گسل رازک و عوارض ریخت‌زمین‌ساختی مرتبط با آن

خالد حسامی، استادیار گروه لرزه‌زمین‌ساخت پژوهشکده زلزله‌شناسی پژوهشگاه/ هادی طبسی، عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی آشتیان

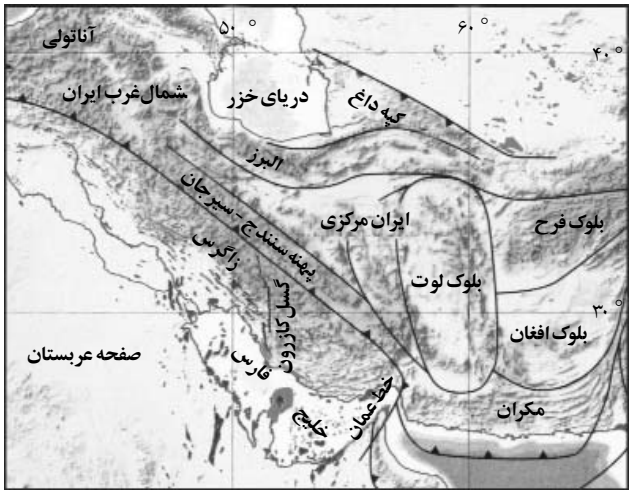
۱- چکیده

گسلهای امتدادلغز شمالی - جنوبی در پی سنگ زاگرس از آثار و بقایای کوهزایی پان آفریکن است که در نتیجه کوهزایی زاگرس از حوالی کرتاسه پایانی مجدداً شروع به فعالیت نموده و راستای عمومی زاگرس (شمال‌غرب - جنوب‌شرق) را قطع کرده‌اند. گسل رازک با راستای عمومی شمالی - جنوبی یکی از مهمترین گسلهای امتدادلغز پی سنگی در زاگرس می‌باشد که از مدتها پیش شناسایی شده و مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته‌است. مشاهده افراز گسلی (Fault Scarp) و آبراهه‌های جابه‌جا شده در طول بخش جنوبی گسل رازک مبیّن آن است که سازوکار غالب در طول این گسل از نوع امتدادلغز راستگرد با یک مؤلفه شیب لغز عادی می‌باشد. اگرچه نمی‌توان به‌درستی رویداد زمین‌لرزه‌ای را به فعالیت این گسل نسبت داد، شواهد ریخت‌شناختی بر فعالیت این گسل دلالت دارد.

کلید واژه‌ها: زاگرس، گسل فعال، گسل امتدادلغز، ریخت‌زمین‌ساخت

۲- مقدمه

محققین زیادی تاکنون به اهمیت گسلها و بی‌هنجاریهای ساختاری شمالی - جنوبی در تاریخچه زمین‌ساخت پلاتفرم عربستان اشاره کرده‌اند [۱، ۲، ۳ و ۴]. خط عمان (حد شرقی نوار زاگرس را مشخص می‌کند) و گسل کازرون (نوار زاگرس را در طول جغرافیایی ۵۱/۵ درجه قطع می‌کند) به عنوان مهمترین خطواره‌های پی سنگی زاگرس همواره مورد توجه پژوهشگران بوده‌اند (شکل ۱).



شکل (۱): واحدهای مختلف ساختاری ایران. گسل اصلی زاگرس پهنه سنندج - سیرجان را از زاگرس جدا می‌کند. خط عمان حد جنوب‌شرقی کوههای زاگرس را مشخص می‌کند. گسل کازرون در طول جغرافیایی ۵۱/۵ درجه کوههای زاگرس را به طور عرضی قطع می‌کند.

این دو خطواره پی‌سنگی کنترل زیادی بر روی حرکات زمین‌ساختی بلوک محصورکننده خود (جنوب‌شرق زاگرس) و حرکت رو به شمال عربستان دارند؛ به‌طوری‌که بلوک‌های

واقع در غرب (شمال‌غرب زاگرس) و شرق (مکران) با سرعت بیشتری به صفحه ایران نزدیک می‌شوند. علاوه‌بر خطواره‌های مذکور، گسلهای امتدادلغز بسیار دیگری پی‌سنگ عربستان را به قطعات کوچکتری در جنوب‌شرق زاگرس تقسیم کرده‌اند (شکل۲). اثر این گسلها که بقایای کوهزایی پان‌آفریکن می‌باشند توسط روند غالب و جوان شمال غرب ـ جنوب شرق ناشی از کوهزایی زاگرس کم رنگ و تا حد زیادی ناپدید گشته‌اند. با وجود این، اثر این گسلها بر روی پوشش رسوبی تا حدی بر روی عکسهای ماهواره‌ای آشکار است [۳ و۴]. فعالیت این گسلها، ضخامت و رخساره (Facies) رسوبات پوشش رسوبی را در بلوکهای محدودشده توسط آنها کنترل نموده‌است. علاوه‌برآن، ادامه فعالیت آنها محور چین خوردگیها را متأثر نموده و توزیع مکانی گنبدهای نمکی را در زاگرس کنترل کرده‌است [۵].

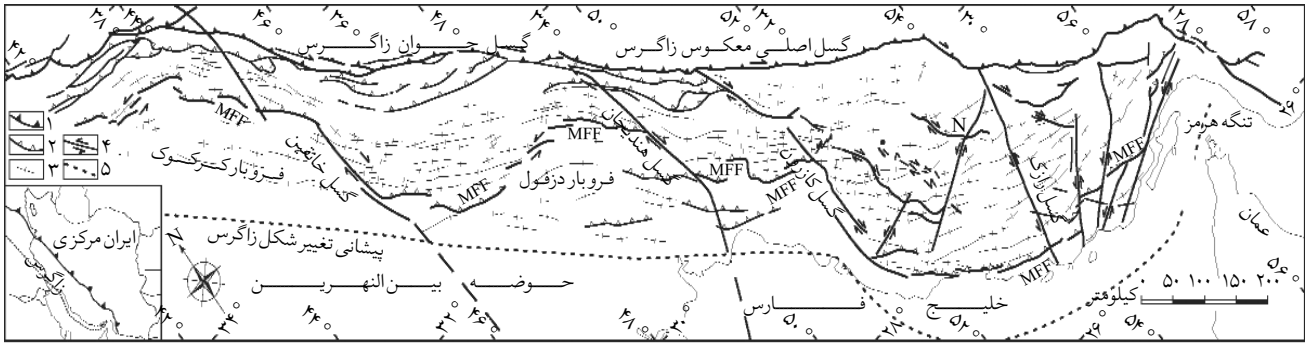
در این مقاله با استفاده از شواهد ساختاری و ریخت‌شناختی مشاهده‌شده بر روی زمین و عکسهای هوایی به تحلیل ساز وکار و فعالیت کنونی گسل رازک به‌عنوان یکی از گسلهای اصلی شمالی ـ جنوبی در پی‌سنگ زاگرس پرداخته‌شده‌است.

۳ ـ تاریخچه تکامل ساختاری زاگرس

نوار چین‌خورده ـ رانده زاگرس با راستای شمال‌غرب ـ جنوب‌شرق از کوههای تاوروس در شمال شرق ترکیه، کردستان در شمال عراق و جنوب غربی ایران عبور کرده و تا تنگه هرمز ادامه دارد. کوههای زاگرس از شمال به فلات ایران و از جنوب به حوضه‌های فعال بین‌النهرین و خلیج فارس محدود می‌شود (شکل ۱). طول کوههای زاگرس حدود ۱۶۰۰کیلومتر و پهنای آن از حدود ۲۰۰ کیلومتر در شمال‌غرب به حدود ۳۵۰ کیلومتر در جنوب‌شرق افزایش می‌یابد. ارتفاع ساختارهای زمین‌شناسی و سن نسبی کوههای زاگرس به سمت شمال‌شرق افزایش می‌یابد. این افزایش با پله‌های تدریجی از تاقدیسهای دست نخورده حاشیه خلیج فارس تا خط الرأس ارتفاعات گسل خورده زاگرس مرتفع ادامه دارد.

حد شمال‌شرقی نوار زاگرس توسط گسل اصلی زاگرس که پهنه سنندج ـ سیرجان (به‌عنوان بخشی از ایران مرکزی) را از کوههای زاگرس جدامی‌کند، مشخص شده‌است [۶ و۷]. از آنجاکه ادامه شمال‌غربی گسل اصلی زاگرس (بالاتر از عرض جغرافیایی ۳۳ درجه) سازوکار امتدادلغز راستگرد دارد و از نظر لرزه‌خیزی فعال است آن را گسل جوان زاگرس نام نهاده‌اند [۸].

تغییر شکلهای ایجادشده در نوار چین‌خورده ـ رانده زاگرس در واقع ناشی از همگرایی نسبی بین عربستان و ایران مرکزی (اوراسیا) از اواخر کرتاسه تاکنون بوده‌است. این



شکل (۲): نقشه زمین‌ساخت زاگرس. محور چین‌خوردگیها و گسلهای فشاری از روند عمومی شمال‌غرب ـ جنوب‌شرق زاگرس تبعیت می‌کنند. گسلهای امتدادلغز پی‌سنگی با راستای شمال ـ شمال‌غرب (در غرب و مرکز زاگرس) و راستای شمال ـ شمال شرقی (در جنوب شرق زاگرس) روند عمومی زاگرس را قطع می‌کنند.

همگرایی که به فرورانش حاشیه شمالی صفحه اقیانوسی نئوتتیس به زیر صفحه ایران مرکزی نسبت داده شده است به جایگیری توده‌های افیولیتی در لبه شمالی صفحه عربستان در کامپانین ـ ماستریشین انجامید. جایگیری افیولیت‌ها در لبه شمالی عربستان، قبل از بسته شدن کامل نئوتتیس و برخورد قاره‌ای ایران با عربستان (اوایل میوسن) اتفاق افتاد [۹]. چین‌خوردگی نوار زاگرس چین‌خورده با حرکات ائوسن پایانی شروع شده، در مقاطع مختلف بعدی ادامه‌داشته‌است و در پلیو ـ پلئیستوسن (دگرشیبی بین سازند آغاجاری و بختیاری) به اوج رسیده‌است[۴]. دگر شیبی زاویه‌دار بین سازند بختیاری و رسوبات جوانتر، چین‌خوردگی و گسلش در رسوبات عهد حاضر و وقوع زمین‌لرزه‌های مکرر بر ادامه حرکات کوهزایی ناشی از برخورد قاره‌ای در زاگرس دلالت دارند.

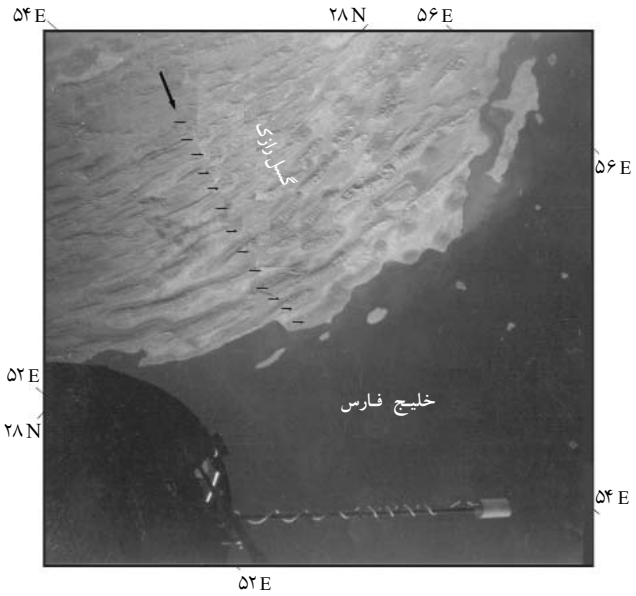
تقریباً در اکثر تقسیمات زمین‌شناسی بر اساس دو مرحله کوهزایی اصلی که در زمان کرتاسه پایانی و میوسن ـ پلیوسن در زاگرس روی داده، محققین کوههای زاگرس را به دو پهنه اصلی زاگرس مرتفع (HighZagros) یا پهنه درهم (Imbricate Zone) و پهنه چین خورده زاگرس (Zagros Simply Folded Zone) تقسیم نموده‌اند [۶].

زاگرس مرتفع به‌صورت نوار طویل ولی نسبتاً باریک همانند واحدهای مجاور با روند شمال غربی ـ جنوب شرقی از حدود مریوان تا شمال بندرعباس امتدادیافته و پهنای آن بین ۱۰ تا ۷۰ کیلومتر متغیر است (شکل۲). مرز آن از سمت جنوب غربی با زاگرس چین خورده در امتداد گسل زاگرس مرتفع (High Zagros Fault) قرار دارد. سمت شمال شرقی گسل اصلی زاگرس نیز مرز آن با واحد سنندج ـ سیرجان را مشخص کرده‌است. مراحل تکوین و شکل‌گیری نهایی زاگرس مرتفع در ارتباط با تشکیل و سپس بسته‌شدن یک شکاف قاره‌ای عمیق (که در اواخر پالئوزوئیک مقدمهٔ جدایی خرده قاره ایران از صفحه عربستان را فراهم کرد) در این ناحیه بوده‌است.

تحول زاگرس چین‌خورده در حوضه رسوبی مستقلی صورت‌پذیرفته‌که در حاشیه جنوبی و جنوب غربی زاگرس مرتفع وجودداشته‌است. حوضه رسوبی زاگرس در اواخر پالئوزوئیک بتدریج موجودیت یافته و سپس با حرکات کوهزایی سیمیرین پیشین در دوره تریاس به عنوان یک حوضه مستقل تثبیت گردید. این حوضه در تمام طول مزوزوئیک و سنوزوئیک با فرونشینی مداوم توأم با رسوبگذاری ممتد عمل می‌کرده و مراحل مختلف کوهزایی آلپی در این مدت به صورت فازهای کوهزایی خفیف از ائوسن پایانی در منطقه اثر داشته‌است؛ بنابراین چین‌خوردگی اصلی در زاگرس چین‌خورده با حرکات ائوسن پایانی شروع شده و با حرکات مربوط به مرحله اصلی کوهزایی در پلیوسن آغازی به اوج خود رسیده‌است.

۴ ـ گسل رازک

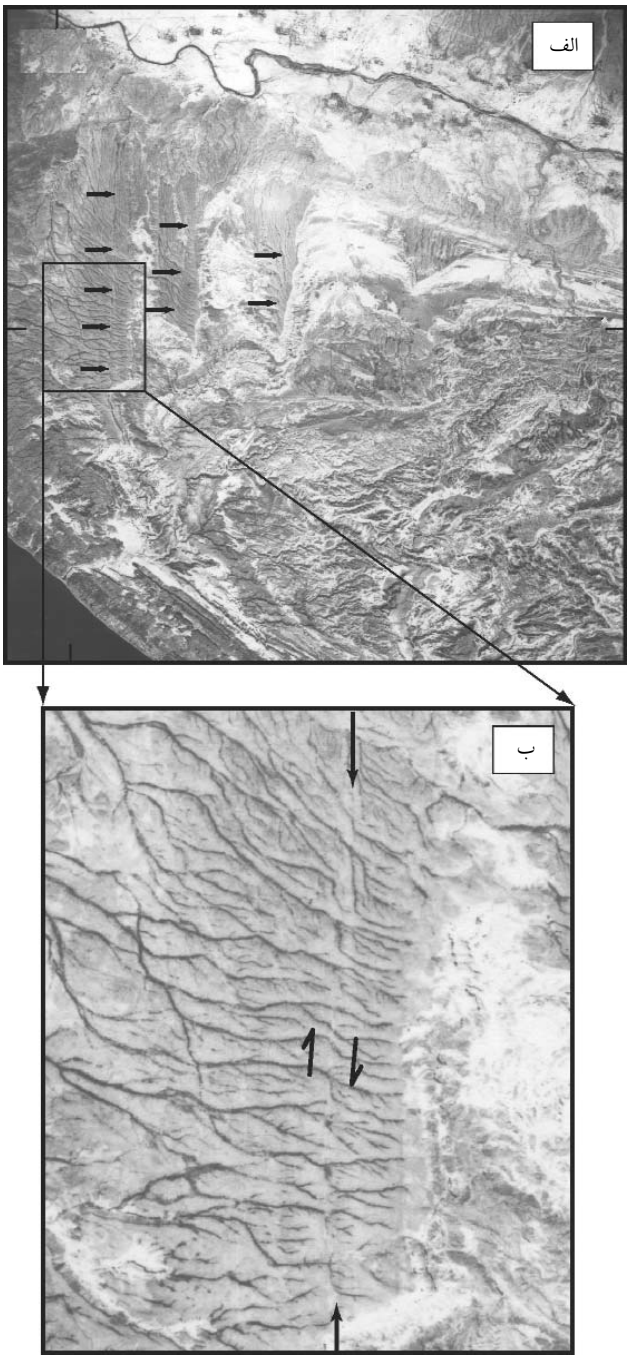
گسل رازک برای اولین بار بر روی نقشه‌های زمین‌شناسی جنوب شرق زاگرس به‌عنوان یکی از گسلهای اصلی شمالی ـ جنوبی زاگرس نشان داده‌شد [۱۰]. سپس در سال ۱۹۹۴ برزگر براساس مشاهده عکسهای ماهواره‌ای Gemini (تصویر۱) این گسل را به نقشه آورد و اهمیت آن را در کنترل حوضه نمک هرمز نشان داد. اگر چه برزگر به سازوکار این گسل اشاره‌ای ننمود، ولی بعدها براساس جابه‌جایی محور چین خوردگیها، سازوکار این گسل از نوع امتدادلغز چپگرد معرفی گردید [۴]. در این بخش بر اساس مشاهده عکسهای هوایی و بازدیدهای صحرایی تأثیر این گسل پی سنگی در رسوبات پوشش رسوبی زاگرس نشان داده شده‌است.



تصویر(۱): تصویرماهواره‌ای Gemini از گسل رازک

عکس هوایی منتهاالیه جنوبی گسل رازک که از نظر ساختاری بر انتهای غربی تاقدیس چیرو واقع است، در تصویر (۲) نشان داده شده است. تاقدیس چیرو در این محل توسط سه گسل با راستای شمالی- جنوبی قطع گردیده است (تصویر ۲، الف). غربی‌ترین گسل از بالاترین وضوح برخوردار است؛ به‌طوری که در امتداد آن آبراهه‌ها به‌طور کاملاً منظم به‌صورت راستگرد جابه‌جا شده‌اند (تصویر ۲، ب). این گسل بر روی زمین نیز بخوبی قابل مشاهده و شناسایی است (تصویر ۳). میزان جابه‌جایی آبراهه‌ها در راستای این گسل از حدود ۱۰ تا ۱۵ متر متغیر است. جابه‌جایی بر روی این گسل با یک مؤلفه شیب لغز (قائم) نیز همراه است که به صورت یک افراز گسلی (Fault Scarp) به ارتفاع ۲-۳ متر در طول گسل بخوبی آشکار است. در نتیجه این جابه‌جایی قائم بلوک شرقی نسبت به بلوک غربی پایین افتاده است (تصویر ۳). از آنجاکه در هیچ مقطعی سطح گسل مشاهده نگردیده، هیچ گونه گواهی دال بر معکوس بودن و یا عادی بودن مؤلفه شیب لغز این گسل در دست نیست.

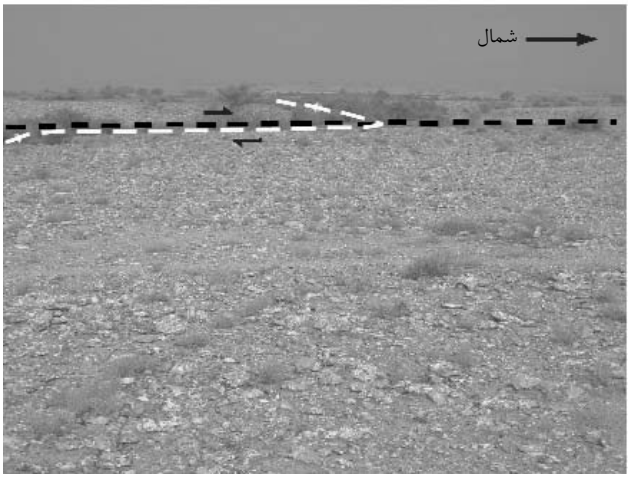
اگرچه وجود افراز گسلی و جابه‌جایی آبراهه‌ها بوضوح بر



تصویر(۲، الف): ایجاد مئاندر در طول رودخانه مقام از فرایش بلوک غربی گسل رازک ناشی شده و بر فعالیت آن دلالت دارد.
تصویر(۲، ب): نمای نزدیک از یکی از شاخه‌های گسل راستگرد رازک. به جابه‌جایی آبراهه‌ها در امتداد گسل رازک توجه شود.

تصویر(۲): عکس هوایی پلانژ غربی تاقدیس چیرو و پهنهٔ گسلی امتدادلغز شمالی- جنوبی رازک

حرکت ناگهانی ناشی از بروز زمین‌لرزه دلالت دارند، با این وصف، از آنجاکه رسوبات جابه‌جا شده بر اثر این گسل به سازند آغاجاری تعلق دارند، دلیلی بر فعال بودن گسل در این محل



تصویر(۳): دونمای مختلف از جابه‌جایی راستگرد آبراهه‌ها در امتداد گسل رازک. بلوک شرقی نسبت به بلوک غربی حدود ۲ تا ۳ متر پایین افتاده‌است.

نمی‌توان ارائه نمود.

ادامه شمالی این شاخه از گسل رازک در زیر آبرفتهای جوان پوشیده و ناپدید می‌گردد (تصویر ۴). در این محل رودخانه مقام (در بین تاقدیس خلفانی در شمال و تاقدیس چیرو در جنوب) از سمت شرق ـ جنوب شرق به طرف غرب ـ شمال غرب در جریان است و درنهایت به خلیج فارس می‌ریزد. به‌نظر می‌رسد ایجاد مئاندر در غرب محل تلاقی پهنه گسلی رازک با رودخانه مقام ناشی از جابه‌جایی قائم بر روی گسل رازک باشد. به عبارت دیگر، فرایش بلوک غربی گسل رازک با افزایش شیب سطح زمین در طول بخش غربی رودخانه مقام همراه گردیده‌است؛ بنابراین، واکنش رودخانه در چنین حالتی یافتن مسیری است که شیب را به حداقل برساند و به این ترتیب ایجاد مئاندر که همان تبعیت از شیب ظاهری زمین است، اتفاق می‌افتد. در صورتی‌که بخشی از ریخت‌شناسی رودخانه مقام ناشی از فعالیت گسل رازک باشد (مطابق مکانیسمی که به آن اشاره شد) می‌توان نتیجه گرفت که گسل رازک یک گسل فعال است. البته این مشاهده تنها شاهد دال بر فعالیت کنونی گسل رازک نمی‌باشد.

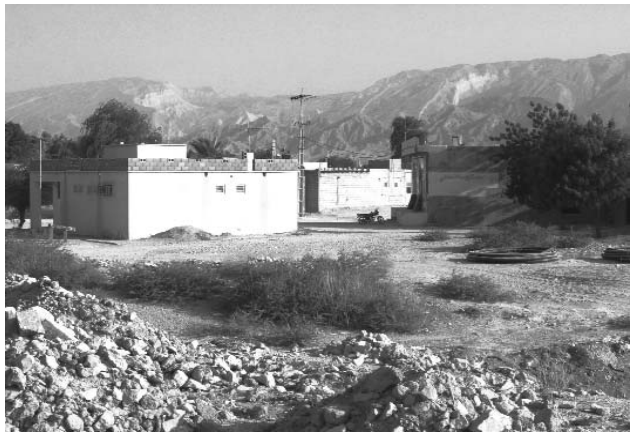
تصویر(۴): عکس هوایی دامنه جنوبی تاقدیس لوارستان. بادزن آبرفتی منتهاالیه غربی عکس از ارتفاع بیشتر و شیارهای عمیق تری نسبت به بادزنهای دیگر برخوردار است. به‌نظر می‌رسد که این فرایش در نتیجه فعالیت گسل رازک روی داده‌است.

تأثیر گسل رازک بر روی یکی از مخروط افکنه‌های دامنه جنوبی تاقدیس خلفانی (شمال رودخانه مقام) نیز بخوبی آشکار است. عمق زیاد شیارهای ایجادشده در این مخروط‌افکنه که در پاسخ به فرایش بلوک غربی گسل رازک روی‌داده است آن را از مخروط‌افکنه‌های کم ارتفاعتر شرق گسل رازک متمایز می‌کند. مشاهدات صحرایی مبیّن آن است که ارتفاع این مخروط‌افکنه از مخروط‌افکنه‌های مجاور حداقل ۱۰-۲۰ متر بیشتر است (تصویر ۵). سطح این مخروط‌افکنه توسط رسوبات ساحلی که توسط باد به این محل حمل شده،

تصویر (۵): وجود چندین سطح فرسایشی بر روی بادزن آبرفتی جنوب تاقدیس خلفانی، بر چند فاز فرایشی دلالت دارد. جدیدترین سطح فرسایش رسوبات رودخانه‌ای عهد حاضر را شامل می‌شود که بر جوان بودن فعالیت زمین‌ساختی دلالت دارد. ارتفاع سطوح فرسایش قدیمی به حدود ۱۰ تا ۲۰ متر می‌رسد.

پوشیده شده است. علاوه‌برآن، می‌توان سطوح فرسایشی ناشی از چند فاز فرایش پی در پی را در آن شناسایی نمود.

با ادامه گسل رازک به سمت شمال می‌توان مشاهده نمود که محور تاقدیس خلفانی در محل تلاقی با این گسل خمیده شده است. شکل خمیدگی محور تاقدیس خلفانی بر راستگرد بودن این گسل دلالت دارد (تصویر ۱). رأس تاقدیس خلفانی در محل تلاقی با گسل رازک نیز فروافتادگی بسیار بزرگی را نشان می‌دهد (تصویر ۶). احتمال می‌رود که این فروافتادگی ناشی از وجود یک مؤلفه شیب لغز عادی در طول گسل رازک باشد.



تصویر(۶): فروافتادگی رأس تاقدیس خلفانی در محل عبور گسل رازک

۵- نتیجه‌گیری

شواهد ساختاری و ریخت شناسی مشاهده شده بر روی زمین و عکسهایی هوایی نشانه آن است که گسل رازک با راستای شمالی ـ جنوبی یک گسل جنبا با سازوکار امتداد لغز راستگرد می‌باشد. اگر چه، نمی‌توان بدرستی وقوع یک زمین‌لرزه دستگاهی و یا تاریخی را به فعالیت این گسل نسبت داد. با این وصف، باید احتمال وقوع زمین‌لرزه در ارتباط با این گسل را در نظر گرفت. این واقعیت می‌تواند از آنجا ناشی شود که احتمالاً دوره بازگشت زمین‌لرزه‌های روی‌داده در ارتباط با گسل رازک بسیار طولانی می‌باشد.

۶- مراجع

1. Falcon, N.L. (1969). Problems of the relationship between surface structure and deep displacements illustrated by the Zagros range. In: P. Kent, G. Satterthwaite and A. Spencer (Eds.), *Time and Place orogeny*(pp. 9-22). Geological Society of London.

2. Koop, W.J. Stoneley, R. (1982). Subsidence history of the Middle East Zagros basin, Permian to Recent. Philos. Trans. Roy. Soc. London, 305, 149-168.

3. Barzegar, F. (1994). Basement fault mapping of E Zagros folded belt (S.W. Iran) based on space-born remotely sensed data. *Proceedings of the 10th thematic conference on geologic remote sensing: exploration, environment, and engineering. 10, 455-466.* San Antonio, Texas, USA.

4. Hessami, K., Koyi, H.A. & Talbot, C.J. (2001). The significance of strike-slip faulting in the basement of the Zagros fold and thrust belt. *Journal of*

Petroleum Geology, 24, 5-28.

5.Kent, P.E. (1979). The emergent Hormuz salt plugs of Southern Iran. *Journal Petrol. Geol., 2,* 117-144.

6.Stöcklin, J. (1974). Possible ancient continental margins in Iran. In: C. Burk and C. Drake (Eds.), *Geology of Continental Margins,* (pp. 873-877), New York: Springer-Verlag.

7.Berberian, M. (1995). Master "blind" thrust faults hidden under the Zagros folds: active basement tectonics and surface morphotectonics. *Tectonophysics, 241,* 193-224.

8.Tchalenko, J.S. Braud, J. (1974). Seismicity and structure of the Zagros (Iran): the Main Recent Fault between 33° and 35°N. Philos. Trans. Roy. Soc. London, 277, 1-25.

9.Stoneley, R. (1981). The geology of the Kuh-e Dalneshin area of Southern Iran, and its bearing on the evolution of Southern Tethys. *Journal Geol. Soc. London, 138,* 509-526.

10.National Iranian Oil Company. (1975). Tectonic map of South-Central Iran. Scale 1: 2500,000, Natl. Iran. Oil. Co., Explor. and Prod., Tehran, Iran.