

جایگاه نظام گسلی دامغان در پهنه برشی همگرای آستانه - عطاری

نوشته : پرویز امیدي * ، دکتر میرعلی اکبر نوگل سادات ** و دکتر منوچهر قرشي ***

The position of Damghan Fault System in the Astanceh - Attary transpression zone

By : P.Omidy*, Dr.M.A.A. Nogol -e-Sadat**, and Dr.M.Ghorashi***

چکیده

براساس دستاوردهای حاصل از مطالعه تفصیلی ساختاری و ریخت زمین ساختی بر امتداد پهنه گسلی دامغان، و مقایسه طرح‌های نوزمینساختی در نقاط مختلف، این نظام گسلی بر حاشیه جنوبی البرز خاوری متشکل از چهار تکه ده ملا- سیاهکوه، سیاه کوه- رودبار، رودبار - فولادمحله و لبرود- شترگردن معرفی شده است. تکه ده ملا- سیاه کوه سازوکار نرمال داشته و عملکرد سایر تکه‌ها معکوس چپگرد است. این سیستم یکی از عناصر تکتونیکی مهم بر نرون پهنه برشی همگرای چپگرد (Left lateral transpression zone) جنوب البرز خاوری با روند N60E است که در این مقاله، پهنه برشی همگرای آستانه- عطاری نام گرفته است. گسله آستانه، مرز شمالی و گسله عطاری مرز جنوبی آنرا میسازد. تکه‌های ده ملا - سیاه کوه و سیاهکوه - رودبار با فعالیت مشخص بر کواترنری، یک گسله چرخشی راستگرد (Clockwise rotational fault) را می‌سازند. این بخش چرخشی، یک گسله انتقالی (Transfer fault) برای گسله لبرود- شترگردن است. تکه لبرود- شترگردن هیچگونه ارتباط ساختاری و شباهت عملکرد در تکوین محیط رسوبی با گسله عطاری در منطقه جام ندارد. اگر چه این پهنه برشی بر کواترنری فعالیت مشخص داشته است و این شواهد بر تکه‌های ده ملا- سیاه کوه، سیاه کوه- رودبار و لبرود - شترگردن بوضوح مشهود است ولی فعالیت کواترنری بخش باختری آن (تکه رودبار - فولادمحله)، بطور عمده بر امتداد گسله آستانه با سازوکار چپگرد ثبت شده است. شواهد جنبشی (Kinematic evidences) جوان زمین‌شناسی برای الگوی برش همگرای چپگرد در این بخش از البرز خاوری با دستاوردهای بینامیکی ناشی از تحلیل سازو کار کانونی زمینلرزه‌ها، نگرشکی سطحی زمین‌لرزه‌های تاریخی و دستگاهی، و همچنین نتایج حاصل از مطالعات ماهواره‌ای بر روی جنبش ورق‌های لیتوسفری در منطقه مورد مطالعه، هماهنگی کامل دارد و مؤید عملکرد یک تنش فشاری مورب با راستای شمالی - شمال خاوری بر روی منطقه آستانه عطاری است و میتواند موجب تحرک و پویایی منظومه گسلی دامغان براساس الگوی ارائه شده گردد.

واژه‌های کلیدی: گسله دامغان، بررسی ساختاری و ریخت زمین‌ساختی، پهنه‌برشی همگرای چپگرد، البرز خاوری، ایران

Abstract

In this paper, the Damghan Fault System is introduced based on findings of detailed structural and morphotectonic studies and a

comparison of neotectonics patterns within its various parts. This fault system on the southern margin of eastern Alborz comprises four segments including Dehmolla-Siahkuh, Siahkuh- Rudbar, Rudbar-Fooladmahalleh and Labrud-Shotorgardan. The Dehmolla-Siahkuh segments is a strike slip normal fault, while the mechanism of all the others is sinistral reverse. This system is one of the important tectonic elements within the left lateral transpression shear zone with a N60E trend which, in this paper, is being reported as the Astaneh-Attary transpression shear zone. The Astaneh and Attary faults forms its northern and southern boundaries respectively. The Dehmolla- Siahkuh and Siahkuh-Rudbar segments with distinct activity in the Quaternary form a clockwise rotational fault, which is separated from the Rudbar-Fooladmahalleh segment by the Labrud- Shotorgardan segment. The rotational part of the Dehmolla-Rudbar is a transfer fault for the Labrud-Shotorgardan tear fault.

The Labrud-Shotorgardan segment has neither a structural relation nor a similar behavior in the development of sedimentary basin with the Attary fault in the Jam region. Although the area contained within the Astaneh-Attary left lateral shear zone was clearly active in the Quaternary and this activity has left clear evidences in the Dehmolla-Siahkuh, the Siahkuh-Labrud and the Labrud- Shotorgardan segments but its Quaternary activity in the western part (Rudbar-Fooladmahalleh segment), has mainly indicated a sinistral mechanism along the Astaneh fault.

Young geological kinematic evidences for the existence of a left lateral transpression shear zone in this part of eastern Alborz, supports the dynamic findings resulting from analysis of earthquake focal mechanism and surface deformation of historical and instrumental earthquakes as well as the results of satellite studies conducted on the lithospheric plates. All these evidences confirm the application of a compressional oblique stress on the Astaneh-Attary region in a north-northeast direction which could mobilize the Damghan fault system according to the proposed model.

Key Words: Damghan fault, structural and morphotectonic investigations, Left lateral transpression zone, west Alborz, Iran

مقدمه

مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ (سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۹۷۵) و چهار گوش زمین‌شناسی گرگان به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ (سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۶۹ ش.ه) نزدیک به ۶۰ کیلومتر از آن به صورت گسله کواترنری با راستای تقریبی خاوری - باختری و بدون اشاره به جهت شیب و سازو کار آن، به نقشه درآمده است. بربریان و همکاران (۱۳۷۵)، گسله دامغان را در طولی برابر ۱۰۰ کیلومتر به نقشه درآورده و به استناد رژیم زمین‌ساختی چیره در ایرانزمین، سازوکار فشاری را برای آن پیشنهاد داده است. خادمی (۱۳۷۶)، در یک مطالعه ساختاری بر روی بخشی از این گسله که در نقشه

۱۴/۵ کیلومتر از برزای گسله دامغان با روند خاوری - باختری برای نخستین بار بوسیله Krinsely (1970) به عنوان یک گسله کواترنری معرفی شد. وی سازو کار این بخش را کششی (Normal) با شیب بسوی جنوب و فروافتادن بخش جنوبی عنوان نمود. آنچه برای اولین بار شناسائی و معرفی شد محدود به بخشی از گسله در شمال مؤمن‌آباد در ۲۹ کیلومتری شمال خاوری دامغان است. بعد از آن در برگ زمین‌شناسی دامغان به

شده‌اند در چند نقطه باعث پوشش اثر گسله میشوند. در هیچ نقطه‌ای از منطقه مطالعه شده در پیرامون گسله دامغان اثر برش بر روی این واحد رسوبی در سطح زمین مشاهده نشد و مشاهده اثر احتمالی گسله بر روی افقهای زیرین این واحد، مستلزم کندن ترانشه است.

پادگانه‌های جوان و مخروط‌های افکنه

این رسوبها که در دامنه جنوبی بلندی‌های البرزکوه نهشته شده‌اند از فرسایش واحدهای قنیمی‌تر کواترنری (Qt1 و Qsc) و بویژه واحدهای سنگی ارتفاعات البرز جنوبی تشکیل شده و توسط دره‌هایی با شیب جنوبی بر روی واحدهای کهن‌تر نهشته شده‌اند. همچنین فرسایش سنگهای دامنه جنوبی البرز و حمل مواد حاصل به سوی پایین دست باعث انباشت مواد و تشکیل بانزهای آبرفتی نسبتاً کوچک در پای این ارتفاعات شده است. این پادگانه‌های جوان از جنس مواد رسوبی سخت نشده هستند و اندازه اجزاء آن حسب فاصله از منشأ و انرژی آب متفاوت است. همانگونه که در تصاویر ماهواره‌ای شکل‌های ۱، ۲، ۱۷ و ۲۱ دیده میشود رنگ آنها غالباً تابع رنگ سنگهای منشأ در ارتفاعات شمالی میباشد.

پادگانه‌های قدیم و مخروط‌های افکنه

این واحد کواترنری که اساساً از کنگلومرای چند خاستگاهی نه چندان سخت تشکیل شده، چین خورده نیستند ولی شیب اولیه بسیار کم بسوی جنوب - جنوب خاوری دارند. افق‌های نازک سهلت، رس و ماسه با ضخامت چند سانتیمتر در آن یافت میشوند که به طور جانبی بویژه در جهت جریان (به سوی جنوب) تغییر می‌یابند.

رس‌های ماسه‌ای - سیلنتی قاعده کواترنری

کهن‌ترین واحد کواترنری (نقشه زمین‌شناسی چهارگوش گرگان با

زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ دامغان آمده، این گسله را در سه قطعه باختر رود چشمه‌علی، با سازوکار معکوس تا راندگی (تکه ۱)، رود چشمه‌علی تا سپاه کوه با سازوکار معکوس و زاویه تند (تکه ۲)، و از سپاه کوه به سمت خاور با سازوکار نرمال (تکه ۳) معرفی نموده است (شکل ۱). در این مقاله با استفاده از کارهای از قبل انجام شده و به استناد بخشی از بافته‌های پایان‌نامه نوره دکتری در منطقه البرز خاوری که حاصل مطالعه و برداشت روی زمین بر پهنه گسله از جنبه‌های ساختاری، زمین ریخت‌شناسی (Geomorphology)، ریخت زمین‌ساختی (Morphotectonics)، چین‌نگاری مجاور خطوط گسله، و مطالعه نورسنجی بر روی عکسهای هوایی به مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ و بویژه بر روی تصاویر ماهواره‌ای پردازش شده از داده‌های رقومی لندست ۴ مربوط به سالهای ۱۹۸۸ و ۱۹۹۲، با پردازشگر ER Mapper 6.0، با نگاهی ژرف‌تر، به داده‌ها و ویژگی‌های تازه‌ای از این گسله دست یافتیم و با بررسی ساختاری و چین‌نگاری، خط گسله‌ای که بر نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ دامغان به عنوان بخشی از گسله عطاری آمده است، به عنوان یکی از تکه‌های چهارگانه نظام گسلی دامغان به اثبات رسید.

واحدهای سنگی - رسوبی پیرامون نظام گسلی دامغان

در امتداد نظام گسلی دامغان واحدهای رسوبی و سنگی متفاوتی از نظر جنس و سن می‌توان مشاهده نمود که بخشی از توالی چینه‌ای البرز هستند. این واحدها بر ارزیابی و شناسایی جنبش گسله و سازوکار آن مورد استفاده قرار گرفته‌اند. از این رو به اختصار، به ویژگیهای هر یک از آنها در دو بخش دهشته‌های کواترنری و سنگهای قبل از کواترنری اشاره می‌شود. محل هر یک از این واحدها بر تصاویر ماهواره‌ای (شکل‌های ۲، ۱۷ و ۲۱) نشان داده شده است.

نهشته‌های کواترنری

آبرفتهای جوان بستر روخانه‌ها و دره‌ها

جوانترین نهشته‌های کواترنری را آبرفتهای جریان کف دره‌ها و روبه‌ای بزرگ می‌سازند که روند چیره آنها شمالی جنوبی است و همراه با جریان رودخانه‌های دائمی یا موقتی یا سیلابهای جاری در دره‌ها ته‌نشین شده‌اند. این نهشته‌ها که در تصاویر ماهواره‌ای با علامت Qa نشان داده



چهارگوش گرگان به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۶۹ ه. ش.) وجود دارد که با ناپیوستگی زاویه‌دار بر روی واحدهای قهیمی‌تر بویژه بر روی سازند کرج قرار گرفته است. واحد لیتولوژیک دیگری که جزء سری نشوژن است شامل مارنهای سبز زیتونی تا قرمز کچدار و ماسه‌سنگ که معروف به مارن‌های نشوژن بوده و به طور ناپیوسته سنگهای ائوسن را می‌پوشاند و خود توسط واحد لیتولوژیک دیگری که از جنس کنگلومرا بوده و ضخامتی بیش از ۱۰۰ متر دارد (کنگلومرای نشوژن) پوشیده می‌شود. این سه واحد در تصویر ماهواره‌ای شکل‌های ۲ (الف و ب) و ۱۷ به ترتیب با نشانه‌های Ngc، Ngm و Ngp مشخص شده‌اند.

سنگهای ائوسن

سنگهای ائوسن در مجاورت نظام گسلی دامغان با ترکیب کاملاً متفاوت رخنمون دارند. سنگ‌آهک نومولیتی ماسه‌ای (Sandy nummulitic limestone) به رنگ سفید تا خاکستری در شمال کوه‌های فیض‌آبادی و شترگردن و سکانس ضخیمی از شیل، ماسه‌سنگ، توف‌سبز و شیل توفی و رس‌سنگهای قرمز رنگ معادل سازند کرج که در فاصله ده ملا تا رودبار و لبرود تا شترگردن قابل مشاهده است. این دو واحد در شکل‌های ۲- ب و ۲۱ به ترتیب با نشانه‌های E و En مشخص شده‌اند.

سنگهای ژوراسیک

این سنگها که بطور عمده در فاصله رودبار تا فولاد محله نمایان هستند شامل رسوبات قاره‌ای شیل زغال‌دار، ماسه‌سنگ و رس‌سنگ با آثار گیاهی سازند شمشک (Js) بوده که در برخی جاها گدازه‌های بازالتی (مانند جنوب انبه کوه) و لئزهای نازک لائیتی (مانند باختر گیوتنگه) بر قاعده آن دیده می‌شود.

سنگهای تریاس

این سنگها متشکل از آهک نازک لایه با آثار کرم و شیل آهک‌دار و سنگ آهک نولومیتی سازند الهکا (Tr-e بر شکل ۱۷) در فاصله رودبار - فولادمحله نمایان است.

مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، سازمان زمین‌شناسی کشور. ۱۳۶۹ ه. ش.) که توسط گسله دامغان بریده شده شامل رس‌های سیلتی - ماسه‌ای است که در انتهای خاوری آن (از ده ملا تا شمال حسین‌آباد) رخنمون دارد. این واحد در تصاویر ماهواره‌ای با علامت Qsc دیده می‌شود به مقدار قابل توجهی ورقه‌های نازک و کوچک ژپس وجود دارد که سهمای پف کرده آنرا بر سطح زمین میتوان به وجود این ورقه‌ها نسبت داد. البته در برشهای طبیعی و نسبتاً قائمی که در مجاورت آبراهه‌های شمالی جنوبی شکل گرفته، افق‌های دانه برشت آواری نیز مشاهده می‌شود. رنگ روشن و برجستگی آنها نسبت به دهشته‌های کواترنری جوانتر در شمال و جنوب و حضور خطی آن به صورت تپه‌های کم ارتفاع باروند چیره خاوری - باختری باعث شده است که در نگاره‌های هوایی، ماهواره‌ای و در روی زمین بسازگی قابل شناسایی باشند. این رسوب‌های کهن کواترنری که شیب اولیه‌ای بسوی جنوب دارد توسط بربریان و همکاران (۱۳۷۵) با سازند کهریزک جنوب تهران هم‌ارز شناخته شده است.

سنگ آهک آب شیرین

در باختر سیاه کوه بر روی خط گسله دامغان که مرز بین واحدهای رسومی کواترنری و واحدهای سنگی کربناته بطور عمده بونین سیاه کوه را میسازد آثار یک چشمه قهیمی به صورت سنگ‌آهک (تراورتن) نسبتاً افقی باقی مانده است (Qf بر شکل ۲). در حدود ۵۰ متری جنوب این تراورتن هم اکنون چشمه فعالی وجود دارد که بوسیله کانالی قهیمی به طرف پایین دست هدایت شده است. رشد افق‌های آهکی باعث شده تا سطح کانال ابتدایی حدود یک متر به سمت بالا مهاجرت نماید.

دهشته‌های قبل از کواترنری

سری نشوژن

سری نشوژن در پهنه نظام گسلی دامغان به صورت سه واحد لیتولوژیک نمایان است. در محدوده سیاه کوه تا فولاد محله، یک واحد کنگلومرانی ضخیم با سن پهلوی - کواترنری (نقشه زمین‌شناسی

سنگهای پرموتریاس

در فاصله لبرود تا شترگرین، شواهد قابل قبولی برای سازند آهکی روته (پرمین) و سازند آهکی الیکا (تریاس آغازین - میانی) تاکنون یافت نشده است ولی معادل این سازندها، یک واحد سنگ آهک با لایه‌بندی خوب و در برخی جاها نولومیت با سن پرموتریاس در دامنه شمالی سیمه کوه و کوههای انجیرلو، فیض‌آبادی و شترگرین رخنمون دارد (PT بر شکل ۲۱).

سنگهای کربونیفر

تاقیل از آقابالو (۱۲۷۸) وجود سنگهای کربونیفر در امتداد بخش لبرود- شترگرین گزارش نشده است و در نقشه‌های منتشره به طور اساسی این بخش را مشابه عملکرد گسله عطاری در گرینه آهوان دانسته و آنرا مرز میان ایران مرکزی و البرز به حساب می‌آورند. آقابالو با مطالعه بر روی بازویهای کربونیفر زیرین در بخش باختری سیمه کوه (کوه بالاست)، برای اولین بار، رسوبهای متعلق به کربونیفر زیرین را در این منطقه معادل با سازند مبارک در بخشهای مختلف البرز شناسایی و معرفی نمود (Mo در شکل ۲۱).

سنگهای دونین

سنگهای دونین در سیاه کوه و در فاصله لبرود تا شترگرین به وفور نمایان هستند. این سنگها که شبیه سازندهای پانها، سیبزار و بهرام در کوهستانهای خاور ایران هستند (علوی نائینی، م. ۱۳۷۲)، با ترکیبی از ماسه‌سنگ با میان‌لایه‌های نازک نولومیت زرد رنگ و شیل میکادار (دونین زیرین) در سیمه کوه، کوههای انجیرلو، فیض‌آبادی و شترگرین دیده میشوند که با نولومیت‌های زرد رنگ نازک لایه سیبزار ادامه یافته و سپس به آهک و نولومیت بهرام میرسند سنگهای دونین را در سیاهکوه (شمال خاوری دامغان) نیز با ترکیب ماسه‌سنگ و نولومیت پانها و نولومیت‌های توبه‌ای با رنگ هوازبه تیره سازند سیبزار میتوان دید (نقشه زمین‌شناسی چهارکوش گرگان به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۶۹ ه.ش. و برگ زمین‌شناسی دامغان به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور ۱۹۷۵ م.). در تصویر ماهواره‌ای شکل ۲ و ۲۱ سنگهای دونین بدون تفکیک با حرف D نشان داده شده‌اند.

سنگهای کامبرین

سازند میلا

رخنمونی نسبتاً وسیع از آهک و شیل‌های نازک لایه سبز تیره رنگ در جنوب خاوری کوه بالاست (سیمه کوه) وجود دارد که سرشار از تریلوبیت و گراپتولیت بوده و حاکی از وجود سازند میلا در این بخش است (طاهری، ع.، ۱۳۷۹، گفته شفاهی). به دلیل عملکرد گسله‌ها تفکیک امضاء آن امکان‌پذیر نیست ولی رخنمون موجود با ویژگیهای عضو ۵ این سازند قابل انطباق است (M بر شکل ۲۱).

سازند باروت

قدیمترین واحد سنگی را در امتداد لبرود تا شترگرین میتوان دید که سازند باروت با سن کامبرین را میسازد (Br بر شکل ۲۴) و متشکل از تناوب لایه‌های نازک ماسه‌سنگ و شیل ارغوانی است و به صورت بین لایه‌ای با نولومیت کریستالین و آهک سنگ نولومیتی گره‌گذار و نوارهای سیاه چرت قرار دارد.

طرح هندسی، شواهد و سازو کار نظام گسلی دامغان

بعد از شناسایی و معرفی اولیه گسله دامغان توسط کرینسلی (۱۹۷۰)، ویژگیهای هندسی و اختصاصات سینماتیک و دینامیکی آن از مسائل مورد بحث پژوهشگران بوده و نظرات متفاوتی در مورد برزای گسله، جهت شیب، سازوکار و جایگاه تکتونیکی و ساختاری آن در البرز خاوری بیان گردیده که به مهمترین آنها در بخش ۱ اشاره شد. مطالعه حاضر نشان داد که گرچه برخی از دستاوردهای حاصل از مطالعات قبلی صحیح می‌باشد ولی از آنجائیکه این دستاوردها بر مبنای مطالعه تفصیلی داده‌های ساختاری و مشاهدات دقیق روی زمین نبوده است از جامعیت لازم برخوردار نبوده و پاسخگوی همه مسائل ساختاری و ریخت زمینساختی این پهنه از البرز خاوری نمی‌باشد.

در این مقاله سعی شده است به استناد مشاهدات مستقیم روی زمین و جمع‌آوری داده‌های ساختاری و زمین‌ریختی و تلفیق آنها با داده‌های دورسنجی، شواهد گسیختگی، طرح هندسی و سازوکار آن در چهار تکه مجزا مورد بحث قرار گیرد.



طرح هندسی، شواهد و سازو کار گسله دامغان در فاصله ده ملا تا رودبار طرح هندسی

مطالعه دقیق نورسنجی و صحرایی در پهنه گسلی (Fault zone)، بویژه با کاربرد تصاویر ماهواره‌ای با ترکیب‌های (RGB) گوناگون نشان داده که در این بخش، بویژه در فاصله ده ملا تا سیاه کوه، شاخه‌های فرعی با زوایای مختلف نسبت به گسله اصلی وجود دارند که در شکل ۲-الف با نامهای F1 تا F11 نشان داده شده‌اند. در انتهای خاوری گسله دامغان، شاخه‌های F1 تا F4 با روند N70E تا N76E حضور دارند که با زاویه‌ای در حدود ۱۴ تا ۲۰ درجه نسبت به روند اصلی (D.F.)، کهن‌ترین واحد رسوبی کواترنری (Qsc) را بریده و باعث حضور آنها در سطح زمین گردیده‌اند. شاخه F5 با موقعیت N58E و زاویه ۲۲ درجه نسبت به گسله اصلی با تفاوت رنگ مشخص رسوبات کواترنری در دو سمت آن در نگاره ماهواره‌ای (شکل ۲-الف) به خوبی قابل شناسایی است. شاخه‌های F6 و F7 با راستای N75E و شاخه F8 با راستای N76E در واحدهای کواترنری (Q11) ایجاد گسیختگی نموده‌اند. شاخه‌های F6 تا F8 به همراه گسله اصلی پرتگاه‌های با شیب جنوبی را ساخته‌اند. نامرئی این خطوط ناشی از طرح نریبانی (En echelon Pattern) اولیه گسلش است که نتیجه طبیعی عملکرد پهنه‌های برشی است.

در فاصله ده ملا تا سیاه کوه به استناد دو نشانه زمین‌شناسی میتوان به جهت شیب گسله پی‌برد:

الف - شاخه‌های فرعی بویژه F6 تا F8 و خطواره اصلی دامغان در محل‌های برش بر روی پاندگانه‌های آبرفتی قدیمی و مخروط افکنه‌های آبرفتی، پرتگاه‌های با شیب جنوبی ایجاد نموده است و ماکزیمم شیب آنها به ۶۰ درجه میرسد.

ب - در تنها نقطه‌ای که اثر پهنه گسلی دامغان را میتوان دید، ترانشه حاشیه راه آسفاته معین طزره (شکل ۲) با موقعیت N20W, 60SW است (نقطه P در شکل ۲-الف). با بکارگیری ریک (Rake) اثر گسله در این ترانشه و روند خاوری باختری آن، موقعیت N90E, 65S برای فاصله ده ملا- سیاه کوه بدست می‌آید که در استریوگرام شکل ۴ نشان داده شده است. طرح نریبانی گسله دامغان در سه شاخه به سمت باختر ادامه یافته، بگونه‌ای که دو شاخه جنوبی و میانی آن (F9, F10)، با رسیدن بهم در

باختر سیاه کوه خط گسله واحدی را بوجود می‌آورند و شاخه شمالی آن (F12) در شمال سیاه کوه مرز بین سنگهای یونین را با نهشته‌های کواترنری شمال آن تشکیل می‌دهند و شاخه شمالی آن (F12) در شمال سیاه کوه مرز بین سنگهای یونین را با نهشته‌های کواترنری شمال آن می‌سازد. در محدوده سیاه کوه تنها داده روی زمین که بر مبنای آن بتوان نسبت به موقعیت گسله و جهت شیب آن اظهار نظر نمود، رویه‌های تخت سه‌گوش (Triangle facet) در کنگلومرای پلجو- کواترنری خاور سیاه کوه است که در امتداد دو شاخه میانی و جنوبی آن (نقاط T1 و T2 در شکل ۲-الف) با شیب حدود ۵۰ درجه جنوبی باقی مانده‌اند. یادآوری این نکته ضروری است که اثری از این کنگلومرا و رویه‌های تخت سه گوش در باختر رودخانه مار چشمه وجود ندارد و شواهد زمین ریختی گسله در باختر این رودخانه به سمت رودبار تفاوت اساسی با بخش خاوری می‌یابد که در مورد علت این تفاوت و ارتباط آن با ساز و کار و گسله، در بخش‌های بعد بحث خواهد شد. رویه‌های تخت سه گوش را در عکس هوایی ۱:۲۰۰۰۰ به شماره ۱۲۰۱۱ با چشم غیر مسلح نیز می‌توان دید. خطواره اصلی گسله دامغان از باختر سیاه کوه تا روستای رودبار در مجاورت چشمه‌علی با راستای N77E ادامه می‌یابد و شاخه‌های فرعی مرتبط با آن نیز با موقعیت‌های F13 و F14 روند اصلی را همراهی می‌نمایند. در فاصله سیاه کوه تا رودبار رخنمون‌هایی که همبری گسلی بین واحدهای کواترنری در شمال و سنگهای ائوسن در جنوب را نشان می‌دهد حکایت از شیب جنوبی گسله در این بخش دارد. به عنوان نمونه می‌توان به یکی از این رخنمون‌ها در باختر سیاه کوه (نقطه W در شکل ۲-ب) اشاره کرد که واحدهای کواترنری شمالی در کنار گسله‌ای با شیب جنوبی نزدیک به قائم با شیب و مارنهای ائوسن در جنوب در تماس هستند. مجموعه این دانه‌ها در فاصله سیاه کوه تا رودبار، حاکی از موقعیت N77E, 65SE آن می‌باشد.

نشانه‌های گسلش و سازوکار آن

بخش ده ملا تا رودبار را از دیدگاه زمین ریخت‌شناسی در امتداد خط گسله می‌توان به دو زیربخش ده ملا- سیاه کوه و سیاه کوه - رودبار تقسیم کرد و نشانه‌های گسلش و سازوکار آنها در این دو زیر بخش به تفکیک مورد بررسی قرار داد.

زیربخش ده ملا - سیاه کوه

نشانه‌های دورسنجی

روشن‌تر یافته‌اند. به‌علاوه، اختلاف رنگ نهشته‌های کواترنری (Qt2) در امتداد شاخه F5 نشانه عملکرد این شاخه از گسله دامغان در کواترنری است.

- ژرفای آبراهه‌ها

ژرفای آبراهه‌ها بر نهشته‌های کواترنری (Qt1) در شمال خطوط گسله بیشتر، و خط الراس‌ها از تیزی بیشتری برخوردارند در حالیکه این ویژگی‌ها در آبراهه‌های جنوب آنها مشاهده نمی‌شود. از طرف دیگر در بلوک شمالی، آبراهه‌های از کار افتاده‌ای را میتوان مشاهده نمود که ارتباط آنها با عقبه تغذیه کننده خود قطع شده است. ژرفای زیاد و خشن بودن سیعهای آبراهه‌ها در بلوک شمالی گسله، حاکی از بالا آمدن سطح اساس (Base level) روپخانه‌ها در بلوک شمالی و پایین آمدن آن در بلوک جنوبی است.

- رویه‌های تخت سه‌گوش

رویه‌های تخت سه‌گوش که از مناظر زمین ریختی ویژه گسله‌های فعال با سازوکار نرمال هستند در امتداد این قسمت از گسله دامغان در دامنه جنوبی کنگلومرای پلهور - کواترنری خاور سیاهکوه تشکیل شده‌اند. در محل برخورد گسله اصلی میانی (F10) با راه شنی طاق به طالع در تره مارچشمه، رویه‌های تخت سه‌گوش بر روی فرابوار گسله شکل گرفته‌اند. این رویه‌ها در عکس هوایی ۱:۵۵۰۰۰ به شماره ۳۶۳۵ از پروژه ۱۵۷ سازمان جغرافیائی نیروهای مسلح بویژه در عکس هوایی ۱:۲۰۰۰۰ به شماره ۱۲۰۱۱ سازمان نقشه‌برداری کشور به سهولت دیده میشود (شکل ۵). تره‌ای که این رویه‌ها دامنه شمالی آنرا میسازند دقیقاً منطبق بر روند گسله F10 ایجاد شده است.

- اثر گسله در رسوب‌های کواترنری

تنها نقطه‌ای که این بخش از نظام گسلی دامغان (F7) بر نهشته‌های کواترنری مشاهده شد (نقطه R بر شکل ۲-الف) ترانشه حاشیه چاده آسفالته طزره است (شکل ۳). در این تصویر جابجائی نرمال یک افق کلهد در حدود ۳۰ تا ۴۰ سانتیمتر روی داده است. بدین ترتیب براساس وجود رویه‌های تخت سه گوش، اثر برش در کواترنری، وجود پرتگاه‌های با شیب جنوبی و سیعهای آبراهه‌ها ثابت میشود که بلوک شمالی برپائی داشته و

اثر زیر بخش ده ملا - سیاه کوه را از باختر ده ملا (شمال روستای مومن‌آباد) تا روپخانه مارچشمه در سیاهکوه به صورت یک خط برش در پانگانه‌های آبرفتی قدیمی و جوان (Qt1, Qt2) به طول حدود ۲۵ کیلومتر بر روی عکسهای هوایی به مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ پروژه ۱۵۷ چاپ سازمان جغرافیائی نیروهای مسلح به شماره‌های ۳۶۳۵ تا ۳۶۳۹ و بر روی تصویر ماهواره‌ای لندست ۴ به شماره گذر ۱۶۲ و ردیف ۲۵ (شکل ۲-الف) مشخص است.

نشانه‌های چینه‌نگاری

در محدوده باختر هملا و شمال مومن‌آباد رخنمونی از کهن‌ترین واحد کواترنری (Q8c) با شکل تپه‌های خطی و سه باند تقریباً مجزا با روند کلی خاوری باختری و در مجاورت واحدهای جوانتر کواترنری (Qt2) وجود دارد. این تپه‌ها نسبت به واحدهای مجاور خود اختلاف فزاینده‌ای قابل ملاحظه‌ای دارند. مرز ناگهانی و خطی این باندها بویژه باند جنوبی در بخش باختری و ردیف شدن این مرز خطی با خطوط گسلی باختر مؤمن‌آباد حاکی از نقش گسلش در بالا آمدن باندهای رس ماسه‌ای - سیلتی و قرارگیری در کنار واحدهای جوانتر کواترنری است.

نشانه‌های زمین ریختی

- پرتگاه‌ها

در امتداد گسله‌های F5 تا F11 بر نهشته‌های کواترنری (Qt1) را بریده شده و پرتگاه‌هایی با شیب ماکزیمم ۶۰ درجه به سوی جنوب ایجاد شده است. ارتفاع این پرتگاه‌ها از ۱۰ متر تجاوز نمی‌نماید.

- لیتولوژی

نهشته‌های کواترنری کهن (Qt1) که اساساً از کنگلومرای چند خاستگاهی دانه درشت تشکیل شده‌اند در شمال خطوط گسله رنگ و بافت نسبتاً خشن خود را حفظ نموده ولی در جنوب آن به دلیل فروافتادن و پوشش مواد دانه‌ریز حمل شده از بخش شمالی، بافتی ملایم‌تر و رنگی



ریخت‌شناسی آنها به گونه‌ای است که نمیتوان آنها را به عنوان سنگ‌مانبر کنگلومرای پلپو- کواترنری جنوب آن به حساب آورد.

ب- یکی از مزایای تصاویر ماهواره‌ای نسبت به عکس‌های سپاه و سفینه‌ها این است که در تصاویر ماهواره‌ای به دلیل تبعیت رنگ نهشته‌های کواترنری از سنگ مادر تغذیه کننده این نهشته‌ها را شناسایی نمود. با توجه به این که در پردازش داده‌های رقومی، گونه‌ای از ترکیب RGB انتخاب گردیده است (ترکیب ۵۴۲) تا رنگ طبیعی واحدهای سنگی و عوارض سطح زمین به نمایش درآید، از این بنگاه میتوان سنگ‌مانبر نهشته‌های کواترنری را شناسایی نمود. رنگ روشن متمایل به قرمز نهشته‌های پلپو - کواترنری بر جنوب نیمه باختری سپاه کوه مؤید این نظر است که این رسوبات توسط سنگهای تیره رنگ بالابست خود تامین نشده‌اند بلکه در محیط دیگری تشکیل و به این مکان جابجا گردیده‌اند. فقط بخشی از کف آبراهه‌هایی که پس از استقرار کنگلومراها در مکان جدید، با تغذیه سنگهای بالابست به فعالیت خود ادامه داده‌اند ضخامت کمی از مواد رسوبی خود را از سنگهای بالا بست دریافت نموده و به همین دلیل رنگ تیره دارند (شکل ۲).

ج- از باختر سپاه کوه تا رویار، عمده واحدهای رسوبی شمال خط گسله، متعلق به نهشته‌های کواترنری (Qt1) و در مواردی کنگلومرای پلپو- کواترنری است که طبق برش‌های شکل ۷ در کنار واحدهای ائوسن سازند کرج و کنگلومرای نئوژن و نیز رسوبات کواترنری (Qt1) در جنوب گسله قرار گرفته‌اند. شکل ۸ تصویر یکی از این همبری‌ها را نشان مینهد.

همبری سری‌های ائوسن سازند کرج در جنوب گسله با نهشته‌های کواترنری در شمال، همچنین همبری کنگلومرای نئوژن (Ngc) در جنوب با نهشته‌های پلپو- کواترنری در شمال، حاکی از برپائی و برخاستگی بلوک جنوبی و فروافتانگی بلوک شمالی است (شکل ۷).

د- در انتهای باختری این زیربخش در حدود ۵ کیلومتری خاور رویار، برش قابل توجهی از این گسله بر روی کنگلومرای پلپو- کواترنری ایجاد شده که پرتگاه آن هم‌اکنون وجود دارد. در این نقطه (نقطه C در شکل ۲ - ب) سری‌های رنگین شامل شیل، مارن، مارلستون سازند کرج (ائوسن) در جنوب گسله، در کنار کنگلومرای پلپو - کواترنری در شمال قرار گرفته‌اند (شکل ۹). فرسایش پهنی بسیار بالای لایه‌های تشکیل‌دهنده سازند کرج، در مقابل مقاومت نسبتاً خوب کنگلومرا، باعث حذف لایه‌های سازند کرج و

بلوک جنوبی فرو افتاده است. از طرف دیگر داده‌های زمین ریزشی و ساختاری نشان داد که شیب گسله دامغان در این قسمت حدود ۶۵ درجه جنوبی است. از این رو میتوان گفت که گسله دامغان در فاصله باختر ده ملا تا سپاه کوه دارای موقعیت کلی N90E, 65S و مؤلفه قائم حرکت آن سازو کار نرمال با شیب جنوبی دارد.

- نشانه‌های جابجائی راستالغز

چنانچه گسله کواترنری جنبش شیب لغز محض (Pure dip slip) به صورت فشاری یا کششی داشته باشد آبراهه‌های بریده شده در بالابست و پائین بست فراز گسله در یک امتداد قرار خواهند گرفت (شکل ۶). در حالیکه طرح آبراهه‌ها در نهشته‌های کواترنری نشان می‌دهد که بسیاری از آنها در برخورد با گسله دامغان قطع شده و در جنوب آن هم‌تابی ندارند و آبراهه‌های جنوب گسله آبراهه‌هایی هستند که پس از گسیختگی و جابجائی مجدداً در امتداد آبراهه‌های شمال آن شکل گرفته‌اند.

زیربخش سپاه کوه - رودبار

نشانه‌های دورسنجی

اثر این زیربخش از باختر مارچشمه (در سپاه کوه) تا رودخانه چشمه‌علی به صورت همجواری گسلی سنگهای پالئوزوئیک سپاه‌کوه در شمال با کنگلومرای پلپو - کواترنری در جنوب، ایجاد گسیختگی در این کنگلومرا و در پایگانه‌های آبرفتی قدیمی (Qt1)، به طول حدود ۲۲ کیلومتر در عکسهای هوایی شمارهای ۲۶۲۱ تا ۲۶۲۵ به مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ پروژه ۱۵۷ سازمان جغرافیائی نیروهای مسلح و در تصویر ماهواره‌ای لندست ۴ به شماره گتر ۱۶۳ و ریف ۲۵ با راستای N70E تا N80E مشخص است (شکل ۲- ب).

نشانه‌های چین‌نگاری

الف - در محدوده سپاه‌کوه، در باختر رودخانه مارچشمه، همبری کنگلومرای پلپو- کواترنری در جنوب گسله با سنگهای تیره رنگ پالئوزوئیک سپاه کوه در شمال آن به گونه غیرطبیعی و نابرجا مشهود است. برخی از آبراهه‌های موجود در کنگلومرای کواترنری در برخورد با سنگهای پالئوزوئیک سپاه کوه در این سنگها ادامه نمی‌یابند و

شده و سطح اساس رودخانه‌ها حتی به لایه‌های مارن (اٹوسن) زیرکنگلو مریا رسیده است. وجود این نوع بره‌ها در کنگلو مریای پلیو- کواترنری جنوب گسله و نبود آنها در کنگلو مریای شمال آن، نشانه حرکت رو به بالای بلوک جنوبی و به تبع آن بالا آمدگی سطح اساس رودخانه، باعث ازدیاد ژرفای آنها و یافتن شکل V و سهمایی گردیده که ویژه مناطق فعال تکتونیکی است. شکل ۱۲ تصویری از دیواره قائم یکی از این بره‌هاست که کنگلو مریای پلیو- کواترنری با ضخامت بیش از ۱۰ متر با شیب حدود ۱۰ درجه جنوبی بر روی لایه‌های مارن قرمز رنگ اٹوسن قرار گرفته است. نبود رسوبات کواترنری از نوع (Qt1) بر روی کنگلو مریای پلیو- کواترنری، و استقرار این نهشته‌ها به طور مستقیم بر روی سری‌های اٹوسن شمال آن در مجاور گسله و قطع شدن آنها حاکی است که در کواترنری پیشین، گسله مورد بحث حداقل دو جنبش داشته که مؤلفه قائم آن برپائی بلوک جنوبی را همراه داشته است. جنبش اول باعث برپائی و کج شدن یکی به سوی جنوب کنگلو مریای پلیو- کواترنری و تشدید چین خوردگی در لایه‌های پلاستیک سری اٹوسن زیر آن گشته است. این برپائی در برخی نقاط، گسله‌های ثقلی با شیب به سوی شمال، ویژه پهنه‌های رانگی را ایجاد نموده است. جابجائی ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتری درمال که در این گسله‌ها دیده میشود، نشانه همزمانی این ساختها با، چین خوردگی و بالا آمدگی بلوک جنوبی در اولین جنبش است. چنانچه در شکل ۱۳- ب دیده میشود جنبشهای قبل از کواترنری این گسله نهشته‌های کواترنری بالای سری اٹوسن را قطع نموده‌اند.

یافته‌های ساختاری

الف - گسستگی‌های اصلی موجود در سنگهای نوبین باختر سیاهکوه که از نظر درازا و جابجائی اهمیت دارند در دو دسته قابل تفکیک‌اند. دسته‌ای که شیب شمال - شمال باختری و دسته دیگر که شیب جنوب - جنوب باختری یا جنوب خاوری دارند. باقی ماندن اثر خراشهای گسلی در دسته دوم و نبود و فرسایش شدید سطح گسله در دسته اول، حاکی از قدیمی بودن جنبش در گسستگی‌های با شیب شمال باختری و جوان بودن نسبی گسله‌های با شیب جنوبی است. بعلاوه این که خراشهای موجود در این دسته از گسستگیها افقی یا نزدیک به افقی است که با جنبشهای راستالغز جوان پهنه البرز خاوری انطباق دارد. در استریوگرام شکل ۱۴، سطوح

آشکار شدن پرتگاه گسلی با شیب جنوبی بر روی کنگلو مریای پلیو- کواترنری گردیده است.

نشانه‌های زمین ریختی پرتگاهها

سیمای زمین ریختی گسله دامغان در فاصله سیاه کوه- رودبار با ده ملا- سیاه کوه تفاوت اساسی دارد. پرتگاههای موجود در امتداد گسله در فاصله ده‌ملا - سیاه کوه، همگی شیب جنوبی دارند ولی در فاصله سیاهکوه - رودبار- در قسمتی از آن، شیب ده ملا- سیاه کوه، پرتگاههای با شیب جنوبی در این فاصله با پرتگاههای با همین شیب در فاصله ده ملا- سیاه کوه تفاوت شکلی دارند، به نحوی که آنها را از رویه‌های تخت سه گوش ناشی از جنبش گسله‌های درمال متمایز مینماید. افزایش ضخامت نهشته‌های کواترنری (Qt1) در چند متری پرتگاه و شیب افقی یا نزدیک به شمالی آنها در این مناطق، می‌تواند ناشی از پدیده بالا آمدگی بخش جنوبی گسله و تقویه موقتی این نهشته‌ها توسط بلوک بالا رفته جنوبی باشد (شکل ۱۱). از طرف دیگر خط القعر آبراه‌ها و رودخانه‌ها، برخلاف آبراه‌های جداکننده رویه‌های تخت سه‌گوش در گسله‌های درمال، فروافتادگی ندارد. بنابراین، دامنه‌های زمین‌ریختی حاکی از برپائی بلوک جنوبی نسبت به بلوک شمالی است و در نتیجه آن سری‌های کم مقاومت مارن و رس‌سنگ رنگین و غالباً قرمز رنگ، با حرکت رو به بالا در مقابل نهشته‌های نسبتاً مقاومتر کنگلو مریای چند منشاء کواترنری (Qt1) قرار گرفته‌اند و پس از فرسودگی و حمل توسط جریان‌های سطحی، زمین‌ریختهای مورد اشاره تشکیل شده‌اند. در نقاطی که در مسیر جریان آبهای سطحی نبوده و یا کمتر بوده‌اند، لایه‌های بالا آمده سازند کرج همراه با ضخامتی از نهشته‌های کواترنری، حضور خود را تاکنون حفظ نموده و پرتگاههای با شیب شمالی را ساخته‌اند.

سیمای زمین ریختی کنگلو مریای پلیو- کواترنری

آبراهه‌هایی که از دامنه جنوبی البرز آغاز و در رسوب‌های کواترنری با ژرفای بسیار کم به سوی جنوب ادامه می‌یابند پس از عبور از گسله دامغان در کنگلو مریای پلیو- کواترنری، دره‌های عمیق با دیواره‌های قائم به بلندای بیش از ۱۰ متر را می‌سازند. در این بره‌ها، لایه‌های کنگلو مریا کاملاً بریده



خمش بر تماس با سطح گسله و جهت شیب آنها حاکی از جابه‌جایی راستالغز چپ بر روی گسله‌های با شیب جنوبی است.

بنابراین مجموعه یافته‌ها و شواهد فوق، گویای موقعیت تقریبی 65SE، N80E، و سازوکار معکوس چپ‌چر برای گسله دامغان در فاصله ده ملا-روندبار است.

طرح هندسی، شواهد و سازوکار نظام گسلی دامغان در بخش رودبار - فولادمحله طرح هندسی

اثر این بخش از گسله دامغان از روستای رودبار در مجاورت رود چشمه علی به سمت جنوب باختری تا فولاد محله ادامه یافته و در آنجا پس از یکی شدن با گسله آستانه با حفظ روند اساسی N60E به سمت شمال شهمیرزاد تا نزدیکی کوه نیزوا پیش می‌رود (شکل ۱۷). نرازی این بخش (تا نیزوا) نزدیک به ۷۰ کیلومتر است.

نشانه‌های گسلش و سازوکار آن در فاصله رودبار تا فولادمحله نشانه‌های دورسنجی

اثر بخش رودبار - فولادمحله را از روستای رودبار در حاشیه باختری رود چشمه‌علی با مختصات جغرافیایی $23^{\circ} 26'$ ، $54^{\circ} 18'$ برجه عرض شمالی و $95^{\circ} 25'$ ، $23^{\circ} 26'$ برجه عرض شمالی و $95^{\circ} 25'$ برجه طول خاوری تا نقطه‌ای در نزدیکی کوه نیزوا (در شمال شهمیرزاد) با مختصات $95^{\circ} 25'$ ، $23^{\circ} 26'$ برجه عرض شمالی و $95^{\circ} 25'$ برجه طول خاوری و در تصویر ماهواره‌ای (شکل ۱۷) به شماره گذر ۱۶۲ و ردیف ۲۵ و در عکس‌های هوایی ۱:۵۵۰۰۰ با شمارهای ۲۵۷۹ تا ۲۵۸۶ و ۲۵۶۲ تا ۲۵۶۶ پروژه ۱۷۵ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح می‌توان دید که به صورت یک خط گسله، واحدهای سنگی - رسوبی متفاوت از نهدگاه سن و جنس را بریده و یا در کنار هم قرار می‌دهد.

نشانه‌های چینه‌نگاری

مهمترین نشانه چینه‌نگاری در این بخش که می‌تواند بر تعیین چگونگی جنبش گسله مورد استفاده قرار گیرد همجواری سنگهای ژوراسیک (سازندهای شمشک، دلچای و لار) و کنگلومرای نئوژن طبق برش شکل

گسله با موقعیت‌های S25E,90 و N90E,80N فاقد آثار خراش گسله و در سطح گسله با موقعیت S64E,72SW، آثار خراش گسلی افقی نشان داده شده است. زاویه این سطح با روند اصلی (N85E,65SE) ۲۸ برجه است.

ب - میزان نگرشکلی و شدت چین‌خورگی در سری اثوسن نسبت به فاصله از گسله دامغان کاهش می‌یابد. شیب این لایه‌ها در فاصله ۱/۲ کیلومتری جنوب گسله در حدود ۱۵ تا ۲۰ برجه جنوبی است (شکل ۱۲). در حالیکه در مجاورت گسله، نگرشکلی شدید منجر به تشکیل چین‌های هم‌شیب (Isoclinal) با شیب تند سطح محوری (شکل ۱۰) گشته است. لایه‌بندی با موقعیت N50W,58SW و لغزش بین لایه‌ای با موقعیت N50W,62SW با خراشهای دقیقاً شیب‌لغز در این نقطه دیده شد. نگرشکلی مورد بحث حاکی از فشردگی در جهت شمال، شمال خاوری - جنوب، جنوب باختری است و ناقض ایده گسلش نرمال در این بخش از گسله دامغان است.

پ - در حدود ۸ کیلومتری باختر سیاهکوه یک همبری گسلی بین سریهای رنگین سازند کرج (در جنوب) با دهشته‌های کواترنری (Q11) (در شمال) مشاهده می‌شود (شکل ۱۵) که به روشنی بالا آمدگی جنوبی حامل لایه‌های اثوسن را تایید مینماید.

ج - در رخنمون سنگ‌آهک توربهدایتی سازند دلچای در معاین روسی رودبار در جاده دامغان - آستانه که با همبری گسلی با شیل‌های سازند شمشک در شمال آن قرار دارد، سطح گسله دامغان را با موقعیت 85SE، N75E، با خراشهای نسبتاً افقی میتوان دید. همچنین در رخنمون کنگلومرای فجن در حدود ۱۰۰ متری جنوب گسله دامغان (نقطه F در شکل ۲-ب) که در پهنه گسلی دامغان قرار می‌گیرد، سطح گسله‌ای جوان با موقعیت N89E,58S رخنمون دارد که دارای دو دسته خراش گسلی، مؤید بر حرکت شیب‌لغز (معکوس) قنیمی و امتداد لغز جدید است.

د - در محل برخورد شاخه لبروی - شترگردن با بخش ده ملا-رودبار (نقطه T در شکل ۲)، موقعیت لایه‌های کنگلومرای نئوژن (Ngc) و لایه‌های قنیمی‌تر از آن بین S87E,40SW و S50E,60SW متغیر است. از طرف دیگر در حدود ۵۰۰ متری خاور این نقطه لایه‌های شیل و مارن را با شیب‌های جنوب باختری بوضوح میتوان دید که با نزدیک شدن به خط گسله وضعیت تماس بر آن را یافته (شکل ۱۶) و خمیدگی در مجاورت سطح گسله (Fault bend folding) را به نمایش می‌گذارد. ویژگی هندسی این

۱۸ است که ساز و کار معکوس را تایید مینماید.

نشانه‌های زمین ریختی

در مرز گسلی بین کنگلومرای نئوژن و سنگهای سازند کرج در شمال با سری ژوراسیک در جنوب، نراهی طولی با روند شمال خاوری جنوب باختری به موازات گسله شکل گرفته که دامنه جنوبی آنرا رشته مرتفع و خشن سفیدکوه ساخته است. اختلاف فرازای بلندترین نقطه در رشته سفیدکوه در سری ژوراسیک با همین نقطه در کنگلومرای نئوژن ۵۹۰ متر است (نقشه توپوگرافی امیرآباد به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۵۴ ه.ش.) که نشانی از برپائی عظیم بلوک جنوبی بر روی این بخش از گسله دامغان با عملکرد معکوس است.

یافته‌های ساختاری

بخش رودبار - فولانمحلّه برخلاف بخش ده ملا - رودبار در بیشتر نرازی خود از واحدهای قبل از کواترنری عبور نموده است. در حدود ۲۲/۵ کیلومتر از نرازی آن، مرز بین سازند شمشک در جنوب را با کنگلومرای نئوژن (Ngc) در شمال میسازد. روند چپه لایه‌بندی در سری ژوراسیک شمال خاوری - جنوب باختری و شیب آنها بین ۴۰ تا ۵۰ درجه جنوبی است. ولی در لایه‌های شیلی سازند شمشک در کف تره طولی مورد بحث بویژه در نزدیکی خط گسله، چین‌هایی در ابعاد کوچک و روندهای متفاوت میتوان یافت. استریوگرام شکل ۱۹ مربوط به یکی از این چین‌های پلانچدار است که با ابعاد ۵x۵ متر رخنمون دارد. موقعیت خط لولای چین 29/N40E است. وضعیت ساختاری لایه‌های کنگلومرای نئوژن به طور کلی N70E, 10SE است ولی در مرز گسلی با سری ژوراسیک به N65W, 65NE نیز می‌رسد.

وجود لایه‌های فرسایش‌پذیر شیل در مجاورت خط گسله باعث شده است که منطقه گسلی بسازگی فرسایش یافته و بر روی آن و به موازات گسله نراهی طولی ایجاد شود. نراین فاصله بدلیل فرسایش سنگهای سازند شمشک، در روی زمین هیچ دیواره گسلی که بتوان آنرا به گسله دامغان نسبت داد مشاهده نشد ولی رخنمون‌های کوچکی از مناطق برشی و سنگهای کاتاکلاستیک قابل مشاهده‌اند که شدیداً خرد و تکتونیزه هستند به نحوی که سطوح لایه‌بندی در آنها قابل شناسائی نیست، بر این رخنمون‌ها

سطوح هموار (Slickenside) با آثار خراش‌های سطح گسله به ترتیب زیر اندازه‌گیری شده است (شکل ۲۰).

خراش گسلی	سطح گسله
15,S67W-00,N67E	N58E, 51SE
19,S40W	N50E, 65SE
23,S49W	N59E, 73SE

آن بخش از فاصله رودبار فولانمحلّه گسله دامغان که از ترون مارن‌های نئوژن و نهشته‌های کواترنری عبور مینماید فقط آثار مرفولوژیک آنرا در دامنه‌های نورسنجی میتوان دید بویژه جابجائی چپ بر آن در مجاورت گسله آستانه فقط در عکس‌های هوایی قابل مشاهده است زیرا این مناطق در حال حاضر تحت تاثیر راهسازی و عملیات کشاورزی از شرایط طبیعی خارج شده است.

آنچه که از گواهی‌های چینه‌نگاری و زمین‌ریختی استنباط میگردد حاکی از جنبش قائم با سازوکار معکوس بر روی گسله‌ای با شیب جنوبی است که برپائی عظیم ارتفاعات رشته سفیدکوه را به همراه داشته است. از طرف دیگر در همان نقطه آثار جنبش‌های جوان گسله را در کنگلومرای نئوژن به صورت خراش‌های افقی بر روی سطحی با موقعیت N60E, 90 میتوان دید که مویذ حرکت امتدادلغز جوان است.

طرح هندسی، شواهد و سازوکار گسله دامغان در فاصله لبرود تا شترگردن طرح هندسی

این بخش از نظام گسلی دامغان شامل یک منطقه گسلی به پهنای حدود ۲/۵ کیلومتر و نرازی نزدیک به ۴۰ کیلومتر در باختر و شمال باختری دامغان است و ارتفاعات سیمه‌کوه، انجیرلو، کوه فیض‌آبادی و شترگردن را در مینورند. نو خط گسله با روند کلی N50E و تعداد زیادی شاخه‌های فرعی که برخی از آنها موازی روند اصلی و برخی دیگر به صورت مورب نسبت به آن حضور دارند در شکل ۲۱ با نشانه‌های F21 تا F23 معرفی شده‌اند.

یکی از این خط گسله‌ها در برگ زمین‌شناسی دامغان به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ با گسله عطاری در منطقه جام (علوی نائینی، ۱۹۷۲ م.)



شکل ۲۲ دیده میشود. وضعیت کلی لایه‌بندی واحدهای سنگی از روند چیره این بخش (شمال خاوری - جنوب باختری) تبعیت میکند ولی در بسیاری نقاط بویژه در جاهائی که محدود بین گسله‌ها هستند روندی متفاوت با روند اساسی دارند. در استریوگرام شکل ۲۲ روندهای غالب شمال خاوری جنوب باختری با شیبهای شمال باختری و جنوب خاوری قابل شناسائی است. برداشتهای روی زمین در راستای دو گسله اصلی F20 و F21 نشان میدهد که ساختار لایه‌بندی از موقعیت این گسله‌ها تبعیت میکند که نشانه همزمانی گسلش با چین‌خوردگی است و واحدهای سنگی چین‌خورده و رانده شده به صورت قطعات گوه‌ای در امتداد گسله‌ها با سازوکار چیره فشاری بر روی هم رانده شده‌اند.

نمودار کنترولی لایه‌بندی سری ائوسن (Et) در منطقه شمالی لبرود - شترگردن (شکل ۲۳) روند شمال خاوری - جنوب باختری را برای سری ائوسن و استریوگرام شکل ۲۴ نیز روند شمال خاوری - جنوب باختری را برای سنگهای نئوآلمپتی سپزار و سنگهای سازند باروت تأیید میکند.

در امتداد F20 دو دسته گسستگی از دینگاه طول رخنمون و فراوانی از برجستگی قابل توجهی برخوردارند (شکل ۲۲). دسته ۱ با گسله F20 و روند لایه‌بندی تطبیق دارند و دسته ۲ روندی عمود بر آنها دارند که در ریف شکستگی‌های عرضی مرتبط با چین‌خوردگی قرار می‌گیرند. دامنه‌های ساختاری در امتداد F21 نیز تطبیق ساختار لایه‌بندی را با این گسله تأیید مینمایند. در این بخش سطوح گسله و لایه‌بندی به صورت هم روند با ساختار لایه‌بندی را با این گسله تأیید مینمایند. در این بخش سطوح گسله و لایه‌بندی به صورت هم‌روند با ساختار کلی منطقه لبرود - شترگردن با شیبهای شمال باختری و جنوب خاوری حضور دارند. استریوگرام شکل ۲۵ همروندی موقعیت این لایه‌ها و سطوح گسله برداشت شده در پوزه غربی کوه انجیرلو را نشان میدهد. استریوگرام شکل ۲۶ که مربوط به دامنه‌های F21 در شمال گرینکوه می‌باشد از یک سطح گسلی با درازای بیش از ۵۰ متر و دیواره‌های نسبتاً مرتفع بدست آمده است. آثار خراش‌های گسلی بدلیل فرسایش سطح آن و هوازدگی، بسختی قابل دیدن است. ولی آنچه که در نقاط نور از پدیده هوازدگی و فرسایش باقی مانده حاکی از سازوکار چیره شیب لغز (فشاری) قدیمی و فاز جینتر با مؤلفه چیره امتدادلغز است. اگر چه جنبش‌های نوزمین ساختی این منطقه جدا از

مقایسه شده و مرز بین پهنه‌های ایران مرکزی و البرز معرفی شده است. در این مطالعه هیچ نشانه چینه‌نگاری و ساختاری مؤید این نظر یافت نشد. بلکه این منطقه تکه‌ای از نظام گسلی دامغان شناخته شده و هیچ ارتباطی با گسله عطاری و عملکرد آن در منطقه جام بدست نیامد.

بخش لبرود - شترگردن با یک خطواره گسلی در نقطه T (شکل ۲-الف) با مختصات جغرافیائی ۲۵/۳۶ درجه عرض شمالی و ۲۶/۵۴ درجه طول خاوری از بخش به ملا - رویار جدا شده و از سیمه کوه به سمت جنوب باختری تا کوه شترگردن با دو خط گسله اصلی شمالی F20 و جنوبی F21 ادامه می‌یابد. هر دو گسله روند کلی N50E دارند. برداشتهای انجام شده در مقاطع عرضی مختلف حاکی است که این گسله‌ها بویژه F21 شیب جنوب خاوری داشته و البته سطوح گسله‌های قابل توجهی نیز رخنمون دارند که شیب شمال باختری دارند. شاخه F23 با طول حدود ۳ کیلومتر با روند N70E با اثر برش در کواترنری از شاخه‌های مهم گسله F21 است. همچنین در دشت جنوب خاوری ارتفاعات سیمه‌کوه - شترگردن، مرز قاطعی بین کهن‌ترین نهشته‌های کواترنری (Qsc) و پانگانه‌های آبرفتی جوان مشاهده میشود. با توجه با جایگاه چینه‌نگاری این دو واحد و مرز خطی بین آنها، خط گسله کواترنری F22 با روند N37E در این مرز پیشنهاد شده است. بخش لبرود - شترگردن با خطواره مغناطیسی F426 (نقشه هوا مغناطیسی گرگان، سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۹۷۸) انطباق دارد.

نشانه‌های گسلش و سازوکار آن، در بخش لبرود - شترگردن نشانه‌های دورسنجی

این منطقه را در عکس‌های هوایی با مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ به شماره‌های ۲۵۷۸ تا ۲۵۷۹ و ۲۵۶۹ تا ۲۵۷۱ از پروژه ۱۵۷ سازمان جغرافیائی نیروهای مسلح و تصویر ماهواره‌ای مسلح و تصویر ماهواره‌ای به شمار کنر ۱۶۲ و ریف ۳۵ (شکل ۲۱) دیده میشود.

یافته‌های ساختاری

این بخش به دلیل قدمت آن و تحمل فازهای متعدد بگرسکلی، حاوی سیستم شکستگی‌های فراوان با روندهای مختلف است که در استریوگرام

کواترنری در این منطقه به صورت جنبش چپگرد در گسله آستانه ظاهر شده است.

وجود حدود ۱۸ کیلومتر فاصله جانبی بین تکه لبرود - شترگرین با گسله عطاری بر گریته آهوان در شمال خاوری سمنان و نبود ارتباط ساختاری بین آنها، و از طرف دیگر وجود سازند آهکی کربونفر (سازند مہارک) نوع البرز در این منطقه، ثابت نمود که تکه لبرود - شترگرین، عملکردی مشابه گسله عطاری در منطقه عمومی جام نداشته است و این تکه، یک گسله مرزی بین مناطق ساختاری - رسوبی البرز و ایران مرکزی نیست بلکه در درون منطقه البرز جنوبی قرار دارد و ادامه شمال خاوری گسله عطاری را در نهشته‌های جنوب باختری شاهرود می‌توان مشاهده کرد (شکل ۱).

از منظر نئوتکتونیک، الگوی بدست آمده با ویژگی‌های بنامیکی و سینماتیک این منطقه و رژیم زمین‌ساختی حاکم بر ایران زمین تطبیق دارد. نظر (Krinley 1970) مبنی بر نرمال بودن ساز و کار انتهای خاوری گسله دامغان با شواهد جدید بدست آمده در این مطالعه تائید می‌شود. همچنین با نگاه بربریان و همکاران (۱۳۷۵) در مورد فروافتانگی بلوک جنوبی در امتداد تکه ده ملا- روبار تطبیق دارد ولی هیچگونه گواهی مبنی بر سازوکار معکوس برای این بخش بدست نیامد بلکه شواهد ساختاری و زمین ریختی تماماً حاکی از سازوکار نرمال برای این تکه است که به عنوان بخشی از گسله چرخشی، می‌تواند در رژیم زمین‌ساختی فشاری نیز طبق الگوی ارائه شده در شکل ۲۰ ایجاد شود. از طرف دیگر مطالعات Jackson & Mckenzie (1984) بر روی سازوکار کانونی (Focal mechanism) بالغ بر ۸۰ زمینلرزه، تصاویر ماهواره‌ای و مشاهدات گسلش سطحی زمینلرزه‌های تاریخی و دستگاهی خاور میانه (از باختر ترکیه تا پاکستان)، مؤید گسلش راندگی با مؤلفه امتداد لغز چپگرد در البرز خاوری و بردارهای لغزشی (vector slip) همراه با زمینلرزه‌ها در البرز خاوری طبق شکل ۲۸ به سوی شمال - شمال خاوری است.

همچنین است نتایج حاصل از مطالعات ماهواره‌ای کنونی نظیر DeMets et al (1990) که بر روی جنبش کنونی ورق‌های لیتوسفری صورت گرفته (شکل ۲۹)، حرکت کنونی رو به شمال - شمال خاوری ورق عربی و در نتیجه، بردارهای لغزشی با سمت حرکت شمال - شمال خاوری را تایید مینماید. این نوع جنبش میتواند همه گسله‌هایی را که روند شمال

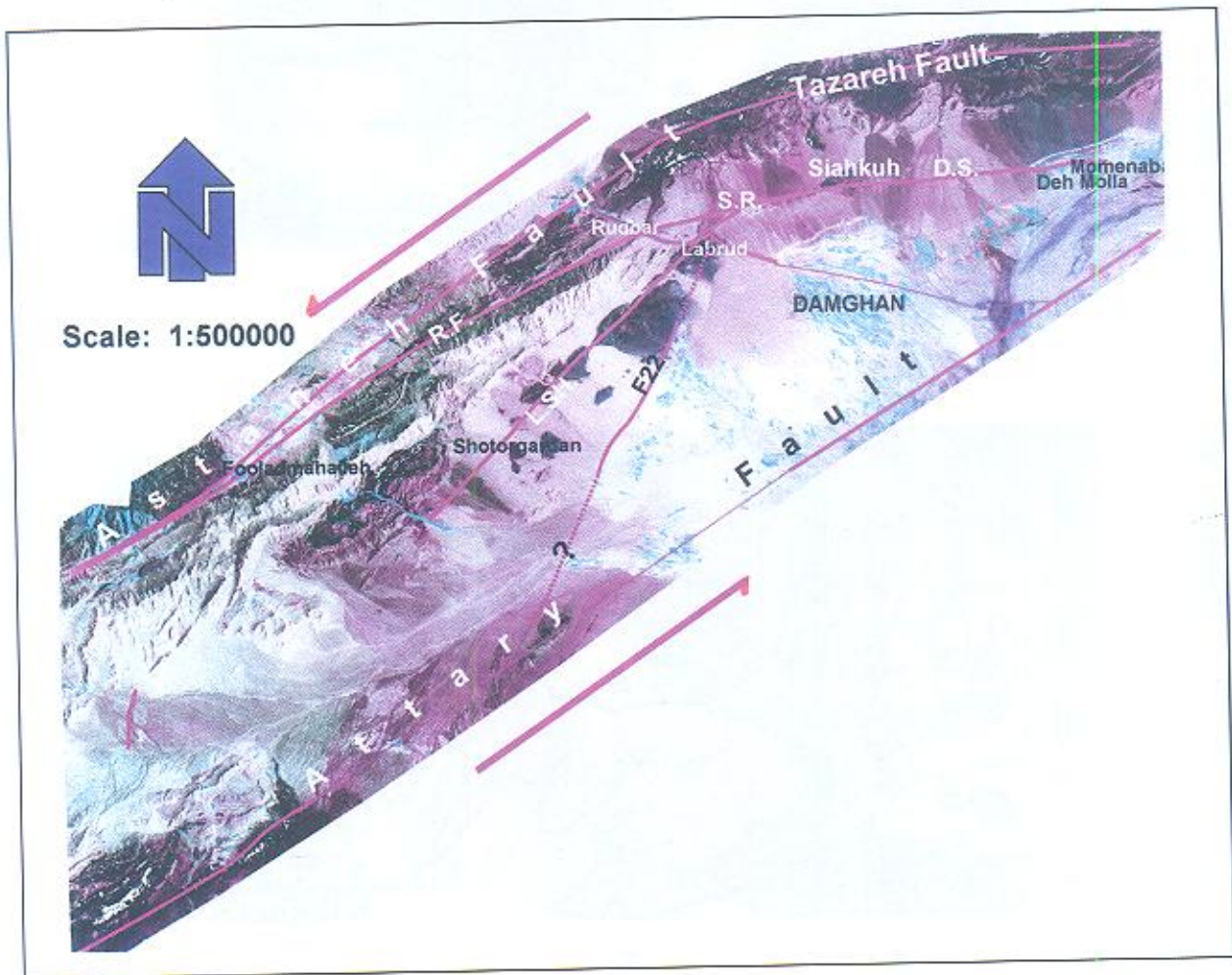
جنبش بخش ده ملا- روبار نظام گسلی دامغان نیست، بدلیل نبود نهشته‌های بعد از میوسن بر روی سنگ‌های بوران اول و دوم این منطقه اثری مستقیم از این جنبش در این بخش ثبت نشده است. تنها اثر باقی مانده از این فعالیت کواترنری این بخش را میتوان در منطقه‌ای در نزدیکی کوه شترگرین و شاخه فرعی آن در نقطه S مشاهده کرد. بعلاوه، حضور خط گسله F23 در جنوب این منطقه که با روند شمال خاوری جنوب باختری اثر مشخصی بر واحدهای کواترنری داشته و رس‌های سیلتی ماسه‌ای کواترنری را در کنار رسوبات جدیدتر کواترنری قرار داده، نشانه‌هایی از فعالیت کواترنری این بخش از گسله دامغان هستند.

بحث و نتیجه‌گیری

نظام گسلی دامغان یکی از عناصر تکتونیک مهم در پهنه برشی همگرای چپگرد (Left lateral transpressional shear zone) آستانه - عطاری در نیمه جنوبی البرز خاوری است، که از شمال به گسله آستانه - طزره و از جنوب به گسله عطاری محدود بوده و از بهنگاه موقعیت هندسی، سازوکار، سابقه فعالیت و نقش هر بخش در پویایی آن، از چهار تکه (Segment) تشکیل شده است. تکه ده ملا- سیاه کوه با روند N90E/65S و سازوکار نرمال و تکه سیاه کوه - روبار با روند N75E,65SE و سازوکار معکوس، یک گسله چرخشی با جهت راستگرد (Clockwise rotational fault) را طبق شکل ۲۷ میسازند که با حضور تکه لبرود- شترگرین با روند 65SE, N50E و سازوکار معکوس چپگرد سرنوشت آن از تکه لبرود- فولادمحله جدا می‌شود. به عبارت دیگر جنبش تکه لبرود- شترگرین با انتقال بر روی تکه‌های مقابل مستهلک شده و عملکرد بخش ده ملا- روبار به شکل گسله انتقالی (Transfer fault) یا جهش جانبی (lateral ramp) برای تکه لبرود- شترگرین است. آثار جنبش کواترنری در امتداد هر سه تکه مشاهده شده است. تکه روبار- فولادمحله با روند N60E, 65SE اگر چه فعالیت نبرینه زمین‌ساختی (Paleotectonics) مشترکی با قطعات قبلی داشته و نشانه‌هایی از برش آن بر روی کنگلومرای نشوون نیز دیده می‌شود ولی آثار فعالیت کواترنری بر روی آن چندان مشهود نیست و به نظر می‌رسد این بخش در هنگام فعالیت کواترنری گسله آستانه به صورت غیرفعال عمل نموده است و دگرشکلی

برشی همگرای چپگرد را در فاصله دو گسله عطاری در (جنوب) و آستانه (در شمال) ایجاد نماید.

خاوری جنوب باختری را، بد مانند روندهای اساسی در البرز خاوری، به صورت معکوس با مؤلفه امتدادلفز چپگرد وادار به فعالیت نموده و یک پهنه

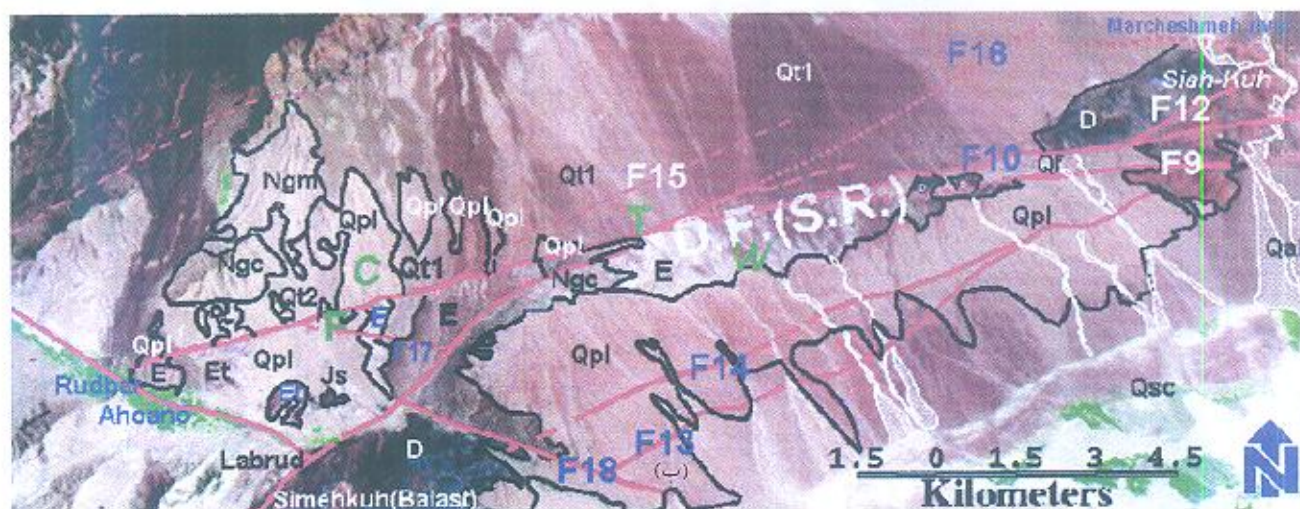


----- گسله پوشیده
 تکه ده ملا - سیاه کوه D.S.
 تکه سیاه کوه - رودبار S.R.
 تکه رودبار - فولاد محله R.F.
 تکه لبرود - شترگردن L.S.H.

شکل ۱- تصویر ماهواره‌ای پهنه برشی همگرای آستانه- عطاری و موقعیت نظام گسلی دامغان در آن.
 نشانه‌ها و کوته ترشتها به شرح زیراند:
 ————— گسله قطعی
 - - - - - گسله مشکوک (احتمالی)

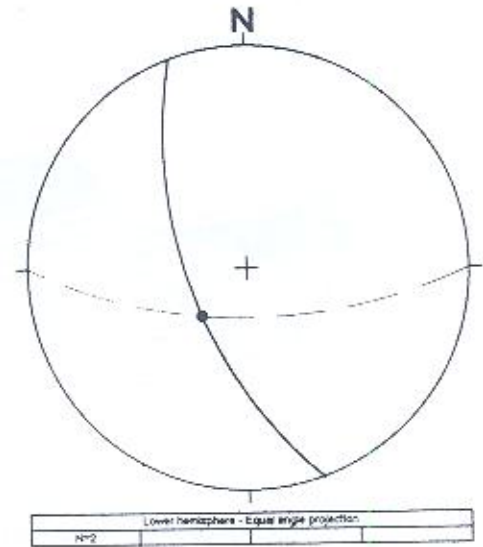


الف



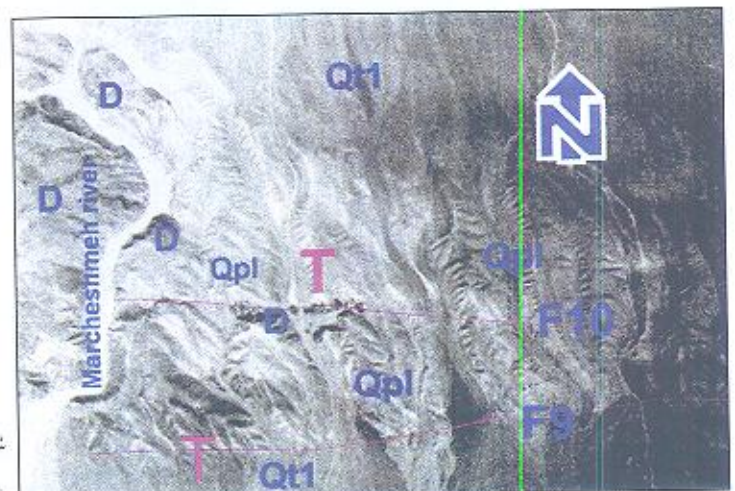
ب

شکل ۲- تصویر ماهواره‌ای تکه ده ملا- سیاه کوه (الف)، و تکه سیاه کوه- رودبار (ب). در این شکل D.F. روند اساسی در تکه ده ملا- سیاه کوه و S.R. همین روند در تکه سیاه کوه- رودبار است. F1 تا F18 شاخه‌های فرعی آن هستند. C، محل همبری سازند کرج با کنگلومرای پلیو- کواترنری در تکه سیاه کوه- رودبار. R، رخنمون تکه ده ملا- سیاه کوه در ترانشه حاشیه جاده طرزه، T، محل برش عرضی شکل ۷- ب بر روی تکه سیاه کوه- رودبار در نقطه‌ای که تکه لبرود- شترگردن به آن وصل می‌شود. F، محل رخنمون کنگلومرای فجن در ۱۰۰ متری جنوب تکه سیاه کوه- رودبار T1 و T2، محل رویه‌های تخت سه گوش در خاور سیاه کوه را نشان می‌دهند. گسله قطعی، گسله پوشیده، مرز بین واحدهای سنگی، جاده اصلی، جاده فرعی (شکل ب در صفحه بعد).

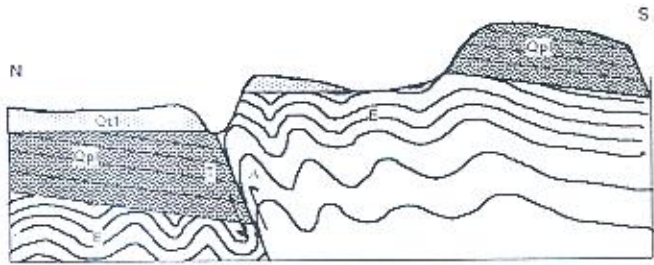


شکل ۳- تصویری از رسوبات کواترنری (Qt1) در جاده طزره که اثر تکه سیاه کوه - ده ملا در آن دیده می‌شود (نگاه بسوی خاور).

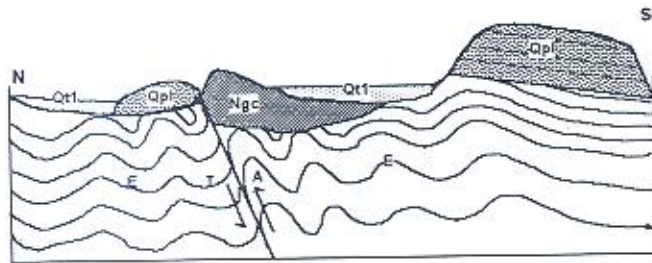
شکل ۴- استریوگرام موقعیت گسله دامغان در جاده طزره. خط پر، ترائشه و خط چین گسله را نشان می‌دهد.



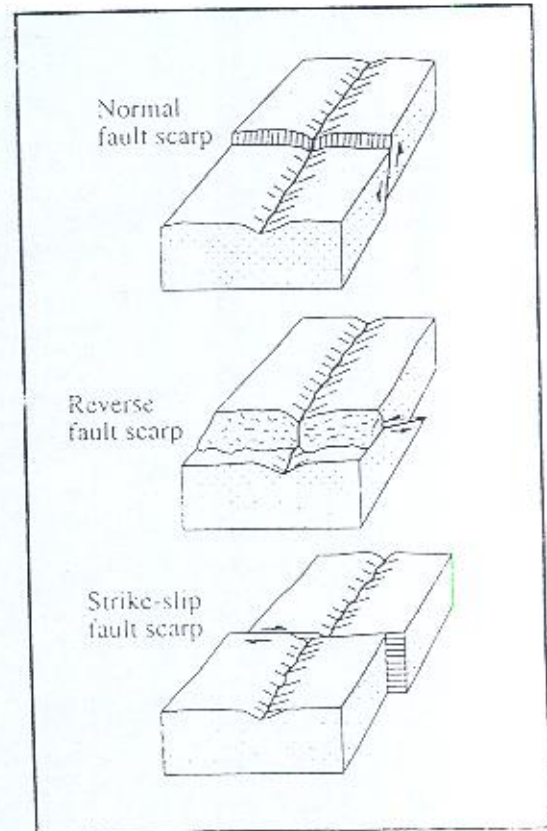
شکل ۵- بخشی از عکس هوایی شماره ۱۲۰۱۱ به مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ مربوط به خاور سیاه کوه، محل رویه‌های تخت سه گوش با حرف T نشان داده شده است.



(الف)

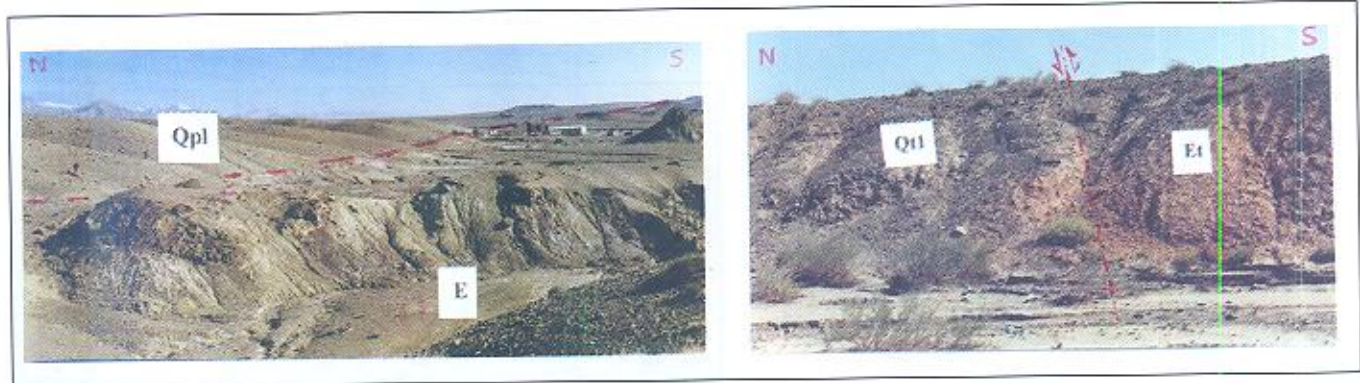


(ب)



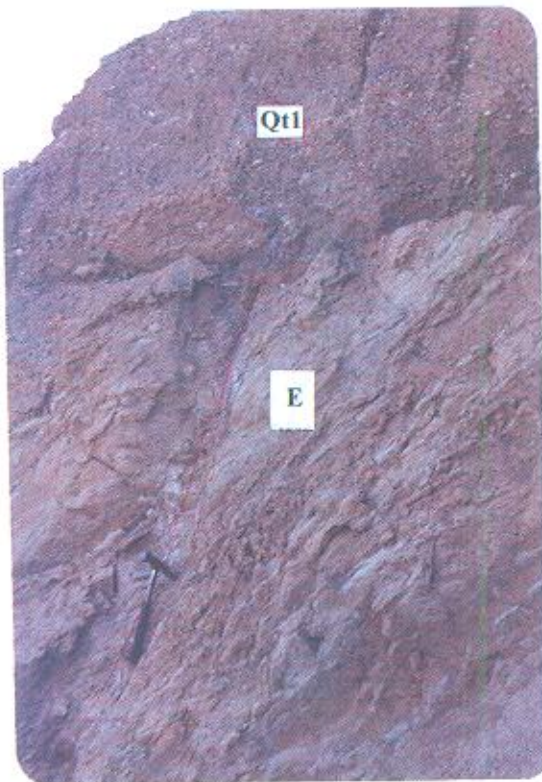
شکل ۷- برش‌های عرضی برتکه سیاه کوه - رودبار، نشان‌دهنده همبندی واحدهای رسوبی - سنگی و ساختار آنها در مجاورت گسله. کوتاه‌نوشت‌ها: Qt1: بادگانه‌های آبرفتی جوان، Qp1 کنگلومرای پلیو- کواترنری، E سازند کرج. B, A به ترتیب بلوک‌های دورشونده و نزدیک شونده به بینه برای نشان دادن مولفه امتدادلفز. برش (الف) در نقطه W و برش (ب) در نقطه T در شکل ب - ۲.

شکل ۶- چگونگی جابجایی آبراه‌ها توسط گسله‌های نرمال، معکوس و امتدادلفز (نقل از Woodcock and Schubert 1994).



شکل ۹- تصویری از همبندی سازند کرج با کنگلومرای پلیو کواترنری (نگاه بسوی شمال خاوری).

شکل ۸- تصویری از همبندی رسوبات کواترنری (Qt1) با لایه‌های الوسن (E). (نگاه بسوی باختر).



الف



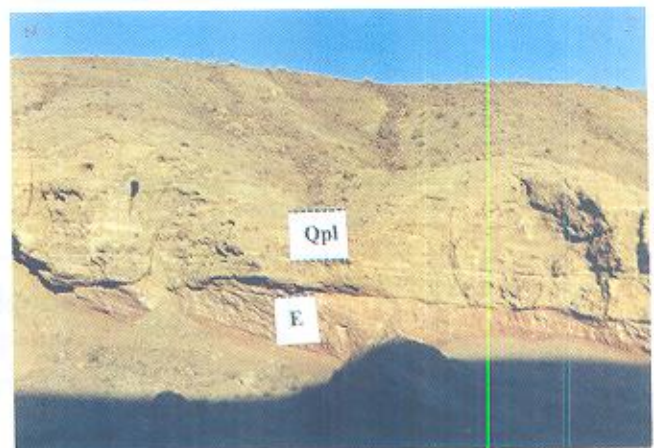
شکل ۱۰- تصویری از پرتگاه‌های با شیب شمالی در تکه سیاه کوه - رودبار، (نگاه به سوی خاور).



شکل ۱۱- تصویری از پرتگاه گسلی در تکه سیاه کوه - رودبار با شیب جنوبی (نگاه بسوی شمال خاوری).

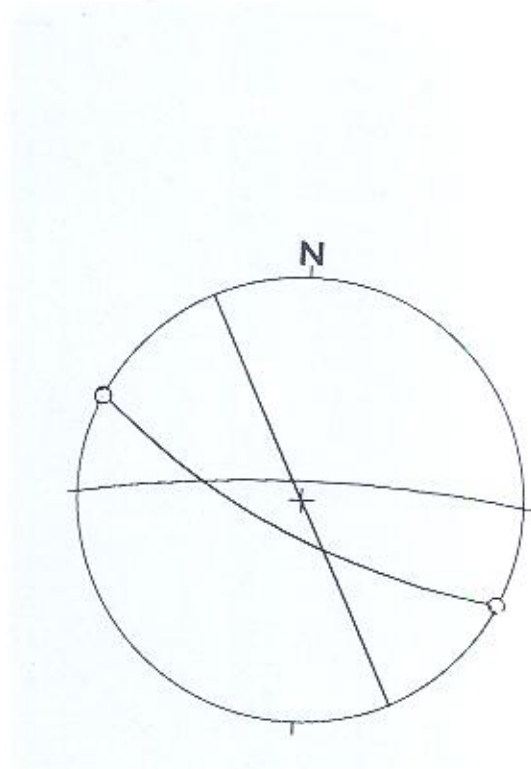
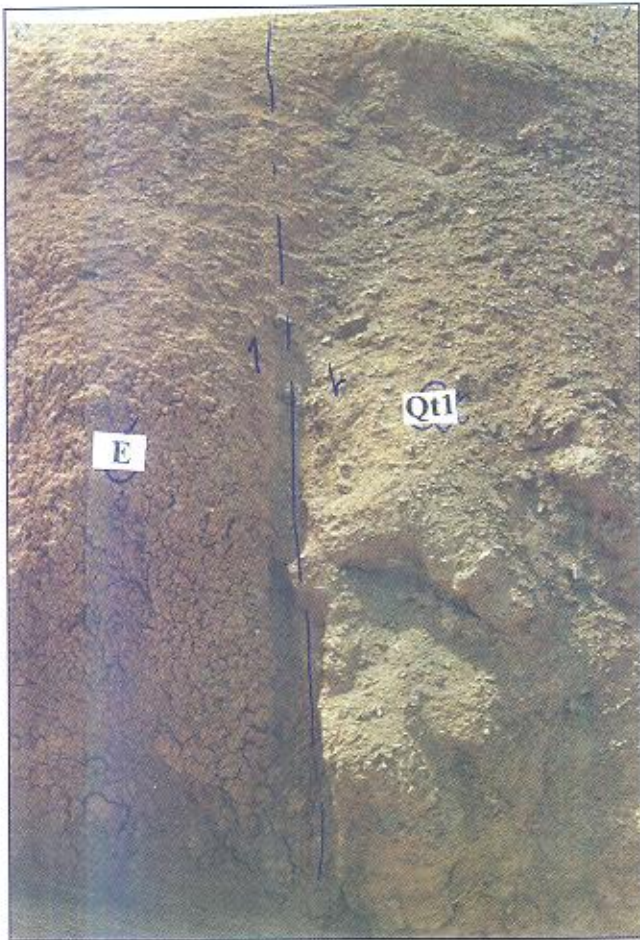


ب



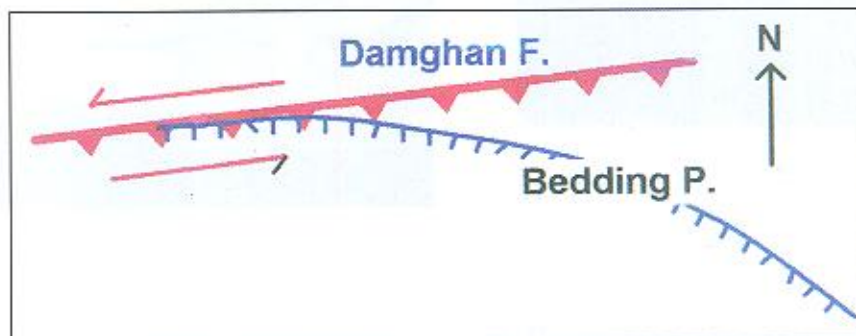
شکل ۱۳- تصویری از اثر تکه سیاه کوه - رودبار برای نشان دادن جنبش‌های کواترنری (الف)، و قبل از کواترنری (ب). رخنمون «الف» در ۲۰ متری شمال رخنمون «ب» قرار دارد.

شکل ۱۲- تصویری از دیواره قائم یکی از دره‌ها در کنگلومرای پلیو - کواترنری در جنوب تکه سیاه کوه - رودبار (نگاه بسوی خاور).

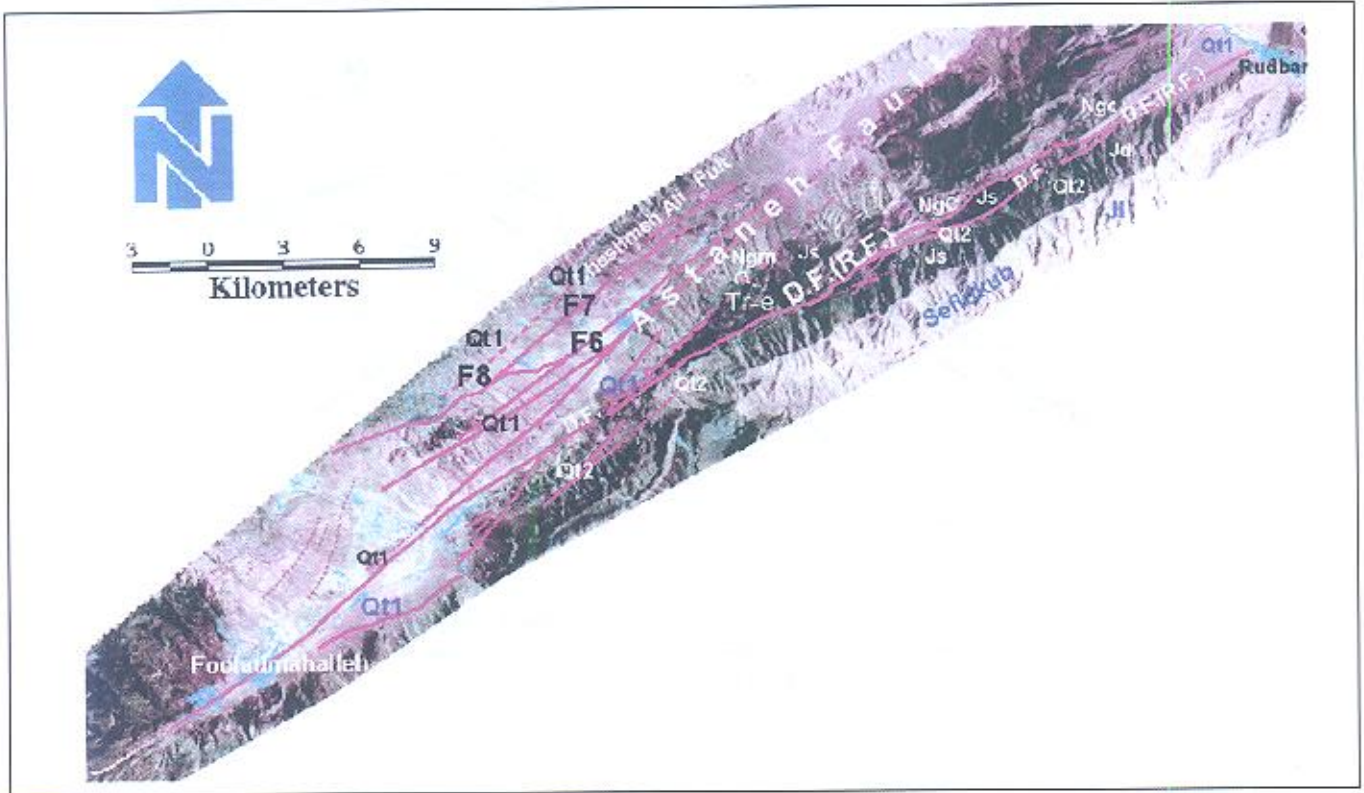


شکل ۱۵- تصویری از همبندی لایه‌های ائوسن با رسوبات کواترنری در کنار جاده شیریند (نگاه بسوی یاختر)

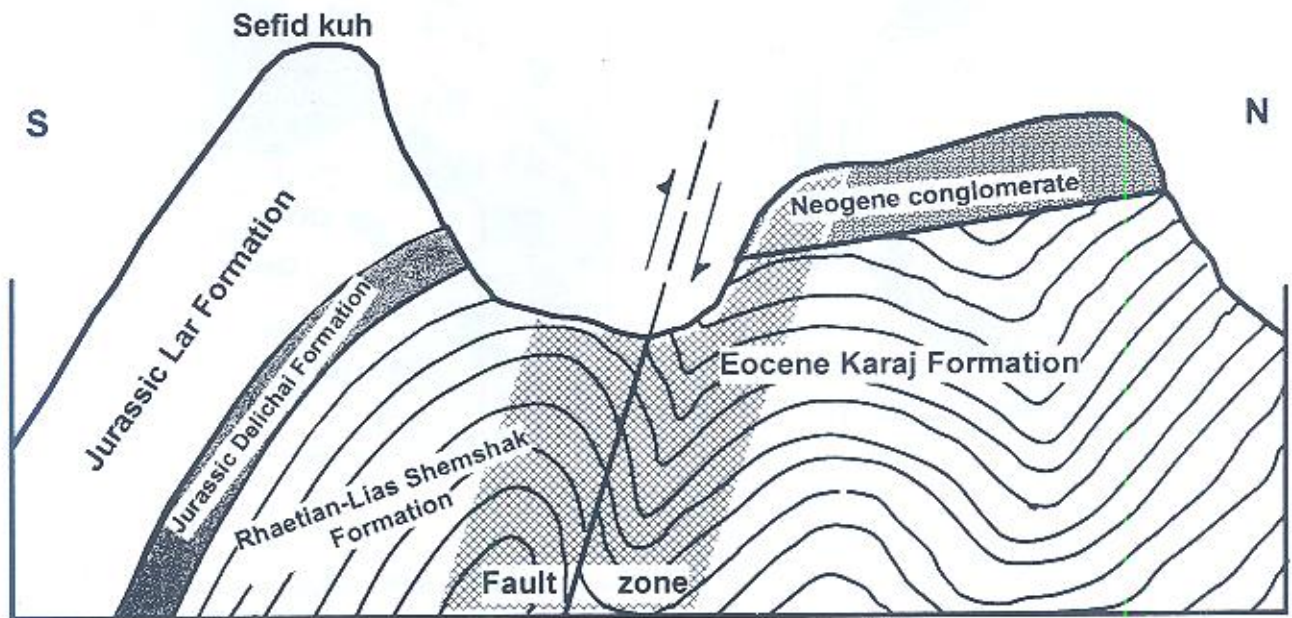
شکل ۱۴- استریوگرام گسستگی‌های اصلی در سیاه کوه. دایره کوچک موقعیت خراش‌های گسلی افقی را نشان می‌دهند.



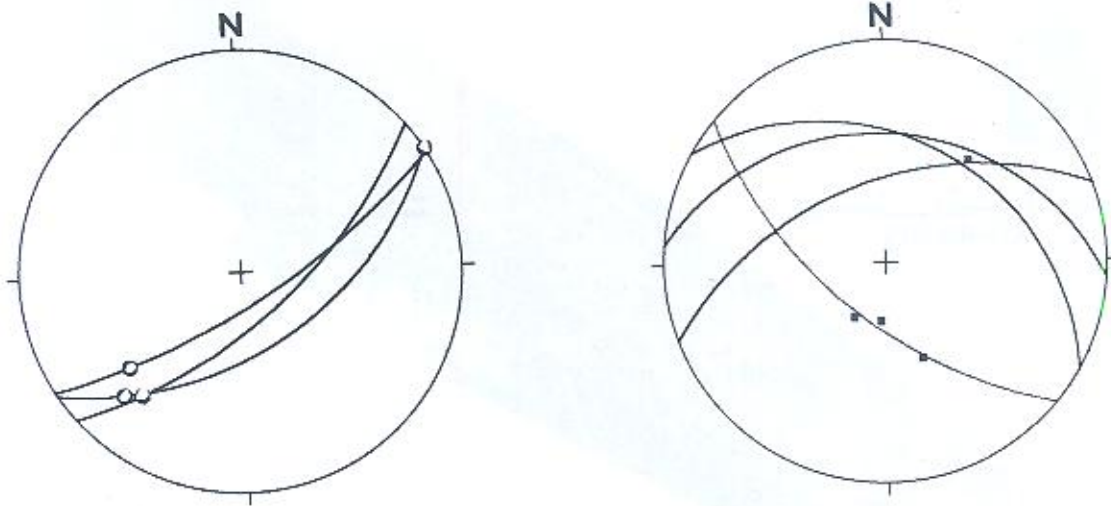
شکل ۱۶- وضعیت ساختاری لایه‌های ائوسن در تماس با تکه سیاه کوه - رودبار



شکل ۱۷- تصویر ماهواره‌ای از تکه رودبار فولاد محله (تیزوا). نشانه‌ها و کته نوشت‌ها به ترتیب زیر است: گسله قطعی، گسله مشکوک، گسله پوشیده، گسله امتداد لغز R.F. تکه رودبار فولاد محله، F6 و ... شاخه‌های فرعی آن در پهنه گسله هستند.

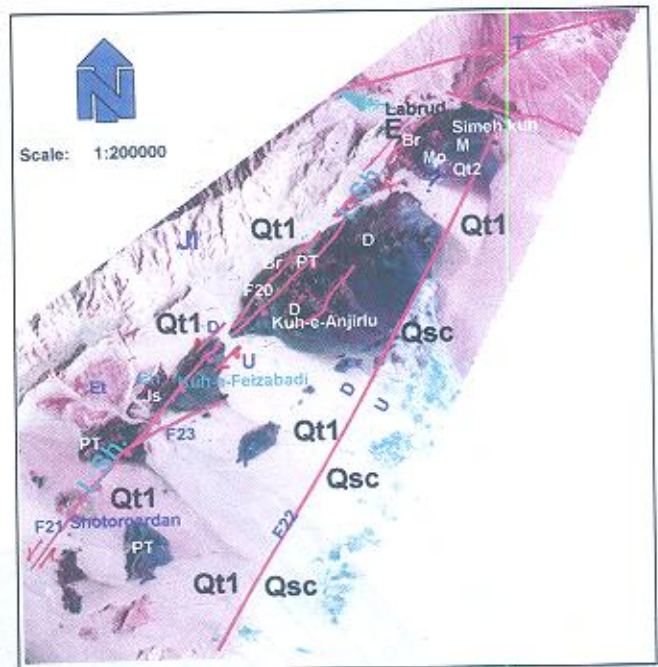
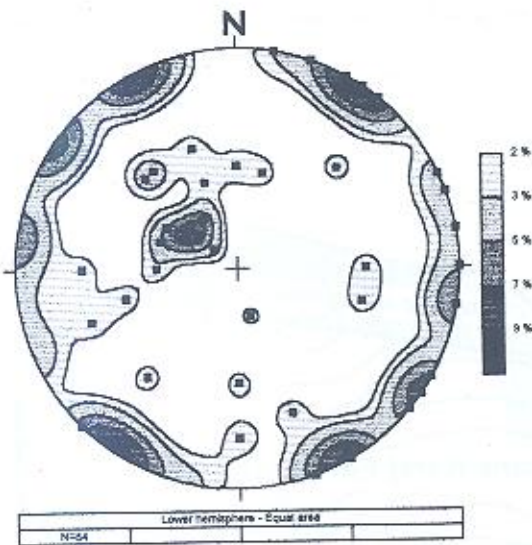


شکل ۱۸- برش عرضی بر تکه رودبار- سیاه کوه که چگونگی همبندی سنگ‌های شمشک را با لایه‌های ائوسن و کنگلومرا تورژن نشان می‌دهد.



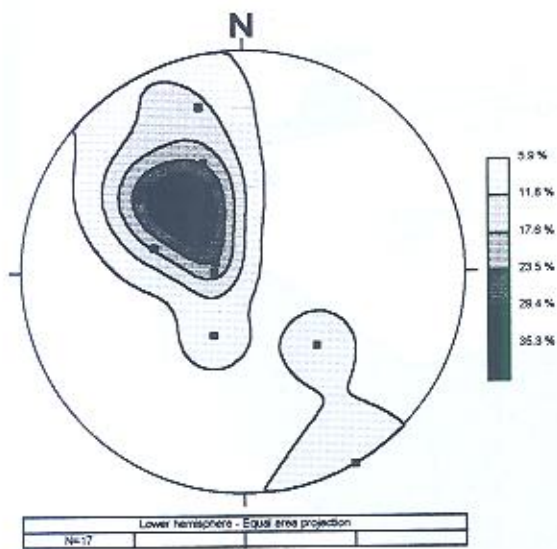
شکل ۱۹- استریوگرام (نمودار β و π) یکی از چین‌های کوچک در سازند شمشک فولاد محله در منطقه گسلی تکه رودبار- فولاد محله. موقعیت خط لولای چین 29/N40E است.

شکل ۲۰- استریوگرام برداشت‌های مناطق برشی کوچک بر روی تکه رودبار- فولاد محله. دایره کوچک خراش‌های سطح گسله هستند.

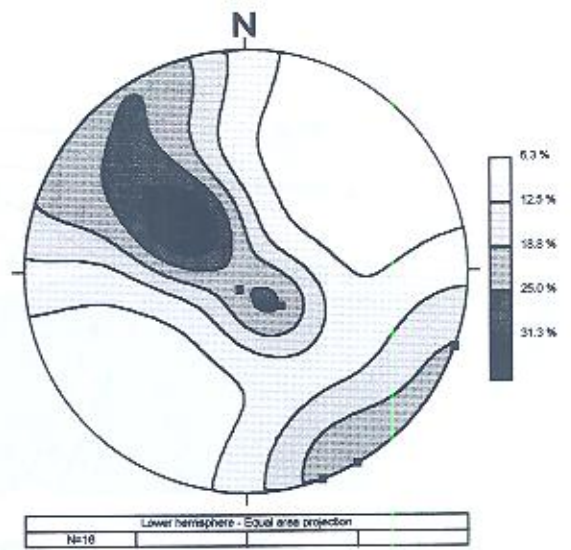


شکل ۲۱- تصویر ماهواره‌ای تکه لبرود- شترگردن (L.Sh.) و شاخه‌های مرتبط با آن (F23, F22). که در آن گسله فطمی؟ گسله احتمالی، $\frac{L}{D}$ گسله با جنبش قائم بالا (U) و پایین (D). سایر کوته‌نوشت‌ها همان است که در متن به کار رفته است.

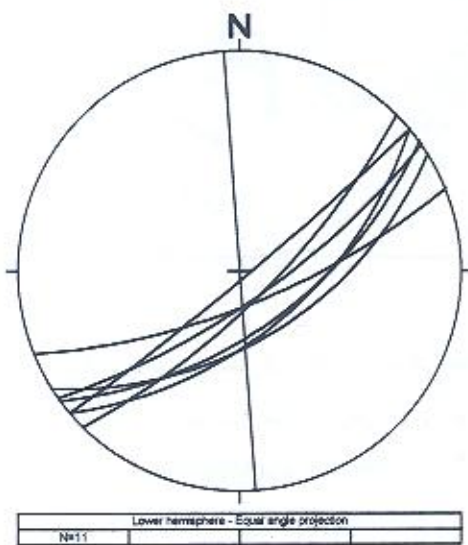
شکل ۲۲- نمودار کنتوری شکستگی‌ها در حاشیه شمالی منطقه لبرود- شترگردن.



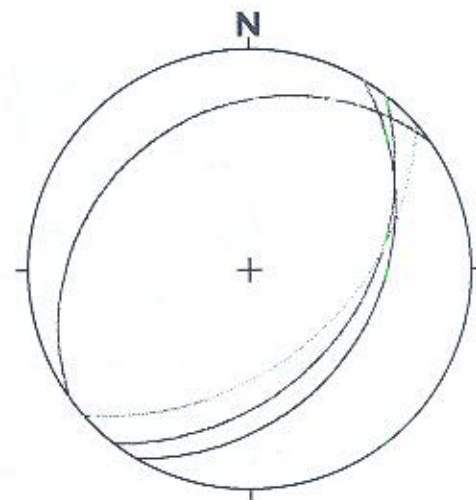
شکل ۲۲- نمودار کنتوری لایه‌بندی در واحدهای دونین و سنگ‌های سازند باروت در جنوب F20.



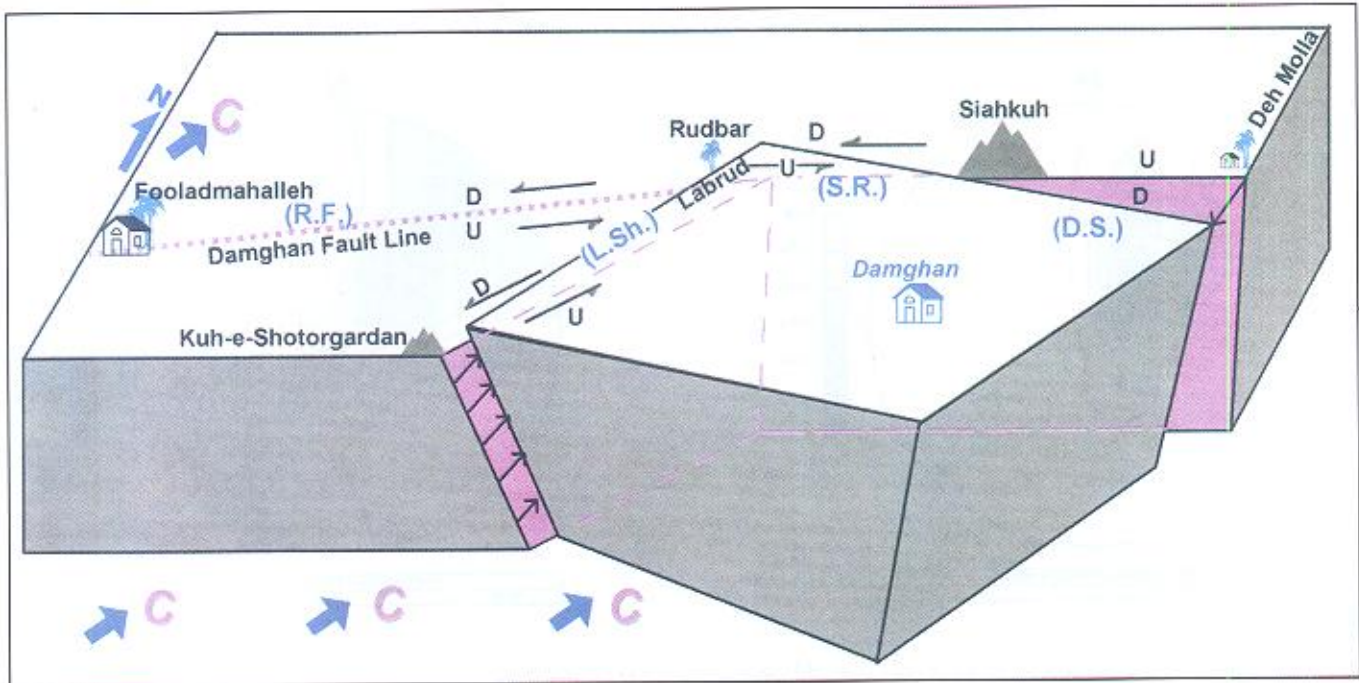
شکل ۲۳- نمودار کنتوری لایه‌بندی سنگ‌های انوسن در حاشیه شمالی لبرود- شترگردن که روند چیره شمال خاوری- جنوب باختری را نشان می‌دهد.



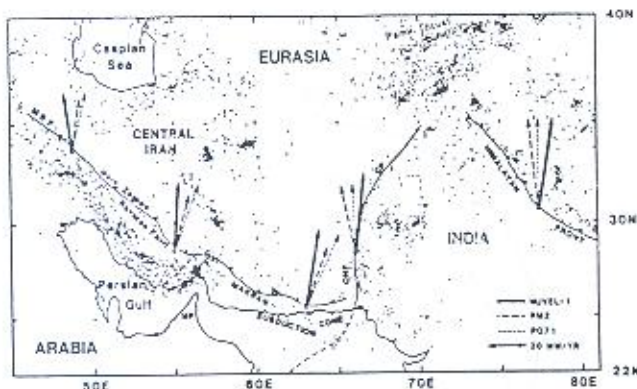
شکل ۲۴- استروگرام موقعیت‌های برداشت شده از گسله F21 (تکه لبرود- شترگردن) در شمال گردکوه (کوه انجیرلو).



شکل ۲۵- تصاویر سیکلوگرافیک موقعیت ماکزیمم‌های لایه‌بندی و گسله‌ها در کوه انجیرلو. رنگهای آبی و سبز به ترتیب روند چیره لایه‌بندی در شمال و جنوب F20 و قرمز، روند چیره گسیختگیها در امتداد آن است.

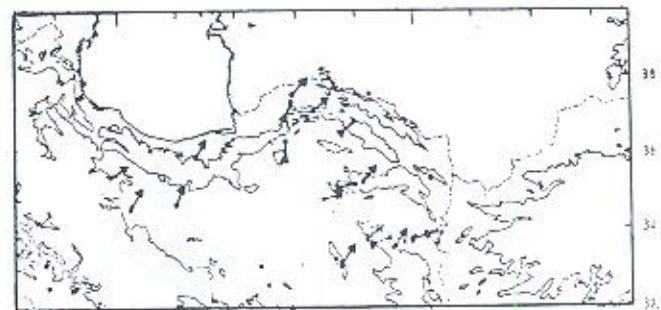


شکل ۲۷- نمودار سه بعدی، نشان دهنده ارتباط هندسی و زایشی تکه‌های ده ملا- سیاه‌کوه، سیاه‌کوه- رودبار، لبرود- شترگردن، و چگونگی جابجایی در امتداد آنها در منطقه برش فشاری چپگرد، کوته‌نوشت‌های D.S. و R.S. و R.F. و L.Sh. به ترتیب تکه‌های ده ملا- سیاه‌کوه، سیاه‌کوه- رودبار، رودبار- فولاد محله و لبرود- شترگردن از نظام گسلی دامغان را نشان می‌دهند. بردارهای روی سطح گسله بردارهای لغزشی (Slip vectors) هستند. بردار C جهت فشار (شمال خاوری) را در پهنه مورد بحث نشان می‌دهد.



شکل ۲۹- نقشه نشان دهنده سرعت‌های خطی (Linear velocities) بین ورق‌های عربی - اورازیا، تعیین شده توسط رکوردهای ماهواره‌ای و داده‌های لرزه‌ای با ژرفای کمتر از ۴۰ کیلومتر سالهای ۱۹۶۳ تا ۱۹۸۶ برگرفته از (et al., 1990)

DeMets



شکل ۲۸- نقشه توپوگرافی بخش شمالی ایران که در آن مراکز سطحی زمین لرزه‌هایی که سازوکار کانونی آنها تعیین شده همراه با بردار لغزشی آنها به نمایش درآمده است (برگرفته از Jackson and McKenzie, 1984).

کتابنگاری

- ۱- آقابابا، ب. ۱۳۷۸- باهر استراتیگرافی و معرفی بازوهایان کربونئفر زیرین در منطقه شمال دامغان (البرز شرقی). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان ۱۶۸ صفحه.
- ۲- بربریان م.، قریشی م.، طالبیان م.، شجاع طاهری ج.، ۱۳۷۵- پژوهش و بررسی نوزمینساخت، لرزه زمینساخت و خطر زمینلرزه - گسلس در گستره سمنان (پژوهش و بررسی لرزه زمینساخت ایرانزمین: بخش هفتم). انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور.



- ۳- خلعی، م. ۱۳۷۶- بررسی و تحلیل ساختاری گسله‌های دامغان و عطاری در منطقه دامغان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس ۱۳۳ صفحه.
- ۴- رحیمزاد، فرامرز، ۱۳۷۳- زمین‌شناسی ایران، الگوسن، میوسن، پلیوسن، سازمان زمین‌شناسی کشور، تهران.
- ۵- سعیدی، غ. ۱۳۷۱- نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ کیاسر، انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور.
- ۶- علوی نائینی، م.، صالحی راد، م. ر.، ۱۹۷۵- نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ دامغان، انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور.
- ۷- علوی نائینی، م. ۱۳۷۲- چینه‌شناسی پالئوزوئیک ایران، انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور، ۲۹۲ صفحه.
- ۸- نمویی، م. ج. ۱۳۶۶- نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سمنان، انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور.

References

- Alavi- Naini, M., 1972-Etude geologique de la region de Djam. Geol. Surv. IRAN, Tehran.
- Alavi- Naini, M., 1975- Geological map of the Djam area, Scale 1:100000. Geol. Surv. Iran, Tehran.
- Alavi- Naini, M. ,Hushmand zadeh, A., Etmnan, H., Haghypour, A., N. I. O. C. maps, 1976-Geological map of Torud quadrangle, Scale 1:250000, Geol. Surv. Iran,Tehran.
- Hancock, P.L.1994- Continental deformation. Pergamon Press Ltd, Headington Hill, Oxford, England.
- DeMets, C., Gordan, R. G., Arqus, D.F. & Stein, S., 1990-Current Plate motion. Geophys. J. Int., 101, 425-478.
- Jackson, J. A.and Mckenzie, D. P., 1984- Active tectonics of the Alpine-Himalayan belt between western Turkey and Pakistan. Geophys. J.R. astr. Soc. 77, 185-264.
- Krinsley, D.B., 1970- A geomorphological and paleoclimatological study of the playas of Iran. 2 vols. Air force Cambridge Res. Lab. 70.0503.
- Kushan, B., 1978- Stratigqaphy and trilobite fauna of the Mila Formation (Middle Cambrian-Tremadocian) of the Alborz range, north Iran, Tehran.
- Shahrabi, M., Stampfli, G., Jenny, J., Alavi, A., Salehirad, R., 1991-Geological map of Gorgan quadrangle, Scale 1:250000. Geol. Surv. Iran, Tehran.
- Nabavi, M.H., Shahrabi, M., Alavi Naini, M., Samadian, M.R., Hamed, A.R., Vaezipour, M. J.,N.I. O. C. maps, 1994- Geological map of Semnan quadrangle, scale 1: 250000. Geol. Surv. Iran .
- Sanderson, D. J. and Marchini, W. R. D. 1984- Transpression. J. Struct. Geol. 6, 449-458.
- Yousefi, E., and Friedberg, J.L., 1978-Aeromagnetic map of IRAN(Quadrangle No.H4-Gorgan). Geol. Surv. Iran.

* Tarbiat-e-Middaress University, Tehran, Iran

** Institute of Earth Techniques and Scientific Research/Tehran, Iran

*** Geological Survey of Iran

* دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

** موسسه تحقیقاتی علوم و فنون زمین

*** سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور