

بررسی خطواره‌های جنوب استان سیستان و بلوچستان (چابهار)

- مرضیه زارع حقیقی^{1*}، ناصر حافظی مقدس^{1*}، حسین محمدزاده²، بهنام رحیمی²
1- گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، Marziezare144@gmail.com
2- گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، nhafezi@um.ac.ir
3- گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، mohammadzadeh@um.ac.ir
4- گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، b-rahimi@um.ac.ir

خلاصه

بررسی‌های سنجش از دور در مطالعات زمین‌شناسی از جمله تشخیص خطواره‌ها نقش بسزایی دارد. بررسی شکستگی‌ها به صورت صحرایی روش دقیق، اما برای مناطق وسیع به علت صرف زمان و هزینه زیاد از روش‌های سنجش از دور مناسب‌تر می‌باشد. از جمله دلایل استخراج شکستگی‌ها می‌توان به بررسی شرایط تکتونیکی هر منطقه و شرایط زمین‌شناسی حال و آینده اشاره نمود. این مطالعه به جهت بررسی روند کلی خطواره‌ها و تراکم آن‌ها در محدوده چابهار صورت گرفته است. بدین منظور از تصاویر Landsat 8 و ASTER استفاده گردید. پس از انجام پیش پردازش‌ها و با اعمال فیلترهای لبه، تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی و شاخص آماری OIF به بررسی این عوارض پرداخته‌ایم. براساس مشاهدات انجام شده روند کلی خطواره شمال شرق-جنوب غرب و شرقی-غربی می‌باشد.

کلمات کلیدی: Landsat 8، ASTER، خطواره‌های زمین‌شناسی

۱. مقدمه

خطواره عنصری خطی به صورت ساده یا مرکب سطحی است که اجزا آن در یک راستای مستقیم یا به نسبت منحنی می باشد که دارای تفاوت آشکاری نسبت به محیط اطراف خود بوده و می تواند بیانگر یک پدیده زیر سطحی باشد [1]. خطواره ها بعنوان یکی از مهمترین ویژگی های توپوگرافی محسوب می شوند که در ترکیب با شاخص های ساختاری و تکتونیکی برای اکتشاف منابع معدنی، آب های زیرزمینی، گاز، نفت و ... مورد استفاده قرار می گیرند [2].

بررسی این عوارض خطی که توسط روش های مرسوم برداشت صحرایی انجام می گردد به دلیل مقیاس بزرگ و کم بودن میدان دید قادر به مشخص سازی تمام خطواره ها نمی باشد، اگرچه نقشه های تهیه شده از این راه از دقت و اعتبار بیشتری برخوردار می باشند، استخراج خطواره ها از داده های ماهواره ای نسبت به استخراج خطواره ها که توسط انسان قابل تشخیص نیستند یک مزیت محسوب می شود [2]. پژوهشگران بسیاری جهت شناسایی موقعیت و خصوصیات گسل ها، از فناوری سنجش از دور بهره می گیرند که استخراج این عوارض به کمک داده های ماهواره ای یکی از مهمترین کاربردهای سنجش از دور می باشد [3]. استفاده از این اطلاعات به علت به روز بودن، پوشش تکراری و کم هزینه بودن در ارزیابی منابع طبیعی از جایگاه خاصی برخوردار است [4].

در بررسی این عناصر خطی می توان از تصاویر ماهواره ای متنوع از قبیل اپتیک و رادار همچون تصاویر لند ست، استر و سنتینل استفاده نمود. روش استخراج خطواره از تصاویر ماهواره ای به ۳ دسته تقسیم می گردد: استخراج بصری: کاربر با توجه به تجربه و اطلاعات زمین شناسی و برخی روش های پردازش تصاویر، بصورت دستی محل خطواره ها را مشخص می سازد. استخراج موقعیت خطواره ها بصورت بصری با کمک روش هایی از قبیل فیلترهای جهتی، تجزیه و تحلیل مولفه های اصلی و ... انجام می گردد. نیمه اتوماتیک: استفاده از الگوریتم های مختلف جهت بهبود و آشکار سازی لبه از جمله فیلترهای سوبل، کنی و ... [5]. اتوماتیک: استفاده از روش های دنبال کردن لبه همانند جستجوی گراف، الگوی ردیابی قطعه و یا الگوریتم هاف استفاده می شود [4,5].

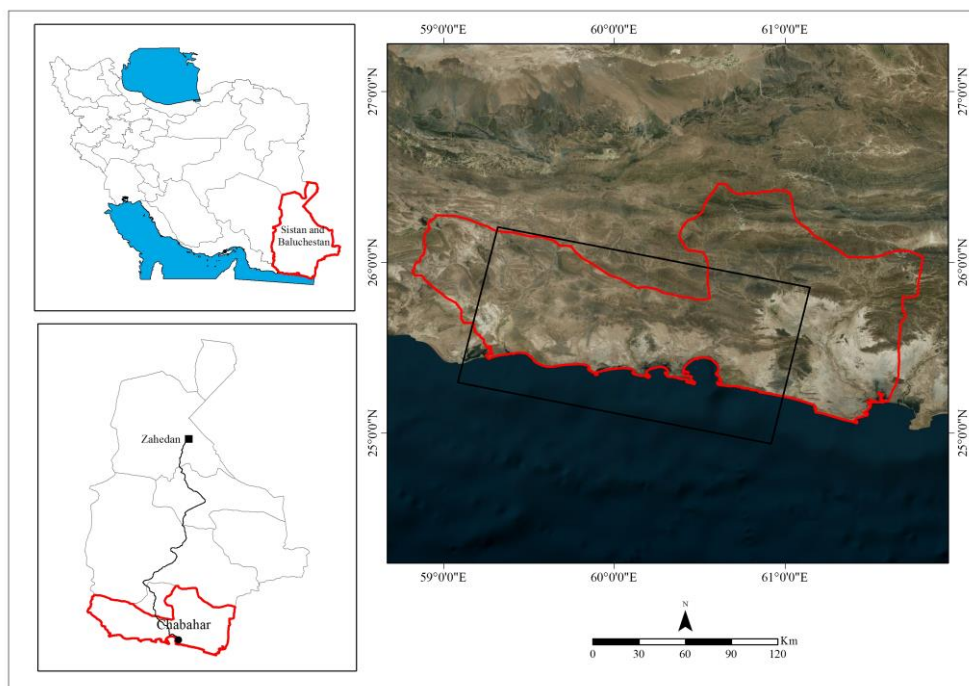
هدف از این پژوهش بررسی خطواره ها با استفاده از روش های سنجش از دور و با استفاده از تصاویر Landsat 8 و ASTER به دو روش بصری و اتوماتیک در منطقه جنوب استان سیستان و بلوچستان (محدوده چابهار) و مقایسه خطواره های استخراج شده با سل های مشخص شده در نقشه های زمین شناسی منطقه می باشد. هدف نهایی از پژوهش حاضر شناسایی مسیرهای احتمالی زهکشی آب های شیرین به دریای عمان می باشد که یکی از لایه های اطلاعاتی شناسایی خطواره ها است.

2. زمین شناسی منطقه

بر اساس تقسیم بندی زمین شناسی ایران توسط آقا نباتی (۱۳۸۵)، منطقه مورد بررسی، بخشی از زون زمین ساختی مکران است. مکران به دو بخش مکران داخلی (ساحلی) و بیرونی تقسیم گشته است. خلیج چابهار در مکران ساحلی قرار دارد. این ناحیه در ورقه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ چابهار [6] واقع شده و شامل جنوبی ترین بیرون زدگی های ساحلی از پهنه رسوبی مکران می باشد (شکل ۱). مرز غربی این زون به گسل میناب، مرز شمالی توسط گسل بشاگرد و فروافتادگی جازموریان، مرز جنوبی توسط دریای عمان و مرز شرقی به مرز پاکستان محدود می گردد [7].

واحدهای چینه شناسی این منطقه در قالب واحد مکران از پنج هزار متر رسوبات پلیوسن تشکیل گردیده است. چینه شناسی عمومی شامل واحدهای ترشیری و کواترنز است و از لحاظ سنگ شناسی، سنگ های مارنی و ماسه سنگی را شامل می شود [8]. پی سنگ ناحیه مکران نوعی پوسته اقیانوسی با ضخامت حدود ۷ کیلومتر که با توالی ضخیمی از رسوبات فیلیشی و مولاس پوشیده شده است. رسوبگذاری در این ناحیه در طی الیگوسن-میوسن همواره در حال وقوع بوده

است. در زون مکران همچنين شامل زون فرورانشی هستیم که به دليل تداوم فرورانش گسلها همچنان فعال می باشد. اين فرورفتگی از زمان کرتاسه پسين آغاز شده ولی هنوز برخورد نهایی صفحه ها صورت نگرفته است و همچنان فرورانش ادامه دارد [9]. سرعت فرورانش در حال حاضر حدود ۴ تا ۵ سانتی متر در سال می باشد.



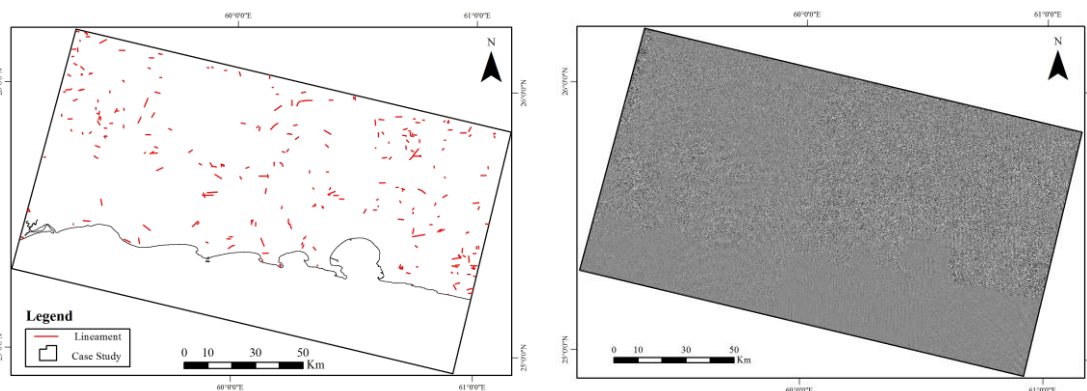
شکل ۱ - موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

۳. روش پژوهش

در این مطالعه از تصاویر ASTER و Landsat 8 استفاده شده است. ماهواره لندست ۸ تصاویر خود را در ۱۱ باند (OLI, TIR) و از سال ۲۰۱۳ برداشت می کند. تصاویر استر مربوط به یکی از ۵ سنجنده ماهواره TERRA به نام استراست. که در بیش از ۱۰ باند تصویر تهیه می کند. این داده های با روش های مختلف سنجنش از دور نظیر فیلترهای لبه گذاری، تجزیه تحلیل مولفه های اصلی، شاخص آماری OIF جهت بررسی خطواره ها استفاده گردیدند، به این منظور از نرم افزارهای ENVI و ArcGIS استفاده گردید.

۴. اعمال فیلتر High pass

این فیلتر موجب انتقال ارزش طیفی می شود. در تصویر حاصل، در پدیده های دارای ارزش طیفی بالا جزئیات بیشتری ظاهر می گردد. به نحوی که ارزش های خاکستری با بسامد بالا نسبت به بخش پست تر برجسته تر می شوند و خصوصا آنکه اختلاف میان پیکسل های مجاور که ارزش طیفی در آنها تغییر ناگهانی یافته بیشتر می شود. به این منظور از ماتریس ۳*۳ استفاده گردید که نتایج آن در شکل ۲ نشان داده شده است.

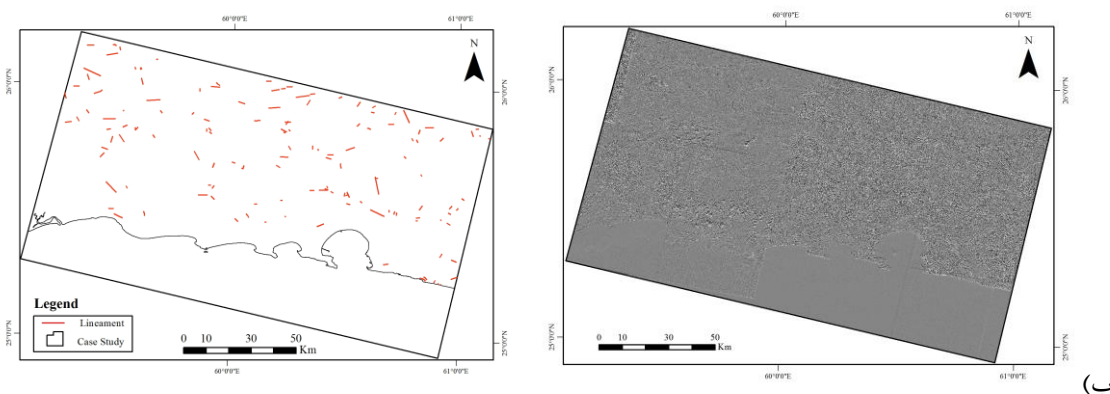


شکل ۲ - خطواره‌های استخراج شده به روش HighPass

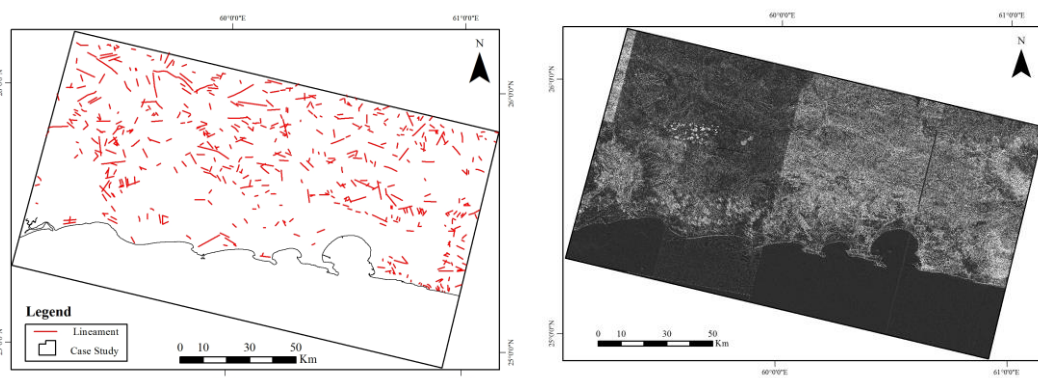
۵. فیلترهای جهتی

اعمال فیلتر جهتی نیز در ۵ جهت به ترتیب با زوایای ۰، ۲۷۰، ۱۸۰، ۹۰، ۴۵ اعمال گردید که در شکل ۳ الف پردازش مربوط به زاویه ۷۰ درجه نشان داده شده است. پس از اجرای فیلتر جهتی بر تصاویر ASTER، به منظور بررسی نتایج حاصل از این فیلتر، خطواره‌های استخراج گردیده مربوط به زوایای مختلف ادغام گردید (شکل ۳ ب).

(الف)



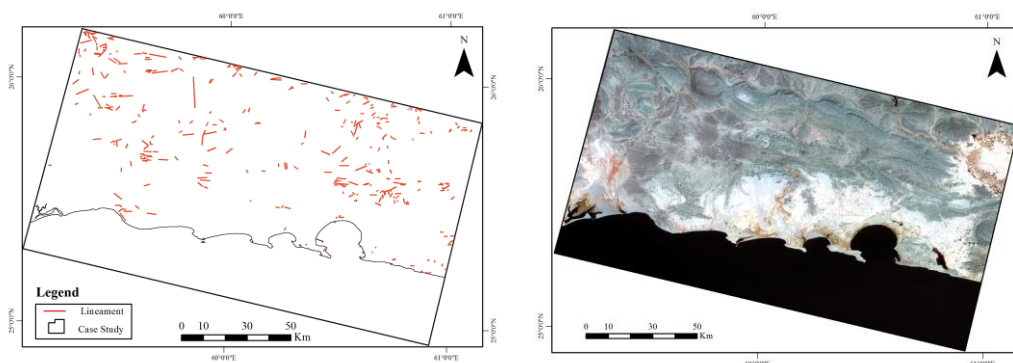
(ب)



شکل ۳ - الف. خطواره‌های حاصل از فیلتر ۲۷۰ درجه ب. خطواره‌های حاصل از overlay فیلترهای جهتی

۶. شاخص آماری OIF

فاکتور OIF پارامتری است که مجموع انحراف معیار را به نسبت ماتریس همبستگی همان باندها محاسبه می‌کند. یعنی سه باندی که بیشترین تفاوت و کمترین وجه اشتراک را باهم دارند را مشخص می‌نماید (شکل ۴).

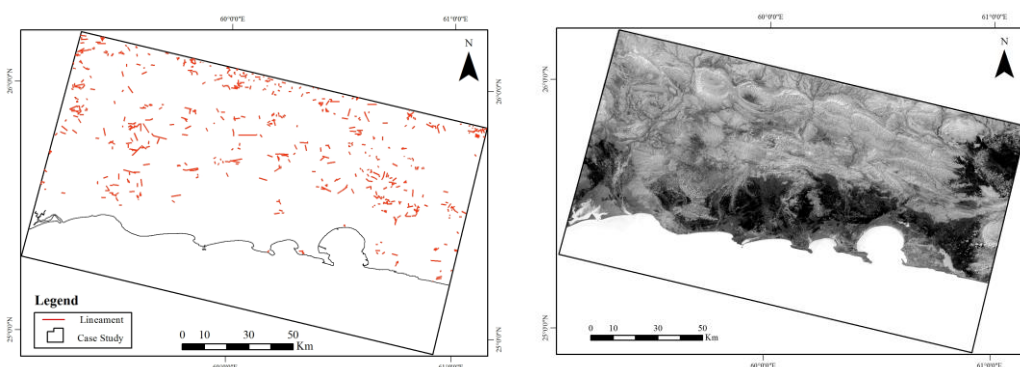


شکل ۴ - خطواره‌های حاصل از شاخص OIF

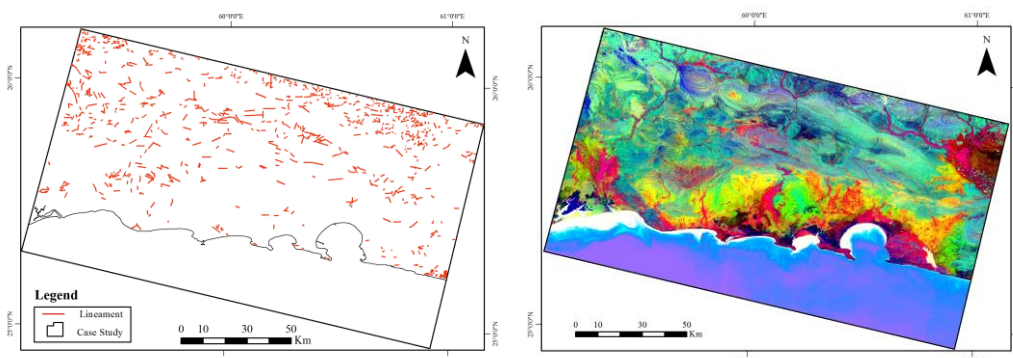
۷. روش PCA

آنالیز مولفه‌های اصلی، روشی آماری می‌باشد که بر طبق آن اطلاعات چندین باند کاهش یافته و مقدار داده‌هایی که برای توصیف تصاویر چند طیفی احتیاج است به صورت فشرده در می‌آیند. در داده‌های چندطیفی، اولین مولفه اصلی دارای بیشترین در صد واریانس کلی تصویر است (شکل ۵ الف) و مولفه‌های بعدی، دربرگیرنده در صد کمتری از واریانس تصویر می‌باشند. نتایج حاصل از این روش برای خطواره‌های حاصل از ترکیب باندی ۵۳۱ بر تصویر PC در شکل ۵ ب نشان داده شده است. هدف از روش تحلیل مولفه‌های اصلی کاهش تعداد ابعاد داده با حفظ مولفه‌هایی است که بیشترین تاثیر را در واریانس اطلاعات دارند می‌باشد.

(الف)



(ب)



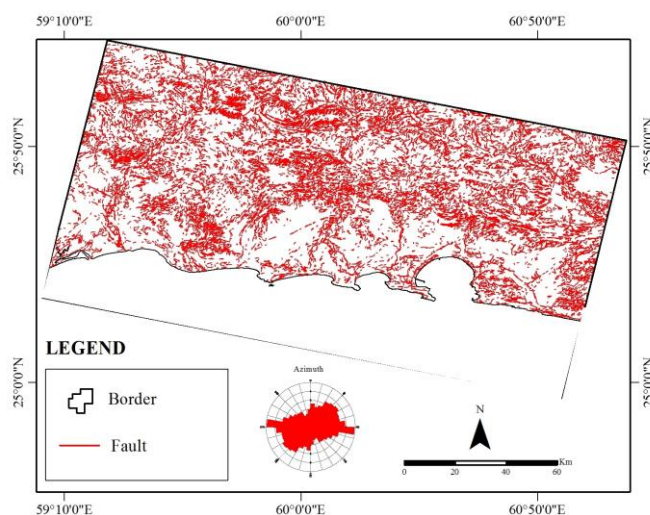
شکل ۵ - الف. خطواره‌های حاصل از pc1 ب. خطواره‌های حاصل از ترکیب بان‌دی ۵۳۱ بر تصویر pc

۸. روش اتوماتیک

در روش اتوماتیک از تکنیک‌های کامپیوتری استفاده می‌شود. استخراج خطواره‌ها به روش خودکار دو مزیت اصلی دارد: ۱- در مدت زمان کوتاهی تمام خطواره‌ها را شناسایی و استخراج می‌کند. ۲- خطواره‌هایی را که با چشم قابل رویت نیستند را ترسیم می‌نماید.

علاوه بر مزایا، روش اتوماتیک دارای معایبی نیز می‌باشد. در روش اتوماتیک علاوه بر ساختارهای زمین شناسی (گسل، درزه، زمین طبقات و...) عوارض خطی غیرزمین شناسی نیز به عنوان خطواره رسم می‌شوند. بنابراین نقشه حاصله نیاز به اصلاح خواهد داشت.

در روش اتوماتیک پس از انجام تجزیه تحلیل مولفه‌های اصلی به روش PCA از تصاویر لندست ۸، با استفاده از نرم افزار PCI Geomatica و در قسمت الگوریتم‌ها، از الگوریتم Line، خطواره‌ها استخراج گردیدند (شکل ۶). نتایج حاصله جهت بررسی صحت در گوگل ارث مورد مطالعه قرار گرفته و عوارض مربوط به راه‌ها و سایر عوارض حذف گردیدند.



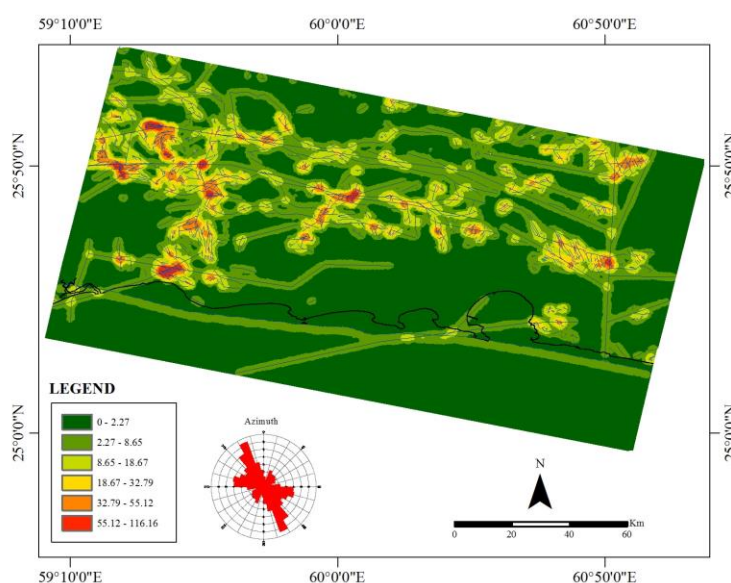
شکل ۶- خطواره‌های استخراج شده با روش اتوماتیک

۹. تراکم خطواره‌ها

هدف از تحلیل چگالی خطواره‌ها، محاسبه فراوانی خطواره‌ها در واحد سطح است. با استفاده از روش (Hardcastle) نقشه تراکم خطواره‌های منطقه ترسیم گردید. در این روش پس از فراخوانی داده‌ها در محیط نرم افزار ArcGIS، با استفاده از یک شبکه مناسب پارامترهای مختلف مانند طول خطواره‌ها (a) تقاطع خطواره‌ها (b) و تعداد خطواره‌ها (c) مربوط به هر سلول مشخص گردیده و سپس با استفاده از رابطه ۱ تراکم خطواره‌ها در هر سلول بدست آمد.

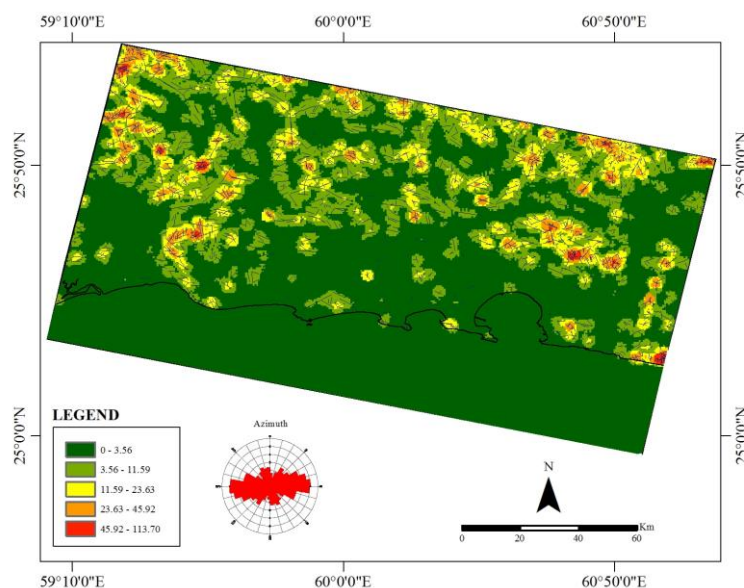
$$pf = \left(\frac{a}{A}\right) + \left(\frac{b}{B}\right) + \left(\frac{c}{C}\right) \quad \text{رابطه (۱)}$$

در رابطه فوق مقادیر A، B، C به ترتیب میانگین پارامترهای طول خطواره‌ها، تقاطع خطواره‌ها و تعداد خطواره‌ها در کل منطقه مطالعاتی می‌باشد. در شکل ۷ نقشه تراکم خطواره‌های منطقه ترسیم گردیده است، که تمرکز خطواره‌های موجود را بر طبق نقشه زمین شناسی و گسل‌های مغناطیسی (شکل ۷) در نقاط مختلف نشان داده است. بر اساس این نقشه بیشترین تمرکز در بخش غربی، شمال غرب و شمال شرق می‌باشد.



شکل ۷ - خطواره‌ها موجود در نقشه زمین‌شناسی

پس از استخراج خطواره‌ها با روش‌های ذکر شده توسط پژوهشگر و ادغام آن‌ها با یکدیگر، نقشه تراکم خطواره‌های بدست آمده نیز تهیه گردید (شکل ۸) که تمرکز خطواره‌ها در قسمت‌های غربی، شمال غرب، شرق و شمال شرق را به خوبی نشان می‌دهد.



شکل ۸ - تراکم خطواره‌های ادغام خطواره‌های استخراج شده

۱۰. نتایج

امروزه استفاده از علم سنجش از دور در بسیاری از علوم بخصوص علوم زمین نقش کاربردی دارد. از جمله زمینه‌هایی که علم سنجش از دور به کمک علوم زمین می‌آید تشخیص ساختارهای تکتونیکی همچون گسل‌ها، خطواره‌ها، شکستگی‌ها و غیره می‌باشد. بررسی و استخراج این ساختارها نیازمند صرف زمان و هزینه‌های گزاف می‌باشد که به کمک سنجش از دور می‌توان آن‌ها را کنترل کرد. به این منظور ما با کمک از پردازش‌های سنجش از دور به بررسی خطواره‌های گسلی مربوط به جنوب استان سیستان و بلوچستان پرداخته‌ایم.

داده‌های مورد استفاده در این مطالعه شامل تصاویر Landsat8 و ASTER می‌باشد. پس از انجام پیش‌پردازش‌های لازمه و اعمال پردازش‌ها توسط نرم‌افزار ENVI جهت کمک به بارسازی خطواره‌ها، به کمک ArcGIS به استخراج دستی و با استفاده از ماژول LINE در نرم‌افزار PCI Geomatica به استخراج اتوماتیک خطواره‌ها پرداختیم، سپس خطواره‌های استخراج شده به صورت دستی با یکدیگر ادغام گردید و رز دیاگرام مربوط به روند شکستگی‌ها برای هر دو حالت دستی و اتوماتیک تهیه گردید. همچنین خطواره‌های موجود در نقشه زمین‌شناسی نیز بررسی و رز دیاگرام آن‌ها تهیه گردید. طبق نتایج بدست آمده، در نقشه تراکم خطواره‌های استخراج شده تمرکز خطواره‌ها در قسمت‌های غربی، شمال غرب، شرق و شمال شرق را به خوبی نشان می‌دهد. براساس گسل‌های موجود در نقشه‌های زمین‌شناسی موجود بیشترین تمرکز در بخش غربی، شمال غرب و شمال شرق می‌باشد.

۱۱. بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه سعی بر آن شد که با استفاده از تصاویر Landsat 8 و ASTER به بررسی خطواره‌ها در جنوب سیستان و بلوچستان (محدوده چابهار) پرداخته شود. بر این اساس با استفاده از روش‌های دستی و اتوماتیک منطقه مورد نظر بررسی گردید. با بررسی‌های انجام شده توسط نرم‌افزار و همچنین کاربر، مشاهده گردید که در نقشه‌های زمین‌شناسی منطقه، تراکم خطواره‌ها در قسمت‌های شرق، غرب، شمال شرقی و شمال غربی دارای بیشترین تمرکز می‌باشد. همچنین

نتایج بررسی اتوماتیک خطواره‌ها بیانگر روند شرقی-غربی خطواره‌ها می‌باشد. بنابراین در این بررسی استفاده از روش‌های دستی نتایج مناسب‌تری را ارائه داده است.

منابع:

۱. عباسی، ث.، یساقی، ع.، (۱۳۹۰)، "استفاده از تصاویر لندست و داده‌های زمین مغناطیسی در شناسایی خطواره‌های گسلی و تحلیل خاستگاه آنها در ناحیه لرستان، زاگرس چین خورده"، سنجش از دور و GIS ایران، ۳(۱)، ۳۴-۱۹.
2. Alshayef, M. S., Mohammed, A. M., Javed, A., & Albaroot, M. A. (2017). Manual and automatic extraction of lineaments from multispectral image in part of Al-Rawdah, Shabwah, Yemen by using remote sensing and GIS technology. International Journal of New Technology and Research (IJNTR), 3(2), 67-73.
3. Farahbakhsh, E., Chandra, R., Olierook, H. K., Scalzo, R., Clark, C., Reddy, S. M., & Müller, R. D. (2020). Computer vision-based framework for extracting tectonic lineaments from optical remote sensing data. International Journal of Remote Sensing, 41(5), 1760-1787.
۴. رنجبری، ا.، عابدینی، م.، مختاری، د.، ولیزاده کامران، خ.، (۱۳۹۹)، "شناسایی و استخراج گسل‌ها بر پایه RS & GIS و شواهد ژئومورفیک فعالیت آن‌ها در پهنه گسلی قوشاداغ در شمال غرب ایران"، تعداد صفحه ۱۳.
5. Han, L., Liu, Z., Ning, Y., & Zhao, Z. (2018). Extraction and analysis of geological lineaments combining a DEM and remote sensing images from the northern Baoji loess area. Advances in Space Research, 62(9), 2480-2493.
۶. جعفریان، م.ب.، صمدیان، م.ر.، (۱۳۷۵)، "گزارش نقشه زمین شناسی چابهار با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور".
۷. آقانیاتی، ع.، (۱۳۸۵)، زمین شناسی ایران. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
8. Mc Call, G. J., H. (1985). "Area report, East Iran project, Area No. 1 (North Makran and South Baluchestan)", pp 163, 328, 490.
9. Le Pichon, X. (1968). "Sea-floor spreading and continental drift." Journal of Geophysical Research 73(12): 3661-3697