

The Morphotectonic Analysis of the Formation of Playa Depressions of the South and Southeast of Shirkouh Mountain in Plio-Quaternary

Mohammad Sharifi ^{1*}, Gholamreza Tajbakhsh ²

¹ Assistant Professor, Department of Geography, Yazd University, Yazd, Iran

² Assistant Professor, Department of Geology, Yazd University, Yazd, Iran

Abstract

Various morphotectonic landforms have been created by the activity of the Dehshir Fault and the 2nd and 3rd degree Riddle faults in Plio-Pleistocene. The most important of these can be the structural depressions of Abarghoo and Taghestan along the faults derived from the Dehshir Fault in the west and smaller and numerous other depression such as Rashkouieh, Ernan, Chah Shir and Chah Torsh along the eastern faults of the Dehshir Fault. The purpose of this study was to investigate the western depressions of the Dehshir Fault in the south and southeast of Shirkouh Mountain in the south of Yazd city. The results showed that these depressions, like many other closed depressions in central Iran including Gavkhuni, have been formed due to the transtension of a stretched-separated basin. The study area was located in a cutting zone between the two active dextral faults of Dehshir-Baft and Rafsanjan-Ernán. The counterclockwise rotation of the fault block between the mentioned two faults has created local extensional zones and reduced the crustal thickness. This has uplifted the geothermal curves and partial melting and created local post-Pliocene local volcanism. Following this phenomenon, several dacitic domes have formed along the fault strike and intersection in the south and southeast of the Shirkouh Mountains and the folding of Miocene sediments. The activity of the faults, along with the rise of the domes, has led to the fragmentation of the previous smooth surface, and has caused the subsidence of some parts of the area and created several structural depressions.

Key words: Structural Depression, Morphotectonic, Dacite Dome, Dehshir Fault, Ernan of Yazd.



جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی
سال ۳۰، پیاپی ۷۶، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸، صص ۱۹-۳۴
نوع مقاله: پژوهشی
وصول: ۱۳۹۸/۰۹/۰۵ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۲۳

تحلیل مورفوتکتونیکي شکل‌گیری چاله‌های کویری دامنه‌های جنوبی و جنوب شرقی شیرکوه در پلیو - کواترنری

محمد شریفی پیچون^{*}، استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه یزد، یزد، ایران
غلامرضا تاج بخش، استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران

چکیده

اشکال مورفوتکتونیکي متعدد و متنوعی بر اثر فعالیت گسل دهشیر و گسل‌های ریدل درجه ۲ و ۳ منشعب از آن و در امتداد آنها، در پلیو - کواترنری به وجود آمده است. مهم‌ترین آنها، چاله‌های ساختمانی ابرقو و تاغستان در امتداد گسل‌های مشتق‌شده از گسل دهشیر در ناحیه غربی و چاله‌های کوچک‌تر و متعدد دیگری چون رشکویی، ارنان، چاه‌شیر و چاه‌ترش در امتداد گسل‌های بخش شرقی گسل دهشیر است. هدف این پژوهش، بررسی چاله‌های ناحیه شرقی گسل دهشیر در جنوب و جنوب شرق شیرکوه در جنوب شهر یزد است. نتایج نشان داد این چاله‌ها مانند بسیاری دیگر از چاله‌های بسته ایران مرکزی از جمله گاوخونی، به دلیل تراکشن یک حوضه کشیده - جداشده به وجود آمده‌اند. منطقه مطالعه‌شده در یک زون برشی میان دو گسل راستبر فعال دهشیر - بافت و رفسنجان - انار قرار دارد. چرخش پادساعتگرد بلوک گسله بین دو گسل یادشده، مناطق کششی محلی را ایجاد کرده و کاهش ضخامت پوسته را سبب شده است. این امر موجب بالاآمدگی منحنی زمین‌گرمایی و ذوب بخشی شده و ولکانیسم محلی پلیوسن به بعد را به وجود آورده است. در پی این پدیده، گنبد‌های داسیتی متعددی در امتداد و تقاطع گسل‌ها در جنوب و جنوب شرق شیرکوه و چین‌خوردگی رسوبات میوسن شکل گرفته است. فعالیت گسل‌ها همراه با بالاآمدگی گنبد‌ها به تقطیع سطح هموار پیشین انجامیده و در بعضی نقاط فرونشینی بخش‌هایی از منطقه را سبب شده و چاله‌های ساختمانی متعددی را به وجود آورده است.

واژه‌های کلیدی: چاله ساختمانی، مورفوتکتونیک، گنبد‌های داسیتی، گسل دهشیر، ارنان یزد.

مقدمه

در دامنه‌های جنوبی و جنوب شرقی شیرکوه در جنوب شهرهای یزد و مهریز، چاله‌های متعددی با فواصل کم در امتداد تقریباً یک خط شمال غربی - جنوب شرقی قرار دارند که آثار رسوبات آنها حاکی از دریاچه‌ای بودنشان در کواترنری است. این چاله‌ها در حال حاضر خشک‌اند و به شکل کفه‌های رسی یا دغ‌ها دیده می‌شوند.

کوه‌های آتشفشانی منفرد پلیو - کواترنری، این چاله‌ها را از هم جدا کرده‌اند. این چاله‌ها جزو مرتفع‌ترین چاله‌های کویری ایران مرکزی هستند و برای نمونه ارتفاع کف چاله‌ارنان به حدود ۲۰۰۰ متر از سطح دریا می‌رسد. این منطقه، بخشی از حوضه‌های فرونشسته ایران مرکزی را شامل می‌شود؛ همچون دشت کویر، دریاچه ارومیه، باتلاق گاوخونی، کفه‌های ابرکوه، سیرجان و جازموریان که از دید زمین‌شناسی، فصل مشترک زون‌های ساختاری ارومیه - دختر با سنندج - سیرجان است (آقابیاتی، ۱۳۸۳: ۴۰) و همه آنها در حاشیه شمال شرقی سنندج - سیرجان قرار دارند. این حوضه‌ها با برخورد نهایی صفحه ایران مرکزی با صفحه عربستان مرتبط‌اند (Meyer & Le Dortz, 2007: 4) و با وجود بالآآمدگی‌های کلی حاصل از کوهزاد زاگرس، از دگرشکلی آن سالم مانده‌اند (Nadimi & Nadimi, 2008: 106). این مناطق فروافتاده و آثار دریاچه‌ای موجود در آنها، همزمان با رسوب‌گذاری شدید رسوبات کمتر سخت‌شده جریانی، یخچالی، بادی و دریاچه‌ای، بیشتر با ولکانیسم منسوب به پلیو - کواترنری پهنه ایران مرکزی همراه هستند. ولکانیسم پلیو - کواترنر این منطقه عمدتاً به اشکال گنبد،

روانه‌های گدازه، سنگ‌های آذرآواری و ... دیده می‌شود (شرافت و خدای، ۱۳۸۴: ۲). سنگ‌های آتشفشانی مدنظر عمدتاً از جنس ریوداسیت، داسیت و به مقدار کمتری آندزیت و آندزیت - بازالت است که آثار حرارتی آنها بر سازند قرمز بالایی و کنگلومرای پلیو - کواترنری مشهود است. از نظر معین‌وزیری (۱۳۷۵) این ولکانیسم در محل شکستگی‌های متقاطع و گسل‌های امتداد لغز به وجود آمده است؛ به سخن دیگر، مانند ولکانیسم بازالتی ناحیه ناینبد و نهبندان، بازشدن شکاف‌های نردبانی ناشی از حرکات کششی گسل‌های موازی زاگرس و جابه‌جایی بلوک‌ها متأثر از نیروهای فشاری و کششی، امکان صعود ماگماهای مناطق عمیق و رسیدن به سطح زمین را فراهم کرده‌اند.

به عقیده امامی (۱۳۷۹) پس از ولکانیسم شدید و شکافی پالئوژن، در نئوژن، استراتولکان‌ها و گنبد‌های آتشفشانی به صورت متمرکز در شکستگی‌ها یا محل برخورد شکستگی‌ها روی داده و در مواقعی حرکات گسل‌های برشی امتداد لغز موجب بروز شکستگی‌های کششی یا زون‌های کششی محدودی شده و خروج ماگما را سرعت بخشیده است.

سازوکارهای تکتونیکی فشاری و کششی متنوعی در تشکیل حوضه‌ها مؤثر است؛ از جمله فعال‌شدن گسل‌های راست‌الغز و تشکیل حوضه‌های کشیده - جداشده^۱. این گسل‌ها معمولاً طول زیادی دارند و ریشه‌دار هستند. طی فعالیت یک گسل امتداد لغز، در یک دوره بر اثر نیروی کششی، حوضه‌های تراکشی^۲ تشکیل می‌شود یا با تغییر نوع نیروی وارد شده از

^۱ Pull- Apart Basin

^۲ Transtension

مجاورت این توده‌های آتشفشانی و نفوذی و متأثر از آنها به وجود آمده‌اند. بررسی چگونگی ایجاد و تحول این عارضه‌ها در چهارچوب دانش تکتونیک ژئومورفولوژی انجام می‌شود. موضوع علم تکتونیک ژئومورفولوژی، بررسی فرم‌ها و چشم‌اندازهای قابل اندازه‌گیری به وجود آمده با فعالیت‌های تکتونیک است (Burbank & Anderson, 2001: 15)؛ به بیان دیگر، تکتونیک ژئومورفولوژی رابطه بین تکتونیک و عوارض سطح زمین را نشان می‌دهد و دانستن ارتباط حوادث تکتونیک با بررسی اشکال و ناهمواری‌های سطح زمین تعبیر و تفسیر می‌شود. تکتونیک ژئومورفولوژی در مقیاس جهانی به وجود آمدن قاره‌ها و اقیانوس‌ها، در مقیاس ناحیه‌ای ساختمان سلسله‌جبال و در مقیاس محلی ساختمان چین‌ها و گسل‌ها، شیب‌ها و پرتگاهها را بررسی می‌کند (Duglas & Robert, 2001: 288).

تکتونیک ژئومورفولوژی به دو صورت تعریف می‌شود: ۱. بررسی چشم‌اندازهای ایجاد شده با فرایندهای تکتونیک و ۲. بررسی مسائل تکتونیک با اصول ژئومورفولوژی (Keller & Pinter, 2002: 52). در این پژوهش از رویکرد اول برای تبیین چگونگی ایجاد ساختمان بعضی چاله‌های ایران مرکزی استفاده شده است.

بررسی مورفولوژی لندفرم‌های سطح زمین با استفاده از دانش تکتونیک، سابقه‌ای طولانی دارد و به زمان آغازین پایه‌ریزی دانش ژئومورفولوژی در اواخر قرن نوزدهم برمی‌گردد. ویلیام موریس دیویس^۲ در نظریه «چرخه فرسایش»^۳ خود بیان داشت مورفولوژی

کششی به فشارشی، ترافشارش^۱ ایجاد می‌شود. در مناطق کششی به علت نازک شدن پوسته و بالآمدگی منحنی‌های هم‌دما (ژئوترمال)، ظهور و بروز پدیده ولکانیسم انتظار می‌رود (Allen et al., 2011: 556). امروزه این حوضه‌ها در ایران در مرحله فشردگی‌اند و به شکل حوضه‌های تبخیری رخنمون دارند. بر این اساس، شکل‌گیری چاله‌های ساختمانی کوچک و بزرگ متعدد در پهنه ساختمانی ایران مرکزی به دخالت کوه‌زایی‌های مختلف به‌ویژه کوه‌زایی آلپی برمی‌گردد؛ اما ایجاد و تغییرات زمین‌ساختی بعضی از چاله‌های منطقه یادشده بسیار جدید و متأثر از عملکرد گسل‌های اصلی ایران مرکزی در پلیو-کواترنری است؛ از این رو در چشم‌انداز پیکر زمین‌ساختی ایران مرکزی، برتری ساختمان شکسته بر چین‌خورده و آتشفشانی به دلیل فعالیت و عملکرد گسل‌ها در کواترنری به‌خوبی مشهود است. به‌طور کلی تحولات کواترنری پایانی متأثر از نئوتکتونیک بوده (Shirahama et al., 2019: 224) و بیشتر این تحولات در امتداد یا مجاورت گسل‌ها رخ داده است (Topal et al., 2016: 55).

فراوانی چاله‌های ساختمانی در این زون از ایران نیز، نتیجه دخالت گسل‌های فراوان در ساختمان آن است؛ از این رو تحولات ساختاری ایران مرکزی را باید در ارتباط با جنبش گسل‌ها بررسی کرد (علایی طالقانی، ۱۳۸۱: ۲۴۱-۲۴۲). علاوه بر ساختمان شکسته، در ایران مرکزی ماگما به‌طور وسیع از پرکامبرین تا نئوژن، هم به شکل آتشفشانی و هم به شکل توده‌های نفوذی، بالا آمده است (همان، ۲۴۲). بعضی چاله‌های این پهنه زمین‌ساختی ایران در

² William Morris Davis

³ Cycle of eErosion

¹ Transpression

است که تا پایان کواترنری به دلیل دمای کم و شاید هم بارش بیشتر، پر از آب بوده‌اند، اما با افزایش دما در هولوسن، آب آنها تبخیر شده است و به شکل کویر درآمده‌اند.

هدف این پژوهش، بررسی چگونگی ایجاد چاله‌های ساختمانی واقع در دامنه‌های جنوبی و جنوب شرق شیرکوه در استان یزد از نظر زمین‌ساختی است که در پلیو - کواترنری ایجاد شده و به شکل دریاچه‌های کواترنری عمل کرده‌اند. این چاله‌ها متأثر از عملکرد گسل دهشیر - بافت و گسل‌های ریدل درجه ۲ حاصل از آن ایجاد شده‌اند.

گسل دهشیر در شرق کفه ابرقو کشیده شده که جزئی از فروافتادگی بزرگ دریاچه ارومیه، تزلوگل - گاوخونی - سیرجان است (آقانباتی، ۱۳۸۳: ۴۰). این گسل حد باختری مجموعه گسل‌های جنبای راستالغز راست‌بر شمالی - جنوبی پهنه‌های ساختاری ایران مرکزی و خاور ایران است. این گسل با راستای کلی شمال غرب - جنوب شرق، بخشی از پهنه‌های سنندج - سیرجان، کمان ماگمایی ارومیه - دختر و ایران مرکزی را قطع می‌کند (گورابی و پاریزی، ۱۳۹۴: ۵۴). گسل دهشیر با جهش تجمعی ۲۰۰ متری طی کواترنری، میزان لغزشی حدود ۰،۱۱ میلی‌متر در هر سال داشته است؛ این مسئله سبب تغییر شکل رسوبات کواترنری و افت سطح اساس شبکه‌های زهکشی دامنه‌های جنوب غرب شیرکوه از اوایل کواترنری تاکنون شده است (گورابی و پاریزی، ۱۳۹۴: ۵۶).

روش پژوهش

روش پژوهش حاضر، توصیفی - تحلیلی و بیشتر مبتنی بر تحلیل نقشه‌ها و مشاهدات میدانی است.

هر مجموعه ساختمانی در یکی از مراحل تکاملی خود شامل جوانی، بلوغ و پیری قرار دارد و مرحله جوانی آن با نیروهای تکتونیکی ایجاد شده است (Davis, 1899: 363). همچنین در مدل‌های پنک^۱ (۱۹۵۳) و کینگ^۲ (۱۹۵۳) و حتی مدل‌های جدیدتر ژئومورفولوژی مانند تعادل دینامیک هک^۳ (۱۹۶۰) و حساسیت چشم‌انداز برونسدن و تورنر^۴ (۱۹۷۹)، به عوامل تکتونیکی به‌مثابه عوامل اصلی ایجاد و تکامل اشکال ناهمواری‌های زمین توجه شده است (مختاری، ۱۳۸۶: ۱۲۹).

تکتونیک فعال در ایران براساس مدل جهانی تکتونیک صفحه‌ای، حاصل همگرایی پوسته‌های قاره‌ای اوراسیا و عربستان است (Walker, 2006: 22). ایران با قرارگیری بر کمر بند کوه‌زایی آلپ - هیمالیا همواره متأثر از فعالیت‌های تکتونیک و نئوتکتونیک و زلزله‌های مخرب بوده است (شریفی و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۶). همگرایی مداوم صفحات تکتونیکی پیرامون ایران در طول تاریخ زمین‌شناسی تا به امروز سبب فعالیت و دخالت گسل‌ها، بالاآمدگی ماگما، چین‌خوردگی و به‌طور کلی ساخت و تکامل اسکلت ناهمواری‌های کنونی فلات ایران، به‌ویژه ایران مرکزی شده است. وجود گسل‌های بزرگ و قدیمی واقع در این پهنه ساختمانی مانند قم - زفره، دهشیر - بافت، کلمرد، ترود، پشت‌بادام و درونه و فعالیت آنها، ساختار زمین‌شناسی متنوع، پیچیده و به‌طور کلی شکسته‌ای را به وجود آورده است. یکی از این ساختمان‌ها، چاله‌های بسته بزرگ و کوچک متعددی

¹ Penck

² King

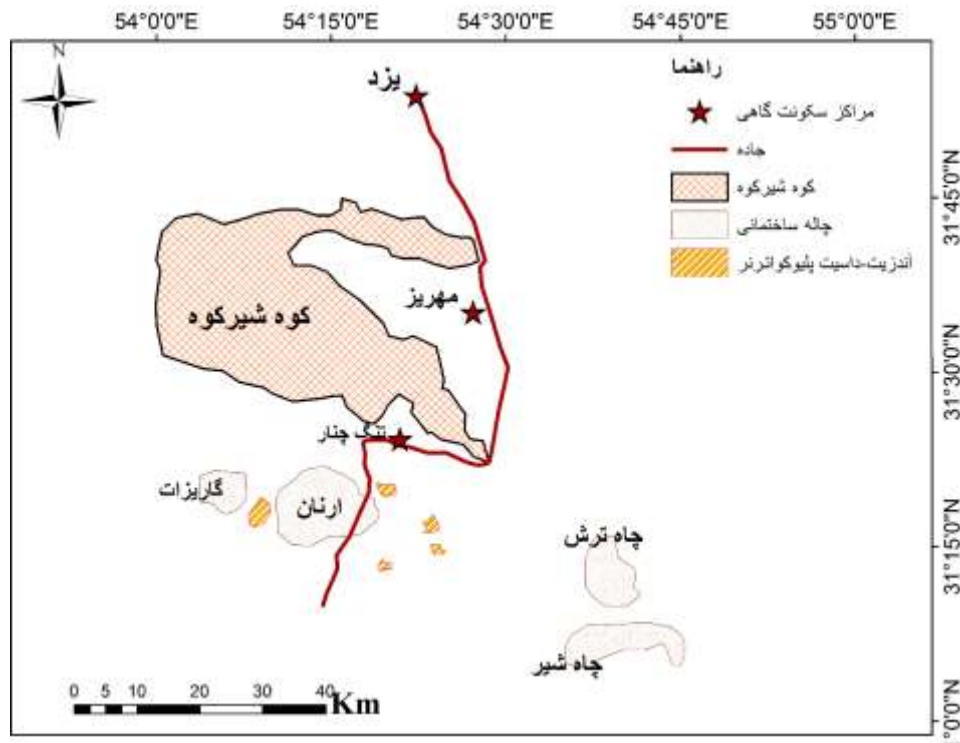
³ Hack

⁴ Brunnsden and Thornes

موقعیت جغرافیایی محدوده پژوهش

منطقه پژوهش در طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۵۰ دقیقه طول جغرافیایی شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه عرض جغرافیایی شمالی در جنوب شهرهای یزد و مهریز و جنوب و جنوب شرقی کوه شیرکوه قرار دارد. در این منطقه دست‌کم چهار چاله ساختمانی مهم و نسبتاً بزرگ دیده می‌شود که در امتداد یک خط شمال غرب - جنوب شرق قرار گرفته‌اند. این چاله‌ها احتمالاً تا پیش از پلیوسن به هم مرتبط بوده و یک چاله ساختمانی نسبتاً بزرگ را تشکیل می‌دهد و به‌مثابه سطح اساس مناطق پیرامونی عمل می‌کرده‌اند. به نظر می‌رسد این چاله‌ها تا پیش از پلیوسن، جزئی از چاله ساختمانی بزرگ‌تر ابرکوه بوده‌اند. با فعالیت گسل دهشیر - بافت و گسل‌های ریدل منشعب از آن در پلیو - پلیستوسن، این چاله بزرگ منقطع شده است و با بالاآمدگی رسوبات میوسن و همچنین گدازه‌های آندزیتی - داسیتی پلیو - پلیستوسن، این چاله‌ها از همدیگر به‌طور کامل جدا شده‌اند. بزرگ‌ترین این چاله‌ها، ارنان است که با کوه‌های داسیتی - آندزیتی از چاله‌های گاریزات در غرب و چاه‌ترش و چاه‌شیر در شرق جدا شده است (شکل ۱)؛ با وجود این، چاله ارنان فرورفتگی کمتری دارد و در سراسر کواترنری با افزایش آب و کاهش تبخیر پر از آب می‌شده و سرریز آن به چاله‌های چاه‌ترش و چاه‌شیر می‌ریخته است.

بررسی ساختار چاله‌های تکتونیکي واقع در دامنه‌های جنوبی و جنوب شرق شیرکوه با تحدید محدوده پژوهش برحسب نقشه‌های توپوگرافی و نقشه رقومى ارتفاعی آغاز شد. در ادامه با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه پژوهش و نقشه گسل‌های فعال ایران تولیدشده در پژوهشکده زمین‌شناسی، گسل‌های اصلی و فرعی منطقه استخراج شد؛ سپس با استفاده از تصاویر گوگل‌ارث و مطالعات میدانی، آثار تغییرات مورفوتکتونیکي گسل‌های منطقه شامل بریدگی و تقطیع رسوبات دشت‌ها و مخروط‌افکنه‌ها، به‌ویژه رسوبات کواترنری، تغییر و جابه‌جایی مسیر آبراهه‌ها، وجود پرتگاه‌های گسلی، وجود کوه‌های آذرین پلیو - کواترنری و چاله‌های واقع در مجاورت آنها بررسی و ساختمان زمین تجزیه و تحلیل شد؛ همچنین گسل‌های خاوری - باختری منشعب از گسل دهشیر، زاویه آنها و آرایش گنبد‌های داسیتی واقع در مجاورت چاله‌های ساختمانی تحلیل و ارزیابی و ارتباط این گنبد‌ها با امتداد یا تقاطع گسل‌ها و نیز زمان فعالیت و بالاآمدگی آنها بررسی شد؛ به‌علاوه در بررسی‌های میدانی، چین‌خوردگی و بالاآمدگی رسوبات میوسن بر اثر فعالیت گسل‌ها در پلیو - کواترنری تحلیل و بررسی شد. یک ترانسه رسوبی حدود ۲۰ متری در چاله ارنان به‌مثابه یکی از چاله‌های پژوهش و یکی از حوضه‌های رسوبی و سطح اساس کواترنری منطقه و تحلیل لایه‌های مختلف رسوبی آن، برای شناخت تغییرات مورفوتکتونیکي چاله‌های ساختمانی این محدوده استفاده شد.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی چاله‌های ساختمانی واقع در جنوب و جنوب شرق دامنه‌های شیرکوه

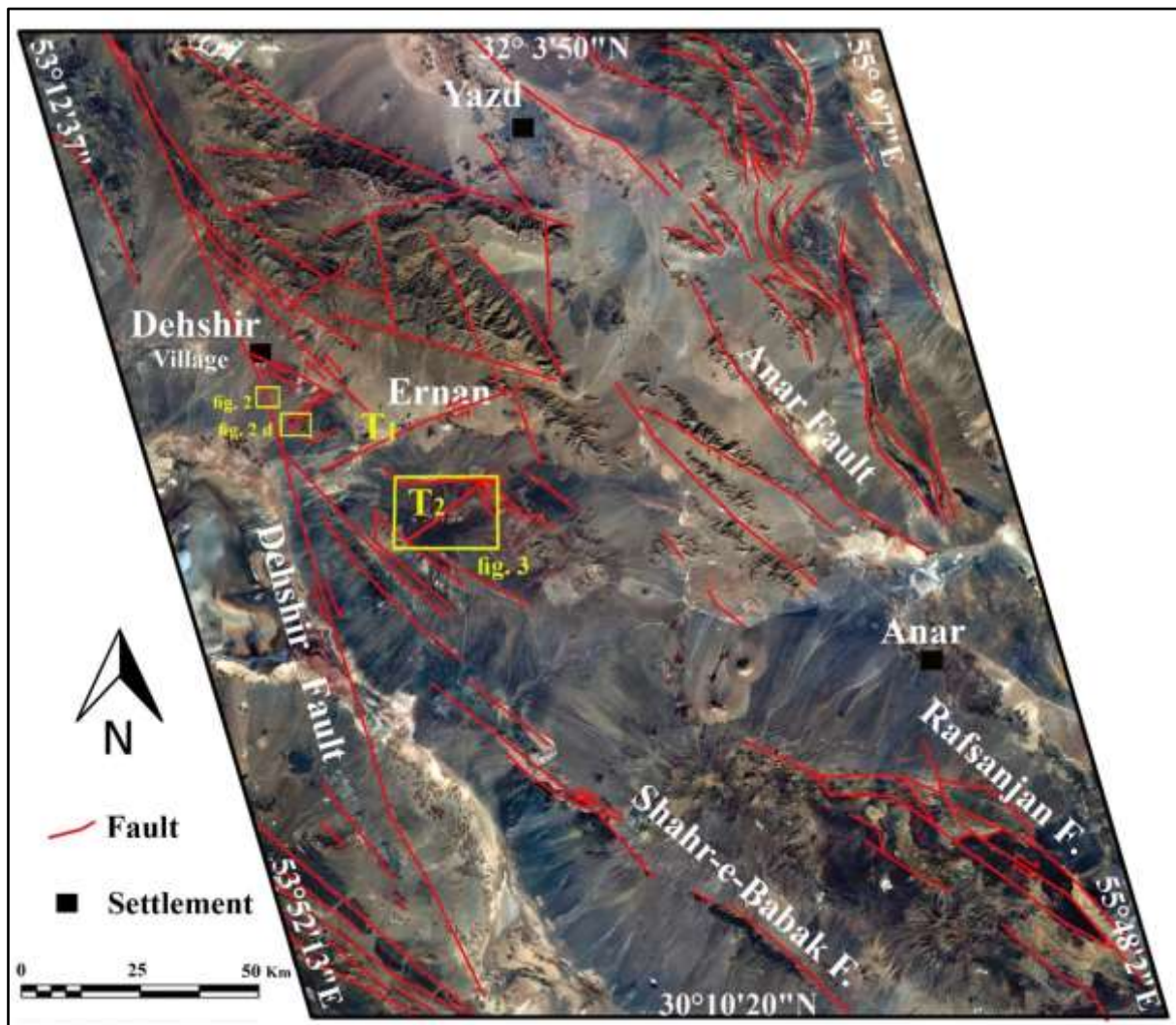
یافته‌های پژوهش

همان‌گونه که اشاره شد، چاله‌های ساختمانی ایران مرکزی در پلیو - کواترنری متأثر از عملکرد و فعالیت گسل‌های واقع در این زون ساختمانی قرار گرفته‌اند و تغییرات زیادی در آنها به وجود آمده است. بعضی چاله‌ها در همین دوران متأثر از عملکرد گسل‌ها به وجود آمده و بعضی دیگر نیز دچار فرونشینی بیشتر شده و به شکل چاله‌های بسته درآمده‌اند. یکی از گسل‌های بزرگ و اثرگذار بر شکل‌گیری و توسعه چاله‌های ایران مرکزی از جمله چاله‌های مدنظر در این پژوهش، گسل دهشیر - بافت است که عملکرد آن بررسی شده است.

گسل دهشیر - بافت

منطقه مدنظر در شرق گسل دهشیر - بافت قرار گرفته و فعالیت این گسل در پلیو - کواترنری سبب

شکل‌گیری چاله‌های نام‌برده شده است. در واقع در غرب و جنوب غرب یزد، آثار تحولات تکتونیکی و ماگمایی جوان بر اثر عملکرد گسل عمدتاً راست‌الغز ناین - دهشیر - بافت و گسل‌های فرعی و درجه ۲ و ۳ آن دیده می‌شود که بر بخش عمده‌ای از غرب منطقه مطالعه‌شده تأثیر گذاشته است (مهرشاهی، ۱۳۸۴: ۱۲۲)؛ (شکل ۲). سیستم گسلی حاکم بر منطقه به‌طور عمده امتداد لغز با مؤلفه راست‌بر است که سبب جابه‌جایی مجرای آبراهه‌ها، رودهای بریده‌شده، دره‌های ۷ شکل و ... است (میرجلیلی و همکاران، ۱۳۹۸: ۲۵۸).



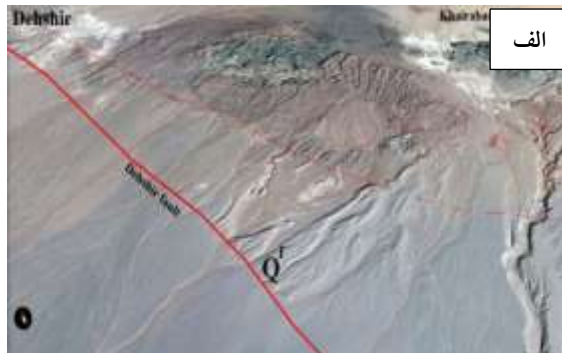
شکل ۲. تصویر ماهواره‌ای منطقه پژوهش به همراه خطواره‌های اصلی (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۸)

گسل نایین - دهشیر - بافت حرکت راستگرد با مؤلفه معکوس و درازای حدود ۴۶۰ کیلومتر دارد که ایالت ماگمایی ارومیه - دختر را از منطقه گاوخونی و ابرکوه جدا می‌کند. حرکت راستگرد با مؤلفه معکوس در شمال و اطراف نایین و راستگرد نرمال در جنوب، حاکی از آخرین فعالیت‌های آن است (Nadimi & Konon, 2012: 490). این گسل در کواترنری جنبا و در بعضی مخروط‌افکنه‌ها و پرتگاه‌های گسله، مؤلفه شیب لغز نرمال آن قابل اندازه‌گیری است (Walker &

گسل نایین - دهشیر - بافت حرکت راستگرد با مؤلفه معکوس و درازای حدود ۴۶۰ کیلومتر دارد که ایالت ماگمایی ارومیه - دختر را از منطقه گاوخونی و ابرکوه جدا می‌کند. حرکت راستگرد با مؤلفه معکوس در شمال و اطراف نایین و راستگرد نرمال در جنوب، حاکی از آخرین فعالیت‌های آن است (Nadimi & Konon, 2012: 490). این گسل در کواترنری جنبا و در بعضی مخروط‌افکنه‌ها و پرتگاه‌های گسله، مؤلفه شیب لغز نرمال آن قابل اندازه‌گیری است (Walker &

مشرقی فر و همکاران (۱۳۸۶) براساس بررسی‌های تنش دیرین، در بخش مرکزی این گسل، نخست یک فاز با رژیم فشارشی همراه گسل‌های معکوس و سپس یک رژیم راستالغز - فشارشی با گسل‌های امتدادلغز معکوس (اریبلغز) را معرفی کرده‌اند.

گسل‌های معکوس باعث رانده‌شدن افیولیت‌ها روی واحدهای ائوسن شده است.



الف



ب



پ



ت

از نظر مقصودی و همکاران (۱۳۹۱) از کرتاسه به بعد، گسل دهشیر بیشتر مؤلفهٔ برشی داشته و سبب جابه‌جایی راستگرد ولکانیک‌های ائوسن - الیگوسن به میزان تقریباً ۵۰ کیلومتر و پرتگاه‌های گسله‌ای به ارتفاع ۱۰ متر در رسوبات کواترنری شمال شهر دهشیر شده است. عملکرد راستالغز راست‌بر گسل دهشیر به همراه شکستگی‌های ریدل درجه ۲ سبب ایجاد راندگی‌های شواز، امیرآباد و توران پشت با زاویه ۲۵ تا ۳۵ درجه با راستای دهشیر شده است (مهرنهاد و مهرشاهی، ۱۳۸۴: ۱۲۳).

ندیمی و کانون^۱ (۲۰۱۲) حوضهٔ گاوخونی را فروافتادگی ساختمانی حاصل تراکشش یک حوضهٔ کشیده - جداشده^۲ می‌دانند که بر اثر حرکت راستگرد گسل نایین دهشیر - بافت و رامشه ایجاد شده است. این مسئله به دلیل خمش این گسل در گاوخونی و ایجاد حوضهٔ تراکششی، امری ثابت شده است؛ اما در منطقهٔ پژوهش، این مکانیسم امکان تعمیم ندارد. جنبایی جوان گسل دهشیر و شاخه‌های فرعی آن در منطقهٔ بررسی شده از تغییر آبراهه‌ها، بریدگی رسوبات و مخروط‌افکنه‌ها، بالاآمدگی تراورتن، ایجاد پرتگاه‌های گسلی و... نمایان است (شکل ۳). این گسل در جنوب دهشیر به دو شاخه تقسیم می‌شود؛ شاخهٔ خاوری با زاویه‌ای حدود ۳۰ درجه که تا شهر بافت کرمان ادامه می‌یابد و شاخهٔ باختری که مرز خاوری دریاچهٔ ابرکوه است و از باختر شهر مروست عبور می‌کند. بین این دو گسل، افیولیت‌های موسوم به دهشیر رخنمون دارند (شکل ۳ ت) که راندگی و

^۱ Nadimi and Konon

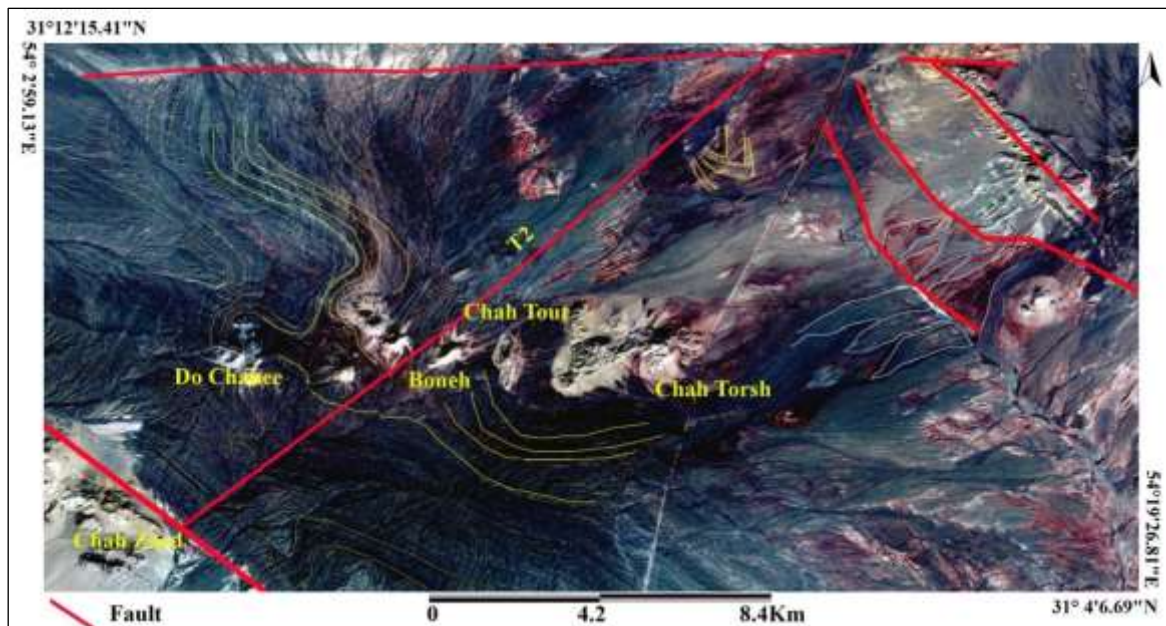
^۲ Pull Apart Basin



شکل ۳. الف. بریده‌شدن مخروط‌افکنه‌ها و رسوبات جدید بر اثر گسل دهشیر در تصویر ماهواره‌ای؛ ب. اثر گسل دهشیر و بالاآمدگی رسوبات عهد حاضر (دید به سوی شمال خاور)؛ پ. بریده‌شدن رسوبات رودخانه‌ای؛ ت. اثر گسل دهشیر بر واحدهای افیولیتی (دید به سوی جنوب)؛ ج. بریده‌شدن رأس مخروط‌افکنه‌ها و تغییر در الگوی شبکه زهکشی بر اثر فعالیت گسل‌ها در پیرامون چاله ارنان در کوآترنری (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۸).

بخش شمالی و شاخه باختری گسل دهشیر به موازات گسل انار و بخش جنوبی و خاوری آن (شهر بابک) به موازات گسل رفسنجان است (شکل ۲). این آرایش، منطقه بررسی شده این نوشتار را در یک زون برشی قرار می‌دهد. این زون برشی میان دو گسل راست‌بر فعال دهشیر - بافت و رفسنجان - انار قرار دارد و بر اثر بالاآمدگی بخش خاوری گسل انار - رفسنجان و بخش باختری گسل دهشیر - بافت، یک حوضه فرورفته انباشته از رسوبات نئوژن تا عهد حاضر را ساخته است که بر اثر چین‌خوردگی رسوبات قدیمی‌تر در مجاورت گسل‌ها برون‌زد دارد (نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰).

نیر و شکل ۴). این گسل‌ها فعالیت‌های متناوب با مکانیسم‌های متفاوت در زمان‌های مختلف داشته‌اند. فعالیت راستگرد آن در عهد حاضر ضمن بریدن تراورتن‌ها و رسوبات رودخانه‌ای و مخروط‌افکنه‌ها هویدا است. زون‌های برشی در بین گسل‌های راستالغز با گسل‌های سیستماتیک موسوم به ریدل همراه هستند. این گسل‌های فرعی براساس زاویه با گسل اصلی و مکانیسم‌های معکوس یا نرمال برای سرشکن کردن جابه‌جایی‌ها و تحلیل نیرو در سنگ‌ها ایجاد می‌شوند و تقریباً تمام واحدهای سنگی را متأثر کرده‌اند.



شکل ۴. موقعیت گنبد‌های داسیتی در مجاورت گسل T1 و چین‌خوردگی رسوبات منسوب به میوسن بر اثر بالا آمدن گنبد‌ها. در مجاورت گسل دهشیر چین‌های با محور NW-SE.

توت و همچنین روند دایک‌های نقشه زمین‌شناسی نیر به‌وضوح دیده می‌شود. بالا آمدگی گنبد‌ها در امتداد و محل تقاطع گسل‌ها، گاه سبب چین‌خوردن رسوبات به سن میوسن شده است (شکل ۴)؛ به‌علاوه باید توجه داشت فروافتادگی حاصل از این کشش و ایجاد حوضه‌های کم‌عمق با کنگلومراهای نه‌چندان سخت نئوژن (نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ یزد) و کنگلومرا و ماسه‌سنگ سست پلیو - کواترنری تا رسوبات حاضر دنبال شده است. محور چین‌های رسوبات میوسن در نزدیکی گسل دهشیر (نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ نیر) اغلب روند NW-SE دارد که نشانه ایراد تنش اصلی سیگما ۱ است.

آن و همکاران^۱ (۲۰۱۱) عملکرد گسل‌های راستگرد ایران از جمله دهشیر و انار را در نئوژن به‌ویژه تا ۵ میلیون سال پیش، یعنی پلیوسن بر اثر

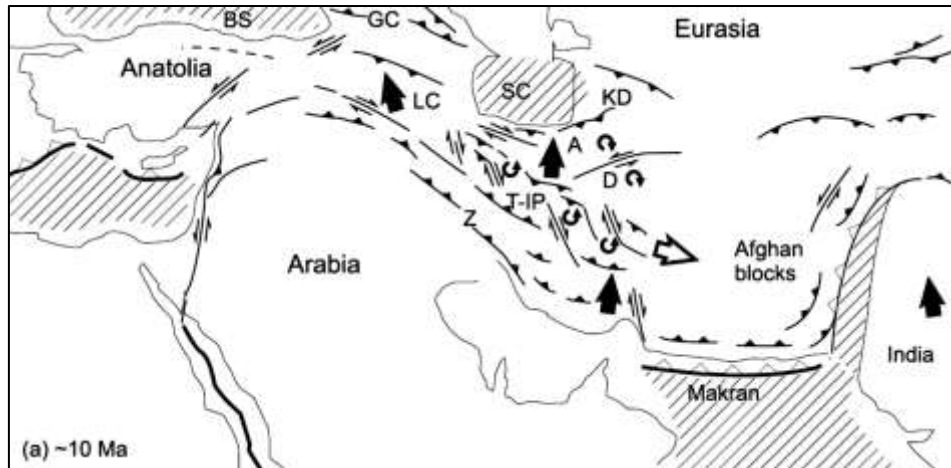
براساس بررسی‌های مقصودی و همکاران (۱۳۹۱)، گسل‌های با روند خاوری - باختری منشعب از گسل دهشیر، مؤلفه جدایشی دارند که سبب شکل‌گیری نواحی فروافتاده و پوشیده از رسوبات کواترنری شده است. این گسل‌ها بیشتر چپگرد هستند و با گسل‌های اصلی، زاویه‌ای حدود ۷۰ درجه دارند. گسل‌های T1 (دستگرد)، فقط در نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ دهشیر مشخص شده که دقیقاً از زیر گنبد ارزان و محل مدنظر عبور می‌کند و T2 (حاجی‌زمانی) که در فاصله ۱۸ کیلومتری جنوب گسل اول قرار دارد، واجد این شرایط به نظر می‌رسند (شکل ۲).

مشرقی فر و همکاران (۱۳۸۶) نیز، محور تنش اصلی سیگما ۱ را افقی و با روند NE-SW و محور تنش اصلی سیگما ۳ را با روند NW-SE می‌دانند. روند کششی این امر با آرایش و راستای خاوری - باختری گنبد‌های داسیتی دو حاجی، حاجی‌زمانی، بنه و چاه

¹ Allen et al

برخلاف جهت عقربه‌های ساعت می‌دانند (شکل ۵).

همگرایی ورقه عربی و اوراسیا، چرخش بلوک‌های حاصل بین گسل‌ها حول محور قائم (سیگما ۲)



شکل ۵. چرخش پاد ساعتگرد بلوک گسله بین گسل‌های انار و دهشیر از اواخر میوسن (Allen et al., 2011: 572)

اسیدی - حد واسط از جمله ارنان شکل گرفته است. وجود چشمه‌های تراورتن‌ساز فراوان منطقه، گواهی بر بالآمدن منحنی زمین‌گرمایی است (شکل ۶).

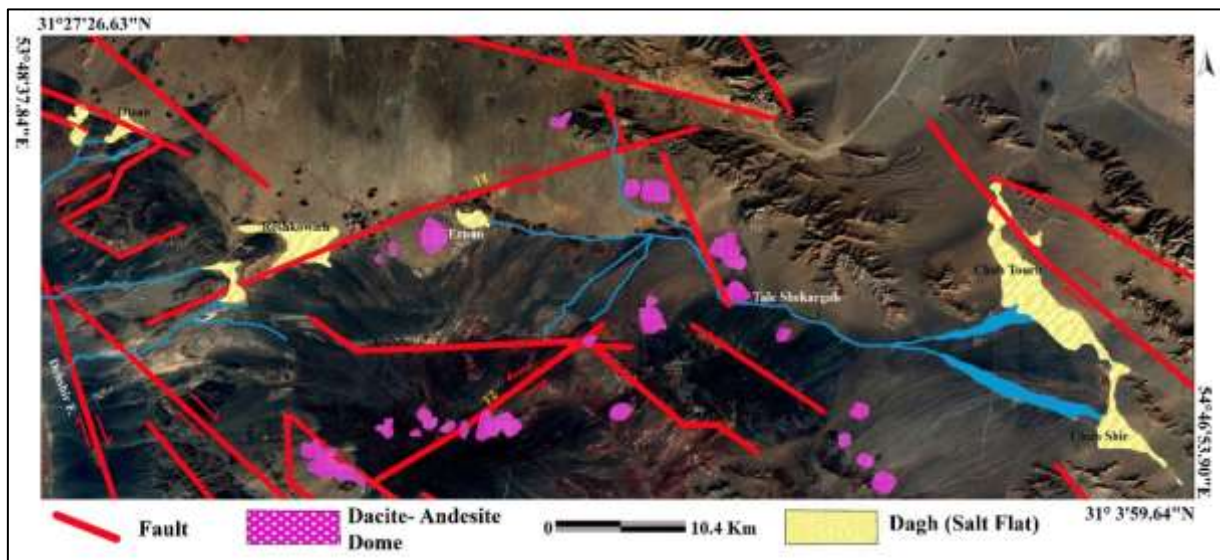
بر اثر این چرخش و ایجاد مناطق کششی محلی، با کم‌شدن ضخامت پوسته و بالآمدگی منحنی زمین‌گرمایی و ذوب بخشی، ولکانیسم پلیوسن به بعد روی داده و گنبدها و سوزن‌هایی با ترکیب



شکل ۶. تصویر گنبد ارنان و تراورتن‌های حاشیه آن

مسیر الگوی زهکشی پس از پلیو - کواترنری پیرامون تل شکارگاه، تل گذار باغ و ارنان در نقشه ۱/۲۵۰۰۰۰ توپوگرافی یزد نمایان است. در این الگو بعضی به سطح اساس چاله چاه‌ترش و چاه‌شیر رسیده و بعضی مانند چاله رشکوییه کلاً بدون ارتباط شده‌اند.

ایجاد این برآمدگی‌های آتشفشانی و گسل‌های امتداد لغز پس از تشکیل حوضه یکپارچه پوشیده از رسوبات (میوسن تا عهد حاضر)، سبب تغییر الگوی زهکشی منطقه شده و چاله‌های کوچک‌تر و مجزای گاریزات (رشکوییه)، ارنان، چاه‌ترش و چاه‌شیر را به وجود آورده است (شکل ۷). در شکل (۷)، تغییر



شکل ۷. تصویر ماهواره‌ای با مقیاس بزرگ‌تر موقعیت چاله‌های منطقه و اثر گسلش و ماگماتیسم منطقه در پیدایش و تغییر آنها

پژوهشگرانی مانند یمانی و همکاران (۱۳۸۹) و گورابی و پاریزی (۱۳۹۴) آنها را بررسی کرده‌اند؛ اما آثار مورفوتکتونیک گسل‌های منشعب از گسل دهشیر در بخش‌های شرقی کمتر در کانون توجه بوده است. این پژوهش بر تحلیل ساختمانی اشکال ناهمواری‌های ساختمانی در این ناحیه متمرکز است. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد مهم‌ترین آثار مورفوتکتونیک گسل‌های مشتق از گسل دهشیر در بخش شرقی آن، چاله‌های ساختمانی کوچک و متعدد است که در مجاورت گنبد‌های داسیتی پلیو-

نتیجه‌گیری

اشکال مورفوتکتونیک مختلف و متنوعی بر اثر فعالیت گسل دهشیر و گسل‌های ریدل درجه ۲ و ۳ منشعب از آن و در امتداد آنها در پلیو - کواترنری ایجاد شده است. در گسل‌های منشعب از گسل دهشیر در ناحیه باختری آن، اشکالی چون چاله‌های ساختمانی ابرکوه و تاغستان، پرتگاه‌های گسلی، بالآمدگی تراورتن‌های پلیو - کواترنری، جابه‌جایی در مسیر آبراه‌ها، بریدگی رسوبات دشت‌ها و مخروط‌افکنه‌ها و ... به وجود آمده است که

امامی، محمدهاشم، (۱۳۷۹). *ماگماتیسزم در ایران*، چاپ اول، تهران، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۶۲۱ صفحه.

سهرابی، آرش، بیگی، سهیلا، (۱۳۹۵). «بررسی شاخص‌های ژئومورفیک و مورفوتکتونیکي برای ارزیابی تکتونیک فعال در محدوده آبدوغی، شمال شرق یزد، ایران مرکزی»، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال ۱۶، شماره ۴۰، ۷-۲۷.

شرافت، شهرزاد، خدای، مهناز، (۱۳۸۴). «زیست‌شناسی سنگ‌های آتشفشانی پلیو - کوآترنر ایران مرکزی (استان‌های اصفهان و یزد)»، بیست و چهارمین گردهمایی علوم زمین، تهران، سازمان زمین‌شناسی.

شریفی، محمد، زارع، فاطمه، طاهری‌نژاد، کاظم، (۱۳۹۶). «ارزیابی فعالیت‌های نئوتکتونیک با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک (نمونه موردی: حوضه آبریز کذاب یزد)»، مخاطرات محیط طبیعی، سال ۶، شماره ۱۱، ۱۵-۳۲.

علایی طالقانی، محمود، (۱۳۸۱). *ژئومورفولوژی ایران*، چاپ اول، تهران، نشر قومس، ۳۷۵ صفحه.

گورابی، ابوالقاسم، پاریزی، اسماعیل، (۱۳۹۴). «تأثیر نوزمین‌ساخت بر تحول لندفرم‌های دامنه‌های جنوب غرب شیرکوه»، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال ۴، شماره ۲، ۴۵-۵۹.

مختاری، داوود، (۱۳۸۶). «تحلیل‌های زمین‌ساخت - رسوبی چاله تکتونیکي و در حال گسترش

کوآترنری و در سراسر دوره کوآترنری محل رسوب‌گذاری قرار گرفته‌اند. این چاله‌ها مانند بسیاری دیگر از چاله‌های بسته ایران مرکزی از جمله گاوخونی (Nadimi & Konon, 2012: 496)، به دلیل تراکزش یک حوضه کشیده - جداشده شکل گرفته‌اند.

منطقه پژوهش در یک زون برشی میان دو گسل راست‌بر فعال دهشیر - بافت و رفسنجان - انار قرار دارد. چرخش پادساعتگرد بلوک گسله بین دو گسل یادشده، مناطق کششی محلی را ایجاد کرده و کاهش ضخامت پوسته را سبب شده است. این امر موجب بالآآمدگی منحنی زمین‌گرایی و ذوب بخشی شده و ولکانیسم محلی پلیوسن به بعد را به وجود آورده است. در پی این پدیده، گنبدهای داسیتی متعددی در امتداد و تقاطع گسل‌ها در جنوب و جنوب شرق شیرکوه و همچنین چین‌خوردگی رسوبات میوسن شکل گرفته است. بالآآمدگی گنبدها به تقطیع سطح هموار پیشین انجامیده و در بعضی نقاط سبب فرونشینی بخش‌هایی از منطقه شده است؛ بدین ترتیب چاله‌های ساختمانی متعددی مانند گاریزات، رشکویه، ارنان، چاه‌شیر و چاه‌ترش در بخش‌های شرقی گسل دهشیر ایجاد شده است. نبوی (۱۳۵۵) نیز به بیرون‌زدگی‌های ماگمایی متأثر از فازهای تنشی گسل‌های خارج‌شده از گسل دهشیر و ایجاد چاله‌های ساختمانی گاوخونی، ابرکوه و تاغستان در غرب و جنوب غرب گسل دهشیر اشاره کرده است.

منابع

آقاناتی، علی، (۱۳۸۳). *زمین‌شناسی ایران*، چاپ اول، تهران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۶۰۶ صفحه.

- مردند»، پژوهش‌های جغرافیایی، دوره ۳۹، شماره ۶۰، ۱۲۹-۱۴۶.
- مشرقی‌فر، محمدرضا، علوی، احمد، محجل، محمد، (۱۳۸۶)، تفکیک فازهای تنش دیرین بر پایه داده‌های گسلی ناهمگن در بخش مرکزی گسل دهشیر، فصلنامه علوم زمین، دوره ۱۸، شماره ۶۹، ۶۴-۷۳.
- معیری، مسعود، موسوی، سید حجت، (۱۳۸۷). «بررسی و تحلیل آثار ژئومورفولوژی گسل ترود»، فصلنامه چشم‌انداز جغرافیایی، سال ۳، شماره ۷، ۱۵۹-۱۷۶.
- معین‌وزیری، حسین، (۱۳۷۵). *دیاچهای بر ماگماتیسیم در ایران*، چاپ دوم، تهران، انتشارات دانشگاه تربیت معلم، ۴۴۰ صفحه.
- مقصودی، میثم، قرشی، منوچهر، نظام‌پور، محمدهادی، (۱۳۹۱). «شواهد ساختاری تغییر رژیم تنش فشارشی به برشی فشارشی در منطقه جنوب شرق باتلاق گاوخونی، محدوده خوشاب»، فصلنامه علوم زمین، سال ۷، شماره ۲۴، ۱۹۷-۲۱۲.
- مهرنهاد، حمید، مهرشاهی، داریوش، (۱۳۸۴). «تحلیل ساختاری و سائزموکتونیک گسل دهشیر»، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، دوره ۲۰، شماره ۷۸، ۱۱۸-۱۲۷.
- میرجلیلی، مرضیه‌سادات، قائمی، فرزین، رحیمی، بهنام، مشرفی‌فر، محمدرضا، غلامزاده، مریم، (۱۳۹۸). «ارزیابی فعالیت‌های نوزمین‌ساختی منطقه خاوری شهر یزد»، علوم زمین، سال ۲۸، شماره ۱۱۱، ۲۵۷-۲۷۰.
- نبوی، محمدحسن، (۱۳۵۵). *دیاچهای بر زمین‌شناسی ایران*، چاپ اول، تهران، انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۰۹ صفحه.
- نیمانی، مجتبی، قاسمی، محمدرضا، علوی‌پناه، سید کاظم، گورابی، ابوالقاسم، (۱۳۸۹). «مورفوتکتونیک ناحیه دهشیر با استفاده از تکنیک‌های ژئومورفومتری»، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، سال ۴، شماره ۷۱، ۱-۲۰.
- Allen, M.B., Kheirkhah, M., Emami, M.H., Jonnes, S.J., (2011). **Right-lateral shear across Iran and kinematic change in the Arabia-Eurasia collision zone**, *Geophysical Journal International*, Vol. 184, 555-574.
- Burbank, D.W., Anderson, R.S., (2001). **"Tectonic Geomorphology"**, Blackwell Science, London, 274 p.
- Davis, W.M., (1899). **The geographical cycle**, *Geographical Journal*, Vol. 14, pp 481-504.
- Duglas, W.B., Robert, S.A., (2001). **Tectonic geomorphology**, Blackwell science, Ltd., p 288.
- Keller, E.A., Pinter, N., (2002). **Active Tectonics: Earthquakes, Uplift, and Landscape**, second edition, New Jersey, 432 p.
- Meyer, B., Le Dortz, K., (2007). **Strike-slip kinematics in Central and Eastern Iran: estimating fault slip-rates averaged over the Holocene**, *Tectonics*, 26, TC5009, doi: 10.1029/2006tc002073.
- Meyer, B., Mouthereau, F., Lacombe, O., Agard, P., (2006). **Evidence of Quaternary activity along the Deshir Fault: implication for the Tertiary tectonics of central Iran**, *Geophys. J. Int.*, Vol. 164, pp 192-201.

- analysis of in situ cosmogenic nuclides**, *Geomorphology*, Vol. 329, pp 224-247.
- Topal, S., Keller, E., Bufe, A., Kocyigit, A., (2016). **Tectonic geomorphology of a large normal fault: Akşehir fault**, SW Turkey, *Geomorphology*, Volume 259, pp 55-69.
- Walker, R., Jackson, J., (2004). **Active tectonics and late Cenozoic strain distribution in central and eastern Iran**, *Tectonics*, 23, doi:10.1029/2003TC001529.
- Walker, R.T., (2006), "A remote sensing study of active folding and faulting in southern Kerman province, S.E. Iran", *Journal of Structural Geology*, Vol. 28, pp 654-668.
- Nadimi, A., Konon, A., (2012). **Gaw-Khuni Basin: An active stepover structure in the Sanandaj-Sirjan Zone**, Iran, *Journal of Geological Society of America Bulletin*, Vol. 124, pp 484-498.
- Nadimi, A., Nadimi, H., (2008). **Exhumation of old rocks during the Zagros collision in the northwestern part of the Zagros Mountains**, Iran, in Burchfield et al., B.C., and Wang, E., eds., *Investigations into the Tectonics of the Tibetan Plateau: Geological Society of America Special Paper 444*, pp 105–122.
- Shirahama, Y., Miyairi, Y., He, H., Fu, B., Echigo, T., Yokoyama, Y., Ikeda, Y., (2019). **Late Quaternary evolution of the Kumkol Basin at the northeastern margin of the Tibetan Plateau revealed by tectonic geomorphology and the**

