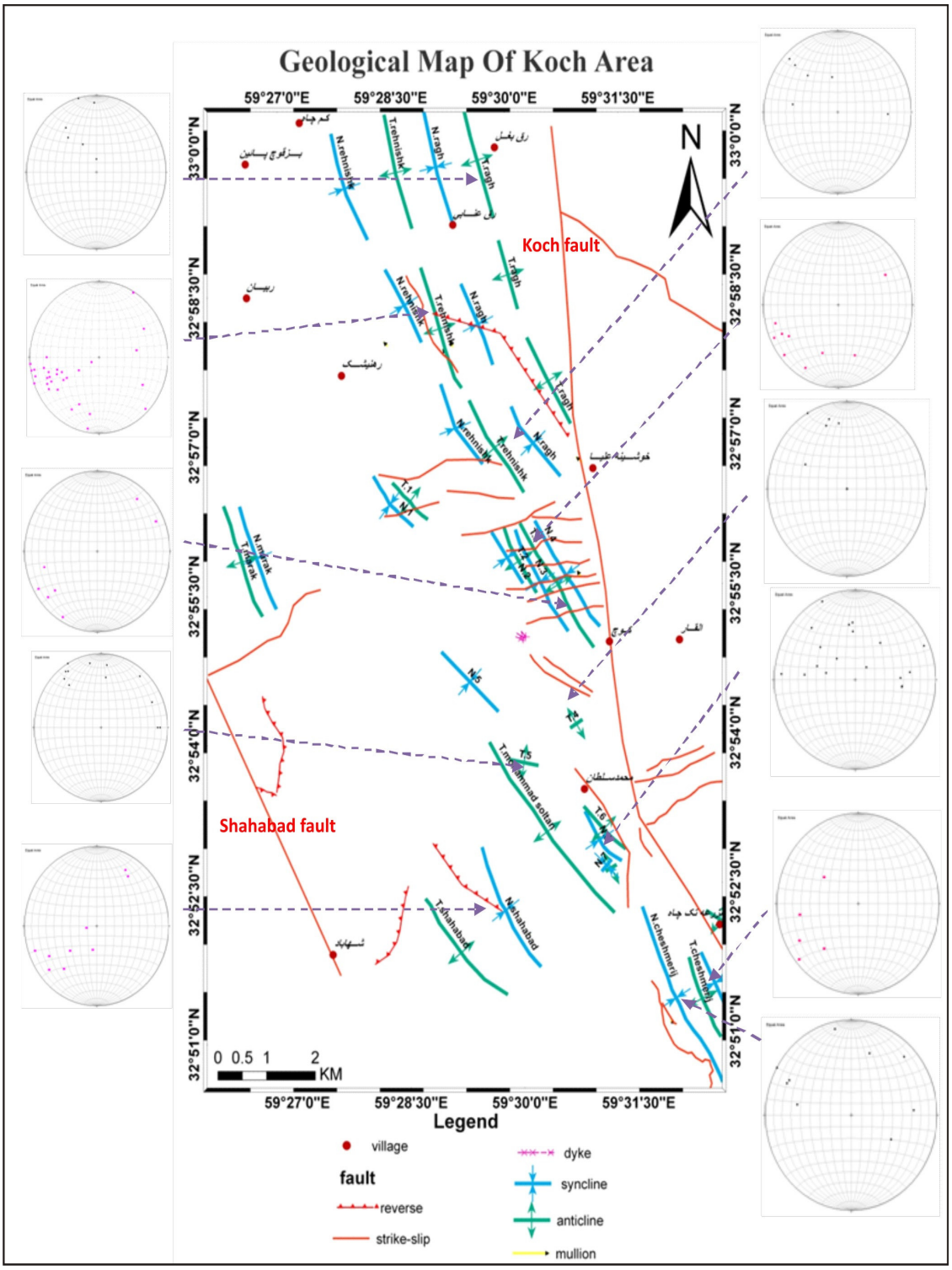
در شکل ۷ نقشه‌ی تغییرات مقدار کوتاه شدگی برای چین‌ها بر اساس نسبت دامنه به طول موج آن‌ها ترسیم شده است (مقادیر کوتاه شدگی برحسب درصد می‌باشد). بیش‌ترین مقدار کوتاه شدگی ۶۹٪ می‌باشد که مربوط به بخش میانی و انتهایی گسل کوچ می‌باشد. با دور شدن از محل همگرایی پهنه‌ی مذکور، میزان کوتاه‌شدگی چین‌ها به شدت کاهش می‌یابد و به حدود ۵٪ می‌رسد.

در شکل ۸ نقشه‌ی تغییرات مقدار کوتاه شدگی برای گسل ها نشان داده شده است (مقادیر کوتاه شدگی برحسب درصد می‌باشد). بیش‌ترین مقدار کوتاه شدگی برای گسل‌ها نیز ۶۴٪ می‌باشد که در بخش انتهایی گسل شاه آباد قرار گرفته است که این موضوع گویای نقش مؤثر مؤلفه‌ی فشاری در پهنه گسل شاه‌آباد است. در راستای این گسل دو بخش با کوتاه‌شدگی زیاد وجود دارد که نشان‌دهنده‌ی فعالیت قطعه‌ای این گسل می‌باشد.

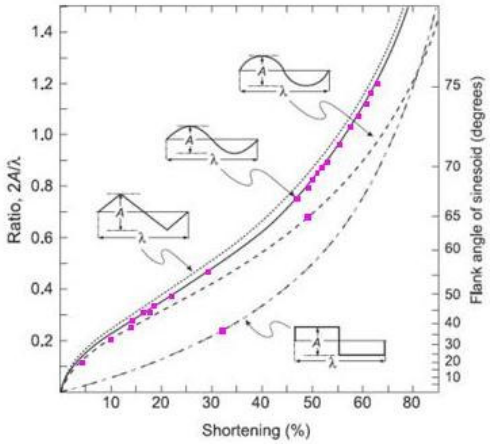
از تلفیق دو نقشه‌ی فوق نقشه‌ی کلی مقدار کوتاه شدگی پهنه‌ی گوه‌ای شاه آباد به دست آمد (شکل ۹). مطالعه‌ی نقشه‌ی کلی کوتاه‌شدگی به دست آمده چین‌ها و گسل‌ها (شکل ۹) نشان می‌دهد که مقدار کوتاه شدگی در بخش همگرایی پهنه‌ی گوه‌ای به بیش‌ترین مقدار خود یعنی ۶۹٪ می‌رسد و به تدریج با دور شدن از محل همگرایی پهنه‌ی مذکور میزان کوتاه‌شدگی به شدت کاهش می‌یابد و در محل واگرایی گوه به ۵٪ می‌رسد.



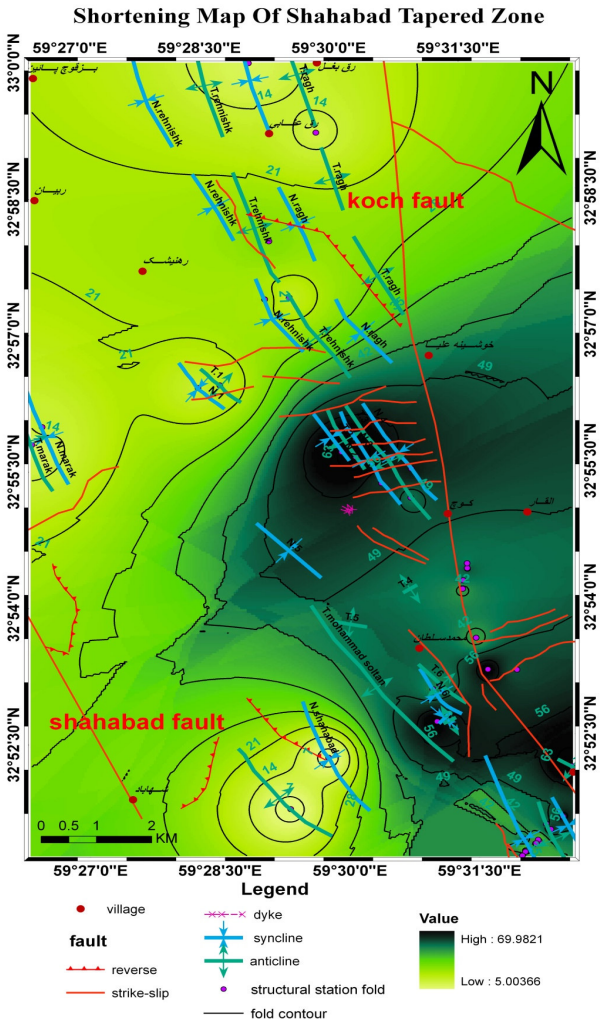
شکل ۴: نقشه‌ی زمین‌شناسی پهنه‌ی گوه‌ای شاه‌آباد.



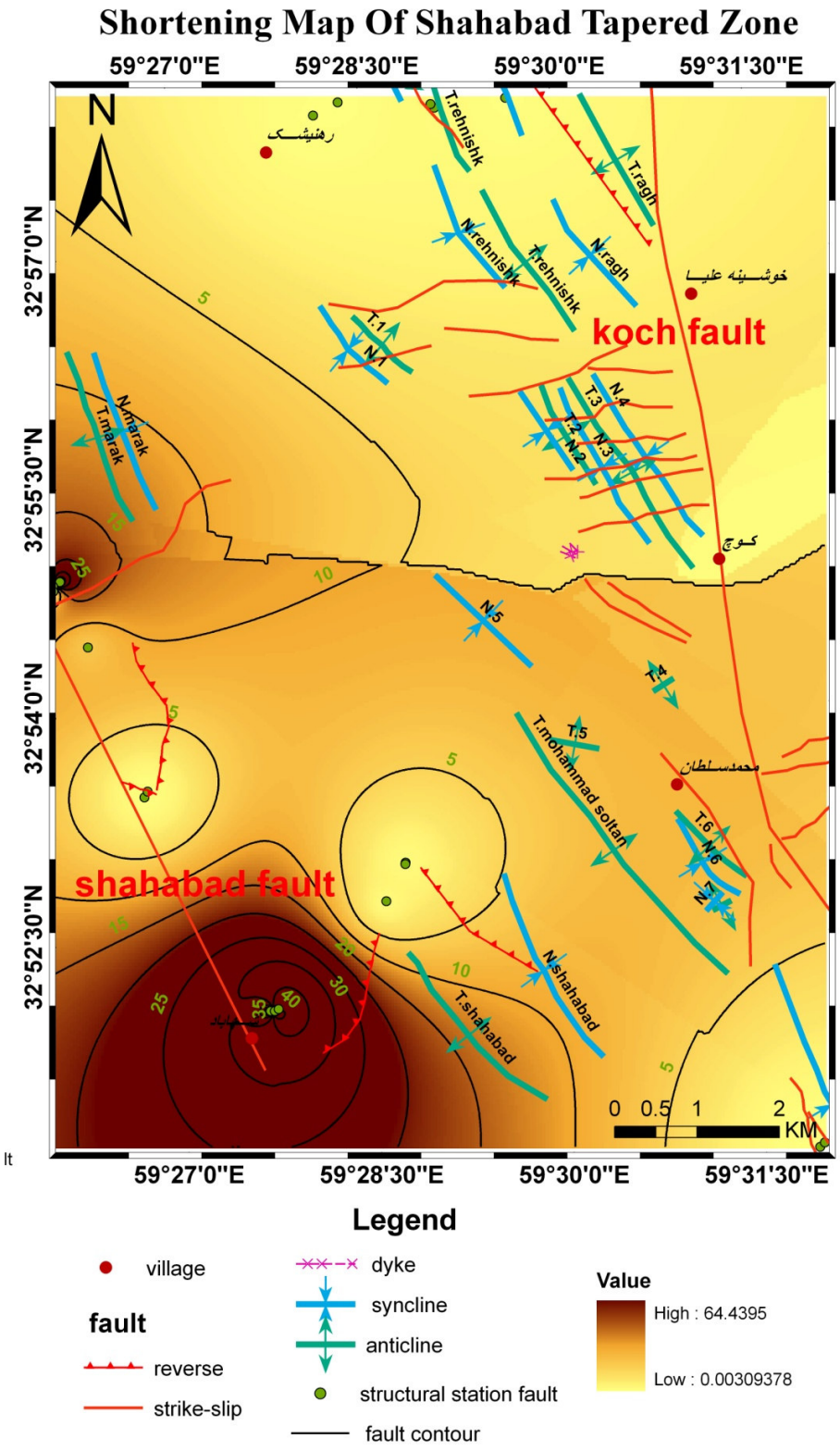
شکل۵: نقشه ساختاری منطقه به همراه تصاویر سیکلوگرافیکی محور چین‌ها (دایره‌های سیاه رنگ) و قطب برگوارگی‌ها (مربع‌های صورتی رنگ) منطقه.



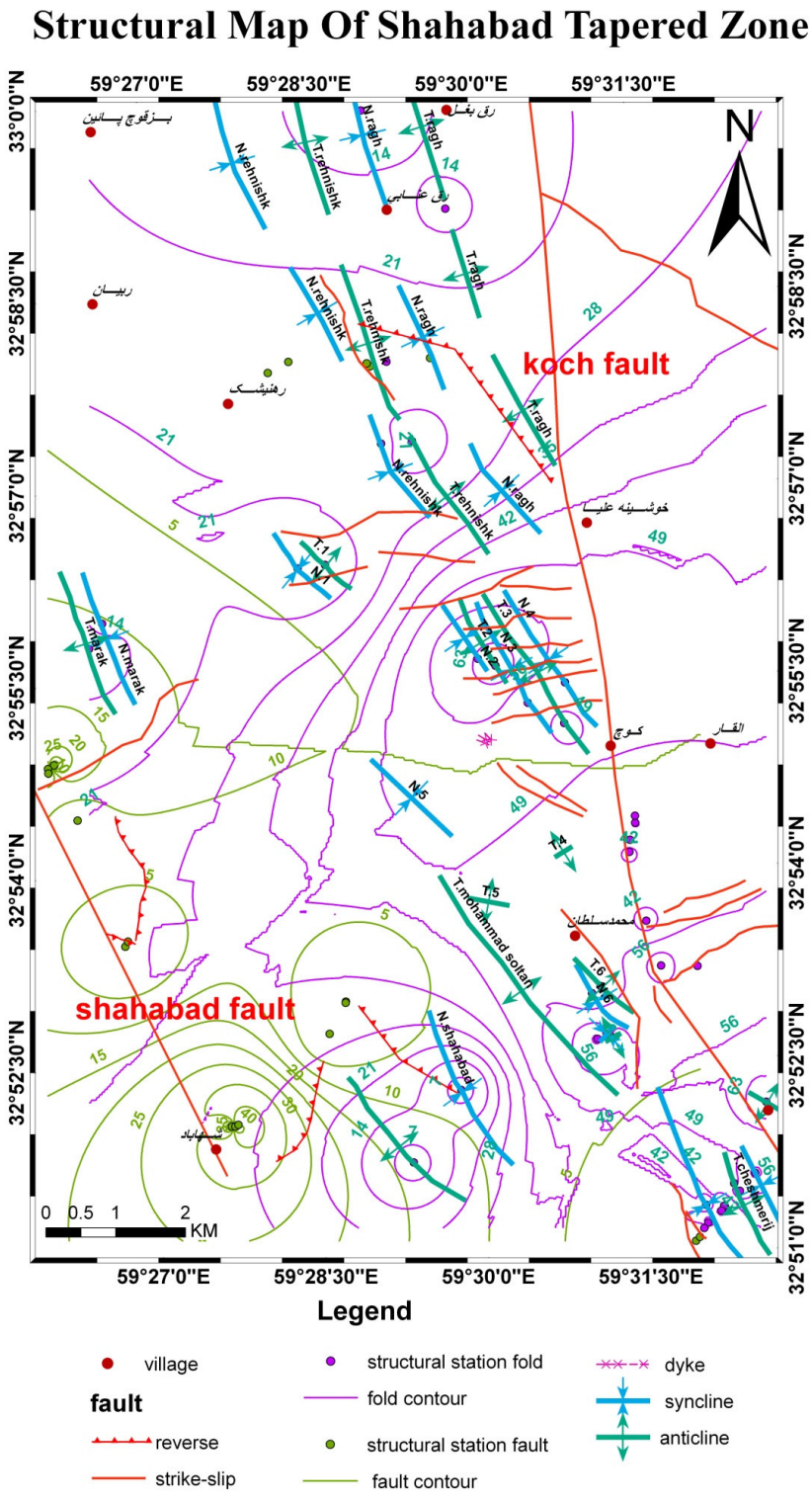
شکل ۶ : نسبت دامنه بر نصف طول موج و شیب یال برای چین‌ها با هندسه سینوسی، جناغی، دایره ای و جعبه‌ای.



شکل ۷: نقشه‌ی تغییرات مقدار کوتاه شدگی بر اساس چین‌ها در پهنه‌ی گوه‌ای شاه آباد.



شکل ۸: نقشه‌ی تغییرات مقدار کوتاه شدگی بر اساس گسل‌ها در پهنه‌ی گوه‌ای شاه آباد.



شکل۹: نقشه‌ی کوتاه شدگی پهنه‌ی گوه‌ای شاه‌آباد.

نتیجه‌گیری

حرکت راستگرد شمالی- جنوبی بین ایران مرکزی و افغانستان باعث فعالیت پهنه‌های گسلی شمالی- جنوبی و شمال باختری- جنوب خاوری در بخش خاوری ایران شده است. در محدوده‌ی بین این گسل‌ها یکسری پهنه‌های گوه‌ای شکل ایجاد شده است. بررسی‌های دقیق ساختاری، مبتنی بر برداشت‌های میدانی و اندازه‌گیری دگرشکلی‌ها در پهنه‌ی گوه‌ای شاه‌آباد در شمال خاوری بیرجند نشان داد که میزان دگرشکلی از بخش واگرایی پهنه (بخش شمالی) به بخش همگرایی (بخش جنوبی) افزایش می‌یابد. در بخش مرکزی پهنه مقدار کوتاه شدگی ۶۹٪ می‌باشد و در بخش واگرایی پهنه به شدت کاهش می‌یابد و به ۱۳٪ می‌رسد.

منابع

[۱] آقانباتی، ع (۱۳۸۳) زمین‌شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۴۳۴ ص.

[۲] خطیب، م. م، زرین کوب، م. ح (۱۳۸۴) محاسبه‌ی نسبت کوتاه‌شدگی با استفاده از هندسه‌ی برگه‌های روانده در پهنه‌ی برشی آرگین (جنوب بیرجند)، بیست و دومین گردهمائی علوم زمین.

[۳] خطیب، م. م (۱۳۷۷) هندسه‌ی پایانه‌های گسل‌های امتداد لغز (با نگاهی ویژه به گسل‌های خاور ایران)، پایان نامه‌ی دکتری، دانشگاه شهید بهشتی، ۲۲۰ ص.

[۴] علیمی، م.ا (۱۳۸۶) تحلیل خطر زمین‌لرزه و گسلش فعال بااستفاده از GIS در شمال شرق بیرجند، پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه بیرجند، ۱۷۰ ص

[۵] غلامی، ا.، نوگل سادات، م.، ع.، ا.، خطیب، م.، م.، یساقی، ع (۱۳۸۶) شواهد ساختاری از تاثیر گسل‌های شمالی- جنوبی در توسعه‌ی دگریختی‌های جنوب خاوری بیرجند، پهنه‌ی سیستان، علوم زمین ۷۱، صفحه‌ی ۱۳-۱۸.

[۶] قاسمی، م.ر (۱۳۸۷) پایه‌های زمین‌شناسی ساختمانی، سازمان زمین‌شناسی کشور، ۳۲۰ ص.

[۷] مارشاک، اس.، میترا، گ (۱۳۸۱) روش‌های اساسی زمین شناسی ساختمانی، ترجمه محسن پورکرمانی، حسین معتمدی، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، ۴۹۵ ص.

[۸] نصیری، ع (۱۳۸۵) مورفوتکتونیک و نئوتکتونیک گسل کهورک، پایان‌نامه‌ی کارشناسی‌ارشد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ۱۳۰ص.

[9] Currie, J.B., Patnode, H.W. and Trump, R.P (1962) Development of Folds in Sedimentary Strata. Geological Society of America Bulletion, 73, 655-674.

[10] Hudleston, P. J., Treagus, S. H (2010) Information from Folds: Areview. Journal of Structural Geology 32, 2042-2071

[11] Krantz, R (1989) Orthrombic fault patterns: the odd axis model and slip vector orientations. Tectonics, 8(3), 438-495

[12] Mandal, N., Kumar Samanta, S. and Chandan, C (2002) Flow and Strain patterns at the terminations of tapered shear zones, Journal of Structural Geology, 14(3), 369-371.

[13] Petit, J. P (1987) Criteria for the sense of movment on fault surface in brittle rocks. Journal of Structural Geology, V.5, p.597-608.

[14] Ramsay, J (1987) Modern Structural Geology, Macgraw-Hill, NewYork, p. 595 -638.

[15] Schmalholz, S. M., and Podladchikove, Y. Y. and (2001) Strain and competence contrast estimation from fold shape. Tectonophysics 340, 195-213.

[16] Treagus, S. H (1997) Modelling deformation partitioning in fold. In; Sengupta, S. (Ed.), Evolution of Geological Structures in micro to Macro-scale. Chapman & Hall, London, p. 341-372.

[17] Walker, R., Jackson, J. and Baker, C (2004) Active Faulting and Seismicity of the Dasht-e-Bayaz region.