

# پشته‌های فشاری محدوده حوضه آبریز باغلار: نشانه‌ای از فعالیت‌های نو زمین‌ساختی گسل شمال میشو

نوشته: داود مختاری\* و محمدرضا نیکجو\*

\*گروه پژوهشی جغرافیای دانشگاه تبریز، ایران

## Pressure Ridges about Baghlar Basin: An Indication of Neotectonic Activities of North Mishow Fault

By: D. Mokhtari\* & M. R. Nikjoo\*

\*Department of Geographical Researches, University of Tabriz, Iran.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۰۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۶/۰۶/۲۱

### چکیده

ارزیابی سیمای زمین‌ساختی - ریخت‌شناختی مانند پشته‌های فشاری در امتداد گسل‌های راستالغز از جمله راه‌های قابل اعتماد برای تعیین جابه‌جایی گسل است. گسل فعال و راستالغز شمالی میشو با امتداد خاوری - باختری، خود ادامه گسل بزرگ تبریز است که فعالیت آن آثار ریخت‌شناختی متعددی را پدید آورده است. این تحقیق بر اساس تفسیر زمین‌ساختی - ریخت‌شناختی داده‌های میدانی حاصل از مشاهدات زمین‌شناسی و ریخت‌شناختی، به شناسایی پشته‌های فشاری محدوده حوضه آبریز باغلار به عنوان یکی از آثار فعالیت گسل راستالغز شمالی میشو پرداخته است. بر اساس نتایج این تحقیق، پشته‌های فشاری منطقه مورد مطالعه به نام‌های سیسده و تپه‌باشی در امتداد گسل شمالی میشو، نتیجه توسعه زمین‌ساختی - ریخت‌شناختی دراز مدت بویژه در کوترنری هستند و توسعه آنها در حال حاضر نیز ادامه دارد که نشانگر وجود و ادامه حرکات نوزمین ساخت در منطقه است. وقوع هر سه پدیده انحراف و گیراندازی (اسارت) و پسروی مرحله‌ای نقطه گیراندازی به طرف بالادست در یک محدوده کوچک از حوضه باغلار، به عنوان مهم‌ترین اثر دینامیک بالا و تداوم ناپایداری‌های دامنه‌ای پشته‌های مذکور بر سامانه رودخانه‌ای باغلار است. در هر حال، مطالعه موردی زیر، نمونه خوبی برای مطالعه تکامل زمین‌ساختی - ریخت‌شناختی طولانی مدت یک گسل راستالغز داخل قاره‌ای است.

**کلیدواژه‌ها:** سیمای زمین‌ساختی - ریخت‌شناسی، پشته‌های فشاری، فعالیت‌های نو زمین‌ساخت، حوضه آبریز باغلار، گسل شمالی میشو

### Abstract

Tectono-geomorphologic features such as pressure ridges along strike-slip faults provide a reliable way to determine the fault displacement. The E-W trending active and strike-slip northern Mishow Fault is continuation of great Tabriz fault, that its activity has created numerous geomorphologic traces. We document pressure ridges about Baghlar basin as a geomorphic effect of northern Mishow fault, based on tectono-geomorphic interpretation of field geologic and geomorphic observations. our results show that Pressure ridges of study area by the names of Sisdah and Tapah-Bashy, are developed along northern Mishow fault, which resulted from long-term tectono-geomorphic growth in Quaternary, specially. Present pressure ridges development indicate neotectonic movements in the study area. Occurrence of three phenomena of river diversion, river capture and continuous go back of elbow of capture in a small segment of Baghlar basin, are the most important effects of high dynamics and durability of slope instabilities in pressure ridges. This case study, thus, provides a good example for understanding the long-term tectono-geomorphological evolution of a major intracontinental strike-slip fault.

**Keywords:** Tectono-geomorphologic features, Pressure ridges, Neotectonic activities, Baghlar basin, North Mishow fault.

#### مقدمه

کشور، ۱۳۷۳: ضمیمه نقشه). آنچه مسلم است این است که حوضه آبریز باغلار (شکل ۱) بخشی از این سامانه کوهستانی است و ویژگی‌های آن، چه از نظر ساختاری و چه از نظر زمین‌ساختی تا حد زیادی با ویژگی‌های کلی سامانه فوق (مختاری، ۱۳۸۴: ۶۵ و ۶۶) متناسب است. گسل شمالی میشو، به عنوان مهم‌ترین گسل دامنه شمالی میشوداغ، در محدوده حوضه باغلار در جهت خاوری- باختری کشیده شده است (شکل ۱) و ساز و کار کلی آن احتمالاً به صورت اریپ‌لغز است که دارای مؤلفه راندگی و مؤلفه افقی راست‌گرد است (جعفرخانی، ۱۳۷۴: ۵۱). نتایج مطالعات پیشین حکایت از فعال بودن گسل فوق دارد (اسدیان و همکاران، ۱۳۷۳: ضمیمه نقشه؛ حسامی و همکاران، ۱۳۷۵: ۵؛ مختاری، ۱۳۸۴: ۷۱ و ۱۳۸۵: ۸۵) و همین ویژگی موجب ایجاد آثار ریخت‌شناختی در امتداد گسل، بویژه در محدوده حوضه آبریز باغلار شده است. همانند دیگر قسمت‌های دامنه شمالی میشوداغ در حوضه آبریز مورد مطالعه نیز این گسل واحدهای زمین‌شناسی را از همدیگر جدا کرده است به گونه‌ای که در امتداد گسل، سازندهای پالئوزویک در کنار سازندهای نئوژن قرار گرفته‌اند (شکل ۱).

مسیر گسل شمالی میشو در محدوده حوضه مورد مطالعه در حال حاضر با بخش‌هایی از آبراهه‌های اصلی دو شاخه مهم رودخانه باغلار اشغال شده است (شکل ۱) و در واقع بخشی از دره رودخانه‌ها منطبق بر مسیر خط گسل است. مسئله دیگری که در منطقه مورد مطالعه به چشم می‌خورد و نقش مهمی در شکل‌گیری سامانه رودخانه‌ای دارد وجود حرکات زمین‌ساختی در امتداد گسل‌های F1 و F3 است که بر اساس شواهد موجود و یافته‌های میدانی همین تحقیق، هر دو گسل راستالغز با مؤلفه راندگی زیادی هستند. نکته جالب در مورد گسل F3 این است که آبراهه‌های جوان شکل گرفته در پیشانی تپه درگی نیز در محل گسل به سمت خاور منحرف شده‌اند (شکل ۲) و ناپایداری‌های دامنه‌ای بر روی رسوبات میوسن مسیر این گسل، به رغم ارتفاع کم آنها، به حد اکثر می‌رسد که می‌تواند نشانگر تداوم فعالیت‌های زمین‌ساختی در امتداد این گسل باشد. به احتمال زیاد، عملکرد این گسل‌ها ریشه در فاز کوهزایی پاسادین دارد که بر اساس اطلاعات نقشه زمین‌شناسی منطقه (سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۷۳: ضمیمه نقشه) سیر تکاملی حوضه‌های رسوبی را به پایان رسانده است.

#### روش تحقیق

در طی بازدیدهای میدانی، ناپایداری‌های دامنه‌ای و شکاف‌های موجود

پهنه‌بندی سیمای ریخت‌شناختی می‌تواند سرنخ‌هایی غیرمستقیم و در عین حال، مهم برای شناسایی گسل‌های فعال مرتبط با نوزمین‌ساخت را در اختیار قرار دهد (Woldai & Dorjsuren, 2004). پشته‌های فشاری از جمله این اشکال هستند که در اثر فشارهای وارده زمین‌ساختی در نواحی گسلی پدید می‌آیند (Keller & pinter, 2002:60; Angelier et al., 2004: 713) و بسته به نوع جابه‌جایی گسل (راست‌گرد یا چپ‌گرد بودن) در نتیجه فشارهای محلی در امتداد گسل‌های راستالغز شکل می‌گیرند (Bergerat et al., 2003:597; Artita and Shultz, 2004:1; Atallah et al., 2005:1; Al-Bataina, 2005:540; Fu et al., 2005). پشته فشاری، تپه‌ای در امتداد ناحیه متأثر از گسل راستالغز است که در اثر پدیده فرایپچش (تابیدگی روبه بالا) در محل خمیدگی‌های فشاری یا در حد فاصل دو خط گسلی شکل می‌گیرد (Keller & pinter, 2002:355). توپوگرافی مرتفع، فشردگی سنگ‌ها، چین‌خوردگی و گسلش معکوس، ویژگی‌های اصلی پشته‌های فشاری هستند (Al-Bataina, 2005:540).

گسل شمالی میشو، به عنوان مهم‌ترین گسل دامنه شمالی توده کوهستانی میشوداغ، در جهت خاوری- باختری کشیده شده است. مطالعات مختلف به عمل آمده در برخی قسمت‌های این گسل (جعفرخانی، ۱۳۷۴، حسامی و همکاران، ۱۳۷۵؛ مختاری، ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵) حاکی از وجود آثار ریخت‌شناختی متعددی در راستای آن است. پشته‌های فشاری از جمله این آثار هستند که با وجود اهمیت آنها از نظر زمین‌شناسی، ریخت‌شناسی و زمین‌ساختی، مطالعه‌ای در مورد آنها صورت نگرفته است. در این پژوهش به ویژگی‌های نمونه‌ای از این پشته‌ها که نقش عمده‌ای در تکامل سامانه رودخانه‌ای باغلار نیز داشته است، پرداخته خواهد شد.

هدف‌هایی را که این مقاله دنبال می‌کند می‌توان در سه مقوله خلاصه کرد: اول آشنایی با پشته‌های فشاری به عنوان یکی از آثار ریخت‌شناختی گسل‌های راستالغز برای شناسایی گسل‌های فعال در ایران، دوم شناخت بیشتر ویژگی‌های گسل فعال شمالی میشو، سوم گسترش اطلاعات و توسعه دامنه مطالعات در مورد گسل‌های راستالغز و آثار ریخت‌شناختی آنها و استفاده از نتایج آن در ارتقای سطح آموزشی با فراهم آوردن مثال‌هایی از کشور ایران.

#### منطقه مورد مطالعه

رشته کوهستانی میشوداغ از نظر زمین‌ساختی به صورت یک فرازمین، در حد فاصل گسل‌های شمالی و جنوبی میشو بالا آمده است (سازمان زمین‌شناسی

۱- سازند شیلی و ماسه‌سنگی میوسن یکی از قدیمی‌ترین رخساره‌های سری میوسن در دامنه شمالی میشو است که در منطقه مورد مطالعه و در حد فاصل گسل شمالی میشو و دشت مرند برونزد دارد و از رخساره‌های بعدی میوسن در منطقه خبری نیست.

۲- در حاشیه بیرونی برونزد این رخساره و در امتداد جبهه کوهستان وجود دو توده نفوذی کوچک جلب توجه می‌کند (شکل ۳) که با احتساب استوک گچی قلعه‌سی در خاور و توده نفوذی قاباخ داغ در باختر آنها دیواره‌ای از توده‌های نفوذی در مرز شمالی این سازند تشکیل می‌شود. توده‌های نفوذی مورد اشاره در بالا متعلق به دوره پلیوسن هستند.

ویژگی اول ذکر شده در بالا یعنی برونزد و بالآمدگی سازند شیلی و ماسه‌سنگی را در منطقه می‌توان با چند عامل در ارتباط گذاشت:

۱- وجود حرکات فشارشی در حد فاصل گسل شمال میشو و دیواره آذرین مورد اشاره در بالا که به صورت سدی در مقابل نیروهای وارده عمل کرده است، موجب بالآمدگی سازند شیلی و ماسه‌سنگی در منطقه شده است.

۲- واکنش لایه سبتر شیلی به حرکات فشارشی زمین‌ساختی به صورت جدایش بوده و وقوع دیاپیرسیم اولیه را به دنبال داشته است. پدیده‌ای که وقوع آن در امتداد گسل‌ها به اثبات رسیده است (Sidkar & Alam, 2003: 224). چین‌های ناشی از عملکرد گسل، از سیماهای شناخته شده مناطق چین‌خورده و رورانده هستند (Chapple, 1978: 1189; Supe, 1983; Mitra, 1986: 1087, 1990: 921; Ramasay & Hubber, 1987: 1). در جاهایی مانند منطقه مورد مطالعه که گسل رورانده به فعالیت خود ادامه می‌دهد، در اثر فشار وارده در نتیجه کاهش فضا ممکن است چین‌هایی شکل بگیرند.

مشاهدات میدانی نشان می‌دهد که ساختارهای تاقدیسی منطقه عمدتاً چندگانه (Hybrid) و رونهاده (superposed) هستند و ایجاد آنها ناشی از عملکرد گسل‌ها بوده است.

۳- سازند شیلی بالآمده در محل ارتفاعات سیسده داغی و تپه باشی در واقع همان پشته فشاری است که در امتداد گسل‌های راستالغز دیده می‌شود.

برونزد این رسوبات در حد فاصل گسل شمالی میشو و توده‌های نفوذی، وجود ناپایداری‌ها در تمام سطوح دامنه‌ای متشکل از این رسوبات و ساختار در هم و برهم چین‌های منطقه نشان می‌دهد که هر کدام از این عوامل می‌توانند در شکل‌گیری چنین چشم‌اندازی در منطقه دخیل باشند. لذا، تعیین عامل تأثیرگذار در ایجاد آن قدری مشکل است. با این وجود، به نظر می‌رسد ساختار فعلی رسوبات منطقه مورد مطالعه بیش از همه، نتیجه فشردگی سازند شیلی و ماسه‌سنگی در هسته تاقدیس‌هایی است که در اثر عملکرد فشارشی نیروهای زمین‌ساختی ایجاد شده‌اند. به گونه‌ای که امروزه

بر روی دامنه‌های مشرف به دره رودخانه باغلاز که هیچ توجیهی از نظر توپوگرافی، اقلیمی و ریخت‌شناختی نداشتند، توجه نگارندگان را به خود جلب کرد. بازدیدهای مکرر حاکی از تداوم این ناپایداری‌ها در زمان حاضر نیز بود و نگارندگان بارها شاهد فروافتادن توده‌هایی از دامنه‌ها به طرف پایین بودند. دینامیک بالای حاکم بر منطقه ضرورت انجام مطالعه و حل معمای ناپایداری‌ها را بیش از پیش نمایان می‌ساخت. این ناپایداری‌ها علاوه بر نقشی که در انسداد مسیر رودخانه‌ها و جابه‌جایی آنها و در نهایت وقوع گیراندازی در امتداد دره رودخانه داشته‌اند، از تشکیل شبکه آبراه‌های ثابت بر روی ناهمواری‌های منطقه نیز جلوگیری کرده‌اند. بررسی منابع و نقشه‌های زمین‌شناسی نشان می‌داد که اشکال ناهمواری مورد اشاره در بالا، در مجاورت گسل شمالی میشو و در حد فاصل این گسل و گسل‌های فرعی منشعب از آن قرار دارند (شکل ۱). بررسی‌های میدانی از محل برخورد این گسل‌ها با دره رودخانه باغلاز نشان داد که این دو شاخه فرعی اخیر نیز همانند گسل شمالی میشو، گسل‌هایی راستالغز راست‌گرد هستند. براساس این ویژگی، سیماهای حاصل از عملکرد گسل‌های راستالغز مورد بررسی قرار گرفتند. بررسی منابع مختلف زمین‌ساختی و همچنین مطالعات موردی نشان داد که چنین ویژگی‌هایی خاص پشته‌های فشاری است که در اثر فشار ناشی از عملکرد گسل‌های راستالغز شکل می‌گیرند.

از این مرحله به بعد، مطالعات بر روی ناهمواری‌های فوق ماهیتی زمین‌ساختی-ریخت‌شناختی ادامه یافت و در پی آن با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۵۰۰۰۰ (سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۷۳) و توپوگرافی ۱:۵۰۰۰ (سازمان جغرافیایی ارتش، ۱۳۵۹) و تفسیر عکس‌های هوایی منطقه به مقیاس ۱:۴۰۰۰۰ (سازمان نقشه‌برداری، ۱۳۷۵) و با پشتوانه مطالعات میدانی نقش زمین‌ساخت در ایجاد این سیماها بررسی شد.

اندازه‌گیری ابعاد هندسی پشته‌های فشاری دارای محدودیت‌هایی است که مهم‌ترین آنها عبارتند از: ۱) تغییر شکل سطح زمین با روراندگی مواد سازنده پشته بر روی واحدهای مجاور در قسمت زیرین و بازشدگی در قسمت بالایی همراه است. ۲) فشارهای وارده به پشته‌ها، تغییر در حجم پشته‌ها را به دنبال دارد زیرا بر مقدار فضاهای خالی توده افزوده می‌شود. و ۳) تداوم حرکات زمین‌ساختی موجب فروافتادن توده‌های بزرگی از مواد دامنه‌ای به طرف پایین دست دامنه‌ها می‌شود. لذا، در این تحقیق نیز به دلایل فوق و گستردگی ناپایداری‌های دامنه‌ای به ویژگی‌های کیفی بسنده اکتفا شده است.

## بحث

مشاهدات میدانی و بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی حاکی از وجود دو ویژگی در محل مورد مطالعه بود:

وجود چنین روند توسعه‌ای در پشته‌های فشاری واقع در امتداد گسل‌های راستالغز از طریق داده‌های میدانی و مدل‌های نظری به اثبات رسیده است (Aydin and Nur, 1982: 103; Cowgill et al., 2004: 1425). لذا، تداوم توسعه این پشته‌ها در امتداد گسل فعال شمالی میشو دور از انتظار نیست. وجود پشته‌های فشاری و ناپایداری سطح دامنه این پشته‌ها در منطقه مورد مطالعه، می‌تواند نشانگر حرکات زمین‌ساختی جوان (احتمالاً در هولوسن) باشد. وجود این پشته‌ها در مناطق دیگری از جهان نیز به فعالیت‌های زمین‌ساختی جوان نسبت داده شده است (Barka et al., 2002; Nemer & Meghraoui, 2006; Gracia et al., 2006) به گونه‌ای که یکی از سیماهای ایجاد شده در نتیجه زمین‌لرزه ۱۹۹۹ از میت ترکیه همین پشته‌های فشاری بوده است (Barka and et al., 2002: 58). این ساختارها اطلاعات قابل اتکایی از میزان جابه‌جایی‌ها در امتداد گسل‌های راستالغز و شدت زمین‌لرزه‌های مورد انتظار در محل مورد نظر ارائه می‌دهند (Angelier, 2005, 2006). لازم به ذکر است که منطقه مورد مطالعه در دهه‌های اخیر دو بار در تاریخ ۱۳۶۶/۱۰/۲۵ و ۱۳۶۶/۱۰/۳۰ کانون زمین‌لرزه‌های با بزرگی بیش از ۳ ریشتر بوده است (نوری، ۱۳۷۶).

در حال حاضر، تداوم ناپایداری‌ها در دامنه‌های تپه سیسده در اثر فشارهای ناشی از فعالیت‌های زمین‌ساختی در مجاورت خط گسل و در امتداد رودخانه سیسده موجب بسته شدن متوالی مسیر رودخانه سیسده می‌شود (شکل ۷). کوه تپه‌باشی و بویژه کوه سیسده به عنوان نمادی از پشته‌های فشاری منطقه با دینامیک بالای خود شبکه زهکشی منطقه را تحت تأثیر قرار داده‌اند. حرکت توده‌ای مواد از روی این دو کوه به سمت آبراه‌ها موجب شده است تا به رغم قدمت تشکیل شبکه زهکشی در منطقه و برخورداری رودخانه از آبراه‌های گسترده، در برخی قسمت‌ها مسیر آبراه بسته شده و آب رودخانه از طریق مجاری باریکی که خود رودخانه در پی هر ریزش ایجاد می‌کند، عبور نماید. وجود چنین فرایندی موجب انحراف شاخه مشه‌لر به سمت شاخه سیسده (سیسته) و سپس گیراندازی آن به وسیله رودخانه اخیر را به دنبال داشته است. در حال حاضر نیز نوعی جابه‌جایی نقطه گیراندازی به طرف بالادست رودخانه در حال انجام است (شکل ۸) که دلیلی غیر از عملکرد پشته‌های فشاری ندارند. ورود توده‌ای مواد به درون کانال شاخه سیسده، موجب نزدیکی هرچه بیشتر بستر آن به آبراه شاخه مشه‌لر و تشدید زیرکنی کناره آبراه و در نهایت انتقال نقطه گیراندازی به بالا دست می‌شود. لازم به ذکر است که بنا بر نقل قول‌های اهالی روستای باغلاز، انحراف رودخانه مشه‌لر به سمت رودخانه سیسده در حد فاصل ۲۰۰ تا ۳۰۰ سال پیش از این اتفاق افتاده است.

نیز آثار این ناپایداری‌ها را می‌توان در سطح دامنه‌های متشکل از این سازند دید (شکل ۴). افزایش ناپایداری‌ها به طرف گسل اصلی منطقه و به حداکثر رسیدن آن در مجاورت گسل نقش عامل سوم را بیشتر تقویت می‌کند. در روی تپه سیسده (شکل ۵) و تپه‌باشی، بالاآمدگی عناصر تشکیل دهنده تپه از قسمت میانی آن به سمت اطراف مشاهده می‌شود که نشانگر تداوم فشارهای وارده در اثر فعالیت‌های زمین‌ساختی است و تپه‌های فوق در واقع پشته‌های فشاری هستند که در امتداد گسل راستالغز شمالی میشو شکل گرفته‌اند. تشکیل چنین توبوگرافی مرتفع محلی نتیجه واکنش متقابل مکانیکی بین قطعات گسلی است (Artita & Schultz, 2005). بی‌تردید گسل‌های F1 و F3 نقش مهمی در کاهش این فشارها و جلوگیری از انتقال آنها به سازندهای واقع در فواصل دورتر نسبت به گسل شمالی میشو داشته‌اند (شکل ۶). به جرأت می‌توان گفت که عدم تشکیل شبکه رودخانه‌ای قابل توجه در روی این سازندها بویژه در کوه سیسده داغی نیز، به‌رغم وسعت زیاد و سنگ‌شناسی نامقاوم آنها، به دلیل همین تداوم بالاآمدگی ناهمواری و شدت ناپایداری‌ها بر روی این سازند است.

آثار لغزش‌های دیرینه نیز بر روی دامنه‌های ناهمواری‌های مجاور دره اصلی رودخانه دیده می‌شوند که یقیناً نتیجه حاکمیت دوره‌های مرطوب‌تر آب و هوایی در گذشته‌ای نه چندان دور است. ولی نکته مهم اینجاست که در حال حاضر نیز همه ساله می‌توان ناپایداری‌هایی را همراه شکاف‌هایی جدید (شکل ۴ و ۵) در سطح دامنه‌ها مشاهده کرد که به دلایل زیر نمی‌توانند مشخصات لغزش‌های دیرینه منطقه را داشته باشند:

۱- عدم وجود رطوبت کافی به دلیل چیرگی آب و هوایی نیمه خشک بر منطقه

۲- تراوایی کم سازندهای میوسن منطقه

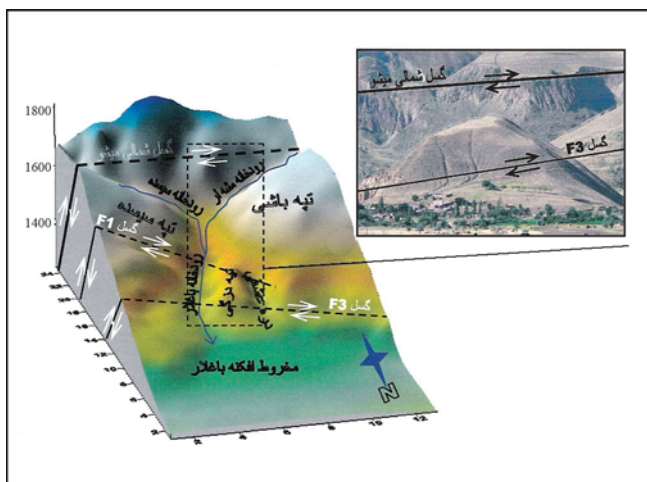
۳- وقوع ناپایداری‌ها در همه جهت‌های دامنه بویژه در تپه‌ای مثلثی شکل به نام سیسده داغی که در حد فاصل گسل شمالی میشو، گسل F1 (دره اروردی) و دره اصلی رودخانه باغلاز، به گونه‌ای که به نظر می‌رسد این رسوبات از قسمت میانی تپه مانند یک چشمه بالا آمده و به اطراف پخش می‌شوند (شکل ۵).

مقطع یک برآمدگی فشاری شباهت زیادی به یک غنچه در حال باز شدن (Wilcox et al., 1973) و یا تاج درخت خرما (Sylvester, 1988) دارد. در اثر این فرایند رسوبات مربوط به میوسن میانی و بالایی که بر روی ناهمواری‌های مجاور برونزد دارند، در اثر فرسایش از بین رفته و رسوبات فعلی ظاهر شده‌اند. آنچه مسلم است این است که سیماهای زمین‌ساختی-ریخت‌شناختی امتداد گسل‌های راستالغز با گذشت زمان توسعه می‌یابند (Wallace, 1968; Sylvester, 1988; Fu and Awata, 2006).

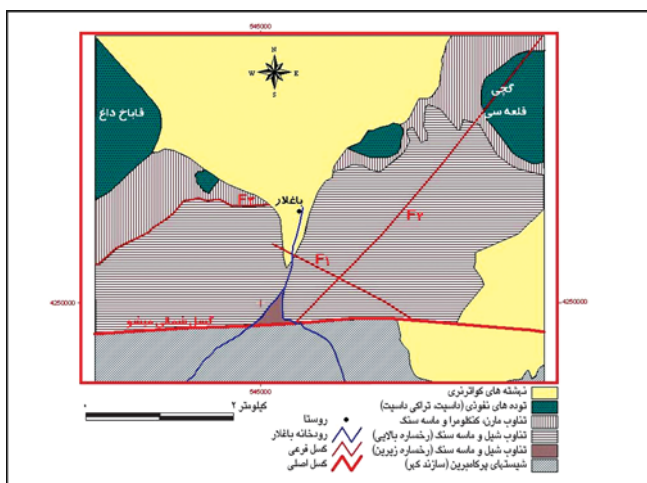
### نتیجه‌گیری

فرعی منطقه (F1 و F3) است و تداوم ناپایداری‌های دامنه‌ای در سطح این پشته‌ها حاکی از وجود و ادامه حرکات نوزمین ساخت در منطقه است به گونه‌ای که در سال ۱۹۶۶ میلادی دو بار کانون زمین لرزه بوده است. وقوع هر سه پدیده انحراف و گیراندازی و پسروی مرحله‌ای نقطه گیراندازی به طرف بالادست در یک محدوده کوچک از حوضه باغلار، به عنوان مهم‌ترین اثر دینامیک بالا و تداوم ناپایداری‌های دامنه‌ای پشته‌های مذکور بر سامانه رودخانه‌ای باغلار است که شاید نظیر آن را کمتر بتوان در سایر مناطق یافت. در هر حال، مطالعه موردی زیر، نمونه خوبی برای مطالعه تکامل زمین‌ساختی - ریخت‌شناختی دراز مدت یک گسل راست‌الغز است.

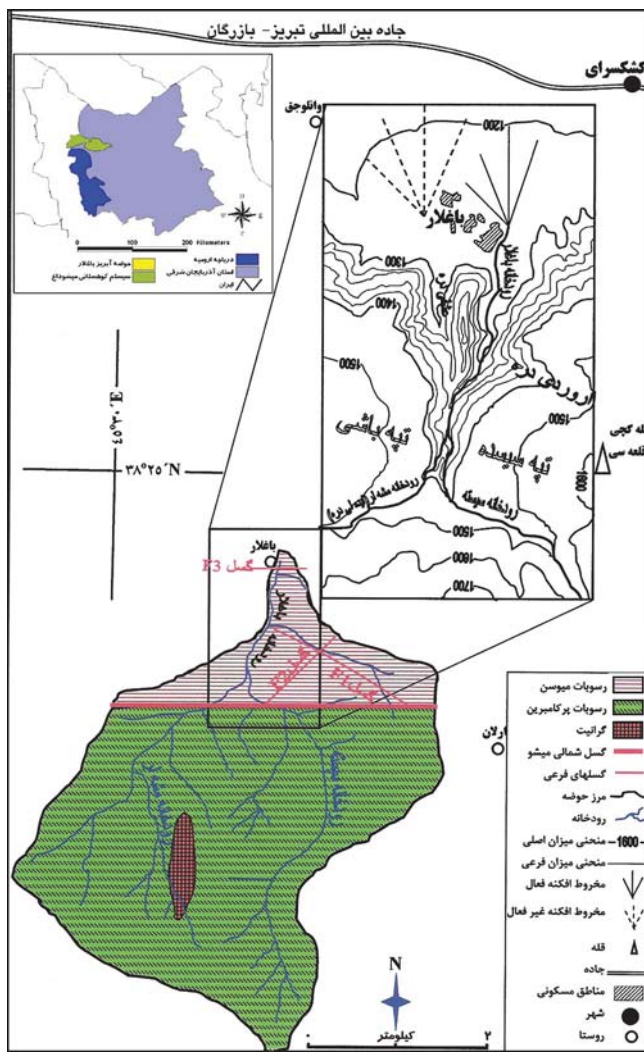
آثار ریخت‌شناختی گسل‌ها شاخص‌های خوبی برای ارزیابی میزان فعالیت گسل در امتداد گسل شمالی میشو هستند. در کنار دیگر سیمای‌های شناخته شده در امتداد این گسل (مختاری، ۱۳۸۵)، پشته‌های فشاری واقع در محدوده حوضه آبریز باغلار از جمله سیمای‌های مهمی هستند که نتیجه تکامل زمین‌ساختی - ریخت‌شناختی منطقه هستند. در این تحقیق، از طریق مطالعات میدانی و ویژگی‌های ریخت‌شناختی و زمین‌شناسی ساختاری پشته‌های فشاری فوق بررسی شد. بر اساس نتایج این تحقیق پشته‌های فشاری منطقه مورد مطالعه به نام‌های سیسده و تپه‌باشی در امتداد گسل شمالی میشو، نتیجه توسعه زمین‌ساختی - ریخت‌شناختی دراز مدت بویژه در کواترنری هستند و تشکیل این پشته‌ها، نتیجه حرکات راست‌الغزی راست بر گسل شمالی میشو و گسل‌های



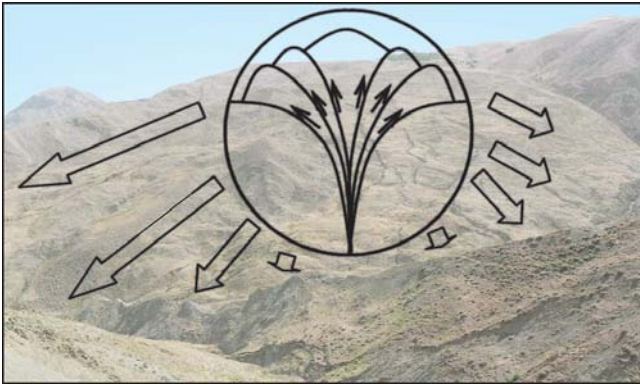
شکل ۲- وضعیت ریخت زمین‌ساختی منطقه



شکل ۳- ویژگی‌های زمین‌ساختی منطقه مورد مطالعه و پیرامون آن



شکل ۴- موقعیت و ویژگی‌های عمومی حوضه آبریز باغلار و محدوده مورد مطالعه



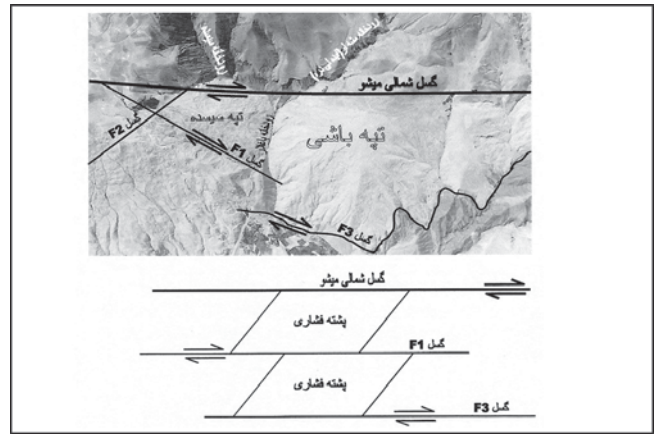
شکل ۵- تصویر تپه سیسده و حرکات توده‌ای شعاعی آن



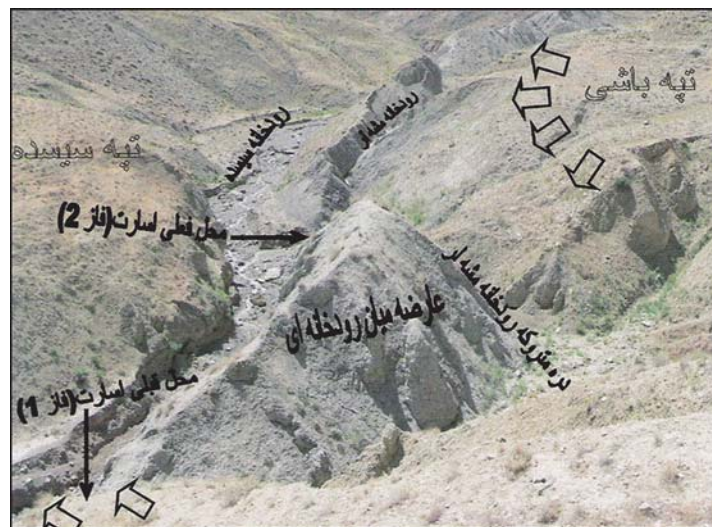
شکل ۴- شکاف‌های ایجاد شده بر روی دامنه‌های متشکل از سازند شیلی و ماسه سنگی میوسن



شکل ۷- بخشی از بستر رودخانه سیسده منطبق بر خط گسل شمالی میشو، به ناپایداری‌های دامنه‌ای سیسده توجه کنید



شکل ۶- عملکرد گسل‌های راست‌الغز منطقه در ایجاد پشته‌های فشاری



شکل ۸- محل گیراندازی رودخانه مشه لر و بخشی از دره متروک آن

**کتابنگاری**

- جعفرخانی، ع.، ۱۳۷۴- بررسی پترولوژی و ژئوشیمی توده‌های گرانیتوئیدی جنوب باختر مرند و سنگ‌های مجاور با نگرش به پتانسیل کانی‌سازی آن (در محدوده روستاهای محبوب‌آباد، پیربالا و عیش آباد). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم، دانشگاه تبریز.
- حسامی، خ.، کارخانیان، آ. و جمالی. ف.، ۱۳۷۵- گزارش مقدماتی شناسایی تعدادی از گسل‌های فعال منطقه آذربایجان. مؤسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله.
- سازمان زمین‌شناسی کشور ۱۳۷۳- «نقشه زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰: ۱ مرند».
- مختاری، د.، ۱۳۸۴- نقش نوزمین ساخت در تکامل سامانه‌های رودخانه‌ای در کواترنر، مطالعه موردی: رودخانه‌های دامنه شمالی میشوداغ. علوم زمین. شماره ۵۷.
- مختاری، د.، ۱۳۸۵- کاربرد شاخص‌های مورفومتری در تعیین میزان فعالیت گسله‌ها مورد نمونه: گسل شمالی میشو. علوم زمین. شماره ۵۹.
- نوری، ز.، ۱۳۷۶- بررسی خواص دینامیکی زلزله‌های ایران. مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران.

**References**

- Angelier, J., 2005- "Push-up studies and determination of ancient earthquake magnitudes in the south Iceland seismic zone". Geophysical research abstracts, Vol. 7, 09570.
- Angelier, J., 2006- "Earthquake magnitude indicated by push-up structures along active strike-slip faults of the south Iceland seismic zone". Geophysical research abstracts, Vol. 8, 08865.
- Angelier, J., Bergerat, F. O., Bellou, M., Homberg, C., 2004 - "Co-seismic strike-slip fault displacement determined from push-up structures: the Selsund Fault case, South Iceland". Journal of Structural Geology 26, 709-724.
- Al-Bataina, B. A., Al-Taj, M. M., Atallah, M. Y., 2005- "Relation between radon concentrations and morphotectonics of the Dead Sea transform in Wadi Araba, Jordan". Radiation Measurements, 40, 539-543.
- Artita, K. S., Schultz, R. A., 2004 - "3D Fault interaction and depth of strike-slip faults on Mars". Lunar and Planetary Science XXXV.
- Artita, K. S., Schultz, R. A., 2005- "Significance of deformation band-like strike-slip faults on Mars". Lunar and Planetary Science XXXVI.
- Atallah, M., Mustafa, H., El-akhal, H., Al-taj, M., 2005- "Dhahal structure: an example of transpression associated with the Dead Sea transform in Wadi Araba, Jordan". Acta Geologica Polonica, Vol. 55, No. 4, pp. 361-370.
- Aydin, A., Nur, A., 1982- "Evolution of pull-apart basins and their scale independence". Tectonics 1, 91-105.
- Bergerat, F. O., Angelier, J., Gudmundsson, A., Torfason, H., 2003- "Push-ups, fracture patterns, and palaeoseismology of the Leirubakki Fault, South Iceland". Journal of Structural Geology 25, 591-609.
- Barka, A., Akyuz, H.S., Altunel, E., Sunal, G., Cakır, Z., Dikbas, A., Yerli, B., Armijo, R., Meyer, B., Chabalier, J.B., Rockwell, T., Dolan, J.R., Hartleb, R., Dawson, T., Christofferson, S., Tucker, A., Fumal, T., Langridge, R., Stenner, H., Lettis, W., Bachhuber, J., Page, W., 2002- "The surface rupture and slip distribution of the August 17, 1999 Izmit earthquake, M<sub>l</sub> 7.4, North Anatolian Fault". Bulletin of the Seismological Society of America 92, 43e60.
- Chapple, W.A., 1978- "Mechanics of thin-skinned fold-and-thrust belts. Geol. Soc. Amer. Bull. 89, 1189-1198.
- Cowgill, E., Arrowsmith, J.R., Yin, A., Wang, X., Zhang, S., 2004- "The Akato Tagh bend along the Altyn Tagh fault, northwest Tibet 1: Smoothing by vertical-axis rotation and the effect of topographic stresses on bend-flanking faults". Geological Society of America Bulletin 116, 1423-1442.

- Fu, B., Awata, T. Y., Du, J., He, W., 2005- "Late Quaternary systematic stream offsets caused by repeated large seismic events along the Kunlun fault, northern Tibet". *Geomorphology* 71, 278–292.
- Fu, B., Awata, Y., 2007- "Displacement and timing of left-lateral faulting in the Kunlun Fault Zone, northern Tibet, inferred from geologic and geomorphic features". *Journal of Asian Earth Sciences*, Volume 29, Issues 2-3, 1, Pages 253-265.
- Gra`cia, E., Palla`s, R., Soto, J. I., Comas, M., Moreno, X., Masana, E., Santanach, P., Diez, S., Garcí`a, M., Dan`obeitia, J., 2006- "Active faulting offshore SE Spain (Alboran Sea): Implications for earthquake hazard assessment in the Southern Iberian Margin". *Earth and Planetary Science Letters* 241, 734–749.
- Keller, E.A., Pinter, N., 2002- "Active tectonics: Earthquakes, Uplift, and Landscape". Prentice Hall, Pup.
- Mitra, S., 1986- "Duplex structures and imbricate thrust systems: geometry, structural position and hydrocarbon potential". *Am. Assoc. Pet. Geol. Bull.* 70, 1087–1112.
- Mitra, S., 1990- "Fault-propagation folds: geometry, kinematic evolution and hydrocarbon traps". *Am. Assoc. Pet. Geol. Bull.* 74, 921–945.
- Nemer, T., Meghraoui, M., 2006- "Evidence of coseismic ruptures along the Roum fault (Lebanon): a possible source for the AD 1837 earthquake". *Journal of Structural Geology* 28, 1483-1495.
- Ramsay, J.G., Hubber, M., 1987- "The Techniques of Modern Structural Geology". Academic Press, San Diego, CA.
- Sikder, A.M., Alam, M. M., 2003- "2-D modelling of the anticlinal structures development of the eastern fold belt Bengal Basin", Bangladesh. *Sedimentary Geology* 155, 209–226.
- Suppe, J., 1983- "Geometry and kinematics of fault-bend folding". *Am. J. Sci.* 283, 684–721.
- Sylvester, A., 1988- "Strike slip faults". *Geological Society of America Bulletin*, 100, 1666-1703.
- Wallace, R.E., 1968- "Notes on stream channels offset by the San Andreas fault, southern Coast Ranges, California". In: Dickinson, W.R., Grantz, A. (Eds.), *Conference on Geologic Problems of the San Andreas Fault System*. Stanford University Publication in Geological Sciences, vol.11, pp.6–21.
- Woldai, T., Dorjsuren, J., 2004- "Application of remotely sensed data for neotectonics in western Mongolia". XXth ISPRS Congress, 12-23 July, Istanbul, Turkey.
- Wilcox, R., Harding, T. & Seely, D., 1973- "Basic wrench tectonics". *The American Association of Petroleum Geologist Bulletin*, 57, 74-96.