

بررسی شکستگی‌های ساختاری سامانه گسله کویر بزرگ (تربت حیدریه، کاشمر، خارتوران) با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای

شیوا یزدان بخش، محمود الماسیان، ماهیار سلتانی و مهران عزیز زاده

چکیده

هدف از این پروژه استفاده از روشهای سنجش از دور و پردازش داده‌های ماهواره‌ای، جهت تشخیص سیستمهای شکستگی می‌باشد. در اینجا با توجه به مورفولوژی‌های مرتبط با گسلش از چند تکنیک مختلف برای بارزسازی گسلها و شکستگیهای موجود در منطقه استفاده شده است. ابتدا چند نمای ماهواره‌ای (Scene) با شماره‌های (۱۵۹-۳۶ و ۱۵۹-۳۵ و ۱۶۰-۳۶ و ۱۶۰-۳۵ و ۱۶۱-۳۶ و ۱۶۱-۳۵) از تصاویر LANDSAT ETM⁺ انتخاب شد. در مرحله نخست برای بارز سازی خطوط‌های گسلی و قطع شدگی ناگهانی لیتولوژی و جابجایی ناشی از گسلش، از تکنیک RGB و تصاویر خاکستری Grayscale استفاده شد. همچنین برای بدست آوردن ترکیب بهینه رابطه OIF مورد استفاده قرار گرفت.

در مرحله دوم، جهت داشتن توان تفکیک مکانی بالاتر، باند Panchromatic، با تصاویر LANDSAT ETM تلفیق گردید. مرحله سوم، استفاده از روش NDVI جهت بارز سازی گیاهان می‌باشد. تکنیک چهارم، فیلتر گذاری تصویر با استفاده از فیلترهای جهتی Sunangle، برای رویت بهتر لبه‌های تیز و خطوط ناشی از شکستگیها بود. در مرحله پنجم، تصویر DEM منطقه با استفاده از تکنیک Sunshading از جهات جغرافیایی مختلف مورد تابش مجازی قرار گرفت تا سایه‌های ایجاد شده برای شناسایی دره‌ها و برآمدگی‌های خطی ناشی از گسلها مورد استفاده قرار گیرد. همچنین با استفاده از مدل ارتفاع رقومی یک نمای سه بعدی از منطقه تولید گردید. در مرحله ششم، از تکنیک PCA برای بارز سازی خطوط مستقیم ناشی از شکستگیها کمک گرفته شد که پس از محاسبه چند مولفه اول، مولفه PC1 انتخاب شد. مرحله هفتم، استفاده از تکنیک Band Ratio بوده که عوارض طبیعی مرتبط با گسلش یکبار جداگانه روی تصاویر Grayscale و یکبار به صورت ترکیب RGB در تصویر رنگی اعمال شده و مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت با استفاده از تصاویر حاصل از تکنیکهای مذکور نقشه شکستگیهای ساختاری منطقه گسل کویر بزرگ ترسیم شد.

کلید واژه‌ها: شکستگی ساختاری، گسل کویر بزرگ، سنجش از دور، LANDSAT ETM⁺، RGB، PCA

Investigation of fault and fractures of Great Kavir fault zone (Torbat-e- Hedarieh, Kashmar, Khartoran) based on the satellite images processing

Shiva Yazdanbakhsh, Dr.Mahmood Aalmasiyan, Mahyar Soltani and Mehran Aziz-Zadeh

Abstract

The purpose of this study is to detect structural fractures utilizing Landsat satellite data. Based on the regional fault-related morphologies, different techniques were utilized to detect fault lines and fractures. Several image (159-35, 159-36, 160-35, 160-36, 161-35, and 161-36) taken by Landsat ETM⁺ images were used. The first method for detection of fault lines, lithological interruption and displacements due to faulting was the RGB technique and Grayscale images. In addition, to optimize the RGB composition, the OIF (Optimum Index Factor) formula was applied. In the next step, the resulting image merged with panchromatic band for increase the spatial resolution. The third utilized method was the NDVI technique,

which was used to reconstruct the vegetation in studied region. The fourth technique was applying Sunangel directional filters to detect sharp edges and fault lines. As the fifth method, the Digital Elevation Model (DEM) of under study region was shined with virtual sun light from different geographic directions using Sun-shading technique and the resulting image were used to detect linear fault-related valleys and ridges. In addition, Digital Elevation Model (DEM) was utilized to develop a 3D view of the region. The sixth method was the Principal Component Analysis (PCA), after which the PC1 was selected as the most suitable component for detecting fault lines. The seventh applied method was the Band Ratio technique, which was implemented in two steps. First, each fault line was detected separately in Grayscale images. Second, all fault lines were detected together in one RGB false color composite. Finally the Structural Map of Great Kavir fault was constructed using the fractures detected by the above mentioned techniques.

Keywords: Structural Fractures, Great Kavir fault, Remote sensing methods, Landsat ETM⁺, RGB, PCA

مقدمه

(۴) بررسی برآمدگیهای خطی به عنوان پرتگاههای

گسلی (Scarp) و یا دایکها.

(۵) بررسی آلتراسیون در زونهای خرد شده و در

واحدهای سنگی.

(۶) خط شدگی گیاهی.

امروزه برای انجام مطالعات و تحلیل ساختاری شکستگیها نمیتوان تنها به یافتهها و برداشت‌های صحرائی اکتفا نمود و برای ترسیم نقشه شکستگیها از تکنیک‌های متعددی جهت بارزسازی آنها به کمک پردازش تصاویر ماهواره‌ای استفاده می‌گردد. در این تحقیق از تصاویر Landsat ETM⁺ استفاده شده است.

گسل درونه (کویر بزرگ) به عنوان مرز شمالی خرده قاره ایران مرکزی (Central East Iranian Microplat) است. زون گسل درونه از نظر وضعیت ساختمانی و سیستمهای شکستگی موجود در منطقه نقش مهمی در ایجاد سیمای زمین‌شناختی و ساختاری آن ایفا نموده است.

در تصاویر ماهواره‌ای سه راه برای تشخیص خطوط شکستگی ساختاری وجود دارد:

(۱) تشخیص قطع شدگی ناگهانی واحدهای سنگی و جابجایی لایه‌ها در تصاویر رنگی.

(۲) قرار گرفتن دو واحد سنگی نامتجانس از لحاظ

لیتولوژی و سن.

(۳) بررسی فرورفتگیها و دره‌های مستقیم به عنوان

زونهای شکستگی.

استفاده از تصاویر RGB (RGB Composition):

هدف در اینجا پیدا کردن قطع شدگیها و تغییرات ناگهانی واحدهای سنگی است. از آنجا که برای ساختن یک تصویر RGB به صورت ساده، سه باند مورد نیاز است، (هاشمی تنگستانی، ۱۳۸۲) از ۶ باند ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۷ (به جز باند حرارتی ۶) برای ترکیب (غیر تکراری) از رابطه ترکیب استفاده می‌شود:

$$C(n,r) = n!/r!(n-r)!$$

که n تعداد کل باندها (۶) و r تعداد باندها در هر

ترکیب (۳) است. برای یافتن ترکیب مورد نظر، از رابطه OIF کمک گرفته می‌شود:

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

OIF یا Optimum Index Factor، پارامتری

می‌باشد که مجموع S_K یا Standard-Deviation

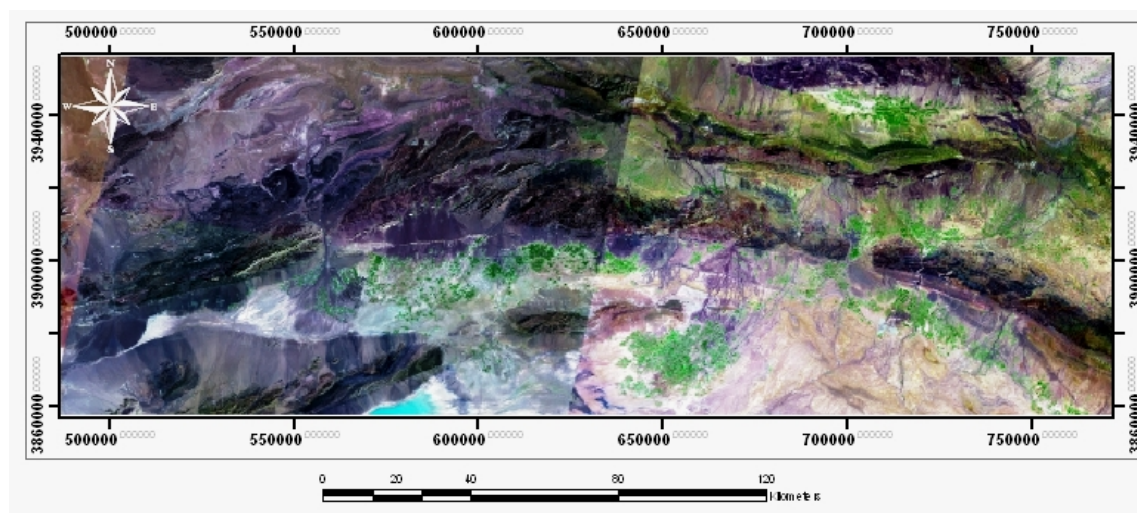
(انحراف معیار) k باند را نسبت به مجموع $Abs(r_j)$ یا

(باند ۷ به قرمز، باند ۴ به سبز و باند ۱ به آبی اختصاص داده شد) که با رنگ سبز در جدول مشخص شده است. در این مرحله از Scene که بیشترین پوشش را در منطقه داشته استفاده شده است.

Correlation Matrix Value (مقدار ماتریس همبستگی) همان باندها محاسبه می‌کند (سلطانی، ۱۳۸۸). به این ترتیب اگر OIF را برای هر کدام از ترکیبات سه گانه ممکن حساب کنیم، بزرگترین عدد بین ۲۰ حاصل تقسیم، ترکیب مورد نظر خواهد بود. پس از محاسبه مقادیر در پایان ترکیب ۷۴۱ انتخاب شد.

جدول ۱- مقادیر ماتریس همبستگی ۶ باند مورد استفاده Landsat جهت بدست آوردن ترکیب بهینه (۷ و ۴ و ۱).

ترکیب باندی	مجموع انحراف معیار	مجموع ماتریس همبستگی	OIF
۱ و ۲ و ۳	۱۳۱/۵۴۱	۲/۲۹۸	۵۷/۲۴۱۵
۱ و ۲ و ۴	۱۱۹/۸۹۴	۲/۹۷۲	۴۰/۳۴۱۱
۱ و ۲ و ۵	۱۲۸/۶۵۲	۲/۹۵۶	۴۳/۵۲۲۳
۱ و ۲ و ۷	۱۹۰/۱۴۷	۲/۹۳۹	۶۴/۶۹۷۸
۱ و ۳ و ۴	۱۳۲/۱۳۲	۲/۹۶۸	۴۴/۵۱۸۸
۱ و ۳ و ۵	۱۴۰/۸۹	۲/۹۵۳	۴۷/۱۰۰۸
۱ و ۳ و ۷	۲۰۲/۳۸۵	۲/۹۲۲	۶۹/۲۶۶۴
۱ و ۴ و ۵	۱۲۹/۲۴۳	۲/۹۴۴	۴۳/۹۰۰۴
۱ و ۴ و ۷	۱۹۰/۷۳۸	۲/۲۰۹	۸۶/۳۴۵۸
۱ و ۵ و ۷	۱۹۹/۴۹۶	۲/۸۹۲	۶۸/۹۸۲۰
۲ و ۳ و ۴	۱۳۲/۵۹۲	۲/۹۸۲	۴۴/۴۶۴۱
۲ و ۳ و ۵	۱۴۱/۳۵	۲/۹۶۷	۴۷/۶۴۰۷
۲ و ۳ و ۷	۲۰۲/۸۴۵	۲/۹۱۵	۶۹/۵۸۶۶
۲ و ۴ و ۵	۱۲۹/۷۰۸	۲/۹۵۸	۴۳/۸۴۹۸
۲ و ۴ و ۷	۱۹۱/۱۹۸	۲/۹۰۲	۶۵/۸۸۴۹
۲ و ۵ و ۷	۱۹۹/۹۵۶	۲/۸۸۵	۶۹/۳۰۸۸
۳ و ۴ و ۵	۱۴۱/۹۴۱	۲/۹۶۳	۴۷/۹۰۴۴
۳ و ۴ و ۷	۲۰۳/۴۳۶	۲/۸۹۳	۷۰/۳۲۰۰
۳ و ۵ و ۷	۲۱۲/۱۹۴	۲/۸۷۷	۷۳/۷۵۵۳
۴ و ۵ و ۷	۲۰۰/۵۴۷	۲/۸۸۵	۶۹/۵۱۳۶



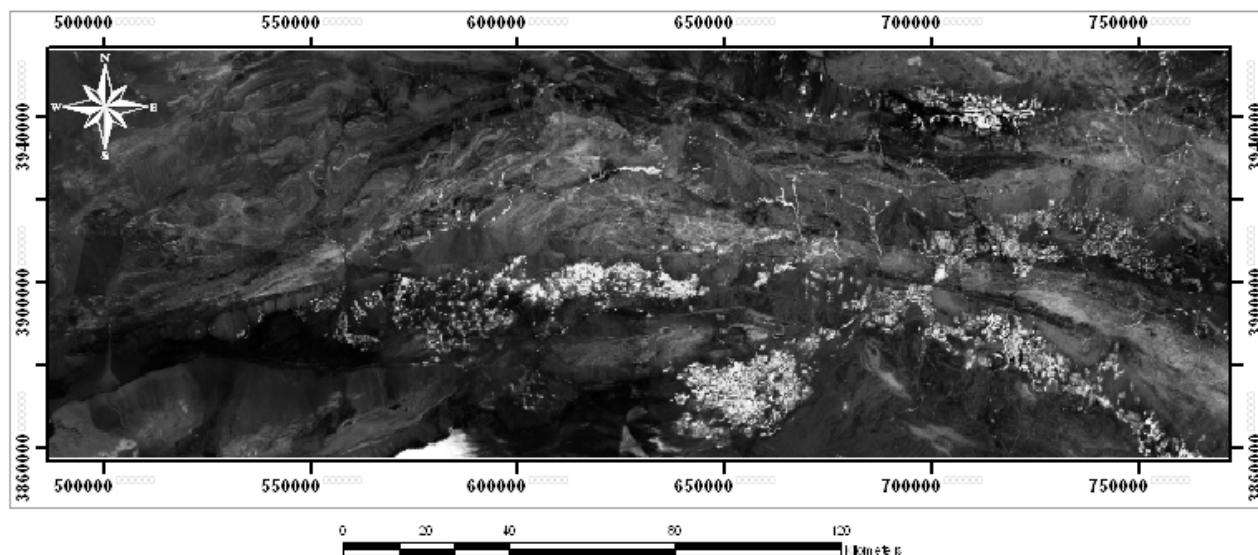
شکل ۱- تصویر RGB=741 لندست به انضمام باند Pan سنجنده IRS؛ تغییر رنگ عمدتاً بیانگر تغییر لیتولوژی است.

اعمال فیوژن:

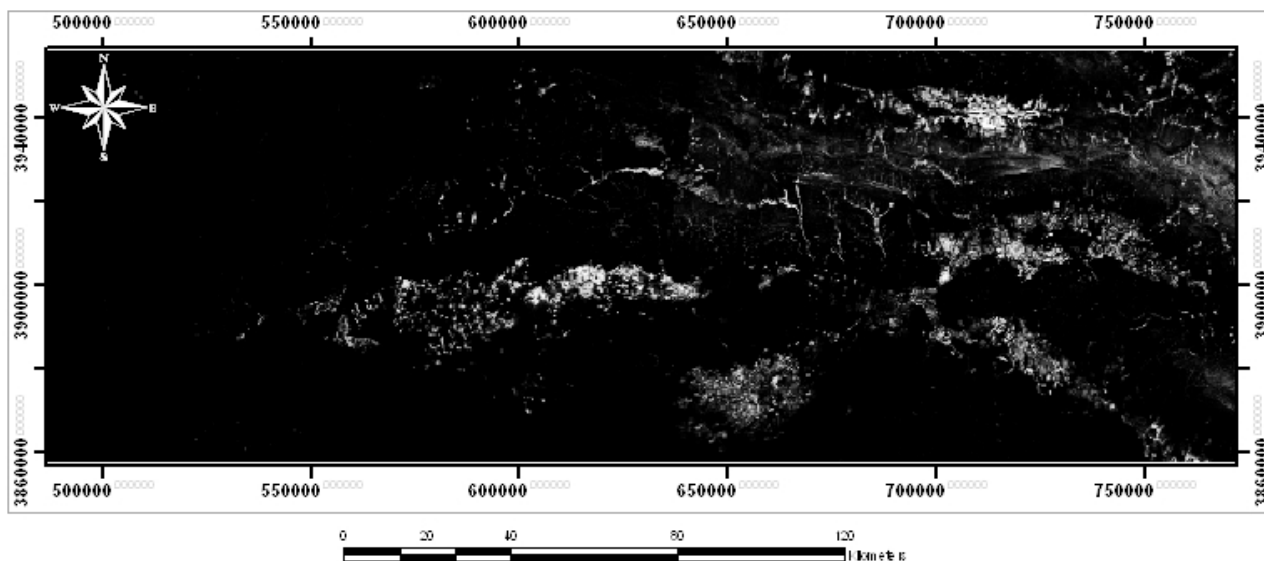
بهره‌گیری از تصاویر خاکستری:

در تصاویر خاکستری عارضه مورد نظر به علت داشتن خاصیت حداکثر انعکاس و جذب نسبت به دیگر عوارض روشن‌تر دیده می‌شود (صادقی ناد، و سهامی نوش آبادی، ۱۳۷۸). (شکل ۲-۳-۴)

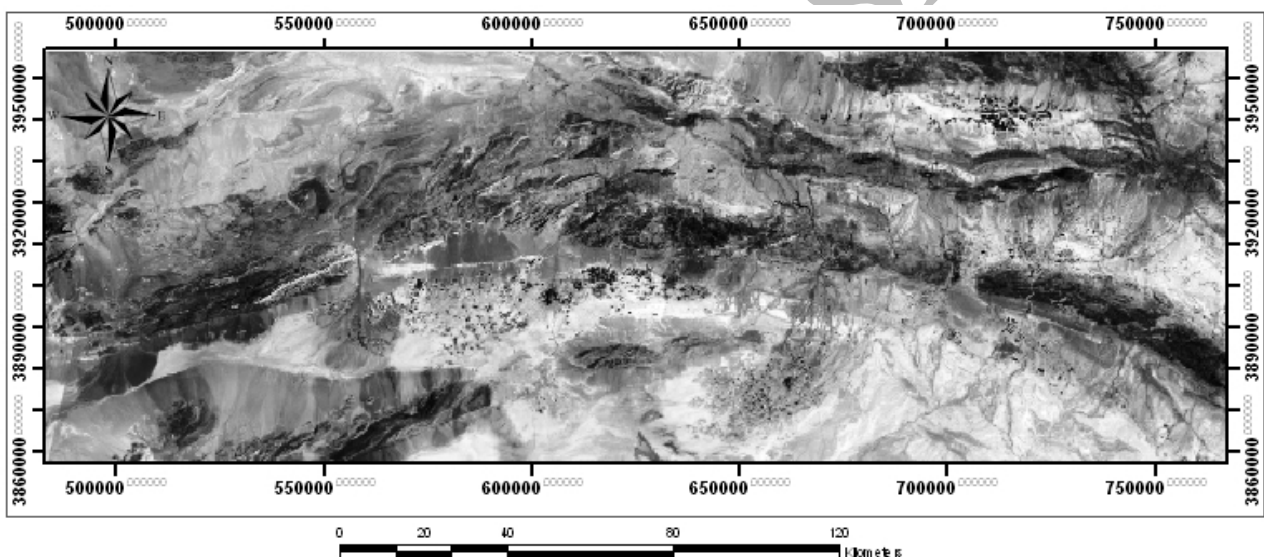
با تلفیق تصویر Panchromatic سنجنده به صورت خاکستری (Grayscale) و در مد Intensity در تصویر RGB حاصل، توان تفکیک مکانی تصویر به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد (هاشمی تنگستانی، ۱۳۸۲). (شکل ۱)



شکل ۲- نسبت ۵/۷ تصویر خاکستری (کانی‌های هیدروترمال روشن‌تر از بقیه نقاط هستند) در تصاویر مربوط به نسبت ۵/۷ گیاهان هم بارز می‌شوند که بایستی با روش‌های دیگری تفکیک گردند.



شکل ۳- نسبت ۴/۳ در تصویر خاکستری (گیاهان روشتتر از غیر گیاه).



شکل ۴- نسبت ۳/۱ در تصویر خاکستری (کانی‌های فریک روشن تر از مناطق دیگر هستند).

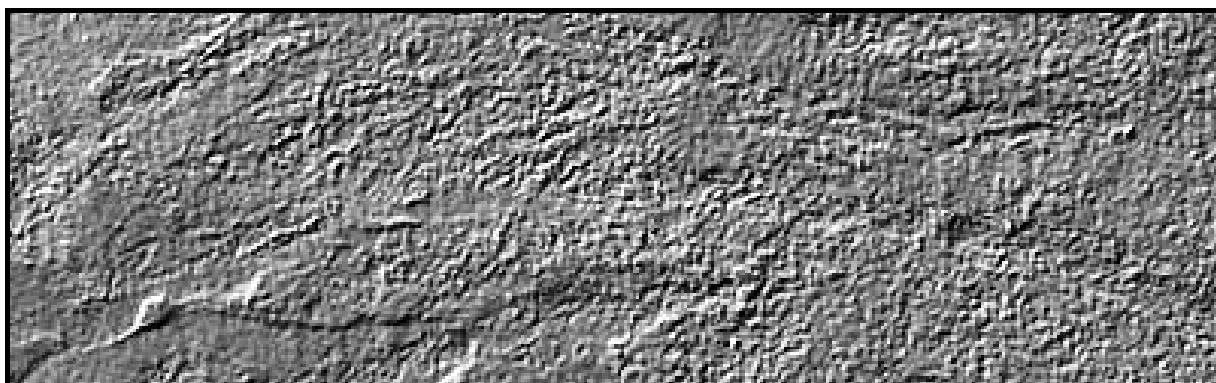
بهره‌گیری از روش (PCA):

(Principal Component Analysis)

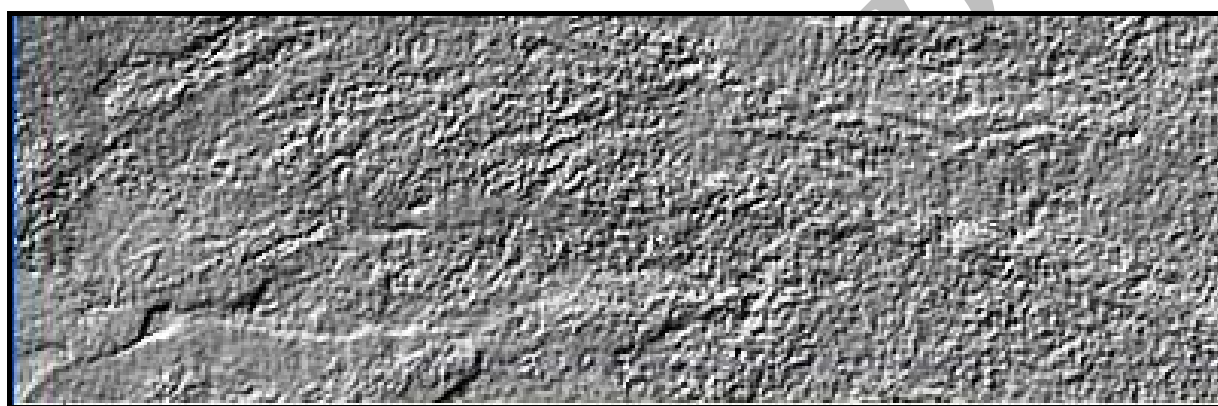
در این مرحله از مولفه اول (PC1) تمامی باندها (به جز باند حرارتی) جهت رویت بهتر خطوطاره‌ها، از تصویر Grayscale کمک گرفته شد (هاشمی تنگستانی، ۱۳۸۲). (شکل ۸۷)

فیلترگذاری (Filtering):

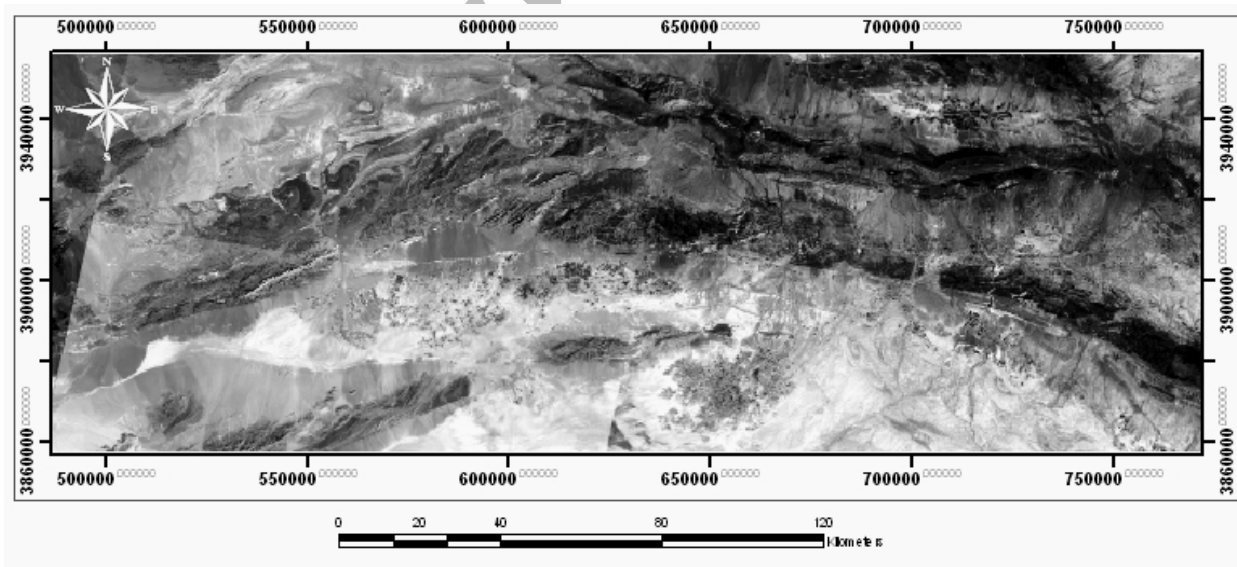
در این مرحله از فیلتر جهتی Sunangel در دو جهت شمال باختری - جنوب خاوری جهت بارزسازی لبه‌های تیز و مرزها مانند خطوط گسل و درزه‌ها استفاده شده است (علوی پناه، ۱۳۸۲). (شکل ۶۵)



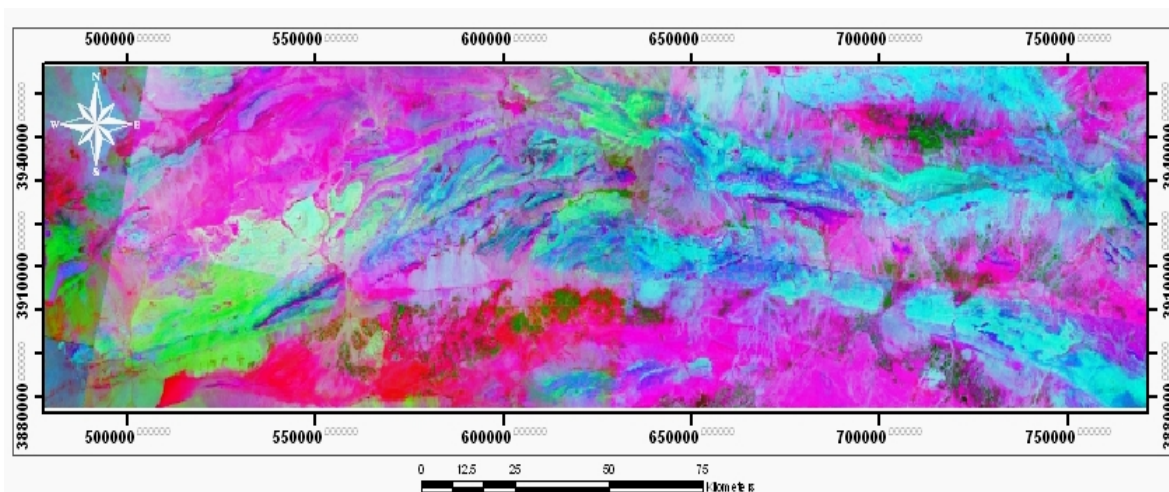
شکل ۶- فیلتر Sunangel در جهت شمال باختر.



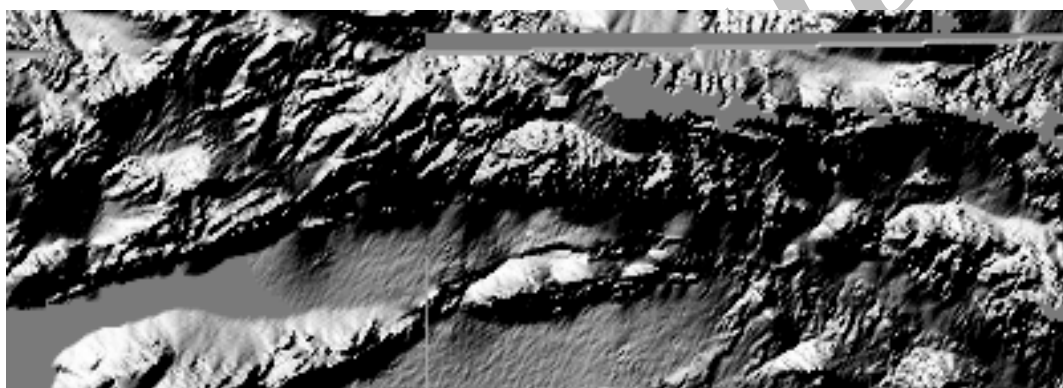
شکل ۶- فیلتر Sunangel در جهت جنوب خاور.



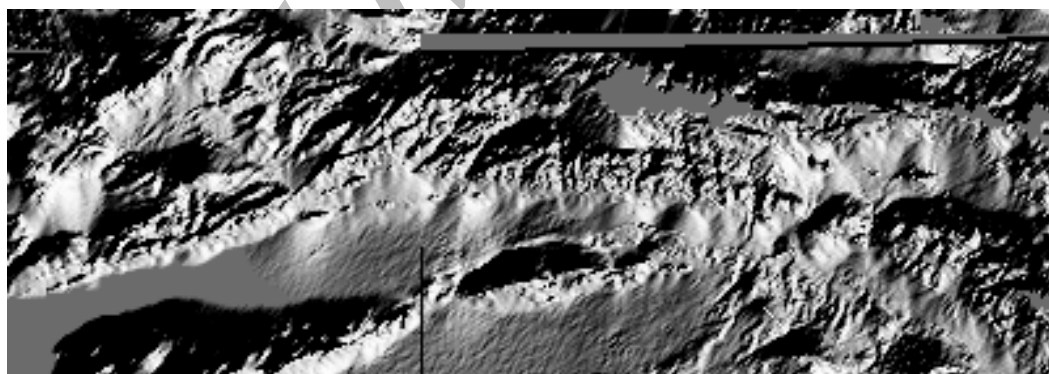
شکل ۷- تصویر PCI باند ۱ تا ۷.



شکل ۸- RGB=PC1-PC2-PC3



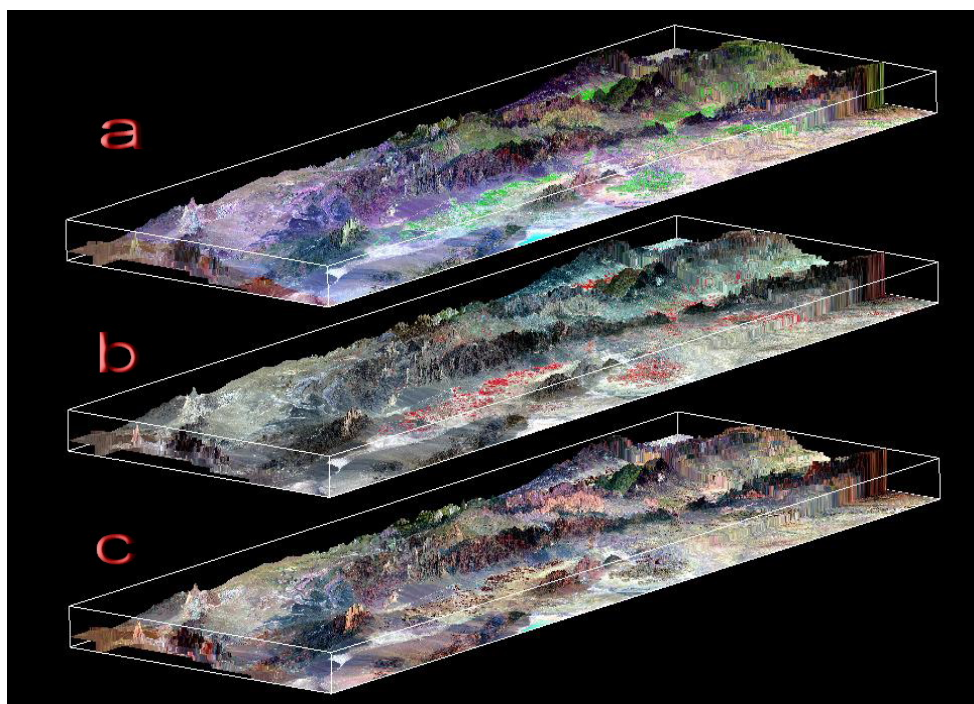
شکل ۹- تصویر DEM دارای Sun - Shading؛ جهت تابش خورشید از شمال باختر.



شکل ۱۰- تصویر DEM دارای Sun - Shading؛ جهت تابش خورشید از جنوب خاور.

می‌توانیم یک نمای سه بعدی از یک ناحیه تولید کنیم. کاربردی‌ترین نوع این داده‌ها تصاویر SRTM است که در این پروژه مورد استفاده قرار گرفته است (محمود زاده و همکاران، ۱۳۸۸). (شکل ۹-۱۰-۱۱)

به کارگیری تصاویر DEM: استفاده از تصاویر DEM در دو جهت جغرافیایی برای ایجاد سایه مجازی (Sunshading) به کار گرفته شد. با استفاده از DEM یا مدل ارتفاع رقومی

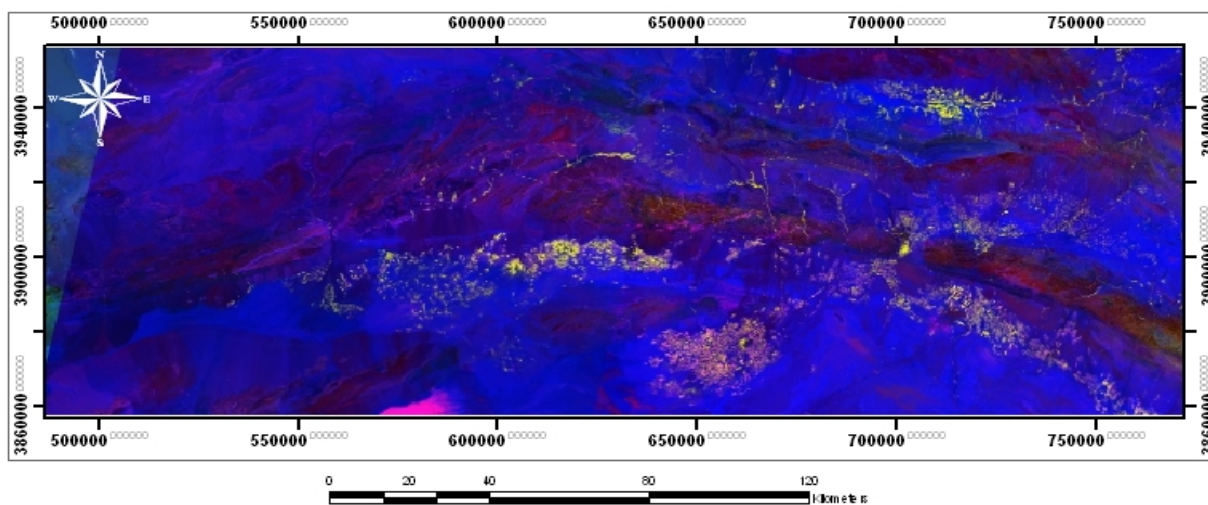


شکل ۱۱- تصویر سه بعدی (a) RGB=741 و (b) RGB=432 و (c) RGB=531.

در اطراف گسل)، از نسبت ۴/۳ جهت جداسازی گیاه از غیر گیاه (در اطراف گسل‌ها و درزه‌ها) و از نسبت ۳/۱ جهت جداسازی اکسید آهن (در شکستگی‌ها) استفاده می‌شود (علوی پناه، ۱۳۸۲). (شکل ۱۲)

روش تقسیم باندهای (Band Ratio):

در این روش اثرات توپوگرافی و سایه‌ها از بین رفته و مرزها مشخص تر می‌شود. بنابراین برای جدا کردن مرز واحدهای سنگی و تشخیص سنگ‌ها بکار می‌رود. برای شناسایی آثار شکستگی از نسبت ۵/۷ جهت تشخیص سنگ‌های دگرسان شده هیدروترمال



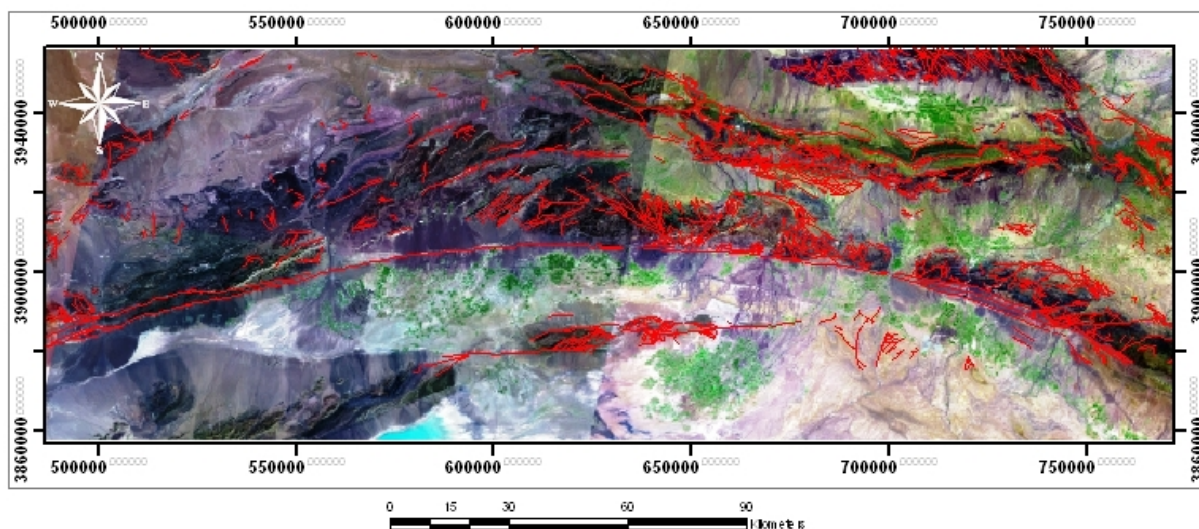
شکل ۱۲- نسبت‌های باندهای در تصویر RGB.

ترسیم نقشه ساختاری

با استفاده از تصاویر حاصل از مراحل فوق شامل تصویر RGB=741 بدست آمده از رابطه OIF و Grayscale و همچنین تصاویر فیلتر شده و تصویر تک باند PC1 و تصاویر DEM که دارای سایه‌های جهت یافته‌اند و تصاویر با نسبت‌های بانندی مشخص،

خطواره‌های تکتونیکی موجود در زون گسل درونه رسم شد و به منظور ارائه نقشه شکستگی‌های ساختاری (Structural Fractures Map) روی تصویر RGB=741 (ترکیب بهینه) نقشه نهایی تهیه شد. (شکل ۱۳)

Duroneh Fault System



شکل ۱۳- نقشه شکستگی‌های ساختاری زون گسل درونه روی تصویر ماهواره ای RGB=741

در این رابطه مشخص گردید که بیشترین میزان آلتراسیون در هسته‌های گسلی و زونهای تخریب گسل‌ها ایجاد شده‌اند.

میزان تجمع شکستگی‌های ساختاری بستگی به فعالیت با لادگی‌های (Uplifts) عهد حاضر دارد. در نتیجه این امر سهم بسزایی در مطالعات تکتونیک فعال یک ناحیه دارد.

منابع

- سلطانی، م.، ۱۳۸۸، جزوه درسی سنجش از دور مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات پیشرفته دانشگاه صنعتی شریف.

نتیجه گیری

استفاده از تکنیک‌های دورسنجی مانند فیلتر گذاری (Filtering)، Component Analysis (PCA)، و Band Ratio و Principal و مدل ارتفاع رقومی (DEM)، می‌تواند نقش مهمی در تشخیص و ترسیم بسیاری از خطواره‌های ناشی از گسلش ایفا نماید که در حالت عادی یا قابل مشاهده نیستند، یا به سختی می‌توانند رویت شوند.

با توجه به تجمع کانی زایی رس و همچنین آهن

- صادقی ناد، ع.، و سهامی نوش آبادی، ح.، ۱۳۷۸، مبانی دور سنجی، انتشارات دانشگاه امام حسین.
- علوی پناه، س.ک.، ۱۳۸۲، کاربرد سنجش از دور در علوم زمین علوم خاک، انتشارات دانشگاه تهران.
- محمودزاده، م.، الماسیان، م.، پور کرمانی، م.، و سلطانی، م.، ۱۳۸۸، تحلیل ساختاری گسل تبریز با استفاده از داده‌های دورسنجی، نشریه علوم زمین، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران- شمال.
- هاشمی تنگستانی، م.، ۱۳۸۲، سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، انتشارات دانشگاه تهران.

Archive of SID