

ترسیم نقشه زمین‌شناسی یک چین خوردگی، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای
(مطالعه موردی - چین خوردگی مزرعه)

Plotting of geological map of a Folding, by using satellite images (Case study- Mazraeh folding)

مرضیه مدیری^۱، سید احمد علوی^۲، همایون صفایی^۳، حسین حاجی علی بیگی^۲

۱- کارشناسی ارشد تکتونیک دانشگاه شهید بهشتی

۲- گروه زمین‌شناسی دانشگاه شهید بهشتی

۳- گروه زمین‌شناسی دانشگاه اصفهان

چکیده

تصاویر ماهواره‌ای با ایجاد یک دید وسیع و کلی امکان مطالعه سریع و کامل مناطق مختلف را به خوبی فراهم می‌کنند. در این پژوهش چین خوردگی مزرعه با استفاده از تکنیک سنجش از دور مورد بررسی قرار گرفته است. این چین خوردگی در زون زمین‌ساختی سندج-سیرجان و در مجاورت زون ارومیه-دختر قرار دارد. در نقشه‌ها چین خوردگی مزرعه تحت عنوان یک ناودیس معرفی شده است. اما در مطالعات سنجش از دور وجود یک ناودیس و یک تاقدیس در محل این چین خوردگی قطعی شد. ناودیس مذکور در جنوب چین خوردگی قرار گرفته و محور آن در زیر آبرفت‌های عهد حاضر پنهان است. شکل بسته یک تاقدیس نیز در شمال ناودیس مزرعه در تصاویر ماهواره‌ای دیده می‌شود. محور این تاقدیس در داخل شیل‌های آلبین قرار گرفته است. یال شمالی تاقدیس به وسیله یک راندگی بریده شده است. اثر این راندگی در هسته تاقدیس به صورت یک کلیپ آهکی بر روی شیل‌های آلبین بر جای مانده است.

Abstract

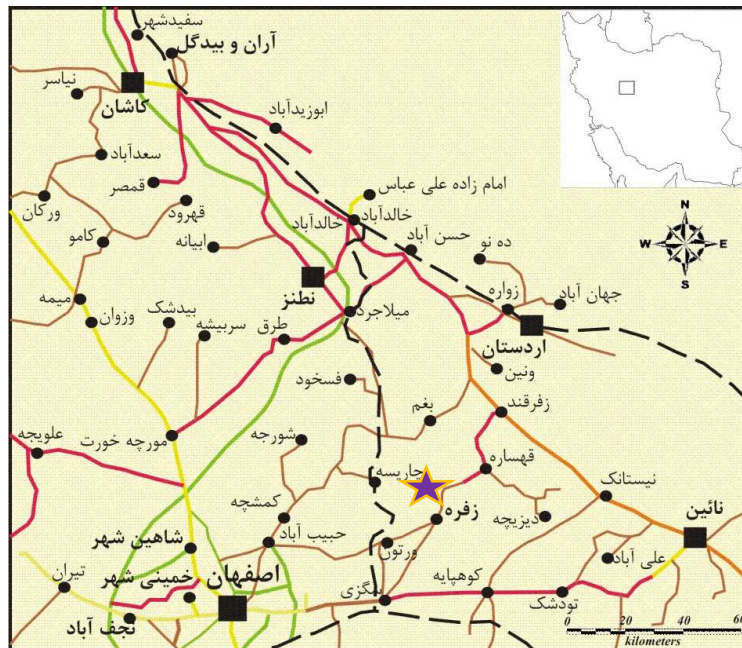
Satellite images produce a wide view and so, study of variant areas with this method is too easy. In this research, the Mazraeh folding has been studied with remote sensing. This folding is located in Sanandaj-Sirjan and adjacent to Uromiyeh-Dokhtar zone. The Mazraeh fold is nominated as a syncline, but the remote sensing study confirms that there is a sequence of syncline and anticline. The syncline one, is in the South and its axis hide below the alluviums. Also, a closer shape of an anticline can see on satellite images in the North of Mazraeh syncline. Axis of this anticline is located in the Albian shale. The North limb of anticline is cutting by a thrust. A klippe of limestone on Albian shale is a sign of thrusting in anticline's core.

مقدمه

تکنیک سنجش از دور و استفاده از تصاویر ماهواره‌ای با ایجاد یک دید وسیع و کلی، امکان مطالعه سریع و کامل مناطق مختلف را به خوبی فراهم می‌کنند. به خاطر وجود باندها و ترکیبات مختلف رنگی در تصاویر ماهواره‌ای، میتوان سازندهای مختلف هر منطقه را با تکنیک سنجش از دور از یک‌دیگر متمایز کرد. شناسایی و رسم خطواره‌ها، در کنار ترسیم سازندهای یک منطقه، می‌تواند در ترسیم نقشه زمین‌شناسی آن منطقه مورد استفاده قرار گیرد.

در این پژوهش چین خوردگی مزرعه مورد بررسی قرار گرفته است. این چین‌خوردگی در زون زمین‌ساختی سندج-سیرجان و در مجاورت زون ارومیه-دختر قرار دارد. زون‌های ساختمانی سندج-سیرجان و ارومیه-دختر با روند شمال‌غرب-جنوب‌شرق، قسمتی از کمربند چین و تراست زاگرس هستند (Stöcklin, 1968; Berberian & King, 1981) که در اثر برخورد صفحه عربی به صفحه ایران به وجود آمده‌اند. فرورانش اقیانوس نئوتتیس به زیر صفحه ایران (Takin, 1972; Berberian & King, 1981; Alavi, 1980, 1994) سبب به وجود آمدن راندگی اصلی زاگرس شده است (Stöcklin, 1968; Berberian & King, 1981). در سمت شرق این راندگی زون سندج-سیرجان قرار دارد که سنگ‌های آن بر اثر کوهزایی زاگرس به شدت تکتونیزه شده‌اند (Safaei, 2009). این زون در منطقه گلپایگان به دو بخش شمالی و جنوبی تقسیم می‌شود (افتخارنژاد، ۱۳۵۹؛ درویش‌زاده، ۱۳۸۳). در شرق زون سندج-سیرجان، زون آتشفشانی ارومیه-دختر قرار گرفته است و عموماً با این زون مرز گسله دارد. زون ارومیه-دختر یک کمان ماگمایی حاصل از فرورانش نئوتتیس به زیر ایران است (Berberian & Berberian, 1981; Alavi, 1980, 1994) که فعالیت آن در ائوسن آغاز شده و در ائوسن میانی به اوج رسیده است (Berberian & King, 1981).

چین‌خوردگی مزرعه در نقشه زمین‌شناسی اردستان (رادفر، ۱۳۷۸) و کوهپایه (رادفر و کهنسال، ۱۳۸۱) رسم شده است. محل این چین‌خوردگی در شمال‌شرقی شهر اصفهان و در نزدیکی روستای زفره (شکل ۱)، در داخل آهک‌های کرتاسه بالایی است و رخنمون آن‌ها به ترتیب از قدیم به جدید شامل: شیل‌های بودانتی سراس‌دار (آلبین)، آهک ماسه‌ای گلوکونیت‌دار و آهک‌های اینوسراموس‌دار (ترونین زیرین تا سانتونین) است (Safaei et al., 2008). در سمت شرقی این چین‌خوردگی، گسل زفره (Amidi, 1975) با مولفه راست‌گرد (جمالی و همکاران، ۱۳۸۷; Amidi, 1975) مرز دو زون زمین‌ساختی سندج-سیرجان و ارومیه-دختر را تشکیل می‌دهد. در نقشه‌های مذکور چین‌خوردگی مزرعه تحت عنوان یک ناودیس معرفی شده است، اما بررسی‌های بیشتر و شناسایی جهات لایه‌ها با تکنیک سنجش از دور، وجود بیش از یک چین را در این منطقه نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های ارتباطی منطقه مورد مطالعه، برگرفته از اطلس راه‌های ایران، ۱۳۸۶. محل چین خوردگی مزرعه با ستاره بر روی شکل مشخص شده است.

بحث

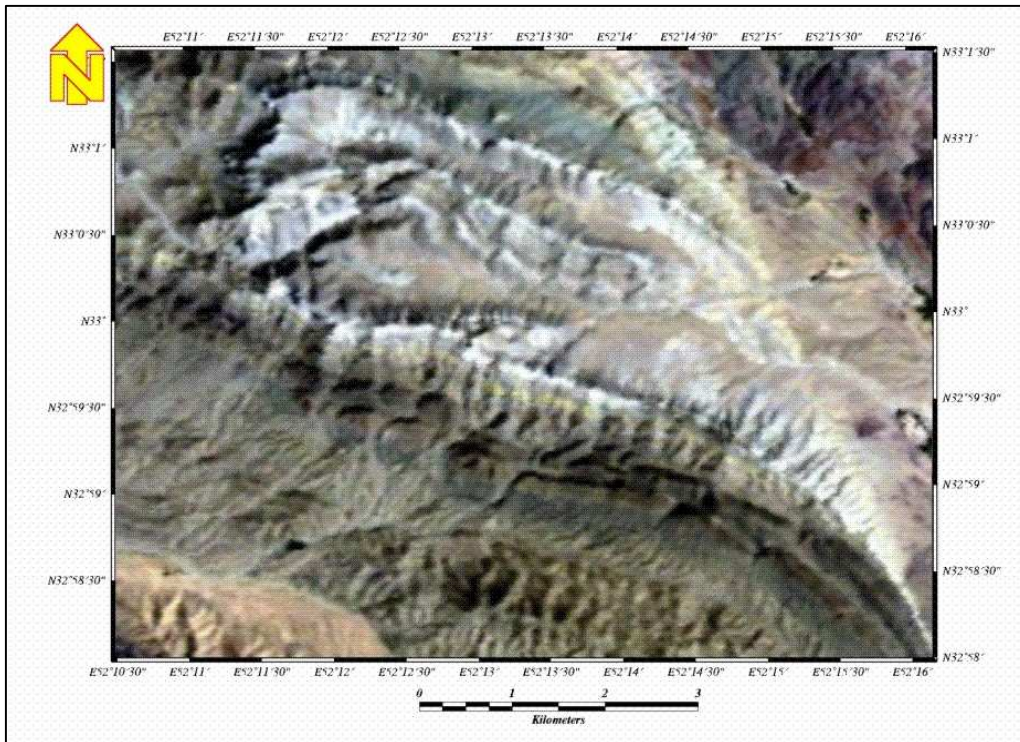
برای مطالعه و بررسی چین خوردگی مزرعه با تکنیک سنجش از دور، از فریم شماره 163/37 از داده‌های TM ماهواره Landsat 5 (شکل ۲) با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر (برای ۶ باند) و همچنین باند PAN ماهواره IRS به شماره 70-47 C (شکل ۳) با قدرت تفکیک مکانی ۵/۸ متر استفاده شده است.

جهت پردازش داده‌های ماهواره‌ای در این پژوهش از نرم‌افزار ER Mapper 7.0 استفاده شده است. پس از ورود داده‌ها به رایانه، عملیات زمین مرجع انجام پذیرفت. بدین منظور با تعیین نقاط کنترل زمینی و انتقال وضعیت آن‌ها به نرم‌افزار، شبکه‌ای که بر مبنای آن عملیات انتقال داده‌ها انجام می‌گیرد برای داده‌ها تهیه گردید. جهت تفکیک بهتر واحدهای سنگی و به دنبال آن شناسایی گسل‌ها، عملیات به‌گزینی باندها انجام شد و ترکیبات مختلفی مورد استفاده قرار گرفتند، اما همان‌گونه که انتظار می‌رفت بهترین ترکیب‌های رنگی به صورت RGB=741 (شکل ۴) و RGB=541 تشخیص داده شده است. برای استفاده از تمام محدوده ارزش عددی داده‌ها (Digital Number) از ایجاد کشیدگی یا انتقال (Transform) در هیستوگرام داده‌ها استفاده شده است. از جمله کشیدگی‌های مورد استفاده، کشیدگی یکنواخت کردن نمودار (Histogram Equalize) می‌باشد که برای تمام باندهای TM استفاده شده و کشیدگی از نوع خطی (Create Default Linear Transform) ۹۹٪ که برای باند PAN مورد استفاده قرار گرفت.

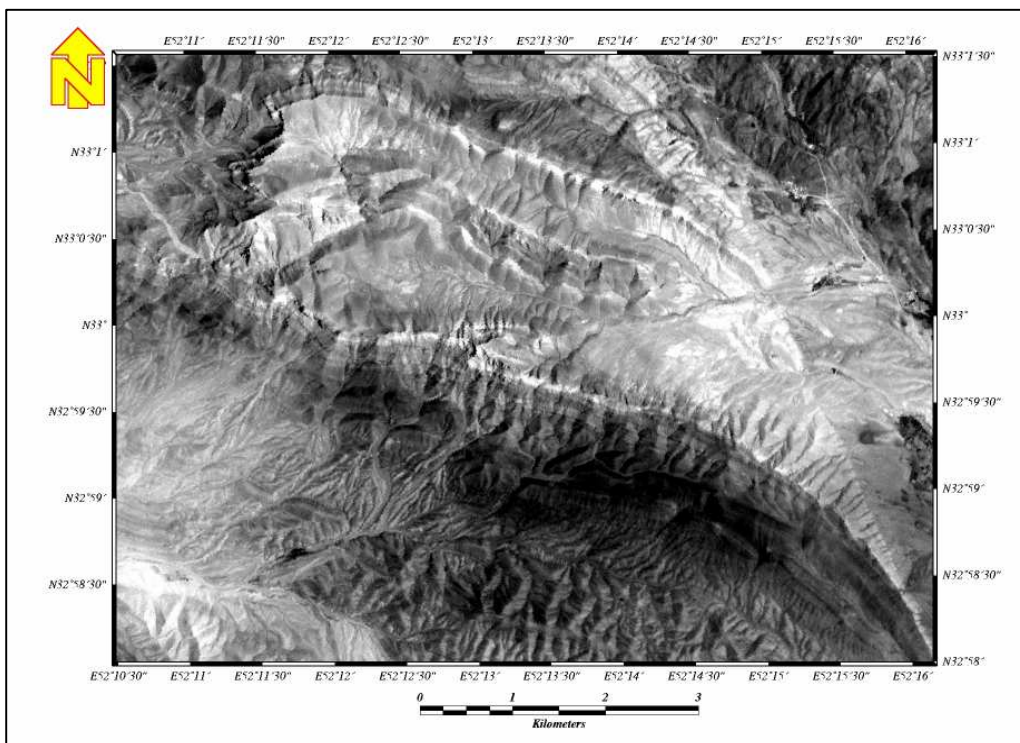
به منظور استفاده از قدرت تفکیک طیفی داده‌های TM و قدرت تفکیک مکانی داده‌های IRS این داده‌ها با تکنیک RGBI با یکدیگر تلفیق شدند. در این روش سه لایه قرمز، سبز و آبی که اختصاراً RGB نامیده می‌شوند، توسط باندهای طیفی داده‌های TM جایگزین می‌گردند، آن‌گاه با استفاده از یک لایه شدت که توسط داده‌های پانکروماتیک با قدرت تفکیک مکانی بالا جایگزین گردیده است، وضوح تصویر افزایش می‌یابد. در این تکنیک سیستم RGB به سیستم HIS تبدیل شده و پس از جایگزینی لایه شدت، مجدداً به صورت سیستم RGB نمایش داده می‌شود. تصاویر حاصل شده از این تکنیک علاوه بر دارا بودن تنوع طیفی تصاویر ایجاد شده در سیستم RGB، از وضوح بالاتری برخوردار است. جهت شناسایی ساختارهای خطی با توجه به عوامل موثر در شناسایی آنها، غالباً از فیلترهای مکانی استفاده می‌شود. در این محدوده به دلیل نیاز به وضوح بالای تصویر از فیلتر گذر بالای Sharpen 11 استفاده شده است. با این فیلتر، مرز واحدهای مختلف لیتولوژی بارزتر شده و روندهای خطی، از جمله گسل‌ها و شکستگی‌های مهم محدوده مورد بررسی به شیوه معمول (Nash, 1992) شناسایی و سپس رسم شدند. با این روش نقشه زمین‌شناسی منطقه (شکل ۵) به دست آمد.

در بررسی تصاویر ماهواره‌ای لایه‌های موجود در یال جنوبی چین خوردگی مزرعه با امتداد تقریباً شرقی-غربی و شیب واضحی به سمت شمال قابل مشاهده است (شکل ۴). این لایه‌ها به سمت غرب تغییر روند داده، شروع به چرخش ساعت گرد می‌کنند و سپس با همان روند اولیه به سمت شرق ادامه می‌یابند (شکل ۴ و ۵). نتیجه این چرخش لایه‌ها ایجاد یک ناودیس با پلانژ به سمت غرب شمال‌غرب، در بخش جنوبی این چین خوردگی است. محور این ناودیس در زیر آبرفت‌های عهد حاضر قرار گرفته است (شکل ۵). یال جنوبی این ناودیس نیز به وسیله یک گسل راست‌گرد بریده شده است. این گسل راست‌گرد سبب جابه‌جایی راندگی موجود در این یال شده است (شکل ۴).

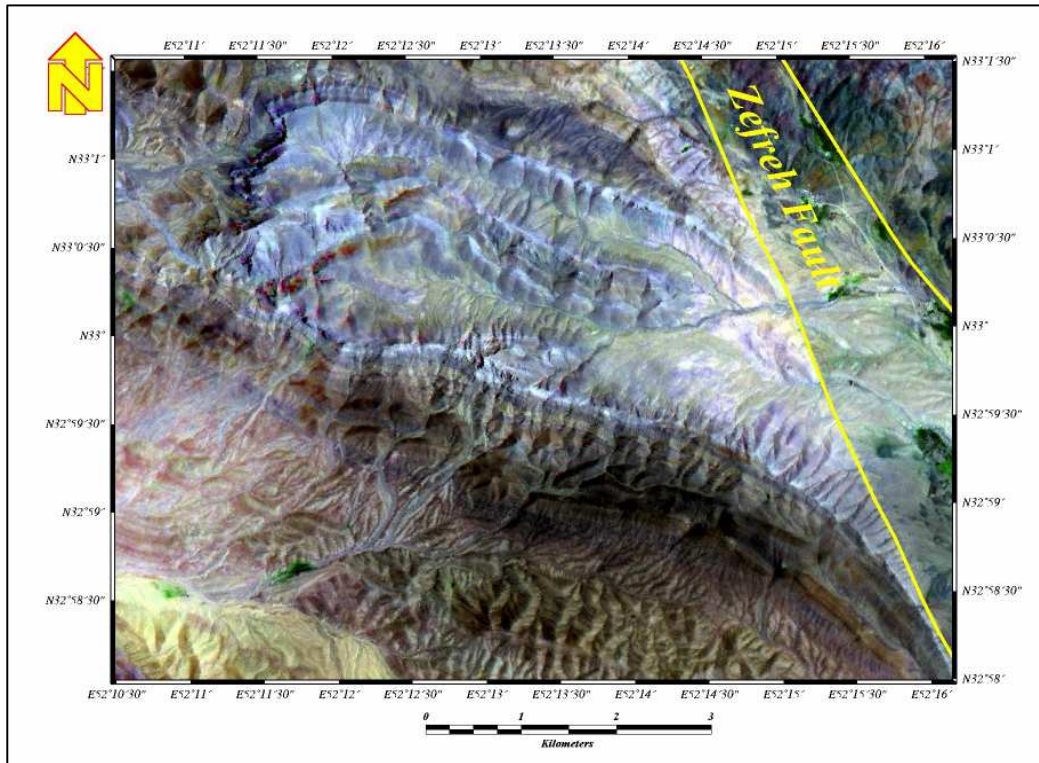
شکل بسته یک تاقدیس نیز در شمال ناودیس مذکور در تصاویر ماهواره‌ای به خوبی دیده می‌شود. محور این تاقدیس در داخل شیل‌های بودانتی سراسر دار آلبین قرار گرفته است، اما یال شمالی این تاقدیس به صورت ناگهانی و به وسیله یک گسل بریده شده است (شکل ۴). این گسل یک راندگی بوده و اثر آن در هسته تاقدیس به صورت یک کلیپ آهکی بر روی واحدهای شیلی بر جای مانده است (شکل ۵). تمامی واحدهای موجود در یال شمالی تاقدیس مزرعه شیب به سمت شمال دارند. این واحدها به وسیله چندین گسل رانده شده‌اند (شکل ۵). گسل‌های دیگری نیز در این محدوده وجود دارند، از جمله گسل زفره که در سمت شرق این چین خوردگی قرار گرفته و باعث ایجاد کشیدگی به طول ۲ کیلومتر در یال جنوبی ناودیس مزرعه، در واحدهای رسوبی کرتاسه بالایی شده است (شکل ۴).



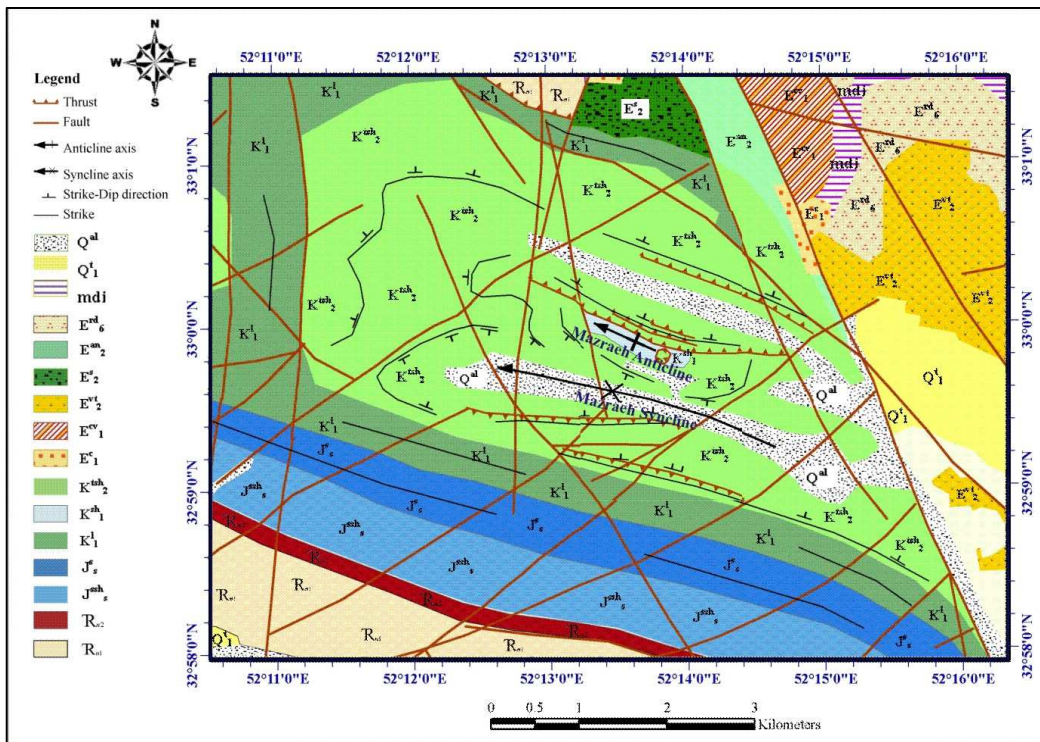
شکل ۲- تصویر TM با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر از چین خوردگی مزرعه، با ترکیب رنگی طبیعی RGB=321.



شکل ۳- تصویر PAN با قدرت تفکیک مکانی ۵/۸ متر از چین خوردگی مزرعه.



شکل ۴- تصویر ماهواره ای منطقه مورد مطالعه حاصل ترکیب $RGBI = 741(TM) + PAN(IRS)$. گسل زفره در تصویر مشخص شده است.



شکل ۵- نقشه زمین‌شناسی تهیه شده بر اساس تکنیک سنجش از دور برای چین خوردگی مزرعه.

نتیجه گیری

چین خوردگی مزرعه در شمال غرب روستای زفره و در داخل آهک‌های کرتاسه بالایی واقع شده است. با بررسی این چین خوردگی با استفاده از تکنیک سنجش از دور وجود یک تاقدیس و یک ناودیس در این چین خوردگی به اثبات رسید. ناودیس مذکور با عنوان ناودیس مزرعه در قسمت جنوبی این چین خوردگی قرار داشته و پلانژ به سمت شمال غربی دارد. محور این ناودیس در زیر آبرفت‌های عهد حاضر پنهان است. تاقدیس مزرعه در شمال ناودیس مذکور قرار داشته و پلانژ مشابهی دارد. هسته این تاقدیس در داخل شیل‌های آلبین قرار گرفته است. در یال شمالی تاقدیس مزرعه، شیب لایه‌ها به سمت شمال است و در داخل آن‌ها راندگی‌هایی وجود دارد. بقایای یکی از این راندگی‌ها در هسته تاقدیس به صورت یک کلیپ باقی مانده است.

منابع

افتخارنژاد، ج، ۱۳۵۹. تفکیک بخش‌های مختلف ایران از نظر وضع ساختمانی در ارتباط با حوضه‌های رسوبی، نشریه انجمن نفت، ۸۲، ۱۹-۲۸.

جمالی، ف، حسامی آذر، خ. و قرشی، م، ۱۳۸۷. گسل‌های جنوب و قطعه‌بندی پهنه گسلی قم-زفره در گستره میان زفره تا شمال کاشان، فصل‌نامه علوم زمین، شماره ۶۸، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۸۹-۱۸۲.

درویش‌زاده، ع، ۱۳۸۳. زمین‌شناسی ایران، انتشارات امیرکبیر، ۴۳۴.

رادفر، ج، ۱۳۷۸. نقشه زمین‌شناسی 1: 100 000 اردستان، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

رادفر، ج. و کهنسال، ر، ۱۳۸۱. نقشه زمین‌شناسی 1: 100 000 کوهپایه، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

Alavi, M., 1980. Tectonostratigraphic evolution of Zagrosides of Iran, *Journal of Geology*, 8, 144-149.

Alavi, M., 1994. Tectonics of the Zagros Orogenic Belt of Iran, new data and interpretations, *Tectonophysics*, 229, 211-238.

Amidi, S.M., 1975. Contribution a l'étude stratigraphique et ptrocimique des roches magmatiques de la region Natanz-Nain-Surk (Iran Central), *Thesis, Grenoble*, 316.

Berberian, F. and Berberian, M., 1981. Tectono-Plutonic Episodes in Iran, In: *Geological Survey of Iran, Report 52*, 566-593.

Berberian, M. and King, G.C.P., 1981. Toward a paleogeography and tectonic evolution of Iran. *Canadian Journal of Earth Science*, 18, 210-265.

- Mohajjel, M, and Fergusson, C.L., 2000. *Dextral Transpression in Late Cretaceous continental collision, Sanandaj-Sirjan zone, Western Iran. Journal of Structural Geology, 22, 1125-1139.*
- Nash, C.R., 1992. *Factors affecting the acquisition of structural data from remotely-sensed images of Eastern Australia. In: Richard, M.J. et al. (Eds.) Basement Tectonic 9, Kluwer Academic Publishers, London, 109-121.*
- Safaei, H., Taheri, A. and Vaziri-Moghaddam, H., 2008. *Structural analysis and evolution of the Kashan (Qom-Zefreh) fault, Central Iran, Journal of Applied Sciences, 8, 1426-1434.*
- Safaei, H., 2009. *The continuation of the Kazerun fault system across the Sanandaj-Sirjan zone (Iran), Journal of Asian Earth Sciences, 35, 391-400.*
- Stöcklin, J., 1968, *Structural history and tectonic of Iran, A review American Association of petroleum Geologists Bulletin, 52, 1229-1258.*
- Takin, M., 1972. *Iranian geology and continental drift in the middle east, Journal of Nature, 23, 147-150.*