

کارکرد گسل کاسپین (خزر) بر زمین‌ریخت‌شناسی گستره قائم‌شهر

احمد لشگری^۱، محمد رضا قاسمی^{۱*} و منوچهر قرشی^۲

^۱ پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران.
^۲ دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۰۹/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۶/۱۲/۲۰

چکیده

گسل کاسپین (خزر) به عنوان مرز جلگه کاسپین و کوه‌های البرز یک عارضه زمین‌ساختی مهم است که می‌توان آن را گسل پیشانی شمالی رشته کوه البرز در نظر گرفت. فرونشست گودال کاسپین در شمال و برپایی کوه‌های البرز و راندگی آن بر روی جنوب حوضه کاسپین جنوبی در راستای این گسل صورت می‌گیرد. در این مقاله بخشی از گسل کاسپین بین طول‌های جغرافیایی ۳۰' ۵۲° تا ۰۰' ۵۳°، که در نیمه شمالی نقشه زمین‌شناسی قائم‌شهر واقع شده است، به صورت قطعه‌ای در نظر گرفته می‌شود که بر روی زمین رخنمون ندارد و هنوز به سطح نرسیده است اما تأثیر عملکرد آن به صورت ساختارهایی از جمله تاقدیس‌های در حال رشد نمایان شده است. این مقاله با معرفی ویژگی‌های کلی ریخت‌زمین‌ساختی منطقه به توصیف تاقدیس‌های فعال (در حال رشد) و تأثیرات ریخت‌زمین‌ساختی - از جمله تأثیر بر روی رودخانه‌های منطقه، از خاور تا باختر منطقه مورد بررسی، می‌پردازد.

کلیدواژه‌ها: گسل کاسپین، قائم‌شهر، زمین‌ریخت‌شناسی، تاقدیس در حال رشد.

*نویسنده مسئول: محمدرضا قاسمی

۱- مقدمه

منطقه مورد مطالعه در محدوده طول‌های جغرافیایی خاوری ۳۰' ۵۲° تا ۰۰' ۵۳° و عرض‌های جغرافیایی شمالی ۱۵' ۳۶° تا ۰۰' ۳۶° قرار گرفته است و دربرگیرنده بخش شمالی نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ قائم‌شهر است. ارتفاع پست‌ترین نقاط در گوشه شمال باختری به ۴ متر بالای سطح دریاهای آزاد می‌رسد (وحدتی و دانشمند، ۱۳۸۲). ارتفاع بلندترین ناحیه در بخش کوهستانی به ۱۸۵۲ متر می‌رسد و در گوشه جنوب باختری حوالی روستای چاتمه قرار دارد. رودخانه‌های جاری در این منطقه پس از سرچشمه گرفتن از کوهستان البرز با روند شمالی جنوبی به دریای کاسپین می‌ریزند. رودخانه تالار پس از گذر از پل سفید وارد منطقه می‌شود سپس با عبور از زیر آب، شیرگاه و قائم‌شهر از منطقه خارج و به طرف کیاکلا و بهنمیر جاری می‌شود و در خاور بابلسر به دریای کاسپین می‌ریزد.

منطقه مورد مطالعه در بخش کوهستانی دارای رخنمون‌هایی است از تناوب‌های مارن، مارن فورش‌دار، سنگ‌فورش، گل‌سنگ، سنگ آهک، سنگ آهک ماسه‌ای، ماسه‌سنگ آهکی و سنگ جوش و در بخش کم ارتفاع شمالی دربردارنده رسوبات نوژن تا کواترنری است. ناحیه مورد مطالعه در پهنه گرگان رشت قرار می‌گیرد و از دو بخش تشکیل شده است: بخش شمالی که در گستره حوضه کاسپین جنوبی قرار می‌گیرد و بخش جنوبی که بخشی از بلندی‌های البرز به حساب می‌آید. این دو بخش توسط گسل کاسپین از یکدیگر جدا شده‌اند. حوضه کاسپین جنوبی به عنوان یک بلوک سخت با حرکتی آرام نسبت به اوراسیا به سوی شمال‌باختر و نسبت به البرز به سوی جنوب باختر در حرکت است (Jackson et al., 2002). ستبرای پوسته کاسپین در حدود ۳۰ تا ۳۵ کیلومتر برآورد شده است که شامل ۱۳ تا ۲۰ کیلومتر توالی رسوبی است که بر روی پوسته‌ای زیرین با ماهیت به احتمال اقیانوسی قرار گرفته است. حوضه کاسپین جنوبی فرونشست سریعی در راستای گسل کاسپین داشته است که حاصل آن رسوبگذاری ستبرای قابل ملاحظه‌ای از رسوبات نوژن - کواترنری در این حوضه است. تمایز میان این قسمت با بخش‌های مجاور در ویژگی‌های فیزیوگرافیک، فرونشینی، سرعت موج‌های لرزه‌ای و لرزه‌خیزی این بخش از ایران است. بررسی روکانون زمین‌لرزه‌های دستگاهی نشان می‌دهد که سنگ‌کره کاسپین جنوبی در عمل بدون فعالیت لرزه‌ای است. چین‌خوردگی فعال نهشته‌های

نوژن و کواترنری کاسپین پیش از پلیوسن زیرین (پیش از نهشتگی آکچاگیل) آغاز و تا کنون نیز ادامه دارد. این پدیده با وجود سختی صفحه کاسپین عجیب به نظر می‌رسد، اما ویژگی مهم این چین‌ها آن است که بیشتر به حاشیه‌های صفحه کاسپین محدود می‌شوند (قاسمی، ۱۳۷۹).

در این منطقه روند افزایش بلندا از شمال به جنوب است و اختلاف ارتفاع زیادی دیده می‌شود. بالاآمدگی‌های شدید تأثیر آشکار بر ریخت‌شناسی داشته‌اند. روند خاوری - باختری البرز در منطقه شکل‌های زمین‌ریختی شاخص منطقه را پدید آورده است که از ساختمان‌های زمین‌ساختی عمده ناحیه پیروی می‌نمایند. به سوی جنوب در برخی نقاط الگوی کوه - دره تکرار شده است، در بخش خاوری منطقه (خاور و جنوب خاور قائم‌شهر) بلندی‌هایی با روند خاوری باختری واقع شده‌اند که به طور متناوب با دره‌هایی به موازات یکدیگر قرار گرفته‌اند. این رشته بلندی‌ها - که در ادامه به عنوان تاقدیس معرفی می‌شوند - از شمال به جنوب بر وسعت و ارتفاعشان افزوده می‌شود. در ادامه سعی شده است علاوه بر معرفی و ذکر ویژگی‌های این تاقدیس‌ها و معرفی آنها به عنوان تاقدیس‌های در حال رشد و همچنین معرفی و بیان ویژگی‌های زمین‌ریختی دو رودخانه اصلی که در این منطقه جریان دارند، به ارتباط میان این ساختارها و گسل کاسپین و تأثیر عملکرد این گسل بر زمین‌ریخت‌شناسی منطقه پرداخته شود. برای بررسی ویژگی‌های ریخت‌زمین‌ساختی ساختارها از روش‌های نو از جمله از داده‌های مدل ارتفاعی رقومی (SRTM) و همچنین GPS کینماتیک استفاده شده است.

۲- گسل‌ها

در منطقه مورد مطالعه گسل کاسپین رخنمون مشخصی ندارد، تنها در شمال باختر منطقه در جنوب و جنوب خاور وسطی کلاً، مرز تند کوه پایه با دشت و قرارگیری نهشته‌های قدیمی‌تر در کنار نهشته‌های عهد حاضر را می‌توان به این گسل نسبت داد. راستای این گسل در دو سوی این منطقه تغییر می‌کند که در ادامه در مورد آن بحث خواهد شد. با وجود نمان بودن این گسل، در این منطقه ساختارهایی وجود دارند که با راستای کلی این گسل هماهنگ و در ارتباط با آن هستند که در ادامه در مورد این روابط مباحثی

حاکم اندازه‌گیری شده در این منطقه از نظم خاصی پیروی می‌کند. در بررسی‌های آماری بخش مرکزی، راستای شمال خاور- جنوب باختر و در پهنه خاوری راستای شمال باختر- جنوب خاورو چیره است. بدین ترتیب دو این منطقه پوسته کاسپین از دو سو تحت فشاردگی است. در محل تغییر راستای پهنه گسل (نیمه شمالی نقشه زمین‌شناسی قائم‌شهر) میدان تنش دو جهت متفاوت را نشان می‌دهد (طیسی، ۱۳۸۱). (Allen et al., 2003) وجود تنش‌های فشاری با راستای شمال خاور- جنوب باختر و همچنین تغییر روند این تنش‌ها از شمالی- جنوبی در میوسن به شمال خاور- جنوب باختر در پلیوسن تا کواترنری را در این منطقه تأیید می‌کند.

۳- جنبش‌های نوزمین‌ساختی

منطقه مورد مطالعه از دیدگاه لرزه‌زمین‌ساختی منطقه‌ای به نسبت فعال است. افزون بر زمین‌لرزه‌های تاریخی گزارش شده، زمین‌لرزه‌های دستگاهی متعددی نیز در این منطقه ثبت شده‌اند. از جمله زمین‌لرزه‌های دستگاهی ثبت شده در این منطقه می‌توان به زمین‌لرزه ۱۹۳۵ تالار رود ($M=6.8$) (Ambraseys & Melville, 1982, 1992) و ۱۹۹۲ بابل، قائم‌شهر، بابل کنار ($M=5.1$) (طیسی، ۱۳۸۱)، اشاره کرد که زمین‌لرزه اخیر بر پایه ساز و کار ژرفی گسل خوردگی، کار کردی معکوس را نشان می‌دهد. افزون بر این، تغییراتی که در زمین‌ریخت‌های این بخش از جنوب حوضه کاسپین جنوبی مشاهده می‌شود نشان‌دهنده فعالیت ساختارهای موجود در منطقه است.

۴- بررسی ویژگی‌های زمین‌ریختی

بر پایه اطلاعات برداشت‌شده صحرائی در منطقه مورد بررسی ۷ تاق‌دیس با روند خاوری- باختری شناسایی شده‌اند (شکل ۱)، Keller (1999) برای شناسایی چین‌های در حال رشد، ۶ شاخص زمین‌ریخت‌شناسی معرفی می‌نماید که عبارتند از:

- ۱- کاهش تراکم آبراهه‌ها، ۲- کاهش برپایی (ارتفاع) هوا چاک‌ها (air gaps)،
- ۳- کاهش ارتفاع نیرخ چین، ۴- توسعه الگوهای شاخص آبراهه‌ای
- ۵- دگرریختی نهشته‌های جوان و ۶- کاهش کج‌شدگی پیش‌یال در این بخش با معرفی تاق‌دیس‌ها به بررسی شاخص‌های ذکر شده برای هر یک خواهیم پرداخت.

۴-۱. تاق‌دیس افراخت

این تاق‌دیس در پیشانی کوهستان و در بخش شمال خاوری منطقه قرار گرفته است و در شمال روستای افراخت (خاور قائم‌شهر) واقع شده است. بیشینه بلندا در فراز آن ۱۵۵ متر و درازای آن در حدود ۶ کیلومتر است. بررسی نیرخ‌های طولی و عرضی این تاق‌دیس نشان می‌دهد (شکل ۲). ارتفاع خط الرأس تاق‌دیس (لولای آن) به سمت باختر کاهش می‌یابد (لولای تاق‌دیس به سمت باختر میل دارد)؛ به صلت جوان بودن این تاق‌دیس، هوا چاک (air gap) مشخصی بر روی آن قابل شناسایی نیست اما فرورفتگی‌های زین‌اسی بر روی نیرخ آن دیده می‌شوند که مشکوک به هوا چاک هستند؛ با کاهش ارتفاع، شیب پیش‌یال کاهش می‌یابد؛ متوسط شیب دامنه شمالی، کمتر از متوسط شیب دامنه جنوبی است. (شکل ۹-الف)؛ همچنین با بررسی الگوی آبراهه‌های این تاق‌دیس، آشکار شد: شاخص تراکم آبراهه‌ای (Dd) شبکه آبراهه‌ای این تاق‌دیس از تقسیم مجموع طول آبراهه‌ها بر مساحت منطقه زهکشی شده به دست می‌آید. برای سه بخش هم مساحت از خاور به باختر، به ترتیب عبارتند از ۰/۰۳۳، ۰/۰۱۴، ۰/۰۰۵ (شکل ۹-ب). از خاور به سمت باختر، راستای آبراهه‌ها به سمت باختر متمایل می‌شود (شکل ۹-پ).

۴-۲. تاق‌دیس سنگ تراشان

این تاق‌دیس به موازات تاق‌دیس افراخت، در جنوب آن و باختر روستای سنگ

مطرح خواهد شد. گسله کاسپین به عنوان مرز جداکننده کوه با دشت دارای راستای خم‌دار خاوری- باختری، سازوکار رانندگی، شیب کم به سوی جنوب و درازای بیش از ۶۰۰ کیلومتر است. پایانه خاوری این گسل تا خاور گنبد کاووس ادامه دارد و خود گسل در راستای کرانه دریای کاسپین به سوی باختر تا لاهیجان ادامه می‌یابد. در جنوب عثمان سرا (جنوب باختر سلمان شهر) گسل کاسپین به گسل شمال البرز می‌پیوندد. گسل کاسپین جداکننده فرو نشست کاسپین از البرز است، که در شمال آن گودال کاسپین در حال فرونشینی و در جنوب آن کوه‌های البرز در حال بر خاستگی هستند (Axen et al., 2001 ; Allen et al., 2003). اختلاف برجستگی شدید و ناگهانی میان دریای کاسپین با ارتفاع نزدیک به ۲۸- متر از سطح دریاها آزاد و بخش شمالی کوه‌های البرز با ارتفاع نزدیک به ۲۰۰۰ متر به سبب عملکرد این گسل است. به سبب فعالیت این گسل مجموعه دگرگونی گرگان و دیگر سازندهای پالتوزویک در کنار رسوبات کواترنری دشت کرانهای کاسپین جنوبی قرار گرفته‌اند (قاسمی، ۱۳۸۲).

گسل شمال البرز در مرز جنوبی منطقه مورد مطالعه واقع شده است و موجب قرارگیری نهشته‌های ژوراسیک در کنار نهشته‌های پالتوزن شده است. فاصله دو گسل شمال البرز و کاسپین از یکدیگر در این منطقه از خاور به باختر کاهش می‌یابد و با روند همگرایی این دو گسل به سمت باختر تطابق دارد. گسل شمال البرز گسل‌های رانندگی با شیب عمومی به سوی جنوب است که مرز جنوبی رخنمون‌های نئوژن کاسپین را شکل می‌دهد؛ راستای نیمه خاوری گسل، خاور- شمال خاوری و راستای نیمه باختری آن، باختر- شمال باختری است.

در بخش‌هایی از منطقه بررسی شده گسل‌هایی با راستای شمال خاور- جنوب باختر دیده می‌شوند (وحدتی دانشمند، ۱۳۸۲). تعداد این گسل‌ها در قسمت خاوری بیشتر است و این همان جایی است که راستای گسل کاسپین از خاور- باختر به شمال خاور- جنوب باختر تغییر می‌کند، همچنین قرینه این گسل‌ها در باختر این منطقه به صورت شمال باختر- جنوب خاور دیده می‌شوند و به نظر می‌رسد این گسل‌ها به صورت هم یوغ (conjugate) عمل می‌کنند، که اثرات آنها در برخی نقاط قابل مشاهده است (مانند جنوب باختر دیوا و شمال خاور نفت چاه). من فعالیت این گسل‌ها جوان به نظر می‌رسد (وحدتی دانشمند، ۱۳۸۲). رودخانه‌هایی مانند بابل، کرمنگ، سجادرود و بسیاری دیگر در بخش‌هایی از مسیرشان از جابه‌جایی‌های ناشی از این گسل‌ها متأثر شده‌اند مانند جنوب شارقلت، جنوب فیروز جاه و خاور تیرکن. افزون بر گسل‌های بالا خطواره‌های دیگری نیز در منطقه دیده می‌شوند که در مورد ماهیت و عملکرد این خطواره‌ها تردید وجود دارد و نیاز به اطلاعات بیشتری است. در منطقه مورد مطالعه تغییر روند گسل‌ها از خاور تا باختر منطقه از شمال خاور- جنوب باختر به شمال باختر - جنوب خاور مبدل می‌شود، در این مورد طیسی (۱۳۸۱) با بررسی شاخه‌های گوناگون گسل شمال البرز مواردی مانند ساز و کار (شیب‌لغز، راست‌لغز و کج‌لغز) و هندسه آن و به طور کلی پارامترهای مربوط به تکه‌بندی گسل‌ها را مورد توجه قرار داده است. برپایه این مطالعه در البرز مرکزی گسل البرز دارای راستای خاوری باختری تا شمال باختری جنوب خاوری است. الگوی شکستگی‌های پهنه شمال البرز مشابه بیشتر بخش‌های ایران در چهارچوب چهار راستای اصلی تعریف می‌شوند:

الف - شمال خاور جنوب باختر (چیره در بخش خاوری)

ب - شمال باختر جنوب خاوری (چیره در بخش مرکزی)

ج - شمالی جنوبی (روند مهم در بخش مرکزی)

د - خاوری باختری (روند مهم در بخش خاوری و مرکزی)

جایگاه تقریبی پهنه تفسیر راستا بین طول‌های جغرافیایی ۵۲° ۵۰' تا ۵۳° ۰۰' خاوری (بخش بزرگی از نیمه شمالی نقشه زمین‌شناسی قائم‌شهر) است. بردارهای تنش

سمت شمال است. با کاهش ارتفاع خط الرأس، شیب پیش یال کاهش می‌یابد و از مرکز به دو سمت خاور و باختر به تدریج جهت شیب از شمال به شمال باختر و شمال خاور تبدیل می‌شود. متوسط شیب یال شمالی کمتر از متوسط شیب یال جنوبی است (شکل ۶-۶ الف). بررسی الگوی آبراه‌های این تاقدیس نشان می‌دهد راستای آبراه‌ها از مرکز تاقدیس به دو سمت خاور و باختر متمایل می‌شود (شکل ۶-۶ ب).

۴-۶. تاقدیس سنگ رود پی

این تاقدیس در امتداد تاقدیس برنجستانک در باختر آن و خاور روستای سنگ رود پی (جنوب باختر قائمشهر) قرار دارد. بیشینه بلندی آن در فراز ۱۳۴ متر و طول آن در حدود ۴ کیلومتر است. بررسی نیمرخ‌های طولی و عرضی این تاقدیس نشان می‌دهد (شکل ۷) ارتفاع خط الرأس این تاقدیس که منطبق بر لولای آن است، هم به سمت باختر و هم به سمت خاور کاهش می‌یابد، به عبارت دیگر لولای این تاقدیس در دو جهت میل دارد (شکل ۷-۷ ب). در امتداد خط الرأس این تاقدیس یک هوا چاک و ۲ آب چاک وجود دارند. ارتفاع هوا چاکی که در مرکز چین قرار دارد از دو آب چاک باختر خود بیشتر است (شکل ۷-۷ ب). کوزی خط الرأس این تاقدیس نیز مانند تاقدیس‌های قبل شاهی بر شیب راندگی پنهان عامل ایجاد این تاقدیس به سمت شمال است. با کاهش ارتفاع خط الرأس شیب پیش یال کاهش می‌یابد و از مرکز به دو سمت خاور و باختر به تدریج جهت شیب از شمال به شمال باختر و شمال خاور تبدیل می‌شود. متوسط شیب یال شمالی کمتر از متوسط شیب یال جنوبی است (شکل ۷-۷ الف).

۴-۷. تاقدیس دیوا

این تاقدیس به موازات تاقدیس سنگ رود پی در جنوب آن و شمال روستای دیوا (خاور قائمشهر) قرار دارد. بیشینه بلندی آن در فراز ۳۰۵ متر و طول آن در حدود ۱۲ کیلومتر است. بررسی نیمرخ‌های طولی و عرضی این تاقدیس نشان می‌دهد ارتفاع خط الرأس این تاقدیس که منطبق بر لولای آن است، به سمت خاور کاهش می‌یابد، به عبارت دیگر لولای این تاقدیس به سمت خاور میل دارد (شکل ۸-۸ ب). در امتداد خط الرأس این تاقدیس ۲ هوا چاک و ۳ آب چاک وجود دارند که از باختر به خاور از ارتفاع آنها کاسته می‌شود (شکل ۸-۸ ب). با کاهش ارتفاع خط الرأس شیب پیش یال کاهش می‌یابد و از باختر به خاور به تدریج جهت شیب از شمال به شمال خاور تبدیل می‌شود. متوسط شیب دامنه شمالی (یال شمالی) کمتر از متوسط شیب دامنه جنوبی (یال جنوبی) است که شاهی بر شیب راندگی پنهان عامل ایجاد این تاقدیس به سمت شمال است (شکل ۸-۸ الف). کوزی خط الرأس این تاقدیس شاهی بر شیب راندگی عامل ایجاد این تاقدیس به سمت شمال است.

بررسی الگوی آبراه‌های این تاقدیس نشان می‌دهد از خاور به باختر راستای آبراه‌ها به سمت باختر متمایل می‌شود (شکل ۸-۸ ب).

۴-۸. تاقدیس کلوگاه

این تاقدیس به موازات تاقدیس دیوا در جنوب آن و جنوب روستای کلوگاه (جنوب باختر قائمشهر) قرار دارد. بیشینه بلندی آن در فراز ۷۲۵ متر و طول آن در حدود ۲۵ کیلومتر است. بررسی نیمرخ‌های طولی و عرضی این تاقدیس نشان می‌دهد: ارتفاع خط الرأس این تاقدیس که منطبق بر لولای آن است، به سمت باختر کاهش می‌یابد، به عبارت دیگر لولای این تاقدیس به سمت باختر میل دارد (شکل ۹-۹ ب). در امتداد خط الرأس این تاقدیس ۲ هوا چاک و ۷ آب چاک وجود دارند که از خاور به باختر از ارتفاع آنها کاسته می‌شود آب چاک‌های این تاقدیس به طور کامل شکل کاسه‌ای دارند (شکل ۹-۹ ب). با کاهش ارتفاع خط الرأس شیب پیش یال کاهش می‌یابد و از خاور به باختر به تدریج جهت شیب از شمال به شمال باختر تبدیل می‌شود. متوسط شیب دامنه شمالی (یال شمالی) کمتر از متوسط شیب دامنه جنوبی (یال جنوبی) است

تراشان (خاور قائمشهر) قرار دارد. بیشینه بلندی آن در فراز ۲۶۲ متر و طول آن در حدود ۱۰ کیلومتر است. مطالعه نیمرخ‌های طولی و عرضی این تاقدیس بیانگر آن است که (شکل ۳): ارتفاع خط الرأس تاقدیس به سمت باختر کاهش می‌یابد (لولای تاقدیس به سمت باختر میل دارد). در امتداد این تاقدیس ۲ هوا چاک و یک آب چاک (water gap) قابل شناسایی هستند که به سمت باختر از ارتفاع آنها کاسته می‌شود. با کاهش ارتفاع، شیب پیش یال کاهش می‌یابد. متوسط شیب دامنه شمالی، کمتر از متوسط شیب دامنه جنوبی است (شکل ۳-۳ الف). با بررسی الگوی آبراه‌های این تاقدیس، آشکار شد شاخص تراکم آبراه‌های (Dd)، برای ۳ قسمت هم مساحت شبکه آبراه‌های این تاقدیس از خاور به باختر عبارتند از: ۰/۰۰۲۰، ۰/۰۰۱۷، ۰/۰۰۱۱ (شکل ۳-۳ ب). از خاور به سمت باختر، راستای آبراه‌ها به سمت باختر متمایل می‌شود (شکل ۳-۳ ب).

۴-۳. تاقدیس برنجستانک

این تاقدیس در جنوب قائمشهر واقع شده است. بیشینه بلندی در فراز آن ۴۷۰ متر و طول آن در حدود ۲۳ کیلومتر است. مطالعه نیمرخ‌های طولی و عرضی این تاقدیس بیانگر آن است که (شکل ۴): ارتفاع خط الرأس تاقدیس (لولای آن) به سمت باختر کاهش می‌یابد (لولای تاقدیس به سمت باختر میل دارد). در امتداد این تاقدیس حداقل ۲ هوا چاک و ۳ آب چاک قابل شناسایی هستند که به سمت باختر از ارتفاع آنها کاسته می‌شود. با کاهش ارتفاع، شیب پیش یال کاهش می‌یابد. متوسط شیب دامنه شمالی، کمتر از متوسط شیب دامنه جنوبی است (شکل ۴-۴ الف). با بررسی الگوی آبراه‌های این تاقدیس، آشکار شد شاخص تراکم آبراه‌های (Dd)، برای ۵ قسمت هم مساحت شبکه آبراه‌های این تاقدیس از خاور به باختر عبارتند از: ۰/۰۰۴۷، ۰/۰۰۳۷، ۰/۰۰۲۴، ۰/۰۰۱۸، ۰/۰۰۱۳ (شکل ۴-۴ ب). از خاور به سمت باختر، راستای آبراه‌ها به سمت باختر متمایل می‌شود (شکل ۴-۴ ب).

۴-۴. تاقدیس جای باغ

این تاقدیس در خاور اندراکلی (جنوب خاور قائمشهر) قرار دارد. بیشینه بلندی آن در فراز ۵۷۵ متر و طول آن در حدود ۱۰ کیلومتر است. مطالعه نیمرخ‌های طولی و عرضی این تاقدیس بیانگر آن است که (شکل ۵): ارتفاع خط الرأس تاقدیس (لولای آن) به سمت باختر کاهش می‌یابد (لولای تاقدیس به سمت باختر میل دارد). در امتداد این تاقدیس یک هوا چاک و ۲ آب چاک قابل شناسایی هستند که به سمت باختر از ارتفاع آنها کاسته می‌شود. با کاهش ارتفاع، شیب پیش یال کاهش می‌یابد. متوسط شیب دامنه شمالی، کمتر از متوسط شیب دامنه جنوبی است (شکل ۵-۵ الف). با بررسی الگوی آبراه‌های این تاقدیس، آشکار شد شاخص تراکم آبراه‌های (Dd)، برای ۳ قسمت هم مساحت شبکه آبراه‌های این تاقدیس از خاور به باختر عبارتند از: ۰/۰۰۴۵، ۰/۰۰۴۵، ۰/۰۰۴۷ (شکل ۵-۵ ب). از خاور به سمت باختر، راستای آبراه‌ها به سمت باختر متمایل می‌شود (شکل ۵-۵ ب).

۴-۵. تاقدیس شیردارکلا

این تاقدیس در راستای تاقدیس جای باغ در باختر آن و شمال روستای شیردارکلا (جنوب باختر قائمشهر) قرار دارد. بیشینه بلندی آن در فراز ۳۰۸ متر و طول آن در حدود ۱۱ کیلومتر است. بررسی نیمرخ‌های طولی و عرضی این تاقدیس نشان می‌دهد (شکل ۶) ارتفاع خط الرأس این تاقدیس که منطبق بر لولای آن است، هم به سمت باختر و هم به سمت خاور کاهش می‌یابد، به عبارت دیگر لولای این تاقدیس در دو جهت میل دارد (شکل ۶-۶ ب). در امتداد خط الرأس این تاقدیس یک هوا چاک و ۲ آب چاک وجود دارند. ارتفاع هوا چاک که در مرکز چین قرار دارد از دو آب چاک خاور و باختر خود بیشتر است. کوزی خط الرأس این تاقدیس نیز مانند تاقدیس جای باغ شاهی بر شیب راندگی پنهان عامل ایجاد این تاقدیس به

رودخانه ناشی از بالا آمدن تاقدیس‌ها در این بخش‌ها است. شاخص سینوسیته برای این بخش‌ها عبارتند از:

۱. شمال جوارم: ۱/۱۵ بشل ۴: ۱/۱۴
۲. شیرگاه: ۱/۲۱ هفت تن ۵: ۱/۳۱
۳. اندراکلی: ۱/۱۵: ۶. باختر قائم‌شهر: ۱/۰۹

همانند شاخص گرادیان-طول، شاخص سینوسیته نیز در مناطقی که رودخانه تلال از عرض تاقدیس‌ها عبور می‌کند (مناطق ۲، ۴ و ۵)، افزایش می‌یابد. نیمرخ طولی رودخانه تلال بین شهرهای زیرآب تا قائم‌شهر با استفاده از دستگاه‌های GPS کینماتیک با دقت بالا (در حد سانتی‌متر) تهیه شد (شکل ۱۱). بررسی نیمرخ طولی این رودخانه نشان می‌دهد در این نیمرخ ۸ رودزانو (knickpoint) قابل شناسایی است. اولین رودزانو در محل عبور رودخانه تلال از محل گسل شمال البرز قرار دارد که نشان‌دهنده فعالیت این گسل است. همچنین ۷ رودزانو دیگر در محل عبور رودخانه تلال از محل تاقدیس‌های واقع در خاور منطقه مورد بررسی قابل تشخیص‌اند. وجود این رودزاناها نشان‌دهنده بالا آمدگی بستر رودخانه تلال در محل این تاقدیس‌ها است. همچنین با مقایسه نیمرخ با خط مستقیم سرخ رنگی که در شکل وجود دارد، می‌توان کاوی (تقعر) نیمرخ را مشاهده نمود.

در محل عبور رودخانه تلال از محل لولای تاقدیس‌های نیمه خاوری منطقه مورد مطالعه، لولای تاقدیس‌ها در سنگ بستر این رودخانه نمایان می‌شود و راستای رودخانه را در این مناطق به سوی باختر منحرف می‌کند (شکل ۱۲). همچنین در بخش‌هایی از مسیر رودخانه تلال مشاهده می‌شود که بستر رودخانه دارای انحراف به سمت باختر است، در این مناطق مجرای رودخانه تلال به سوی باختر منحرف شده است (شکل ۱۳).

نیمرخ عرضی رودخانه تلال نیز توسط دستگاه‌های GPS کینماتیک، با دقت در حد سانتی‌متر، در محل عبور آن از لولای تاقدیس برنجستانک و تاقدیس چای باغ تهیه شد (شکل‌های ۱۴ و ۱۵). بر روی این نیمرخ‌ها پادگانه‌هایی قابل تشخیص هستند که قابل تطابق در دو سوی رودخانه نیستند، در واقع رودخانه در محل لولای این تاقدیس‌ها پادگانه‌های غیر جفتی ایجاد کرده است. پادگانه‌های غیر جفتی می‌توانند نشان‌دهنده آشفته‌گی‌های زمین‌ساختی باشد، که از بالا آمدن تاقدیس‌ها و فعالیت زمین‌ساختی در منطقه مورد مطالعه سرچشمه گرفته‌اند.

بابل رود راستای شمالی جنوبی دارد و بخشی از مسیر آن از منطقه مورد مطالعه عبور می‌کند و برخی از ساختارهای منطقه را که روند خاوری باختری دارند یعنی گسل شمال البرز و تاقدیس‌های شیردارکلا و برنجستانک را به شکل عرضی قطع می‌کند. شاخص گرادیان-طول رودخانه (SL) برای ۵ بخش از این رودخانه محاسبه شد که عبارتند از:

۱. شارقلت: ۹۵۲ گرادیان متر ۴. جنوب سادات محله: ۷۱۴ گرادیان متر
۲. دراز کلا: ۶۳۱ گرادیان متر ۵. شمال سادات محله: ۵۸۲ گرادیان متر
۳. درون کلا: ۱۲۲۸ گرادیان متر

شاخص گرادیان-طول در مناطقی که رودخانه بابل رود از عرض تاقدیس‌های برنجستانک و شیردارکلا عبور می‌کند (منطقه ۳)، افزایش می‌یابد که این افزایش در نتیجه بر پایی بستر رودخانه ناشی از بالا آمدن تاقدیس‌ها در این بخش‌ها است. شاخص سینوسیته برای این بخش‌ها عبارتند از:

۱. شارقلت: ۱/۱۱ ۴. جنوب سادات محله: ۱/۱۳
۲. دراز کلا: ۱/۰۹ ۵. شمال سادات محله: ۱/۲۵
۳. درون کلا: ۱/۱۵

همانند شاخص گرادیان-طول، شاخص سینوسیته نیز در مناطقی که رودخانه بابل

که شادی بر شیب راندگی پنهان عامل ایجاد این تاقدیس به سمت شمال است (شکل ۹-الف). بررسی الگوی آبراه‌های این تاقدیس نشان می‌دهد از خاور به باختر راستای آبراه‌ها به سمت باختر متمایل می‌شود (شکل ۹-ب).

۵- وضعیت نوزمین‌ساختی تاقدیس‌های معرفی شده

رودخانه‌ها و آبراهه‌هایی که عرض تاقدیس‌های واقع در نیمه خاوری منطقه مورد بررسی (به استثنای تاقدیس شیردارکلا و تاقدیس گلوگاه) را قطع کرده‌اند به سوی باختر انحراف دارند و رودخانه‌ها و آبراهه‌هایی که عرض تاقدیس دیوا را که در نیمه باختری منطقه مورد مطالعه قرار دارد قطع می‌کنند، به سوی باختر انحراف دارند. رودخانه‌ها و آبراهه‌هایی که عرض تاقدیس‌های شیردارکلا و سنگ رودپی را قطع کرده‌اند از مرکز به دو سمت خاور و باختر انحراف دارند اما این انحراف در تاقدیس شیردارکلا بیشتر به سمت باختر است و در تاقدیس سنگ رودپی بیشتر به سمت خاور است. کاهش ارتفاع هواچاک‌ها و آب‌چاک‌ها به سوی باختر در تاقدیس‌های افراخت، سنگ تراشان، برنجستانک، چای باغ و گلوگاه نشان‌دهنده رشد آنها به سمت باختر است. کاهش ارتفاع هواچاک‌ها و آب‌چاک‌ها به سوی خاور در تاقدیس دیوا به سوی خاور نشان‌دهنده رشد این تاقدیس به سمت خاور است.

کاهش ارتفاع هواچاک‌ها و آب‌چاک‌ها به دو سوی باختر و خاور در تاقدیس‌های شیردارکلا و سنگ رودپی می‌تواند نشان‌دهنده رشد آنها به دو سوی باختر و خاور باشد. کاهش چگالی زهکشی (تراکم آبراه‌های) به سمت باختر در تاقدیس‌های افراخت، سنگ تراشان، برنجستانک، چای باغ و گلوگاه نشان‌دهنده رشد آنها به سمت باختر است. کاهش چگالی زهکشی (تراکم آبراه‌های) به دو سوی باختر و خاور در تاقدیس شیردارکلا نشان‌دهنده رشد این تاقدیس به دو سوی باختر و خاور است. کمتر بودن متوسط شیب دامنه شمالی از متوسط شیب دامنه جنوبی تاقدیس‌های منطقه مورد بررسی نشان‌دهنده شیب به سمت شمال گسل‌های مدفون عامل ایجاد تاقدیس‌ها است (شکل ۱۰). برخی از تاقدیس‌های خاور منطقه مورد بررسی در خاور منطقه نیز ادامه دارند در واقع این تاقدیس‌ها از ناحیه خاوری شروع می‌شوند اما بخش بیشتر آنها در منطقه مورد بررسی قرار دارد. بررسی ویژگی‌های زمین‌ریختی بخش‌های خاوری این تاقدیس‌ها (از جمله انحراف روند آبراهه‌ها و کوژی خط الرأس آنها) نیز منطبق بر نتایج حاصل ذکر شده است.

۶- تأثیرات زمین‌ساخت بر رودخانه‌های منطقه مورد بررسی

رودخانه‌های اصلی که در منطقه مورد مطالعه جریان دارند عبارتند از تلال، بابل رود، سجادرود، کلارود و کلمره. پویایی زمین‌ساختی در این منطقه، تأثیراتی بر رودخانه‌های منطقه داشته که در ادامه به معرفی و ارتباط آنها با ساختارهای منطقه خواهیم پرداخت. رودخانه تلال راستای شمالی جنوبی دارد و بخشی از مسیر آن از منطقه مورد بررسی عبور می‌کند و ساختارهای بخش خاوری منطقه را که روند خاوری باختری دارند یعنی گسل شمال البرز و تاقدیس‌های چای‌باغ، شیردارکلا، برنجستانک، سنگ‌تراشان و افراخت را به شکل عرضی قطع می‌کند. شاخص گرادیان-طول رودخانه (SL) برای ۶ بخش از این رودخانه محاسبه شد که عبارتند از:

۱. شمال جوارم: ۴۷۳ گرادیان متر ۴. بشل ۱۰۷۸ گرادیان متر
 ۲. شیرگاه: ۱۵۸۰ گرادیان متر ۵. هفت تن ۱۱۳۰ گرادیان متر
 ۳. اندراکلی: ۸۴۵ گرادیان متر ۶. باختر قائم‌شهر: ۶۶۰ گرادیان متر
- شاخص گرادیان-طول در مناطقی که رودخانه تلال از عرض تاقدیس‌ها عبور می‌کند (مناطق ۲، ۴ و ۵)، افزایش می‌یابد که این افزایش در نتیجه برپایی بستر

۱. جنوب شیاده: ۹۸۶ گرادیان متر ۳. خوش رودپی: ۷۱۱ گرادیان متر
 ۲. شمال شیاده: ۱۰۱۵ گرادیان متر ۴. درزی کلا : ۶۲۷ گرادیان متر
 شاخص گرادیان- طول در مناطقی که رودخانه کلمره از عرض تاقدیس‌های
 گلوگاه و دیوا عبور می‌کند (مناطق ۱ و ۲)، افزایش می‌یابد که این افزایش در نتیجه
 برپایی بستر رودخانه ناشی از بالا آمدن تاقدیس‌های گلوگاه و دیوا در این بخش‌ها
 است. شاخص سینوسیته نیز برای این بخش‌ها محاسبه شد که عبارتند از:

۱. جنوب شیاده: ۱/۱۵ ۳. خوش رودپی: ۱/۰۵
 ۲. شمال شیاده: ۱/۱۲ ۴. درزی کلا : ۱/۱۳

شاخص سینوسیته نیز در مناطقی که رودخانه کلمره از عرض تاقدیس گلوگاه
 عبور می‌کند (منطقه ۱)، بیش از جایی است که رودخانه کلارود از عرض تاقدیس
 دیوا عبور می‌کند (منطقه ۲)، که ناشی از توسعه بیشتر تاقدیس گلوگاه نسبت به
 تاقدیس دیوا است.

۷- شیب توپوگرافی عمومی منطقه مورد بررسی

نیمرخ عرضی رشته کوه البرز در منطقه مورد بررسی و دو ناحیه در خاور و باختر با
 استفاده از داده‌های SRTM و نرم‌افزار 3DEM تهیه شد (شکل‌های ۱۶ تا ۱۹). همان
 طور که در این شکل‌ها دیده می‌شود شیب عمومی توپوگرافی (خطی که خط الرأس
 و پیشانی کوهستان البرز را به یکدیگر متصل می‌کند) در خاور منطقه مورد بررسی
 (نیمرخ A در شکل ۱۷) نشان داده شده است، شیب این خط در حدود ۳/۴ درجه
 است. در نیمرخ A، بین کوهستان البرز و دشت ساحلی کاسپین یک بالا آمدگی
 ناحیه‌ای دیده می‌شود (قسمتی از نمودار که با رنگ سرخ مشخص شده است)، که
 ناشی از عملکرد گسل کاسپین در این منطقه است. در ناحیه باختری منطقه مورد
 بررسی (نیمرخ C در شکل ۱۹) نیز شیب توپوگرافی عمومی نزدیک (حدود ۴ درجه)
 به شیب توپوگرافی عمومی در خاور منطقه مورد بررسی (نیمرخ A) است و در این
 بخش نیز بین کوهستان البرز و دشت ساحلی کاسپین یک بالا آمدگی ناحیه‌ای دیده
 می‌شود (قسمتی از نمودار که با رنگ سرخ مشخص شده است)، که ناشی از عملکرد
 گسل کاسپین در این منطقه است. اما شیب توپوگرافی عمومی در منطقه مورد مطالعه
 (نیمرخ B) به نسبت کمتر از شیب دو ناحیه خاوری و باختری خود است (شیب خط
 در حدود ۱/۹ درجه است). همچنین بین کوهستان البرز و دشت ساحلی کاسپین
 بالا آمدگی ناگهانی و تندی مشاهده نمی‌شود (قسمتی از نمودار که با رنگ سرخ
 مشخص شده است) بلکه در این منطقه دشت ساحلی کاسپین به صورت تدریجی
 و با شیب ملایم (به وسیله افزایش شیب تدریجی و افزایش ارتفاع تاقدیس‌های
 منطقه مورد مطالعه) به کوهستان البرز متصل می‌شود که نشان دهنده عدم رخنمون و
 عملکرد مستقیم گسل کاسپین در این منطقه است.

۸- نیمرخ ساختمانی منطقه مورد بررسی و مدل زمین‌ساختی پیشنهادی

(Allen et al. (2003) به کینماتیک دگر ریختی در البرز پرداخته‌اند. آنها در پژوهش
 خود نیمرخ ساختمانی در راستای رودخانه گلندرد (در قسمت باختر منطقه مورد
 مطالعه، واقع در شمال البرز مرکزی) نشان داده‌اند در این نیمرخ نیز گسل کاسپین به
 صورت یک پهنه سه گوش (triangle zone) به سمت شمال در حال پیشروی نشان
 داده شده است و در ادامه به یک سطح فراکنش (decollment) تبدیل شده است. از
 این سطح فراکنش گسل‌های معکوسی که به شکل پس‌راندگی (backthrust) بالا
 آمده‌اند دیده می‌شوند (شکل ۲۰). اما تفاوتی که بین الگوی ارائه شده توسط
 (Allen et al. (2003) با الگویی که ما در منطقه مورد بررسی ارائه نموده‌ایم

رود از عرض تاقدیس‌های برنجستانک و شیردار کلا عبور می‌کند (منطقه ۳)، افزایش
 می‌یابد که این افزایش در نتیجه برپایی بستر رودخانه ناشی از بالا آمدن تاقدیس‌ها
 در این بخش‌ها است. اما به دلیل آن که این دو تاقدیس در این مناطق توسعه زیادی
 پیدا نموده‌اند، این افزایش نسبی کم است. همچنین در منطقه ۵ نیز یک افزایش
 قابل توجه دیده می‌شود که نشان دهنده بالا آمدگی بستر رود در این منطقه است.
 سجاد رود راستای شمالی جنوبی دارد و بخشی از مسیر آن از منطقه مورد
 مطالعه عبور می‌کند و برخی از ساختارهای منطقه را که روند خاوری باختری دارند
 یعنی گسل شمال البرز و تاقدیس‌های گلوگاه و دیوا را به شکل عرضی قطع می‌کند
 و در ادامه به رودخانه بابل رود می‌پیوندد. شاخص گرادیان- طول رودخانه (SL)
 برای ۳ بخش این رودخانه محاسبه شد که عبارتند از:

۱. جنوب گلوگاه: ۱۳۱۸ گرادیان متر،
 ۲. شمال گلوگاه: ۸۱۲ گرادیان متر،
 ۳. ولو کلا: ۹۴۴ گرادیان متر

شاخص گرادیان- طول در مناطقی که رودخانه سجاد رود از عرض تاقدیس
 گلوگاه عبور می‌کند (منطقه ۱)، افزایش می‌یابد که این افزایش در نتیجه برپایی بستر
 رودخانه ناشی از بالا آمدن تاقدیس گلوگاه در این بخش است. شاخص سینوسیته
 برای این بخش‌ها عبارتند از:

۱. جنوب گلوگاه: ۱/۰۴ ۲. شمال گلوگاه: ۱/۱۱ ۳. ولو کلا: ۱/۲۶

شاخص سینوسیته در مناطقی که رودخانه سجاد رود از عرض تاقدیس گلوگاه
 عبور می‌کند (منطقه ۱)، پایین است. این پایین بودن قابل ملاحظه ناشی از افزایش
 شیب بستر در مناطقی که رودخانه سجاد رود از عرض تاقدیس گلوگاه عبور می‌کند،
 است. همچنین در منطقه ۳ نیز یک افزایش دیده می‌شود که نشان دهنده بالا آمدگی
 بستر رود در این منطقه است.

کلارود راستای شمالی جنوبی دارد و در نیمه باختری منطقه مورد مطالعه جریان
 دارد و ساختارهای باختری منطقه را که روند خاوری باختری دارند یعنی گسل شمال
 البرز و تاقدیس‌های گلوگاه و دیوا را به شکل عرضی قطع می‌کند. شاخص گرادیان-
 طول رودخانه (SL) برای ۴ بخش این رودخانه محاسبه شد که عبارتند از:

۱. جنوب دیوا: ۱۲۵۸ گرادیان متر ۳. سنگ رودپی: ۸۵۶ گرادیان متر
 ۲. شمال دیوا: ۱۰۲۹ گرادیان متر ۴. شیخ محله : ۵۶۹ گرادیان متر

شاخص گرادیان- طول در مناطقی که رودخانه کلارود از عرض تاقدیس‌های
 گلوگاه و دیوا عبور می‌کند (مناطق ۱ و ۲)، افزایش می‌یابد که این افزایش در نتیجه
 برپایی بستر رودخانه ناشی از بالا آمدن تاقدیس‌های گلوگاه و دیوا در این بخش‌ها
 است. شاخص سینوسیته برای این بخش‌ها عبارتند از:

۱. جنوب دیوا: ۱/۱۵ ۳. سنگ رودپی: ۱/۲۸
 ۲. شمال دیوا: ۱/۱۳ ۴. شیخ محله: ۱/۲۷

شاخص سینوسیته نیز در مناطقی که رودخانه کلارود از عرض تاقدیس گلوگاه
 عبور می‌کند (منطقه ۱)، بیش از جایی است که رودخانه کلارود از عرض تاقدیس
 دیوا عبور می‌کند (منطقه ۲)، که ناشی از توسعه بیشتر تاقدیس گلوگاه نسبت به
 تاقدیس دیوا است. همچنین در مناطق ۳ و ۴ نیز یک افزایش دیده می‌شود که نشان
 دهنده بالا آمدگی بستر رود در این مناطق است.

رودخانه کلمره راستای شمالی جنوبی دارد و در نیمه باختری منطقه مورد
 مطالعه جریان دارد و ساختارهای باختری منطقه را که روند خاوری باختری دارند
 یعنی گسل شمال البرز و تاقدیس‌های گلوگاه و دیوا را به شکل عرضی قطع می‌کند
 و در ادامه به رودخانه کلارود می‌پیوندد. شاخص گرادیان- طول رودخانه (SL) برای
 ۳ بخش از این رودخانه محاسبه شد که عبارتند از:

تالدهای نهمه‌خاوری منطقه مورد مطالعه به سمت باختر و رشد تالدهای نهمه باختری به سمت خاور، همان طور که در تمبرخ ساختمانی نشان داده شده است، گسل کاسپین در ارتباط مستقیم یا تالدهای نهمه‌خاوری منطقه مورد بررسی است و علت عدم رخسومون آن در این منطقه به دلیل تغییر راستای این گسل در منطقه و دشوار شدن حرکت آن به علت انحنای یافتن راستای آن است. همان طور که در تمبرخ ساختمانی منطقه نشان داده شده است، گسل‌های نهان عامل ایجاد تالدهای نهمه‌خاوری منطقه شاخه‌هایی از گسل کاسپین هستند که به صورت پس‌راندگی در این منطقه ظاهر شده‌اند. با توجه به عدم تطابق راستای پیشانی کوهستان (انتهای پیشانی کوهستان) با روند چیره لولای تالدهای نهمه‌خاوری می‌توان نتیجه گرفت که انتهای گسله کاسپین در این منطقه به وسیله پلکانی از گسل‌های کوچک‌تر مدفون مستقیم بروز کرده است. بنا به دلایل ذکر شده، گسله کاسپین در این منطقه با وجود عدم رخسومون راندگی، فعال است. همچنین گسل‌های نهان عامل ایجاد تالدهای نهمه‌خاوری منطقه نیز دارای فعالیت هستند، و افزون بر تأثیر بر ساختارهای ناحیه، عامل رخداد زمین لرزه‌های ناحیه هستند.

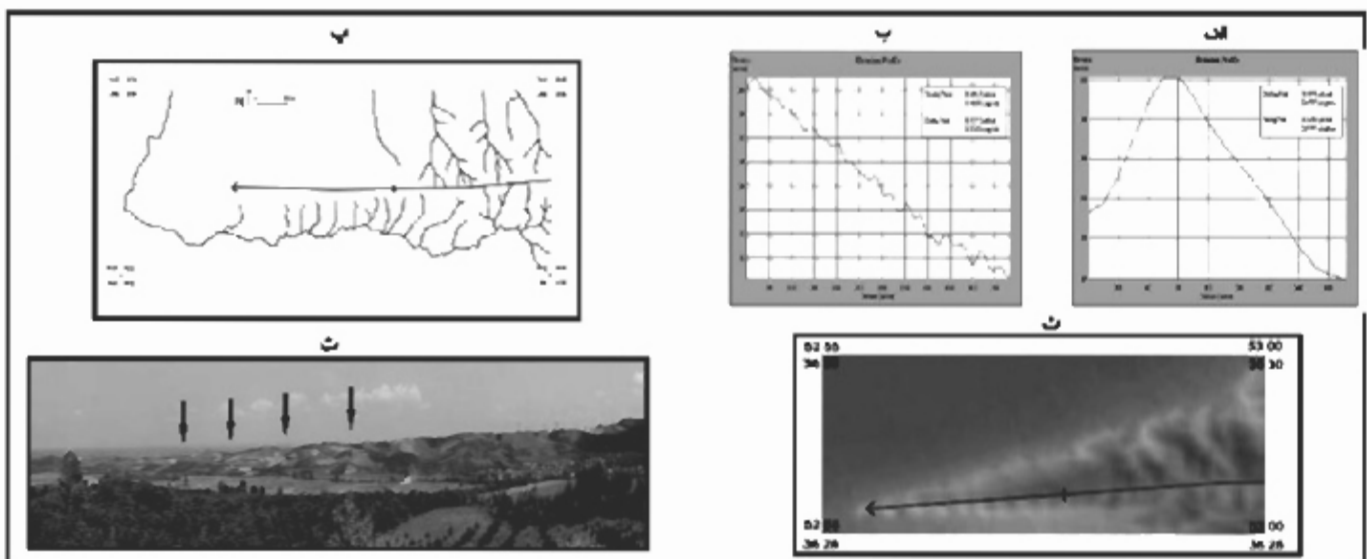
آن است که در منطقه رودخانه گندرود گسل‌های مسکوس پس‌راندگی به سطح رسیده‌اند و در سطح رخسومون یافته‌اند، اما در منطقه مورد بررسی این گسل‌های مسکوس پس‌راندگی هنوز به سطح نرسیده‌اند و موجب ایجاد چین‌های (تالدهای نهمه‌خاوری) در حال رشد شده‌اند. همان طور که در پهنه‌نگار تالدهای نهمه‌خاوری منطقه مورد مطالعه گفته شد، کوژی خط‌الرأس تالدهای نهمه‌خاوری و بیشتر بودن متوسط شیب دامنه شمالی تالدهای نهمه‌خاوری از متوسط شیب دامنه جنوبی آنها دلیل شیب به سوی شمال پس‌راندگی‌ها هستند.

۹- نتیجه‌گیری و پیشنهاد

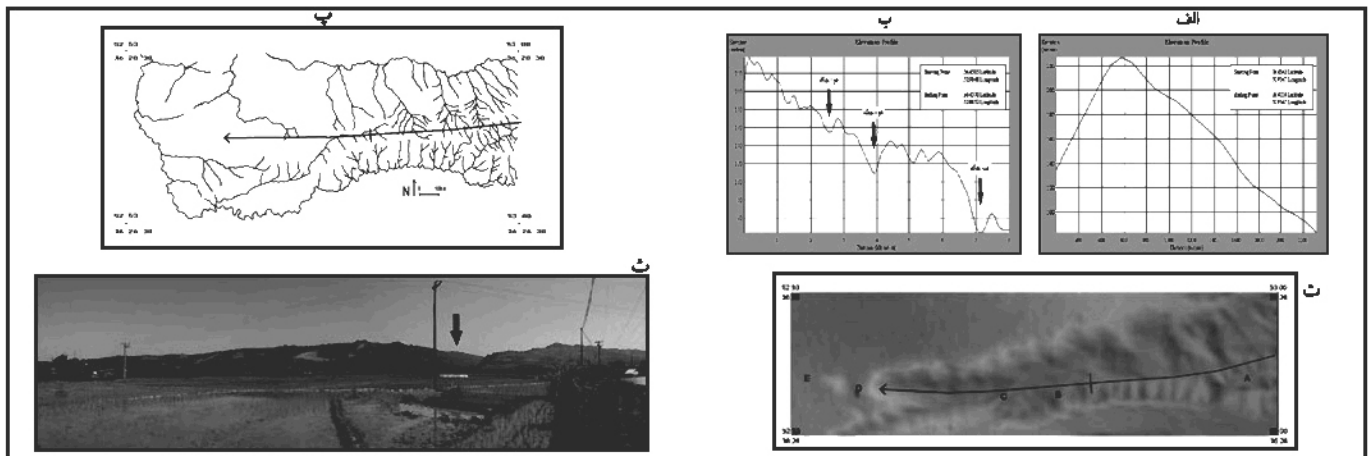
تالدهای نهمه‌خاوری منطقه مورد بررسی فعال و در حال رشد هستند. سن چین‌های منطقه مورد بررسی هر چه از جنوب به سمت شمال پیش می‌رود کم‌تر می‌شود و پهنه چین‌خوردگی به سمت شمال در حال پیشرفت است. گسل کاسپین در دو ناحیه خاور و باختر منطقه مورد بررسی دارای عملکرد مشخص است (شکل ۱۶)، با توجه به رشد



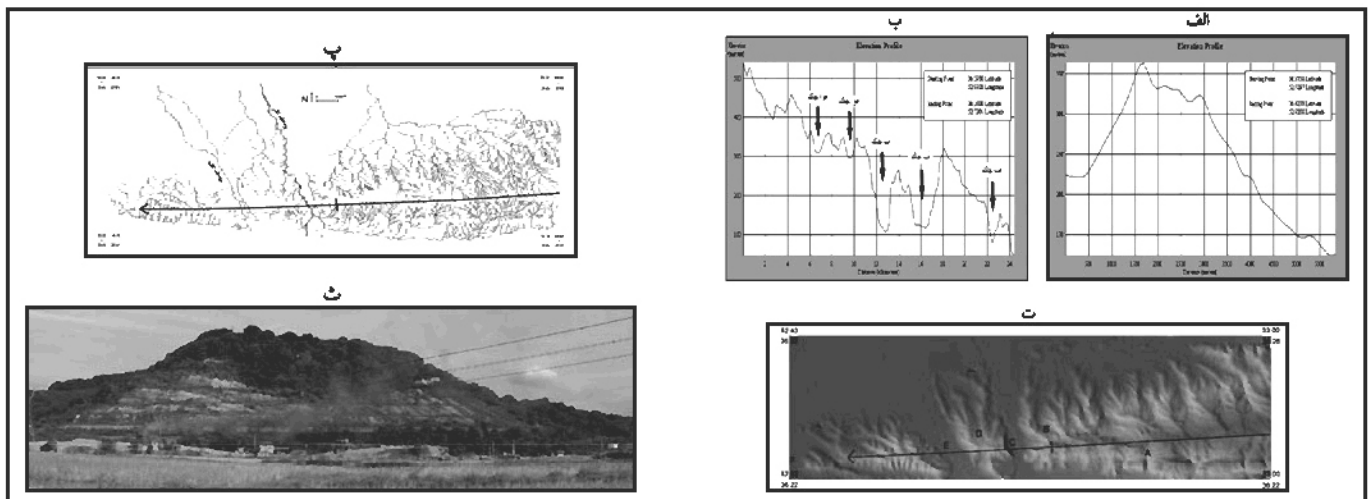
شکل ۱- نمایش بخش‌های مختلف رودخانه‌های تاز، بابل رود، سجاد رود، کلارود و کسره که شاخه‌های سیلویبه و گراندان-طول برای آنها محاسبه شده بر روی تصویر حاصل از تقطیع نقشه زمین‌شناسی قائم شهر با مدل ارتفاعی رقمی.



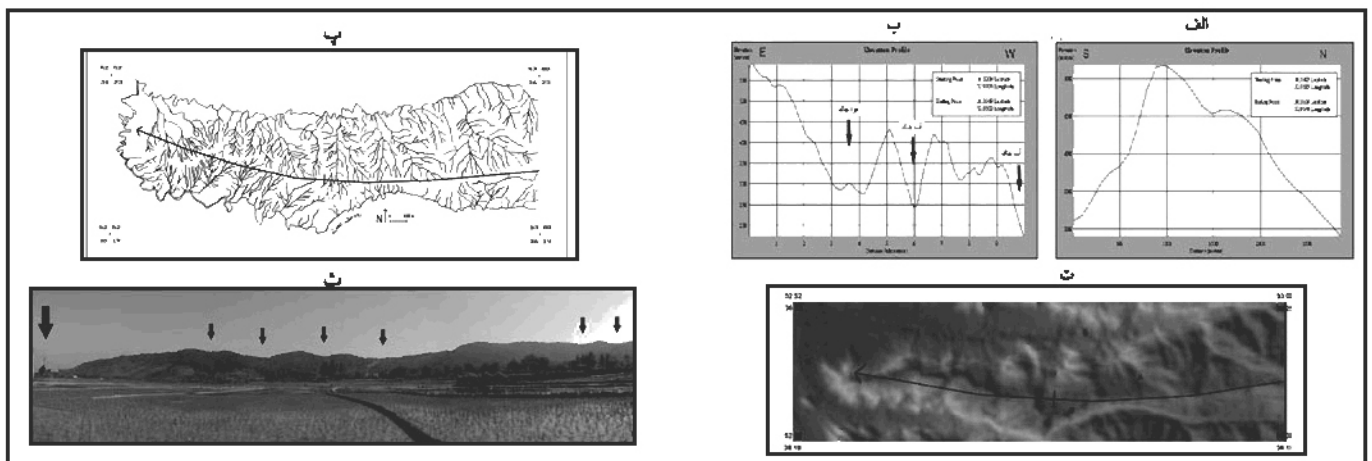
شکل ۲- الف) نهمه‌خاوری تالدهای نهمه‌خاوری (ب) نهمه‌خاوری تالدهای نهمه‌خاوری (پ) الگوی شبکه آبراهه‌های تالدهای نهمه‌خاوری (ت) مدل ارتفاعی رقمی تالدهای نهمه‌خاوری (ث) نمای تالدهای نهمه‌خاوری، در عکس‌ها حالت زمین‌شناسی (معمول پیکان‌ها) قابل مشاهده است (نگاه به سمت شمال).



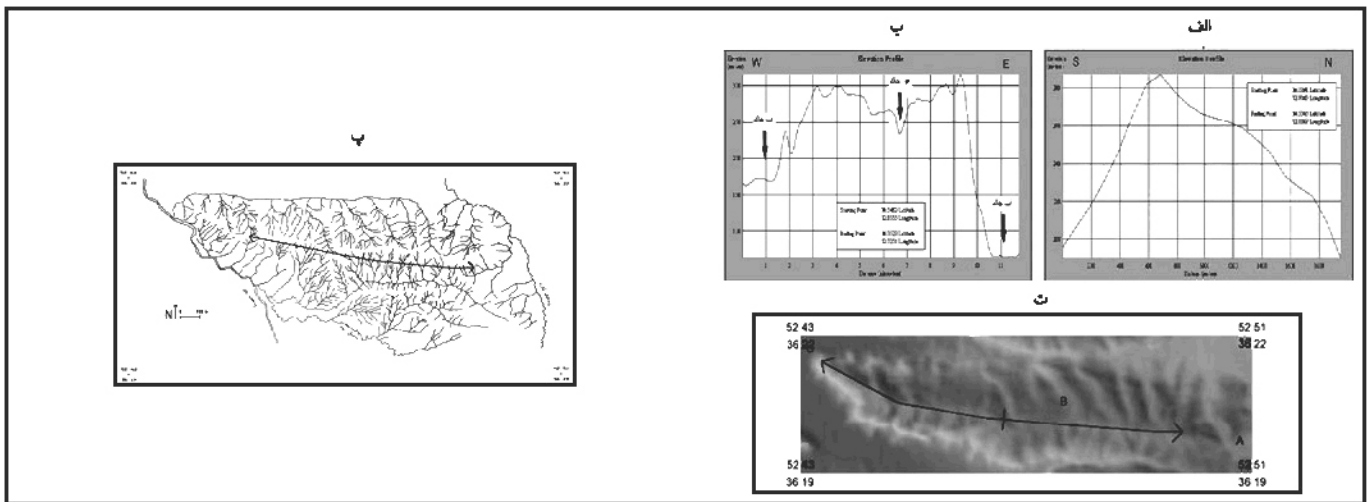
شکل ۳- الف) نیمرخ عرضی تاقدیس سنگ تراشان. ب) نیمرخ طولی تاقدیس سنگ تراشان. پ) الگوی شبکه آبراهه‌های تاقدیس سنگ تراشان. ت) مدل ارتفاعی رقمی تاقدیس سنگ تراشان. A,B,C,D: هوا چاک B: آب چاک. ت) نمای تاقدیس سنگ تراشان، در عکس یک هوا چاک با راستای شمال خاوری (محل پیکان) قابل مشاهده است (نگاه به سمت شمال).



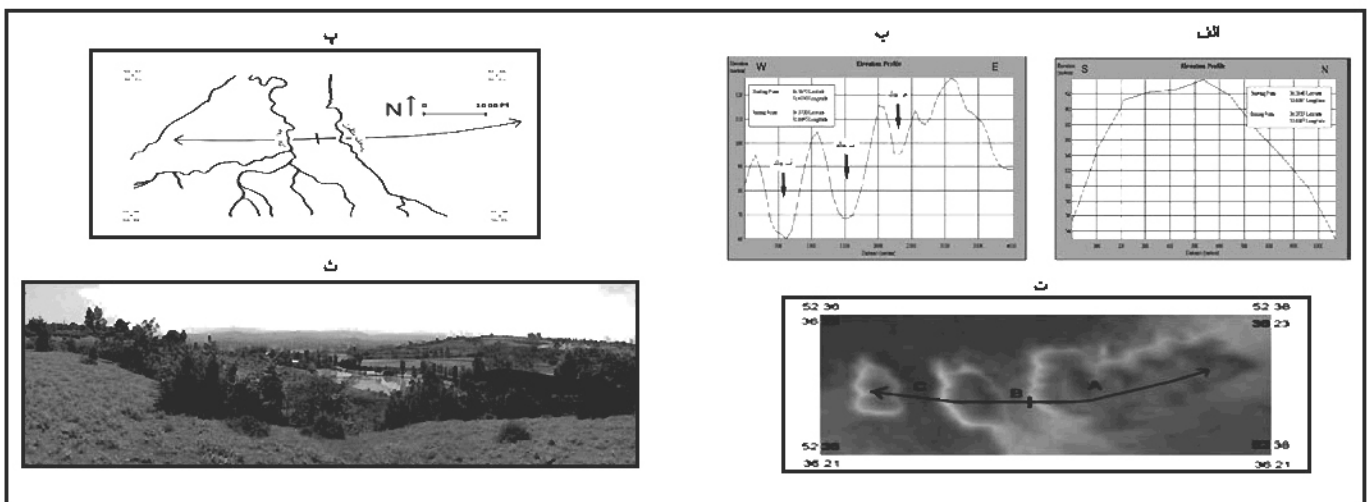
شکل ۴- الف) نیمرخ عرضی تاقدیس پرنجستانک. ب) نیمرخ طولی تاقدیس پرنجستانک. پ) الگوی شبکه آبراهه‌های تاقدیس پرنجستانک، ت) مدل ارتفاعی رقمی تاقدیس پرنجستانک. A,B,C,D: هواچاک C,E,F: آب چاک. ت) نمای نیمرخ عرضی طبیعی تاقدیس پرنجستانک داخل آب چاک رودخانه تلار. در عکس لایه‌بندی دیده می‌شود (نگاه به سمت خاور).



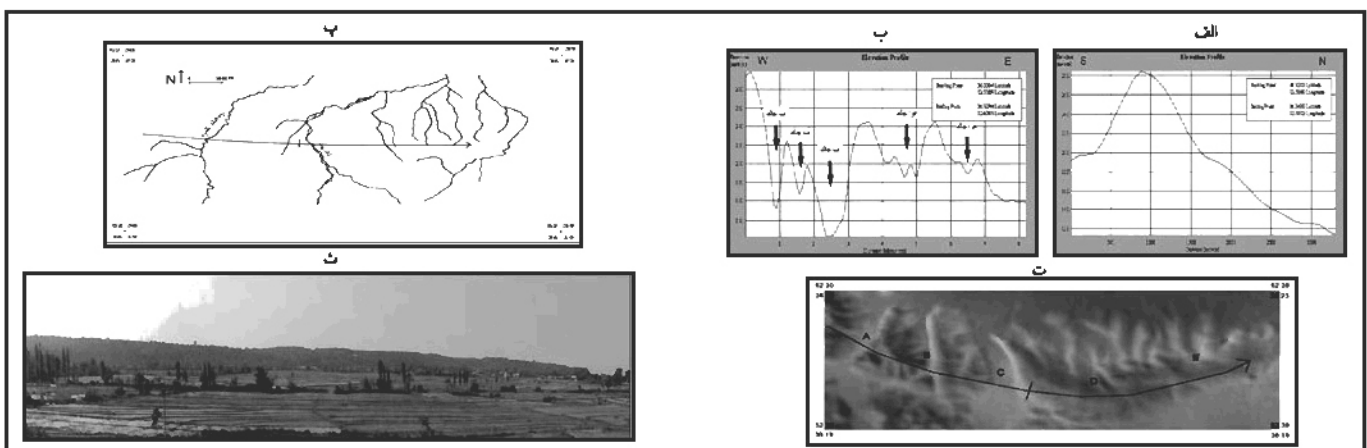
شکل ۵- الف) نیمرخ عرضی تاقدیس چای باغ. ب) نیمرخ طولی تاقدیس چای باغ. پ) الگوی شبکه آبراهه‌های تاقدیس چای باغ. ت) مدل ارتفاعی رقمی تاقدیس چای باغ. A: هواچاک B,C: آب چاک. ت) نمای تاقدیس چای باغ، در عکس حالت زمین‌اسی (محل پیکان‌ها) قابل مشاهده است (نگاه به سمت شمال)



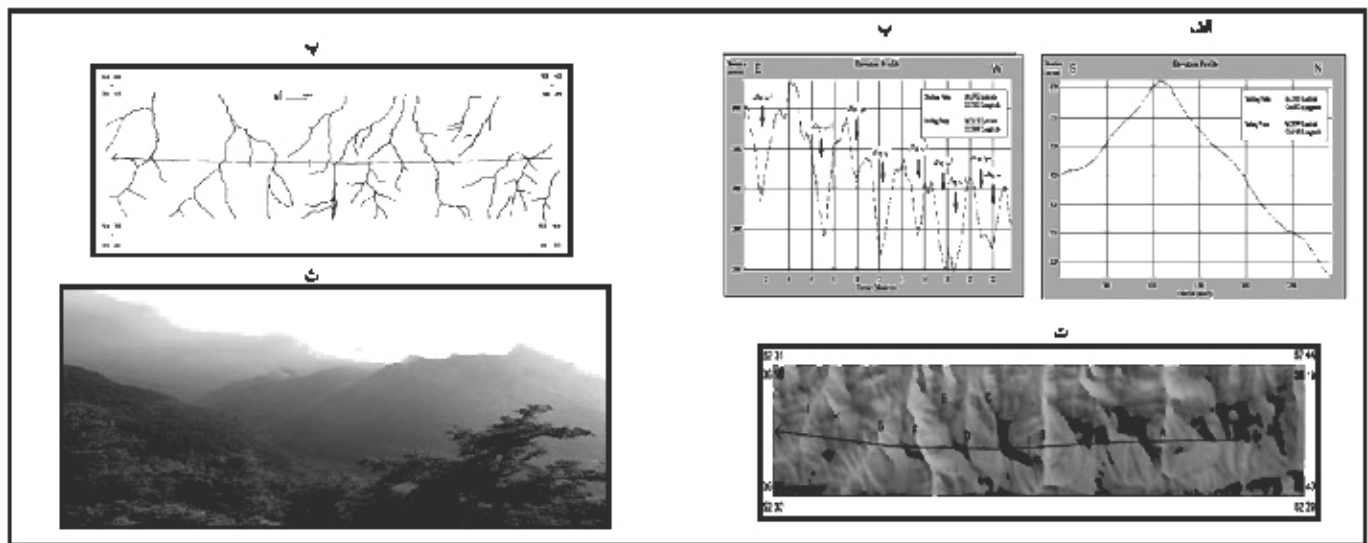
شکل ۶- الف) نیمرخ عرضی تاقدیس شیردار کلا. ب) نیمرخ طولی تاقدیس شیردار کلا. پ) الگوی شبکه آبراهه‌های تاقدیس شیردار کلا. ت) مدل ارتفاعی رقمی تاقدیس شیردار کلا. B: هواچاک A, آب چاک.



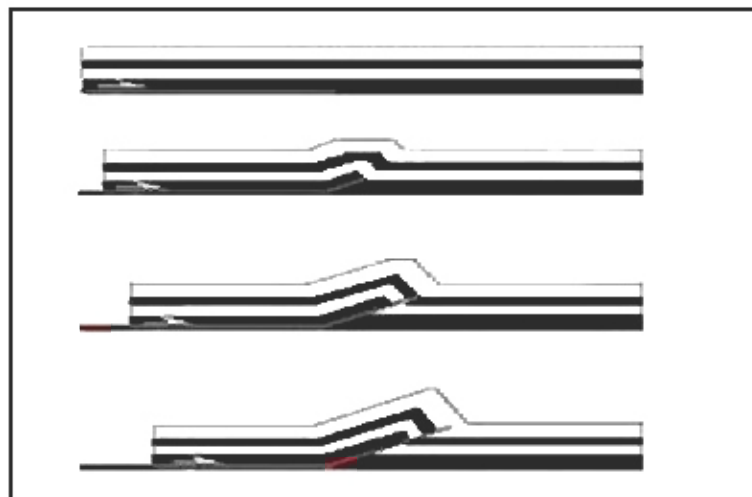
شکل ۷- الف) نیمرخ عرضی تاقدیس سنگ رود پی. ب) نیمرخ طولی تاقدیس سنگ رود پی. پ) الگوی شبکه آبراهه‌های تاقدیس سنگ رود پی. ت) مدل ارتفاعی رقمی تاقدیس شیردار کلا. A: هواچاک B, آب چاک. د) نمای آب چاک بهارستان، پیکان جهت جریان رودخانه متلون را نشان می‌دهد (نگاه به سمت جنوب باختر)



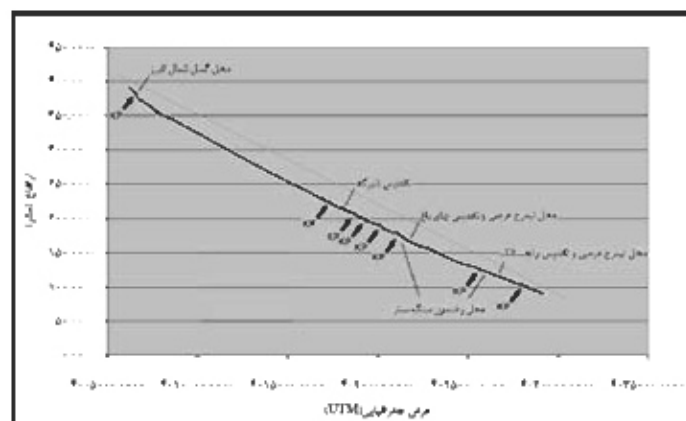
شکل ۸- الف) نیمرخ عرضی تاقدیس دیوا. ب) نیمرخ طولی تاقدیس دیوا. پ) الگوی شبکه آبراهه‌های تاقدیس دیوا. ت) مدل ارتفاعی رقمی تاقدیس دیوا. D, E: هوا چاک A, B, C: آب چاک. د) نمای تاقدیس دیوا (نگاه به سمت شمال).



شکل ۹- الف) نیسرخ عرضی تالابیس گلرگاه ب) نیسرخ طولی تالابیس گلرگاه پ) انگوی شبکه آبراهه‌های تالابیس گلرگاه ت) مدل ارتفاعی رقمی تالابیس گلرگاه
 ج) هواپیک A,B,D,E,F,G,H,I: آب چپاک. ث) نمای آب چپاک از اروزه، پیکان جهت جریان رودخانه پونک را نشان می‌دهد (نگاه به سمت جنوب باشد).



شکل ۱۰- اثر جهت شیب گسل مدفون بر شیب پل‌های تالابیس رشد گسل (Burbank & Anderson, 2001)



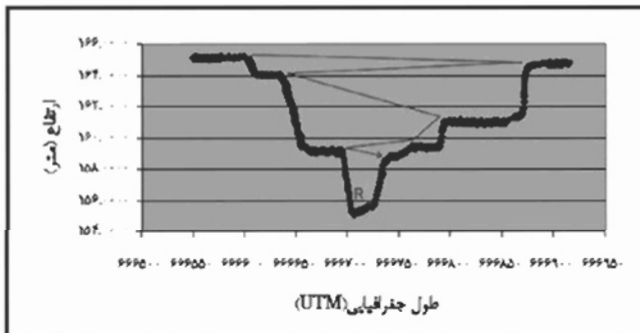
شکل ۱۱- نیسرخ طولی رودخانه تالار، KP: محل رودزاترها



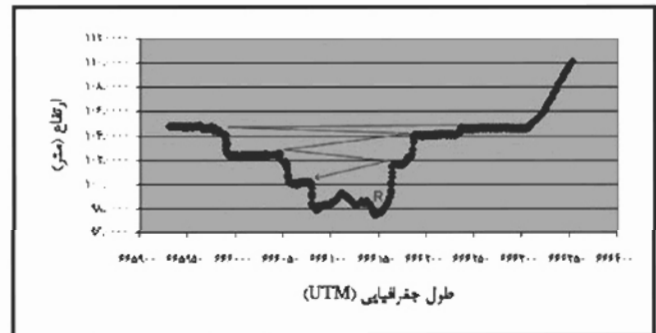
شکل ۱۲- رخنمون لولای تاقدیس چای باغ در محل عبور رودخانه تلار از محل این تاقدیس. در عکس انحراف رودخانه به سمت باختر در این محل دیده می‌شود (نگاه به سمت باختر).



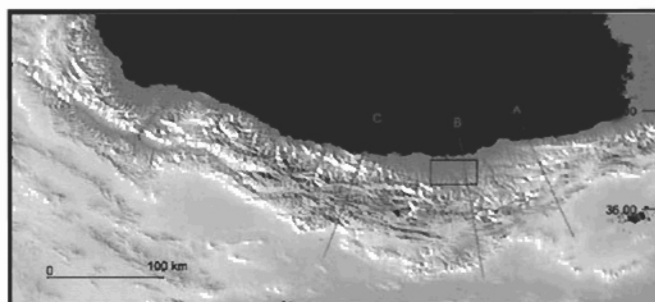
شکل ۱۳- انحراف مجرای رودخانه تلار به سوی باختر و ترک مجرای خاوری خود (محل کادر) در شمال محل لولای تاقدیس برنجستانک (نگاه به سمت جنوب).



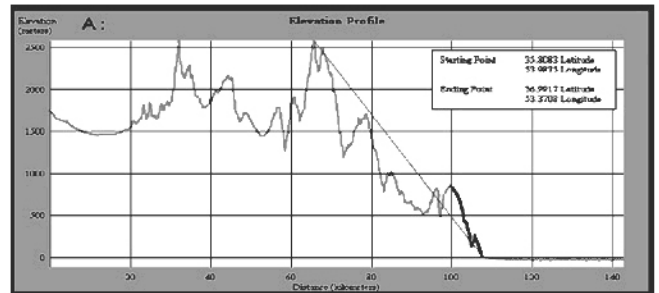
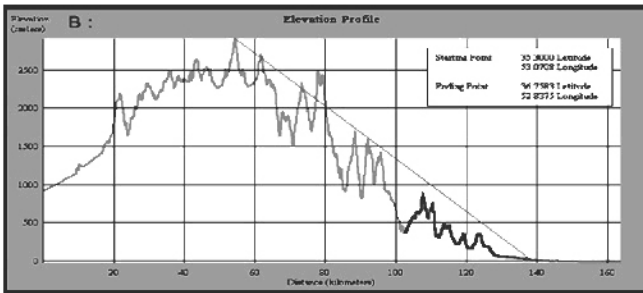
شکل ۱۵- نیمرخ دره رودخانه تلار در محل عبور از لولای تاقدیس چای باغ. در نیمرخ پادگانه‌های غیر جفتی قابل مشاهده‌اند. R: محل کنونی مجرای رودخانه



شکل ۱۴- نیمرخ دره رودخانه تلار در محل عبور آن از لولای تاقدیس برنجستانک. در نیمرخ پادگانه‌های غیر جفتی قابل مشاهده‌اند. R: محل کنونی مجرای رودخانه

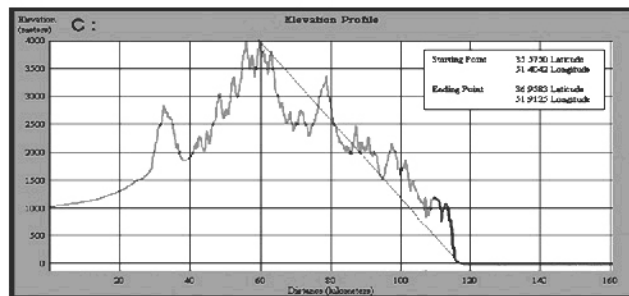


شکل ۱۶- مقایسه شیب توپوگرافی منطقه مورد مطالعه با دو ناحیه خاوری و باختری خود

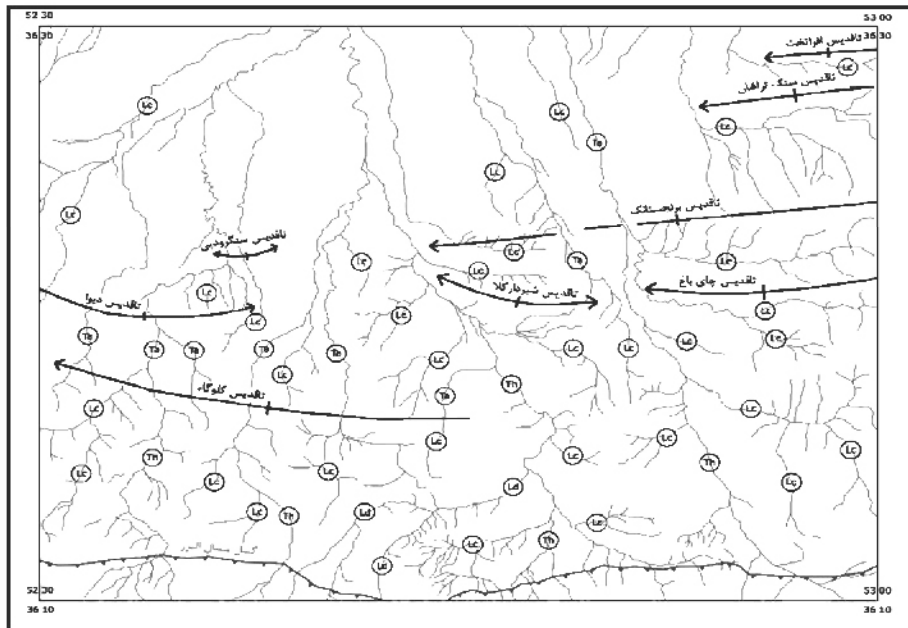


شکل ۱۸- نیمرخ عرضی رشته کوه البرز در منطقه مورد مطالعه (نیمرخ B در شکل ۱۷)، در عکس نیمرخ کوچک مقیاس تعدادی از تاق‌سای‌های منطقه همچنین شیب عمومی منطقه (خط سرخ رنگ) دیده می‌شود، شیب واقعی این خط ۱/۹ درجه است.

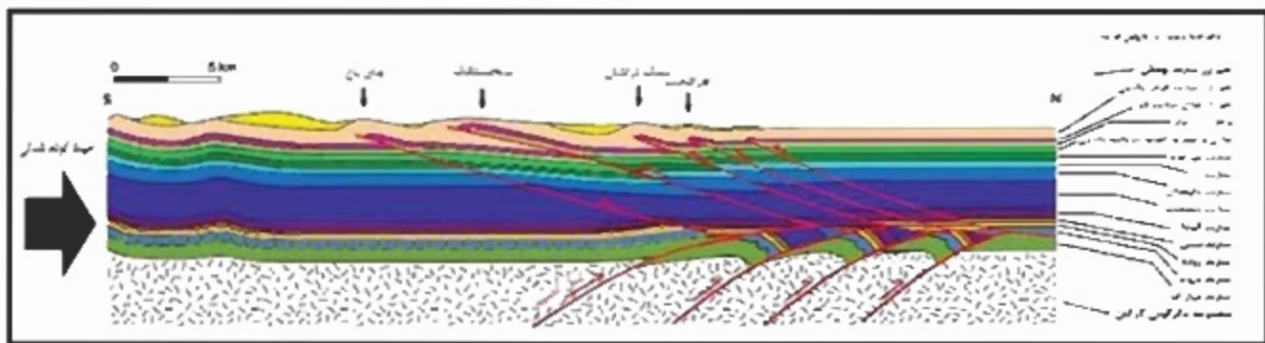
شکل ۱۷- نیمرخ عرضی رشته کوه البرز دوخاور منطقه مورد مطالعه (نیمرخ A در شکل ۱۷)، در عکس، بالا آمدگی ناحیه‌ای (قسمتی از نمودار که با رنگ سرخ مشخص شده است) همچنین شیب عمومی منطقه (خط سرخ رنگ) دیده می‌شود، شیب واقعی این خط ۳/۴ درجه است.



شکل ۱۹- نیمرخ عرضی رشته کوه البرز در باختر منطقه مورد مطالعه (نیمرخ C در شکل ۱۷)، در عکس، بالا آمدگی ناحیه‌ای (قسمتی از نمودار که با رنگ سرخ مشخص شده است) همچنین شیب عمومی منطقه (خط سرخ رنگ) دیده می‌شود، شیب واقعی این خط ۴ درجه است.



شکل ۲۰- الگوی رودخانه‌های منطقه مورد مطالعه، موقعیت آنها نسبت به ساختارها و دسته‌بندی آنها از نظر جهت یاختگی نسبت به ساختارهای ناحیه به روش (Th. Burbank (1996). رودخانه‌های عرضی که از پس بوم سرچشمه می‌گیرند، T.F.؛ رودخانه‌های عرضی که از پیش بوم سرچشمه می‌گیرند، L.R. رودخانه‌های طولی، L.M.؛ رودخانه‌های عرضی که توسط رانندگی‌های جدید محلی منحرف شده و در حوضه‌های پشت خورکی در امتداد آنها جریان دارند، T.F.؛ رودخانه‌های عرضی که رانندگی‌های جدید یا چین‌های جدید محلی در داخل پیش بوم را قطع می‌کنند، L.M.؛ رودخانه‌هایی که از بالا آمدگی‌های محلی داخل پیش بوم که ناشی از رانندگی‌های محلی یا چین‌های کوچک هستند سرچشمه می‌گیرند.



شکل ۲۱- تیرخ ساختمانی منطقه مورد مطالعه و مدل زمین‌ساختی پیشنهادی آن که در بخش‌های خاوری و باختری خود دچار تغییر می‌شود به این ترتیب که در بخش‌های پاد شده گسل کاسپین دارای عملکرد مستقیم است (شکل ۱۲).

کتابخانه

- طیلس، م. و عباسی، م. ر.، ۱۳۸۱- الگوی دگرریختی و هندسه پهنه گسل شمال البرز (بین طول‌های جغرافیایی ۵۲° و ۵۴° درجه خاوری)، فصل‌نامه علوم زمین، شماره ۳۳-۳۴، ص ۲۳-۳۵.
- کاسمی، م. ر. و مصوری، ف.، ۱۳۷۹- تأثیر صفحه خزر بر زمین‌ساخت البرز، نوزدهمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی کشور، وحدتی، دانشمند، ف. و کریمی، ح. ر.، ۱۳۸۲، نقشه زمین‌شناسی دوره قائم شهر، مقیاس ۱:۱۰۰،۰۰۰، سازمان زمین‌شناسی کشور.

References

- Allen, M.B., Ghassemi, M.R., Shahrabi, M., Qorashi, M., 2003 - Accommodation of late Cenozoic oblique shortening in the Alborz range, northern Iran. *Journal of Structural Geology*, 25 659-672
- Burbank, D.W., Meigs, A. Borzovic, N., 1996 - Interactions of growing folds coeval depositional systems. *Basin research* (1996) 8, 199-223
- Burbank, D.W., and Anderson, R.S., 2001- *Tectonic Geomorphology*, Blackwell, 274.
- Keller, E.A., Larry Gurrola, T.E., Tierney, 1999 - Geomorphic criteria to determine direction of lateral propagation of reverse faulting and folding. *Geology*

Effects of Caspian (Khazar) Fault Activity on Geomorphology of Qaemshahr area

A. Lashkari¹, M. R. Ghassemi^{1*} & M. Qorashi^{1,2}

¹ Research Institute for Earth Sciences, Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

² Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran

Received: 2007 November 28

Accepted: 2008 March 10

Abstract

The Caspian (Khazar) fault is the boundary between the Caspian plain and Alborz Mountain. As a major tectonic feature, this fault may be considered as the northern mountain front fault of the Alborz Range. Subsidence of the Caspian Sea in north, uplift of the Alborz Mountain, and its over thrusting on southern part of South Caspian basin has occurred along the Caspian fault. In this paper, a segment at the fault which is located between longitudes 52° 30' and 53° 00' - in the northern part of geological map of Qaemshahr - is considered as a segment that does not outcrop. This paper introduces the general structural and morphotectonic characteristics of this zone and describes the characteristics of the active anticlines (growing folds) and morphotectonic effects in this zone such as effects on rivers.

Keywords: Caspian fault, Qaemshahr, Geomorphology, Fold growth

For Persian Version see pages 17 to 28

*Corresponding author: M. R. Ghassemi; E-mail: m.r.ghassemi@gsi-iran.org

Regional Modeling of Landslide Hazard, Using Multivariate Statistic Method in Lajemrood- Sari Basin

P. Garaei^{1*}, K. Soleimani², S.R. Mousavi² & A. Kavian²

¹ Natural Resources and Watershed Management Office, Ilam, Iran

² Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, College of Natural Resources, Sari, Iran

Received: 2007 July 10

Accepted: 2008 May 20

Abstract

In basins of the northern part of Iran, combination of natural and human factors has intensified landslide and related numerous damages. The investigation importance of this phenomena and effective factors of landslide occurrence and also determining susceptible zones in order to preventing and avoiding its effects is required. At the beginning, of this research after field investigation, review of previous works in similar Lajemrood basin and using questionnaire, were recognized primary effective factors on landslide occurrence. Then preparing effective factors maps in Geographic Information System. In order to quantifying the factors and weighting them, landslides percentage in different units was determined. For statistical analysis of multiple regressions the stepwise method was used which concluded with ignoring the elevation factor as regional model. Finally, geology, land use, slopes and distance from the road has the most effects on landslides. For evaluation of the accuracy of this model, neighboring basins (Varakee basin) with similar characteristics was chosen. The results have indicated that the most recorded area landslides in Varakee basin occurred in high and high hazard zonation. Thus, it can be concluded that presented model can be used for the study area.

Key words: Landslide, Landslide Hazard Zonation, Multiple Regression, Modeling, GIS, Lajemrood Basin.

For Persian Version see pages 29 to 36

*Corresponding author: P. Garaei; E-mail: parviz_garaei@yahoo.com