

## کاربرد روش‌های مختلف پردازش تصویر روی داده‌های

### ETM+ به منظور بررسی سیستم گسلی زندان - میناب

ساناز میرحسینی موسوی<sup>۱</sup> و دکتر محمود الماسیان<sup>۲</sup>

#### چکیده

منطقه مطالعاتی بخشی از استان هرمزگان را در بر داشته است. پهنه زندان - میناب در منطقه انتقالی ما بین برخورد زاگرس در غرب و فرورائش مکران در شرق واقع شده است. روند ساختارها دارای جهت SSE- NNW می‌باشد. سیستم گسلی زندان - میناب از کم و بیش سه گسل موازی (میناب - زندان و پالامی) با روند N160E تشکیل شده است. در این مقاله سعی شده است با استفاده از تکنیک‌های پردازش داده‌های ماهواره‌ای (Image Processing) مغایرت تصویر را با کاربرد و کارایی تصویر حاصله را زیاد کرد.

تکنیک‌های پردازش به کار گرفته شده در این پروژه عبارتند از: (Contrast Enhancement) مغایرت، ترکیب رنگی تصاویر (RGB)، اعمال فیلتر (Filtering)، تحلیل مولفه اصلی (Principal Component Analysis)، نسبت یابی بین باندها (Band Ratio)، تبدیل فوریه (Fourier Transform)، ترکیب بهینه باندها، افزایش تفکیک مکانی تصویر و استفاده از تکنیک Sun - Shading بر روی تصاویر DEM. در ضمن در این تحقیق از داده‌های ETM+ ماهواره Landsat 7 استفاده گردید.

کلید واژه‌ها: پردازش تصویر، سنجش از دور، گسل، لندست ETM+

## Application of Different Image Processing Techniques on ETM+ Images for Study of Zendan-Minab Fault System

Sanaz Mirhosseini Moosavi and Dr. Mahmood Almasian

#### Abstract

The study area is located in parts of Hormozgan Province. The Zendan-Minab zone in the transition zone between the Zagros collision to the west and Makran subduction to the east. The orientation of the faults system is NNW-SSE. The Minab-Zendan fault system, consist of three approximately parallel faults with N160E trend (Minab, Zendan and Palami). In this paper it is tried by using Image processing techniques contrast enhancement increases and make the image more useful for processing. ETM+.

The processing techniques which are used in this paper: contrast enhancement, composition of colors (RGB), filtering, principle component analysis, using the DEM images, Band Ratio, Fourier Transform, The optimum combination bands. Finally in this paper the ETM+ data was used from Landsat 7 satellite.

**Keywords:** Fault, Remote sensing, Processing Image, Landsat ETM+

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته تکنونیک - دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال S\_GH\_13@YAHOO.COM

۲- عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

## مقدمه

شده و در ۲۵ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۲۸ درجه و ۵۷ دقیقه ی پهنای جغرافیایی و ۵۲ درجه و ۱۵ دقیقه ی درازای خاوری نسبت به نصف النهار گرینویچ قرار دارد. این استان از سوی شمال به استان کرمان، از خاور به استان‌های سیستان و بلوچستان و کرمان، از باختر به استان‌های فارس و بوشهر و از جنوب به دریای عمان و خلیج فارس محدود است.

محدوده سیستم گسلی زندان - میناب بخشی از نواحی شهرهای بندرعباس، حاجی آباد، میناب، طاهروئی و جاسک را شامل می‌شود.

## سیستم گسلی زندان - میناب:

در ناحیه میناب دو واحد زمین ساختی - رسوبی زاگرس و مکران در مجاورت یکدیگر قرار می‌گیرند. مرز جدایی این دو واحد، منطبق بر گسلی است که به نام رسوبات فلیشی اولیگوسن - میوسن پاکستان، "گسل زندان" نامیده شده است ولی امروزه از آن به عنوان گسل میناب یاد می‌شود (آقانباتی، ۱۳۸۳). با توجه به داده‌های زمین شناسی، تفسیر عکس‌های هوایی، داده‌های لرزه شناسی، باور بر آن است که زون گسلی میناب امتدادلغز است و بلوک خاوری آن به سوی جنوب و بلوک باختری آن به سوی شمال حرکت کرده است.

به اعتقاد Regard و همکاران (۲۰۰۵) سامانه گسلی زندان - میناب با روند شمال شمال باختری و با شیب به سمت شرقی که مرز سنگ شناختی اصلی بین زون تصادم زاگرس در غرب و فرورانش مکران

دورسنجی یا سنجش از دور دانشی است که با مشاهده و اندازه‌گیری یک شیء یا پدیده زمینی از فاصله دور بدون تماس فیزیکی با آن می‌توانند اطلاعات ارزنده‌ای را کسب نموده و در مرحله بعد با تجزیه و تحلیل آنها داده‌های ارزشمندی را استخراج کرد. ماهواره Landsat آمریکا یکی از ماهواره‌هایی است که جهت مطالعه منابع زمینی در چند سال اخیر بیش از سایر ماهواره‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. سنجنده تعبیه شده در ماهواره لندست از نوع اسکن کننده نوری - مکانیکی است که به TM معروف است. این سنجنده دارای قابلیت تفکیک زمینی ۳۰ متر بوده و در ۸ بانده طول موجی، تصویربرداری می‌کند. این سنجنده تصاویر را به صورت ۸ بیتی و در ۲۵۶ تراز خاکستری ثبت می‌کند. نکته مثبت این ماهواره، توان تفکیک طیفی بالای آن می‌باشد. ولی توان تفکیک زمینی و رادیومتریکی آن جهت مطالعات زمین شناسی و معدنی کافی نیست. لذا جهت رفع این مشکل می‌توان از داده‌های ماهواره‌های دیگر و تلفیق داده‌های ماهواره‌های متفاوت مانند Aster استفاده کرد (محمودزاده، ۱۳۸۸).

## موقعیت و ویژگی‌های جغرافیایی منطقه مورد مطالعه:

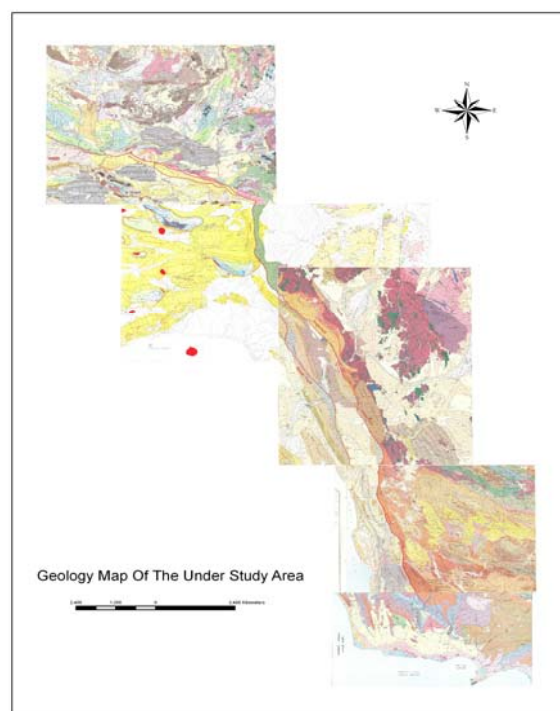
منطقه مورد مطالعه بخشی از استان هرمزگان را در بر دارد. استان هرمزگان در جنوب ایران در کنار دریای عمان و خلیج فارس و شمال تنگه هرمز واقع

رادئومتریک و حذف نویزها از تصویر است. برای این کار به طور کاربردی تکنیک‌های متنوعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این نوشتار از یک روش مهم جهت حذف نویزهای تصاویر رقومی ماهواره‌ای به نام روش تبدیل فوریه سریع استفاده شده است.

به عنوان مثال کاربرد میدان فرکانس را برای فیلتر کردن در نظر بگیرید. یک تصویر ماهواره‌ای که دارای نویزهای زیادی باشد، جهت مطالعات طیفی به هیچ وجه مناسب نیست و باید نویزهای این تصویر را از بین برد. این نویزها به دلیل سنجنده معیوب، سیگنال‌های ضعیف فرستنده و یا اثرات پخش شدگی (Scattering) حاصل شوند. روی این تصویر فرآیند FFT (تبدیل فوریه سریع Fast Fourier Transform) اعمال می‌شود. در این جا قدرت اعمال فیلتر در میدان فرکانس مشخص می‌گردد. برای حذف نویز کافی است فقط اطلاعات مربوط به نویز (که در مناطق بیرونی متمرکز شده است) را از Power Spectra حذف نمایم. حال تنها کاری که باید انجام شود اعمال FFT معکوس است که در این صورت تصویر به میدان فضا بازگردانده شده و سیستم بینایی ما می‌تواند آن را به صورت یک تصویر ببیند (اسلامی راد و ناظمی، ۳۷۸).

در شکل ۲ تصویر بانند پانکروماتیک ۸ از چهارگوش (Scene) منطقه مورد مطالعه را مشاهده می‌کنیم دلیل انتخاب بانند ۸، توان تفکیک مکانی

در شرق می‌باشد. این گسل با طول تقریبی ۲۵۰ کیلومتر از گسل معکوس اصلی زاگرس در شمال تا دریای عمان در جنوب امتداد دارد. به اعتقاد وی گسل زندان از قطعات گسلی متعددی تشکیل یافته است که در ۵۰ کیلومتر شمالی آن این قطعات گسلی دارای طرح پلکانی en-echelon می‌باشند.



شکل ۱- نقشه‌های زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه (برگرفته از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی و شرکت نفت).

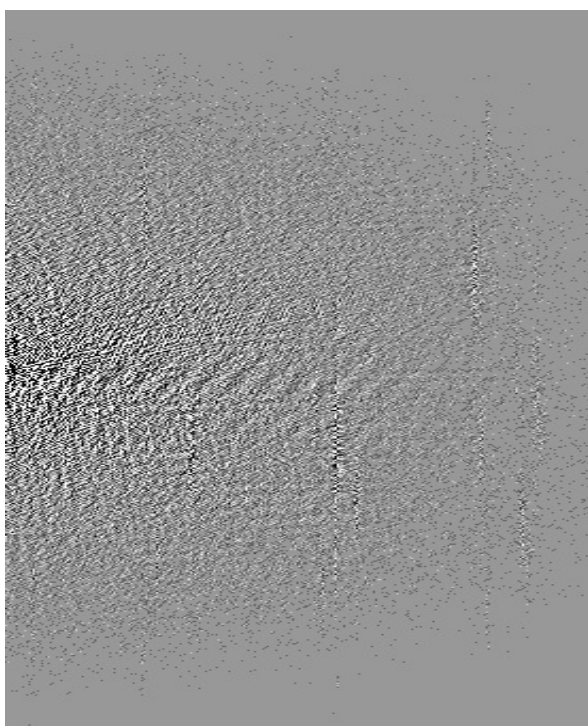
### ۱. پردازش تصاویر ماهواره‌ای:

این مرحله توسط روش‌های زیر و با استفاده از نرم افزار ER Mapper صورت گرفته است:

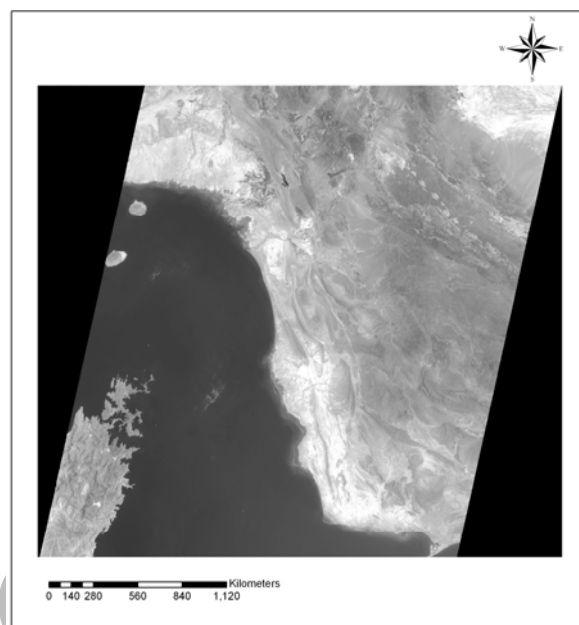
#### الف) تبدیل فوریه:

یکی از مراحل مقدماتی و مهم در عملیات پیش پردازش تصاویر رقومی ماهواره‌ای، تصحیحات

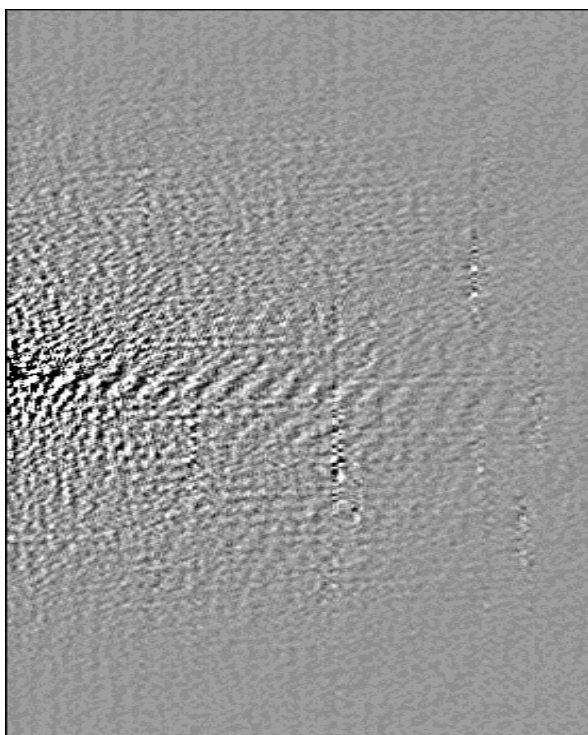
بالتر (۱۵ متر) و امکان بزرگنمایی بیشتر نسبت به سایر باندها بوده است.



شکل ۳- تصویر Scene محدوده مورد مطالعه در میدان فرکانس.



شکل ۲- باند ۸ چهارگوش زون میناب قبل از تبدیل فوریه.

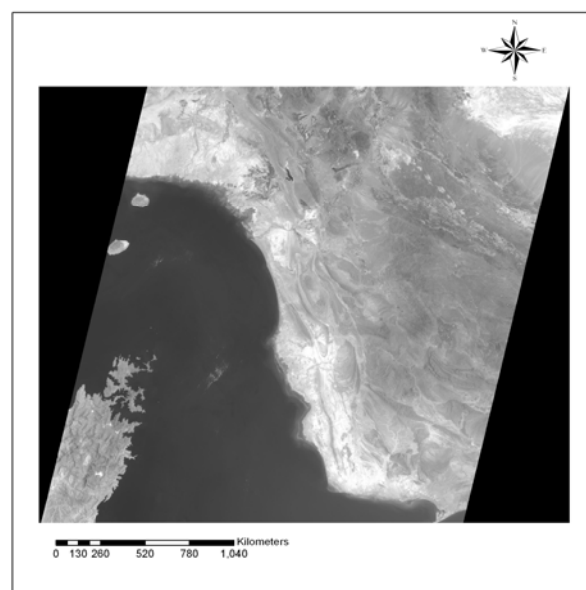


شکل ۴- تصویر Scene منطقه پس از حذف Noise ها در میدان فرکانس.

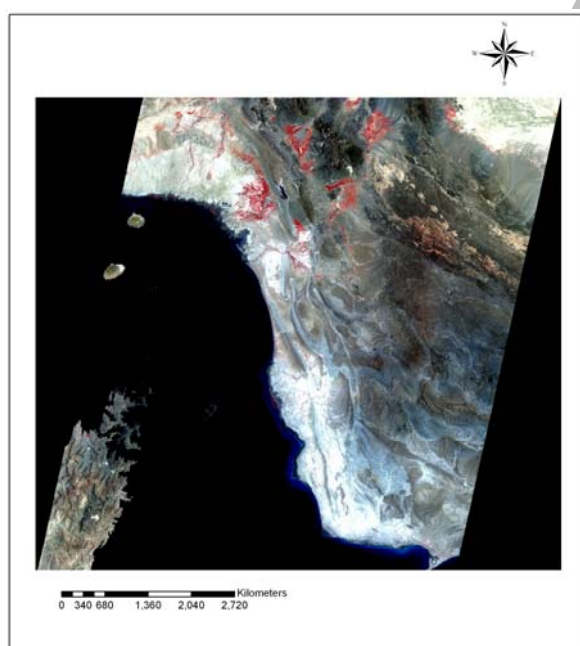
برای اعمال FFT، ابتدا باید تصویر را از میدان فضا به میدان فرکانس ببریم (نجفی دیسفانی، ۱۳۷۷). بدین ترتیب تصویری مانند شکل ۳ حاصل می شود. در مرحله بعد Noise ها و سیگنال های اضافی را از تصویر حذف می کنیم. شکل ۴ نتیجه عمل فوق را نشان می دهد. در نهایت با انتقال دوباره تصویر به میدان فضا، تصویر منطقه را بدون نویز و با کیفیت بسیار خوب می توانیم ببینیم و برای پردازش های بعدی مورد استفاده قرار دهیم. (شکل ۵) تبدیل فوریه را برای تمامی باندهای دیگر نیز می توانیم انجام دهیم.



شکل ۶- تصویر ماهواره‌ای RGB = ۳۲۱ با True Color زون میناب، ماهواره لندست.



شکل ۵- تصویر نهایی منطقه بدون سیگنال‌های اضافی پس از انتقال مجدد به میدان فضا.



شکل ۷- تصویر ماهواره‌ای RGB = ۴۳۲ زون میناب، ماهواره لندست، گیاهان به رنگ قرمز دیده می‌شوند.

ب) ایجاد تصاویر با رنگ‌های مجازی:  
با نسبت دادن ترکیبات رنگی RGB (Blue, Green, Red) باندهای موجود (از ۶ باند استفاده شده است)، می‌توان وضوح و آشکارسازی بیشتری را در تصویر داشت. به ترکیب RGB = ۳۲۱، ترکیب رنگی حقیقی گفته می‌شود زیرا رنگ‌هایی شبیه رنگ‌های طبیعی را به تصویر می‌دهند (شکل ۶) و به باقی ترکیبات، ترکیب رنگی دروغین False Color گفته می‌شود (زبیری و مجد، ۱۳۸۳) در این مطالعه، برای بررسی گسل‌ها بیشتر از ترکیبات ۳۲۱، ۴۳۲ (شکل ۷ که گیاهان به رنگ قرمز دیده می‌شوند)، ۵۳۱ (شکل ۸، تفکیک واحدهای سنگی)، ۷۴۱ (شکل ۹، گیاهان به رنگ سبز دیده می‌شوند) استفاده گردیده است.

حداکثر آن به ۲۵۵ برسد و مقادیر حدواسط ما بین آن قرار می‌گیرد. مرحله دیگر فیلتر گذاری است. به سبب اعمال فیلترها در نتیجه حذف یا بارزسازی راستاها و بافت‌های ویژه می‌توان تصویری مطلوبتر ایجاد کرد.

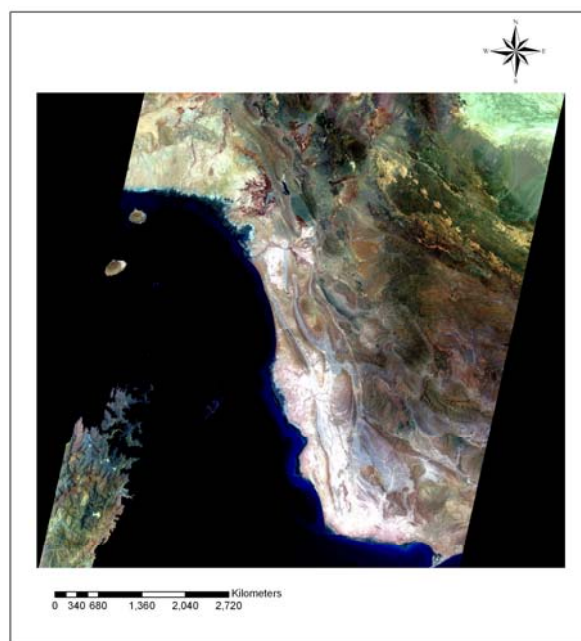
### فیلتر زاویه تابش خورشید:

با اعمال این فیلترها و انتخاب جهت تابش خورشید، واضح سازی بقیه خطواره‌ها در جهات مختلف امکان پذیر شد.

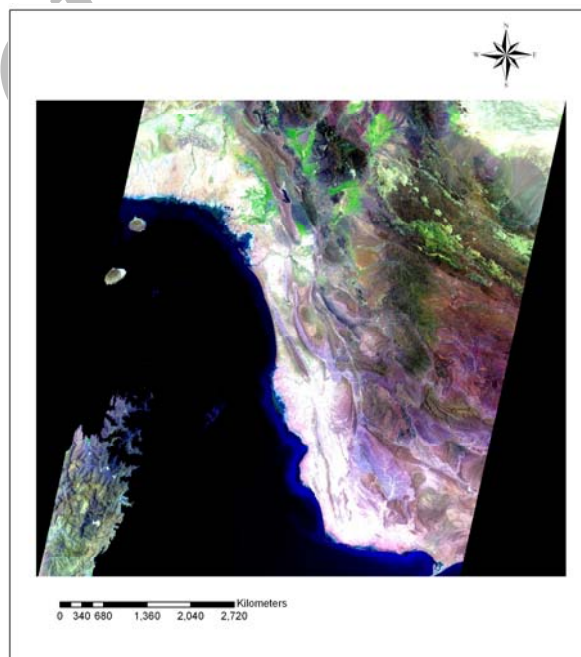
۱. اولین فیلتر انتخابی North-East می‌باشد که خطواره‌ها عمود بر جهت آن یعنی در جهت شمال غرب - جنوب شرق نمایان می‌شوند (شکل ۱۰).
۲. دومین فیلتر انتخابی North-South که خطواره‌های شرقی - غربی را نمایان می‌کند (شکل ۱۱).
۳. خطواره‌های شمالی - جنوبی هم با اعمال فیلتر East-West رسم شدند (شکل ۱۲).

### رسم نمودار گل سرخی:

لایه تهیه شده که شامل خطواره‌های رسم شده می‌باشند را در نرم افزار Arc View باز کرده، سپس آزمون طول خطواره‌ها را به ترتیب در گزینه Calculateline trend و Perimeter and length به دست آوردیم. پس از به دست آمدن آزمون خطواره‌ها در نرم افزار Tectonics FP، نمودار گل سرخی خطواره‌ها رسم شد.



شکل ۸- تصویر ماهواره‌ای RGB = ۵۳۱ زون میناب، ماهواره لندست، تفکیک واحدهای سنگی.

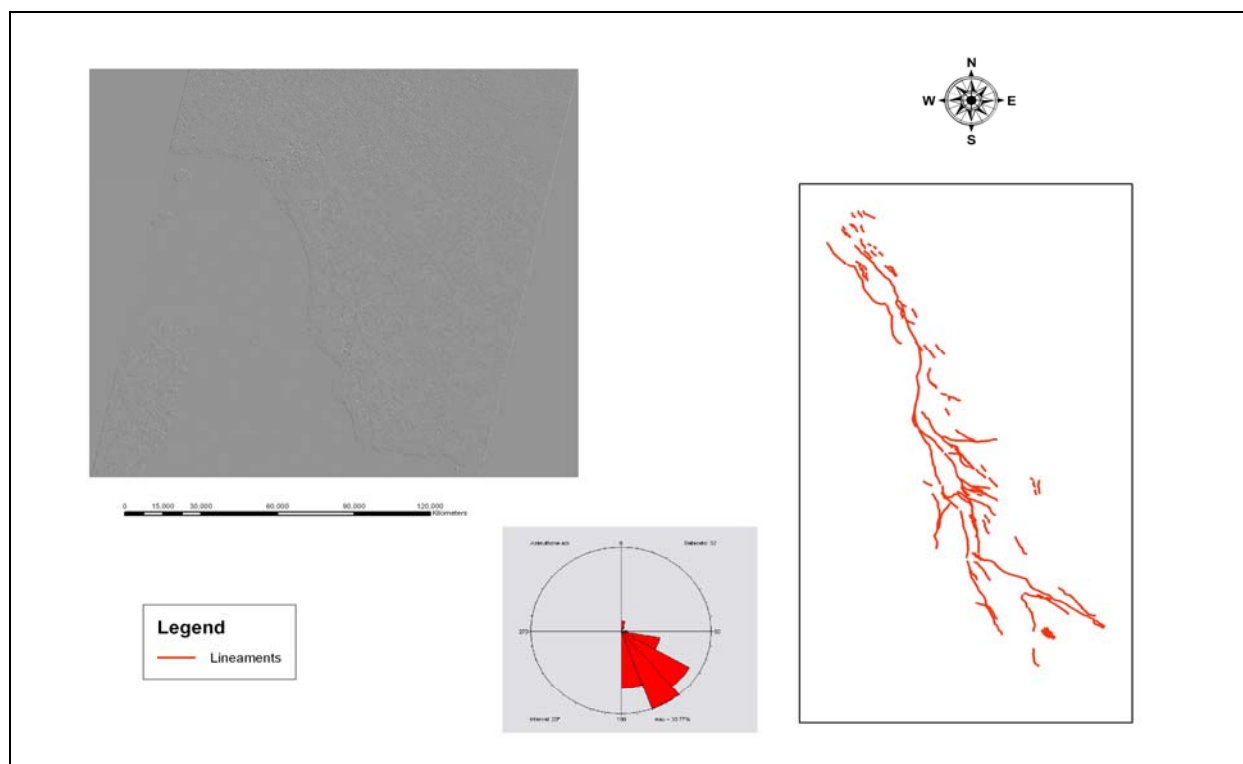


شکل ۹- تصویر ماهواره‌ای RGB = ۷۴۱، زون میناب ماهواره لندست، گیاهان به رنگ سبز دیده می‌شوند.

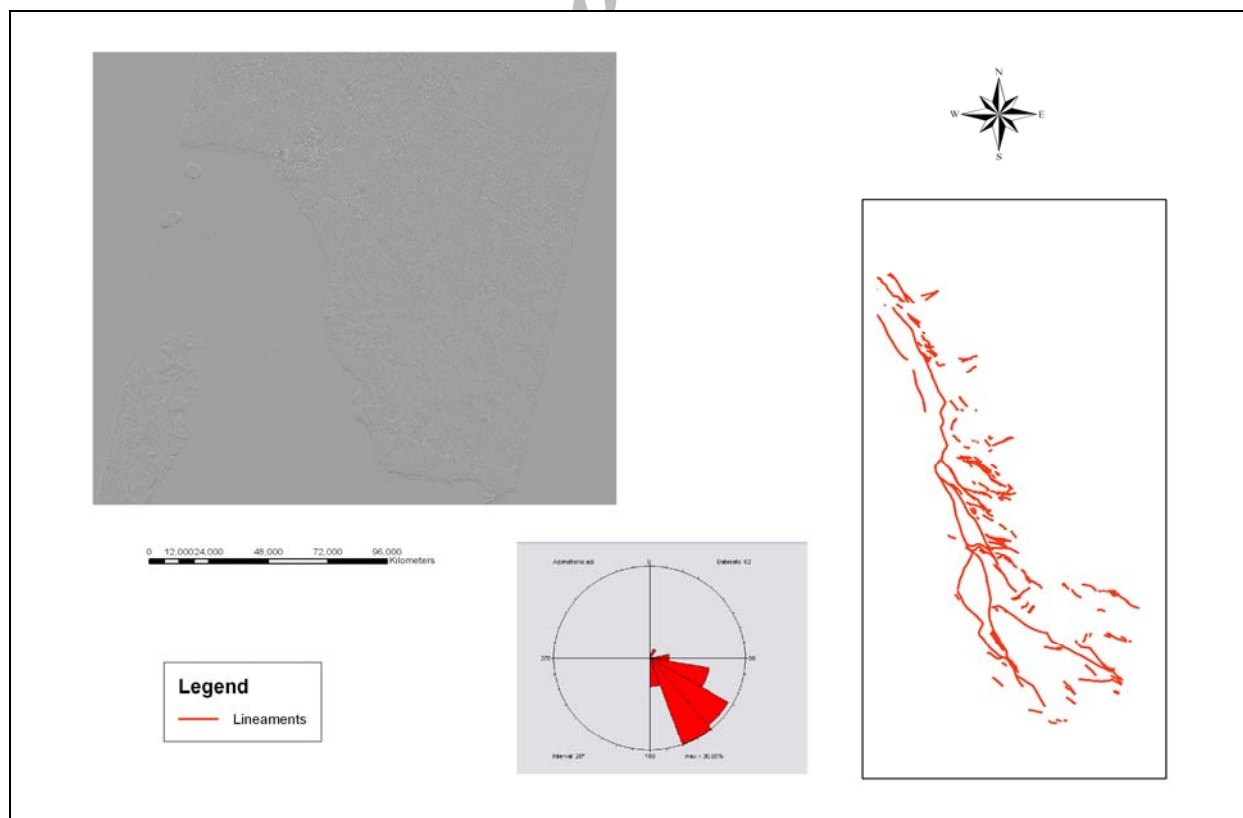
### ج) افزایش کنتراست و فیلتره کردن باندها:

افزایش کنتراست از طریق ارزشهای عددی پیکسلها (Digital Number) به صورتی گسترده انجام می‌پذیرد، که حداقل مقدار پیکسل صفر و

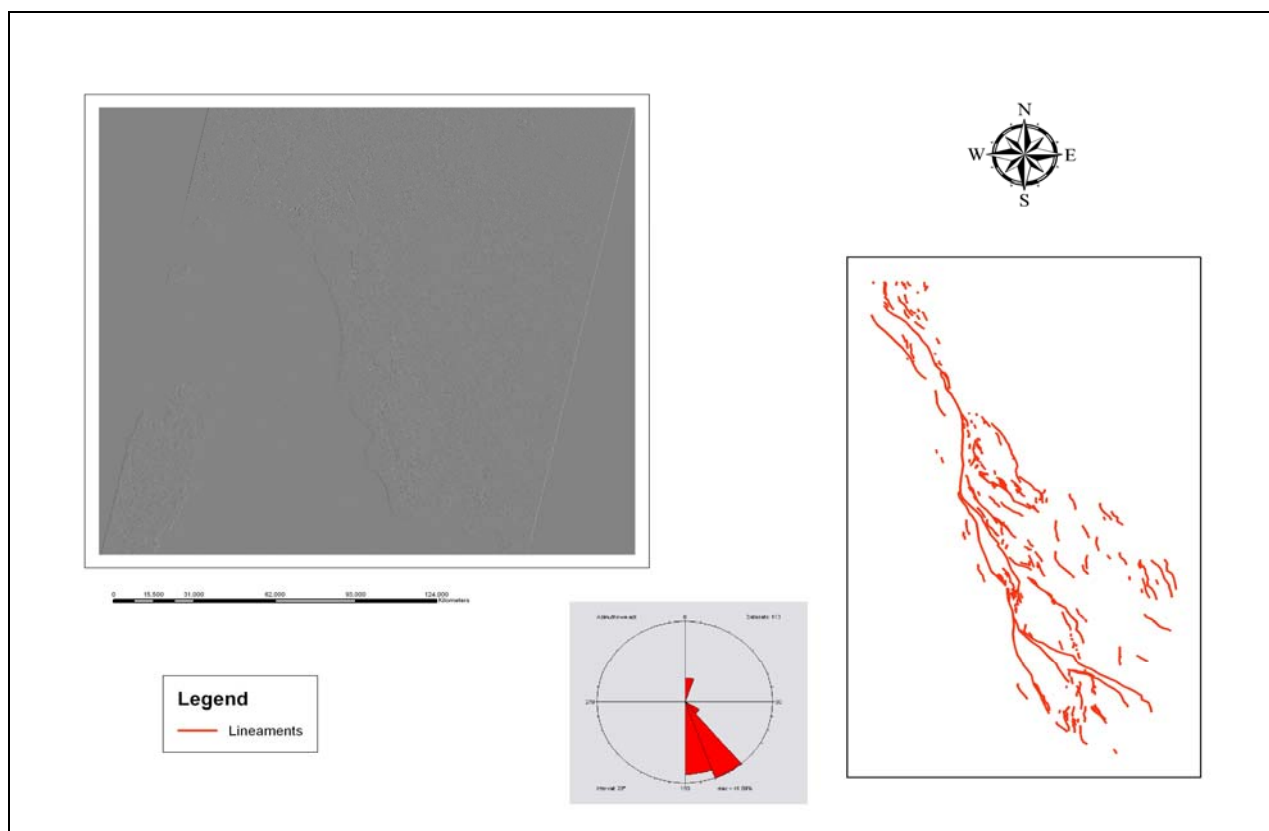




شکل ۱۰- رسم خطواره‌های منطقه مورد مطالعه با اعمال فیلتر North- East ، به همراه نمودار گل سرخی



شکل ۱۱- رسم خطواره‌های محدوده مورد مطالعه با اعمال فیلتر N - S ، به همراه نمودار گل سرخی



شکل ۱۲- رسم خطواره‌های محدوده مورد مطالعه با اعمال فیلتر W-E، به همراه نمودار گل سرخی

#### د) ترکیب بهینه باندها:

باید بینیم چند حالت ترکیب با استفاده از این ۶ باند امکان پذیر است. بدیهی است این سه باند ترکیبی نباید تکراری باشند (محمودزاده، ۱۳۸۸). بنابراین ۲۰ حالت ترکیب می‌تواند ساخته شود. تنها یکی از این حالات نشانگر رنگ واقعی طبیعت (True Color) است. اینکه کدام ترکیب را از میان این ۲۰ ترکیب انتخاب کنیم، بستگی به میزان اطلاعاتی دارد که هر کدام از این ترکیب‌ها در اختیار ما می‌گذارد. برای پیدا کردن ترکیب با بیشترین میزان اطلاعات، بایستی از پارامترهای آماری تصاویر کمک بگیریم. برای این کار از رابطه‌ای به نام "OIF" استفاده می‌شود:

$$OIF = \frac{\sum_{k=1}^3 S_k}{\sum_{j=1}^3 Abs}$$

تصاویر لندست حاوی ۷ باند مرئی و مادون قرمز به اضافه یک باند پانکروماتیک (باند ۸) است. این باند در همان محدوده باندهای ۲، ۳، ۴ نور بازتابی را جذب می‌کند و در حقیقت باند جدیدی به شمار نمی‌آید. با اینکه باند ۸ دارای طیف یکسانی در محدوده مرئی و مادون قرمز است ولی به علت داشتن تفکیک فضایی بهتر به عنوان یک باند در نظر گرفته می‌شود. از طرف دیگر باند ۶ هم تنها مسئول دریافت طیف مادون قرمز می‌باشد و یک باند حرارتی است. بنابراین در ترکیبات رنگی تصاویر مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. به این ترتیب ۶ باند ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۷ برای مقصود ما مناسب است. از آنجا که برای ساختن یک تصویر RGB سه باند نیاز داریم،



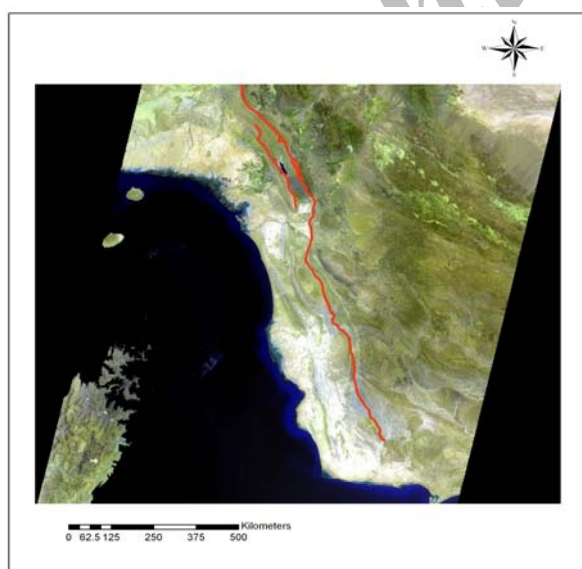
جدول ۳- محاسبه و مقادیر OIF جهت کلیه ترکیبات ممکن RGB و بدست آوردن ترکیب بهینه (۱ و ۵ و ۷) با رنگ سبز مشخص شده است.

OIF	ماتریس	مجموع همبستگی	مجموع انحراف معیار	ترکیب باندها
43/359	2/893		125/439	1, 2, 3
40/118	2/84		113/937	1, 2, 4
46/414	2/768		128/475	1, 2, 5
44/675	2/76		123/304	1, 2, 7
43/163	2/822		121/806	1, 3, 4
49/382	2/761		136/344	1, 3, 5
47/647	2/753		131/173	1, 3, 7
45/629	2/736		124/842	1, 4, 5
43/932	2/724		119/671	1, 4, 7
49/780	2/696		134/209	1, 5, 7
41/096	2/945		121/029	2, 3, 4
46/650	2/906		135/567	2, 3, 5
44/964	2/9		130/396	2, 3, 7
42/869	2/894		124/065	2, 4, 5
41/225	2/884		118/894	2, 4, 7
46/362	2/878		133/432	2, 5, 7
44/33	2/976		131/934	3, 4, 5
43/072	2/943		126/763	3, 4, 7
47/931	2/948		141/301	3, 5, 7
43/851	2/96		129/799	4, 5, 7

OIF یا "Optimum Index Factor" پارامتری است که مجموع "SK" یا "Standard Deviation" (انحراف معیار) k باند را نسبت به مجموع "Abs (rj)" یا "Correlation Matrix Value" (مقدار ماتریس همبستگی) همان باندها محاسبه می‌کند. به عبارت دیگر سه باندی که بیشترین اطلاعات و کمترین وجوه اشتراک را با هم داشته باشند مشخص می‌کند. به این ترتیب اگر OIF را برای هر کدام از ترکیبات سه گانه محاسبه کنیم، بزرگترین عدد بین ۲۰ حاصل تقسیم، ترکیب مورد نظر ما خواهد بود (سلطانی، ۱۳۸۷).

در جداول ۱، ۲، ۳ مراحل انجام کار آورده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود باندهای ترکیبی بهینه ۱ و ۵ و ۷ می‌باشند.

در نهایت از حالت‌های ارائه شده، ترکیب "۷۵۱" انتخاب گردید، این بدین معنی است که باند ۷ به قرمز، باند ۵ به سبز و باند ۱ به آبی اختصاص داده شده است (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- تصویر ماهواره‌ای ۷۵۱ = RGB زون میناب، ماهواره لندست.

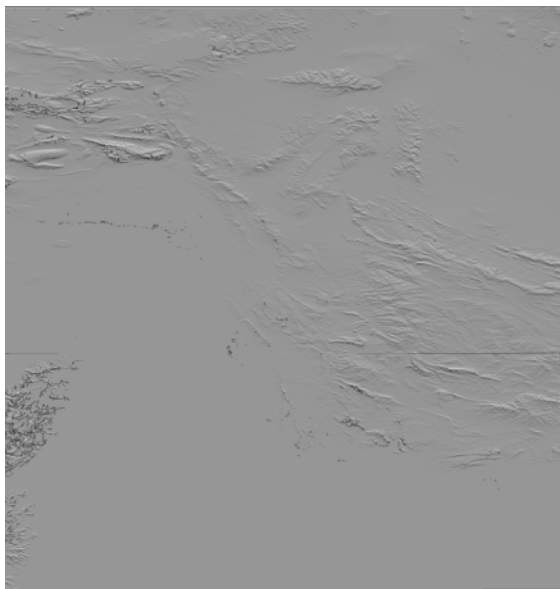
جدول ۱- مقادیر انحراف معیار ۶ باند انتخابی Landsat.

انحراف معیار	باند ۱	باند ۲	باند ۳	باند ۴	باند ۵	باند ۷
	39/70	38/93	46/80	35/29	49/83	44/66
	8	1	0	8	6	5

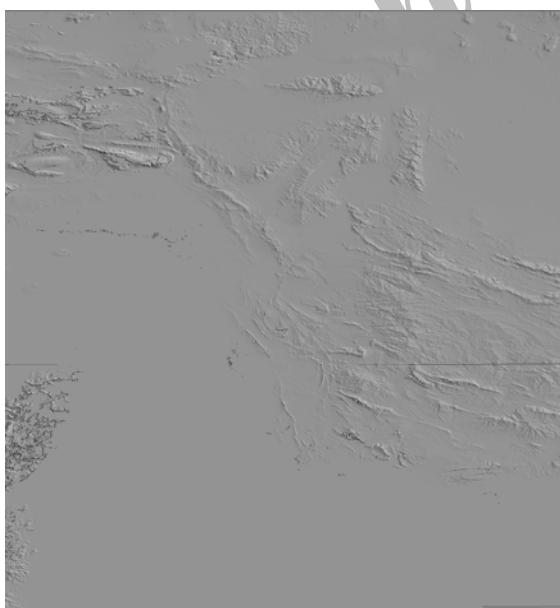
جدول ۲- مقادیر ماتریس همبستگی ۶ باند مورد استفاده Landsat.

ماتریس همبستگی	باند ۱	باند ۲	باند ۳	باند ۴	باند ۵	باند ۷
باند ۱	1	0/974	0/932	0/899	0/852	0/847
باند ۲	0/974	1	0/987	0/967	0/942	0/939
باند ۳	0/932	0/987	1	0/991	0/977	0/974
باند ۴	0/899	0/964	0/991	1	0/985	0/978
باند ۵	0/852	0/942	0/977	0/985	1	0/997
باند ۷	0/847	0/939	0/974	0/978	0/997	1

را در جهت دلخواه به تصویر تابانید و به بررسی سایه‌های ایجاد شده پرداخت. ابزار فوق در هشت جهت جغرافیایی و با زاویه نزدیک به افق به کار گرفته شد (اشکال ۱۴ تا ۲۱) و سپس برای رسم خطوط ایجاد شده توسط سایه‌ها به کار رفت.



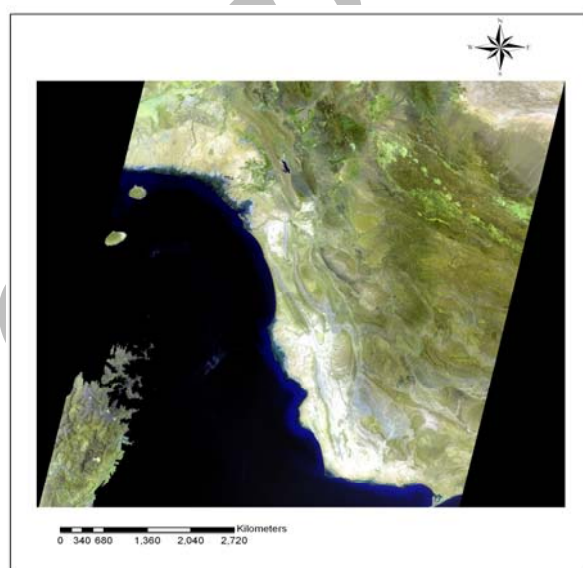
شکل ۱۴- تصویر DEM زون میناب پس از اعمال Sun-Shading. جهت تابش نور از شمال.



شکل ۱۵- تصویر DEM زون میناب پس از اعمال Sun-Shading. جهت تابش نور شمال شرق.

ط) افزایش توان تفکیک مکانی تصویر:

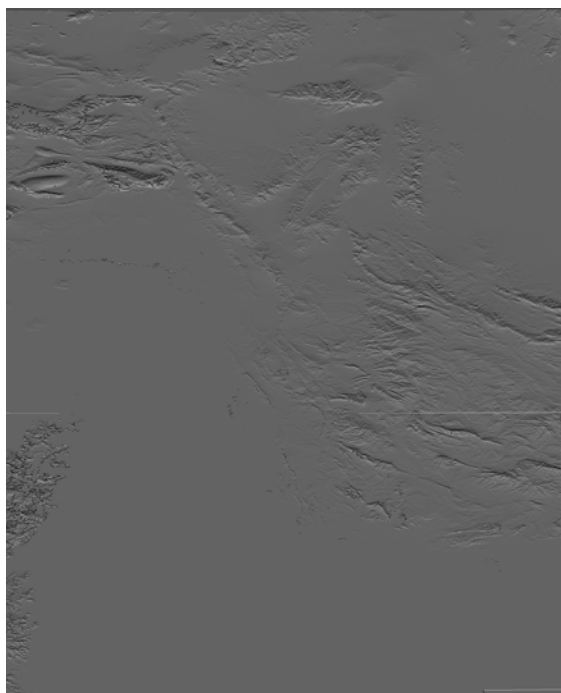
همانطور که می‌دانیم تصاویر لندست پیکسل‌هایی با ابعاد ۳۰ در ۳۰ متر دارند و تنها باند ۸ با پیکسل‌های ۱۵ در ۱۵ متر تصویربرداری می‌کند. حال اگر به تصویر به دست آمده از ترکیب رنگی RGB، تصویر باند ۸ را به صورت "Grayscale" تلفیق کنیم، توانسته ایم توان تفکیک مکانی تصویر را به دو برابر قبل افزایش دهیم (سلطانی، ۱۳۸۷) (شکل ۱۳).



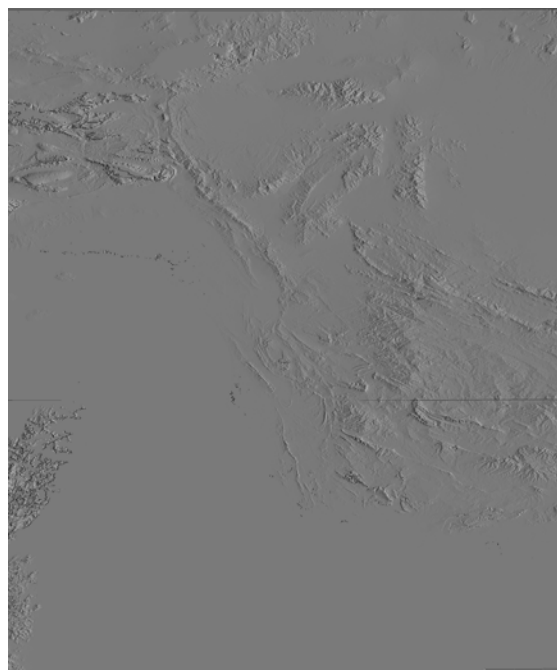
شکل ۱۳- تصویر RGB=۷۵۱ لندست به انضمام باند "Panchromatic".

ع) به کارگیری تصاویر DEM:

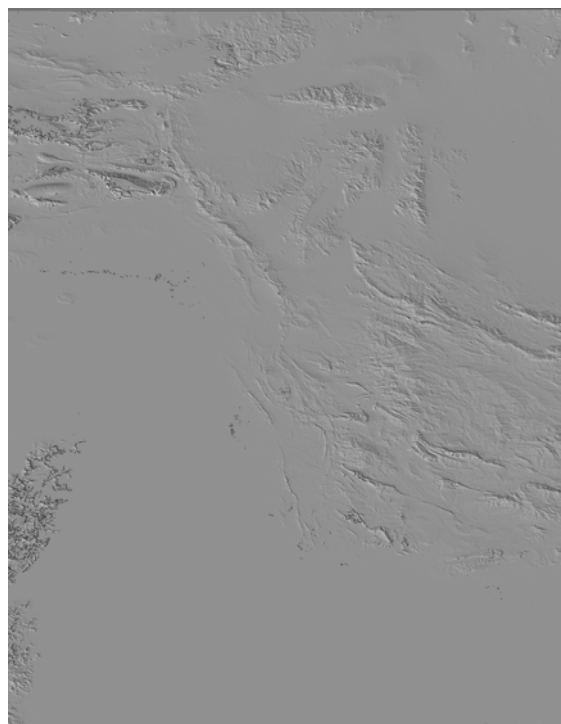
تصاویر DEM در حقیقت داده‌های رقومی توپوگرافی یک ناحیه هستند که برای پردازش‌های بعدی به کار می‌روند. پرکاربردترین نوع این داده‌ها، تصاویر "SRTM" اند که در این تحقیق از همین نوع داده‌ها استفاده گردید. برای دید بهتر از پستی و بلندی‌های یک منطقه، از روش‌های مفید استفاده از تکنیک‌های Sun-Shading روی تصاویر DEM می‌باشد. با استفاده از این ابزار می‌توان نور خورشید



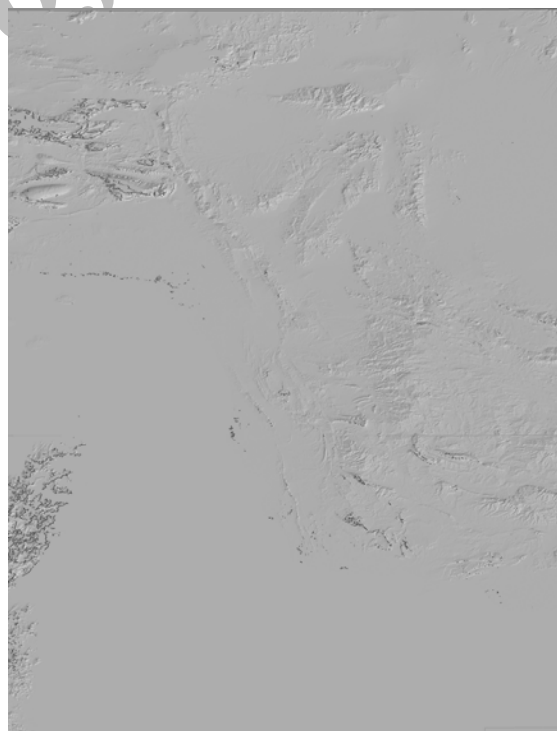
شکل ۱۸- تصویر DEM زون میناب پس از اعمال Sun - Shading، جهت تابش نور از جنوب.



شکل ۱۶- تصویر DEM زون میناب پس از اعمال Sun - Shading، جهت تابش نور از شرق.



شکل ۱۹- تصویر DEM زون میناب پس از اعمال Sun - Shading، جهت تابش نور از جنوب غرب.



شکل ۱۷- تصویر DEM زون میناب پس از اعمال Sun - Shading، جهت تابش نور از جنوب شرق.

**(و) نسبت بانندی (Band Ratio):**

یکی از روش‌های رایج در پردازش تصویر نسبت بانندی یا Band Ratio می‌باشد. این روش اثرات توپوگرافی و سایه‌ها را از بین برده و یکسری از نویزها را افزایش و سری دیگری را کاهش می‌دهد. علاوه بر آن اختلاف بین درجات روشنایی را آشکار کرده و مرزها را مشخص تر می‌سازد و بنابراین برای جدا کردن مرز واحدهای سنگی و تشخیص سنگ‌ها به کار می‌رود.

این روش در دو حالت قابل انجام می‌باشد:

(۱) بر روی تصاویر خاکستری (Grayscale)

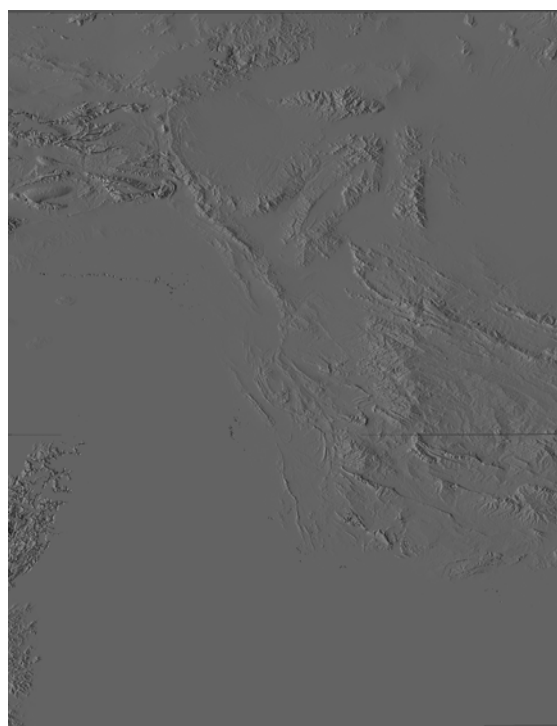
(۲) بر روی تصاویر مرکب (RGB)

می‌دانیم که برای شناسایی آثار سطحی شکستگی‌های ساختاری، بررسی سه پدیده (عارضه) مرتبط با آن‌ها (در صورت خطی بودن) مفید است. (۱) تجمع آثار رس و کانی‌های رسی و دیگر مواد هیدروترمال (در اطراف نواحی تخریب گسل‌ها). (۲) تجمع آهن (بیرون زده در شکستگی‌ها و گسله‌ها).

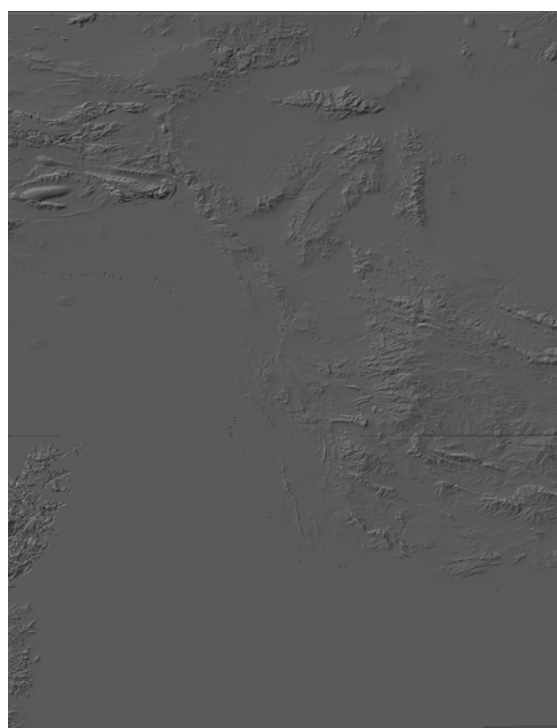
(۳) پوشش گیاهی (که در اطراف گسل‌ها و درزه‌های ساختاری معمولاً بیشتر است) (محمودزاده، ۱۳۸۸).

**(۱) نسبت بانندی در تصویر خاکستری:**

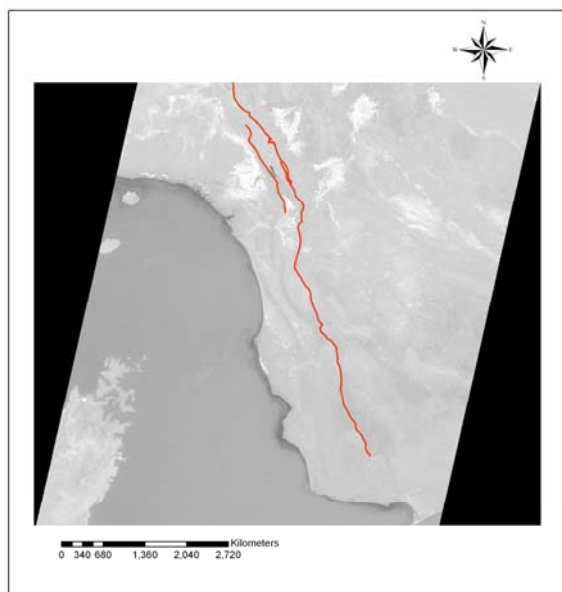
در این روش عارضه مورد نظر ما (دارای انعکاس حداکثری در باند واقع در صورت کسر و جذب حداکثر در باند واقع در منحنج کسر) نسبت به عوارض دیگر به رنگ روشن تر دیده می‌شود.



شکل ۲۰- تصویر DEM زون میناب پس از اعمال Sun - Shading، جهت تابش نور از غرب.



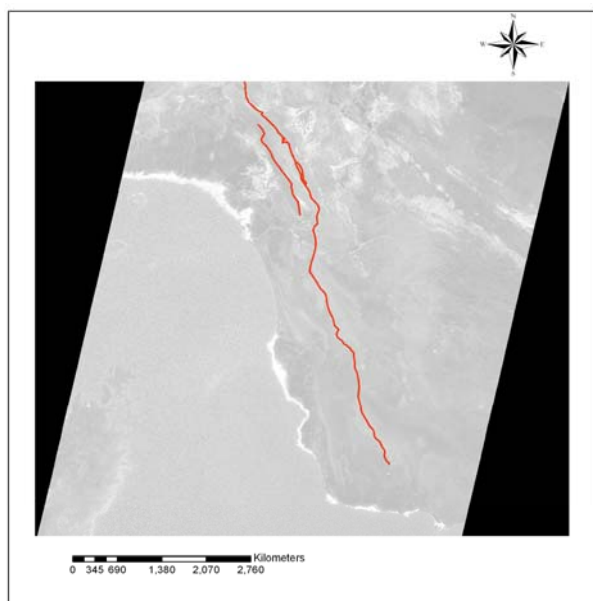
شکل ۲۱- تصویر DEM زون میناب پس از اعمال Sun - Shading، جهت تابش نور از شمال غرب.



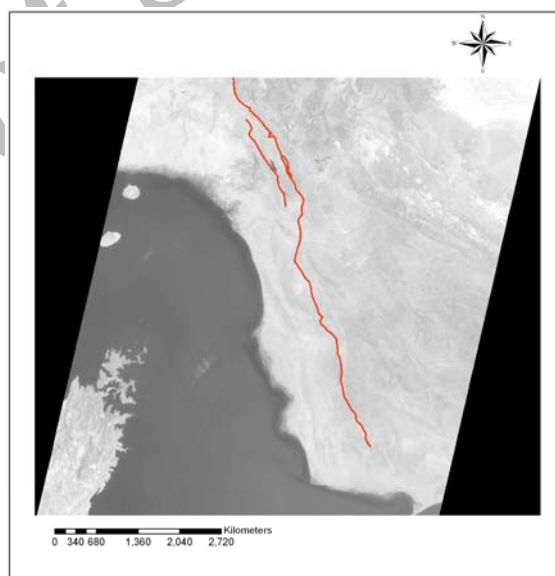
شکل ۲۳- نسبت ۴/۳ در تصویر خاکستری، گیاهان روشنتر از بقیه نقاط دیده می‌شوند (خطوط قرمز محل عبور گسل را نشان می‌دهد).

برای بارز سازی هر کدام از عوارض سه گانه نام برده شده در بالا، نسبت بانندی مربوطه را به طور جداگانه اعمال می‌کنیم.

استفاده از نسبت بانندی ۴ / ۳ جهت بارز ساختن گیاهان در مقاصد مورد بحث همواره بدون خطا نیست. چون هدف ما در اینجا تشخیص گسل‌ها و خطوطاره‌هاست، در حالیکه همواره همه گیاهان در ارتباط با گسل‌ها نیستند و از سوی دیگر هم رودخانه‌ها (بیشترین مقدار رویش گیاهان) نیز گسلی نیستند.

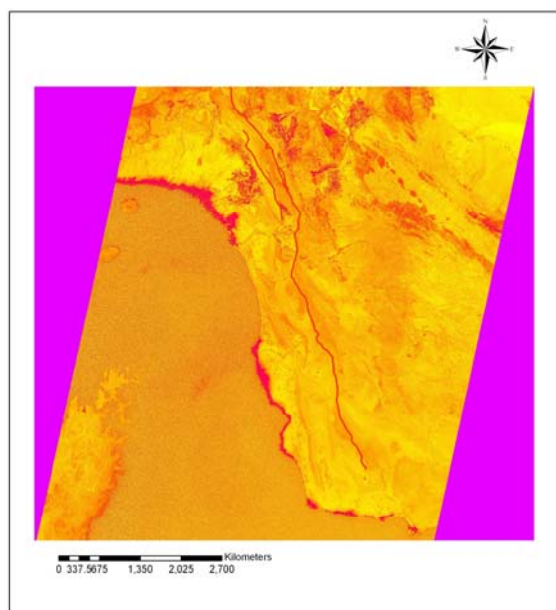


شکل ۲۴- نسبت ۵ / ۷ در تصویر خاکستری، رس‌ها و کانی‌های هیدروترمال روشنتر از بقیه نقاط هستند (خطوط قرمز محل عبور گسل را نشان می‌دهد).



شکل ۲۲- نسبت ۳/۱ در تصویر خاکستری، کانی‌های فریک روشنتر از جاهای دیگر دیده می‌شوند (خطوط قرمز محل عبور گسل را نشان می‌دهد).





شکل ۲۷- نسبت ۵/۷ در تصویر رنگی (خطوط قرمز نشان دهنده محل عبور گسل است).

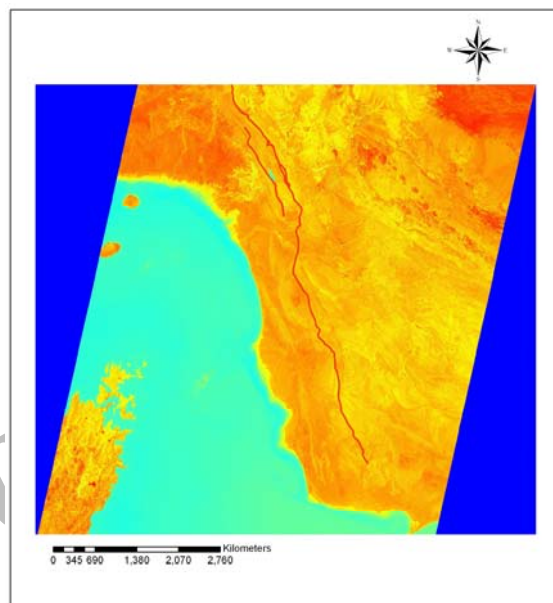
#### ه) روش PCA:

تحلیل مولفه اصلی (PCA) جهت کاهش بعد داده‌ها به تعداد کمتری مولفه اصلی به کار می‌رود. در تحلیل مولفه اصلی تجمع اطلاعات در چند مولفه اول بیشتر بوده و مولفه‌های بعدی بیشتر شامل نویز (Noise) می‌باشند. این مولفه‌ها فقط وقتی که با تصاویر قویتر ترکیب شوند می‌توانند دارای کاربرد موثری باشند. نحوه به کارگیری روش PCA برای یک تصویر، بستگی به تعداد باندهای تشکیل دهنده تصویر دارد (محمودزاده، ۱۳۸۸).

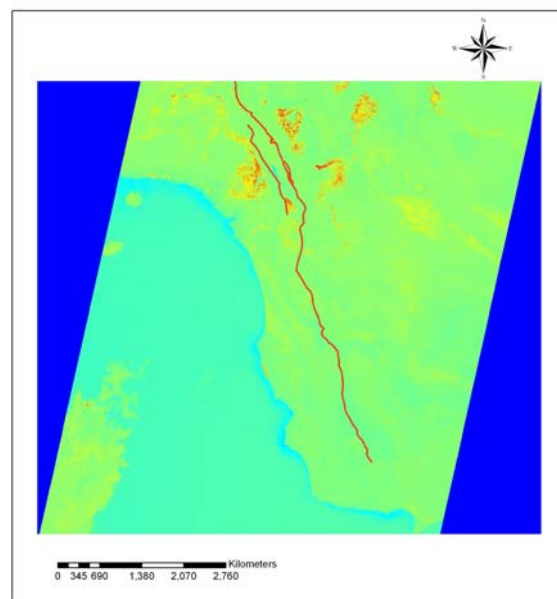
PC1 همواره بیشترین اطلاعات را به ما می‌دهد و در مراحل بعد، نتایج حاصل بیشتر حالت نویز (Noise) به خود خواهد گرفت. بنابراین در این مرحله از کار، از تکنیک PC1 برای رویت بهتر خطوطاره‌ها روی تصویر تک باند Grayscale باند ۸ (به جهت بهتر رویت جزئیات) کمک گرفته شد. تصویر حاصل را در زیر مشاهده می‌کنیم.

#### ۲) نسبت بانندی در تصویر رنگی:

در این روش هم زمان سه پدیده مورد ارزیابی قرار می‌گیرد، هر پدیده به یکی از سه رنگ اصلی نسبت داده می‌شود و بنابراین هر کدام از رنگها بیانگر یکی از پدیده‌های مورد نظر ما خواهد بود.



شکل ۲۵- نسبت بانندی ۱/۳ در تصویر رنگی (خطوط قرمز نشان دهنده محل عبور گسل است).



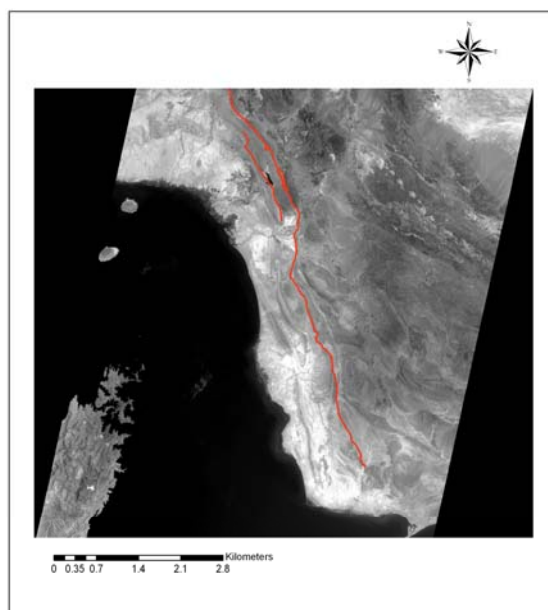
شکل ۲۶- نسبت ۴/۳ در تصویر رنگی (خطوط قرمز نشان دهنده محل عبور گسل است).



و تصاویر Grayscale و RGB دارای نسبت بانندی مشخص شده، خطواره‌های (آثار سطحی) تکتونیکی موجود در منطقه میناب ترسیم گشته و سپس به منظور ارائه تصویر شکستگی‌های ساختاری (Structural Fractures) روی تصویر  $RGB = ۳۲۱$  (تصویر True Color) منطقه منتقل شد. شکل ۲۸ تصویر تهیه شده را نشان می‌دهد.



شکل ۲۸- تصویر شکستگی‌های ساختاری منطقه، روی تصویر ماهواره‌ای  $RGB = ۳۲۱$  (خطوط قرمز محل عبور گسل را نشان می‌دهد)



شکل ۲۷- تصویر باند Panchromatic لندست زون میناب پس از اعمال تکنیک PCI (خطوط قرمز نشان دهنده محل عبور گسل است).

### ی) گرفتن خروجی و کارتوگرافی:

بعد از پردازش کامل تصویر نوبت به خروجی گرفتن از قسمتهایی که تمرکز اطلاعات در آن بیشتر است می‌رسد و در نتیجه تنظیماتی از قبیل صفحه، مقیاس، کادر در صورت تمایل Gride یا درجه بندی انجام شد.

در شکل ۲۹ تصویر RGB نسبت‌های بانندی تعریف شده را نشان می‌دهد. در این شکل ما نسبت  $۳/۱$  به کانال قرمز، نسبت  $۴/۳$  به کانال سبز و نسبت  $۵/۷$  به کانال آبی نسبت داده شده است.

### ترسیم تصویر ساختاری:

با استفاده از تصاویر به دست آمده از مراحل فوق الذکر شامل تصاویر RGB با پیکسل‌های  $۸/۵$  متر، تصاویر فیلتر شده جهتی با پیکسل‌های  $۱۵$  متر، تصویر تک باند PC1 با پیکسل‌های  $۱۵$  متر،

همچنین گسل‌های طولی، فراوانی بیشتری نسبت به گسل‌های عرضی دارند.

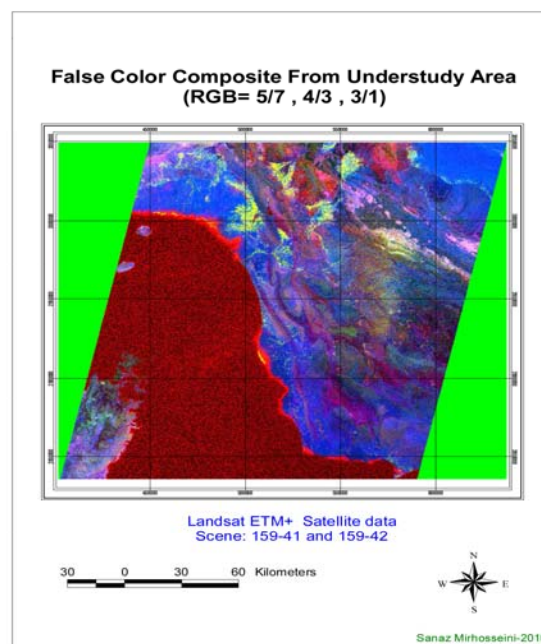
۵. به کارگیری روش تقسیم بانندی، عوارض مورد نظر با استفاده از تفاوت میزان جذب و انعکاس نور در پدیده‌های مختلف بارزسازی شد و اثر توپوگرافی و سایه‌ها از بین رفت که این روش در دو حالت روی تصاویر خاکستری (Grayscale) و تصاویر مرکب RGB انجام شد.

۶. روش ترکیب رنگی دروغین جهت دار یا Directed False Color Composite با ترکیب ۳/۱، ۴/۳، ۵/۷ به کار گرفته شد و اهمیت خود را در تفکیک بهتر گسل‌ها و آشکارسازی آن‌ها با وضوح هر چه بهتر نشان داد، همچنین در مورد عوارضی مثل پوشش گیاهی، آثار رس و مواد هیدروترمال و تجمع آهن در اطراف گسل تصویر نهایی با ۳/۱، ۴/۳، ۵/۷ در بهترین حالت ممکن این عوارض را بارزسازی کرد.

۷. حذف نویزها به کمک تبدیل فوریه سریع (FFT) باعث بالاتر بردن توان تفکیک بصری شد.

۸. با توجه به اینکه نمای خطی گیاهان در تصاویر ماهواره‌ای، یکی از نشانه‌های وجود گسل می‌باشد، با استفاده از تکنیک نسبت بانندی ۴/۳ در تصویر خاکستری، گیاهان روشن تر از قسمت‌های دیگر تصویر در محل سیستم گسلی زندان - میناب به صورت خطی دیده شده‌اند.

۹. استفاده از روش PCA روی تصویر به منظور متمرکز کردن اطلاعات چند بانند در یک بانند و فراهم آوردن دید بهتر از لبه‌های تیز (Sharp).



شکل ۲۹- نسبت‌های بانندی در تصویر ۳/۱، ۴/۳، ۵/۷ RGB

## نتیجه گیری

بعد از انجام مطالعات و بررسی تصاویر ماهواره‌ای و جمع‌آوری اطلاعات حاصله به نتایجی در محدوده مورد مطالعه دست یافتیم که در ذیل به آنها اشاره می‌شود.

۱. استفاده از تصاویر رنگی RGB به تفکیک لیتولوژی سنگ‌ها بر مبنای رنگ کمک کرد.

۲. به کارگرفتن فیلترهای Sunangle به منظور بارزسازی خطوط اثر شکستگی‌ها، مرزها و لبه‌های تیز.

۳. در بین روش‌های موجود برای استخراج خطوطاره‌ها، روش‌های دستی صحت و درستی بیشتری نسبت به روش‌های دیگر دارند.

۴. روند ساختارهای اصلی منطقه مورد مطالعه شمال شمال باختری - جنوب جنوب خاوری است،

**References:**

- Mah, A., Taylor, G.R., Lennox, P. and Balia, L., 1995, Lineament analysis of landsat thematic mapper image, Australia, photogrammetric engineering and remote sensing, 61(6), pp. 761-773.
- Novak, I.D. and Soulakellis, N., 2000, Identifying geomorphic features using landsat 5/TM data processing techniques on Lesvos, Greece, Geomorphology, 34(7), pp. 101-109.
- Regard, V., Bellier, O., Thomas, J.-C., D., Bourles, S., Bonnet, S., Abbassi, M.R., Braucher, R., Mercier, J., Shabanian, E., Soleymani, Sh., and Feghhi, Kh., (2005), Cumulative right-lateral fault slip rate across the Zagros-Makran transfer zone: role of the Minab-Zendan fault system in accommodating Arabia-Eurasia convergence in southeast Iran.
- Suzen, M.L. and Toparak, V., 1998, Filtering of satellite image in geological lineament analysis, international journal of remote sensing, Vol. 19, No. 6, pp. 1101-1114.

در نهایت با بهره‌گیری از روش‌های گفته شده در بالا نقشه شکستگی‌های ساختاری منطقه بر روی تصویر ۳۲۱ = RGB منطقه منتقل شد.

**منابع فارسی**

- اسلامی راد، ع. و ناظمی، م.، ۱۳۷۸، تصویر سازی رقومی (تئوری‌ها و کاربردها)، سازمان نقشه برداری کشور، ۱۳۷۸.
- آقائباتی، ع.، ۱۳۸۳، زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی.
- سلطانی، م.، ۱۳۸۷، جزوه درسی سنجش از دور، مرکز فن آوری اطلاعات و ارتباطات پیشرفته دانشگاه صنعتی شریف.
- زبیری، م. و مجلد، ع.، ۱۳۸۳، آشنایی با فن سنجش از دور و کاربرد در منابع طبیعی، انتشارات دانشگاه تهران.
- محمودزاده، م.، ۱۳۸۸، تحلیل تکتونیکی سامانه گسل تبریز بر اساس تصاویر ماهواره ای، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه اسلامی واحد تهران شمال.
- نجفی دیسفانی، م.، ۱۳۷۷، پردازش کامپیوتری تصاویر سنجش از دور، انتشارات سمت.
- یحیایی حقیقی، ن.، ۱۳۸۷، تحلیل و بررسی خطواره‌های موجود در چهارگوش تهران با استفاده از سنجش از دور، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.