

استفاده از داده‌های دورسنجی ETM7⁺ به عنوان کلید اکتشافی در برگه ۱:۵۰۰۰۰ ترک (جنوب خاوری سراب)

فرانک فیضی*^۱، رضا نوری^۲

۱- استادیار گروه مهندسی اکتشاف معدن، دانشکده فنی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، باشگاه پژوهشگران جوان، تهران، ایران

(*عهده‌دار مکاتبات - Feizi.faranak@yahoo.com)

چکیده

داده‌های دورسنجی نقش مهمی در اکتشاف مواد معدنی دارند چراکه به کمک آن‌ها می‌توان خطواره‌ها و دگرسانی گرمایی که همگی آن‌ها به عنوان کلید اکتشافی عمل می‌کنند را تعیین کرد. ناحیه ترک در ۴۰ کیلومتری جنوب خاوری سراب و در نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سراب قرار گرفته است. در این مقاله، با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای سنجنده ETM7⁺ و به کارگیری روش‌های مختلف خطواره‌ها و دگرسانی‌های آرژیلیک و اکسید آهن منطقه تعیین شدند. بیشتر خطواره‌هایی که به کمک ترکیب‌های رنگی و فیلترها استخراج شدند، روند شمالی- جنوبی و شمال باختر- جنوب خاور دارند. دگرسانی‌ها نیز با استفاده از روش‌های چون تفریق بانندی، نسبت بانندی، تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی، پیش بینی خطی باند، کمترین نویز و نقشه‌برداری زاویه طیفی تفکیک گردیدند که روش‌های به کار گرفته شده هم‌دیگر را در مطالعات صحرائی تایید می‌کرد. بر اساس تلفیق کلیه داده‌ها، بیشتر دگرسانی‌ها در امتداد خطواره‌ها رخ داده‌اند. در نهایت سه ناحیه جهت مطالعات بیشتر معرفی گردید.

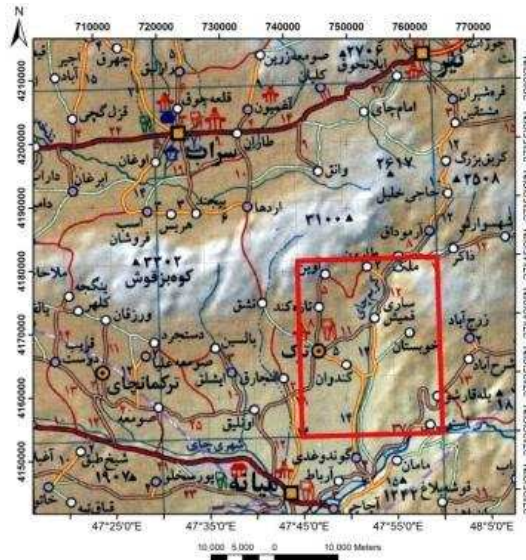
واژگان کلیدی: ترک، سراب، دگرسانی، خطواره‌ها، دورسنجی.

۱- مقدمه

از آن جایی که یکی از مهمترین کلیدهای اکتشاف ذخایر معدنی بررسی چگونگی توزیع و تنوع نواحی دگرسان شده است بدیهی است که تعیین محدوده این نواحی جهت پیشنهاد مناطق امید بخش برای اکتشاف ضروری است. همچنین بررسی کنترل‌کننده‌های ساختمانی از جمله خطواره‌ها از مهمترین روش‌ها در اکتشاف بسیار از ذخایر می‌باشد. با استفاده از نرم‌افزارهای دورسنجی می‌توان مستقیماً به سراغ کلیدهای با ارزش اکتشافی از قبیل کنترل کننده‌های ساختاری و نواحی دگرسانی رفت این کار تشخیص مناطق کانه‌سازی شده را آسان می‌سازد. در همین راستا محدوده برگه ۱:۵۰۰۰۰ ترک جهت تفکیک و بررسی این نواحی انتخاب شد.

۲- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی

برگه ۱:۵۰۰۰۰ ترک یکی از چهار برگ نقشه توپوگرافی مربوط به نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سراب می‌باشد. این محدوده بین مختصات ۴۵' ۴۷° تا ۴۸° طول خاوری و ۳۰' ۳۷° تا ۴۵' ۳۷° عرض شمالی قرار گرفته است. دسترسی به منطقه از سمت جنوب از طریق جاده ترانزیت تهران - زنجان - میانه بوده و پس از آن از طریق راه آسفالته فرعی میانه - ترک وارد محدوده مورد مطالعه می‌شویم. همچنین دسترسی به منطقه از سمت شمال از طریق جاده اصلی اردبیل - نیر وارد جاده فرعی نیر - ذاکر در جهت جنوب شده و از گوشه شمال خاوری وارد محدوده مورد مطالعه می‌شویم (شکل ۱).



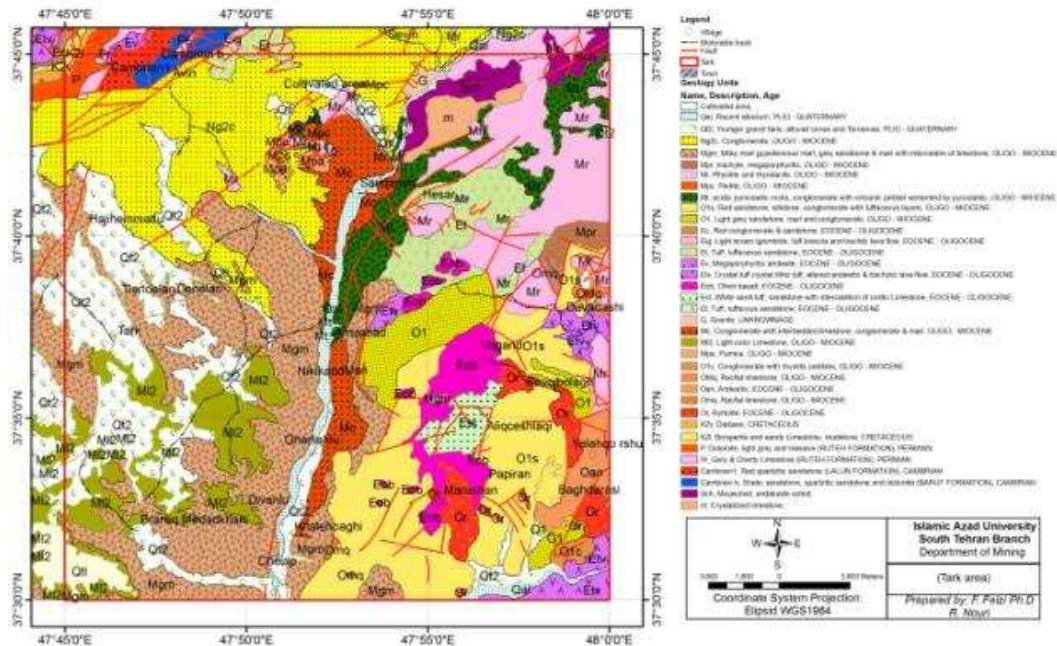
شکل ۱: نقشه راه‌های دسترسی به محدوده مورد مطالعه (منبع: اطلس راه‌های کشور مقیاس: ۱:۱۰۰۰۰۰۰)

۳- زمین‌شناسی و چینه‌شناسی عمومی

قدیمی‌ترین واحدهای سنگی محدوده مربوط به پرکامبرین می‌باشد که بیشتر در شمال باختری محدوده گسترده شده است. از واحدهای باختری محدوده می‌توان از واحد Mgm که شامل مارن و ماسه سنگ و همین‌طور واحد Ng2c که بیشتر از کنگلومرا تشکیل شده، اشاره کرد. در قسمت مرکزی محدوده واحد Mc گسترده شده که کنگلومرایبی با لایه‌های آهکی و مارن گچ دار است که این واحد کنگلومرایبی ارتباط زبانه‌ای با رسوبات مارنی Mgm دارد. قسمت‌های خاوری محدوده پراکندگی بیشتری داشته به طوری که می‌توان از واحدهای ریولیت (Mr) و آذرآواری اسیدی (Mt) و شیست نام برد. واحد Or در بخش زیرین گنبد‌های ریولیتی که شیشه‌های ولکانیکی می‌باشد، در بخش‌های جنوب خاوری محدوده گسترده شده است. روی این سنگ‌ها گدازه‌های تیره رنگ و دانه ریز همراه با توف‌های ماسه‌ای قرار گرفته که پهنه نسبتاً وسیعی را می‌پوشانند. همین‌طور واحدهای البوین بازالت (Eob) و ماسه سنگ و کنگلومرا (O1s) نیز در این محدوده قرار گرفته‌اند (بهروزی و امینی آذر، ۱۳۷۱).

۴- مطالعات دورسنجی

در ابتدا تصویر ماهواره‌ای ETM7⁺ با گذر ۱۶۷ و ردیف ۳۴ که تصحیحات هندسی بر روی آن صورت گرفته بود از سازمان زمین‌شناسی و اکتشاف مواد معدنی کشور خریداری شد. تصحیح رادیومتری نیز لازم است بر روی تصویر صورت بپذیرد. در حقیقت، تصحیح رادیومتری تبدیل DN ثبت شده به وسیله سنجنده به رادیانس و آن‌گاه تبدیل رادیانس به داده انعکاسی در سطح زمین است. طی تصحیح رادیومتری، اثر جمعی انتشار اتمسفر، اثر تفریقی جذب گازها و بخار آب موجود در اتمسفر و اثر ضربی رادیانس ورودی خورشید از تک تک باندها حذف می‌شود، به طوری که در پیکسل‌های تصویر جذب و بازتاب ناشی از پراکنش انرژی الکترومغناطیسی با مواد سطح زمین است (اکبری، ۱۳۸۸). بنابراین، تصحیح رادیومتری با استفاده از الگوریتم‌های Wavelength, Log Residual و Dark Subtract انجام گرفت.



شکل ۲: داده رقومی نقشه زمین شناسی محدوده مورد مطالعه (منبع: نقشه زمین شناسی سراب مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰)

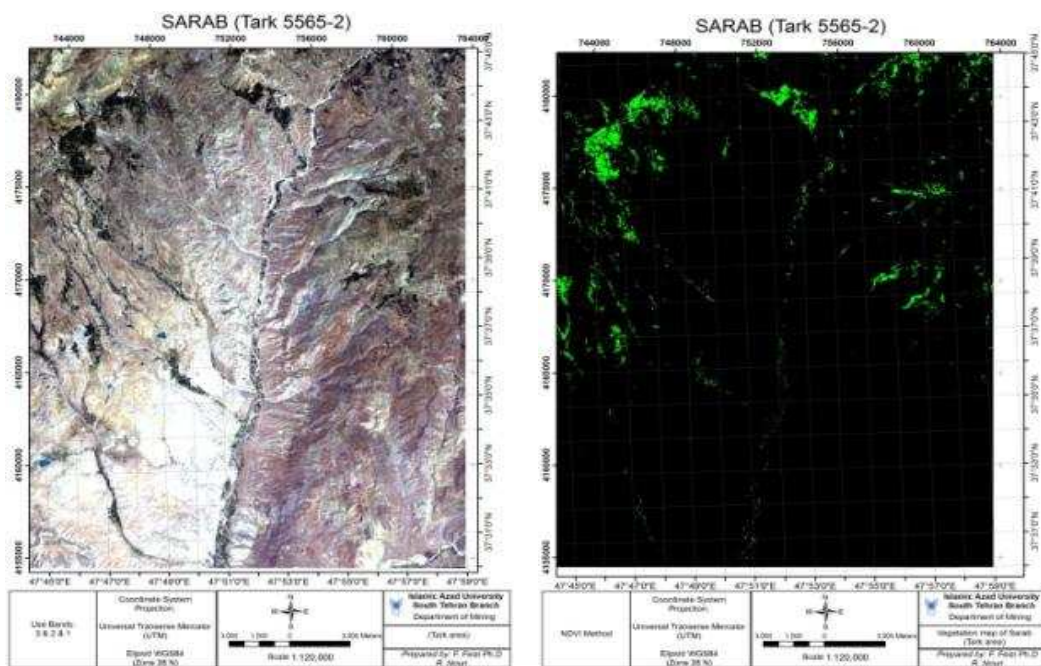
از روش NDVI نیز با کمک نرم افزار ENVI برای ماسک کردن پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه استفاده شد (شکل ۳). شکل ۴ یک نمای کلی (RGB:321) از منطقه مورد مطالعه را پس از این تصحیحات را نشان می دهد.

۴-۱- تشخیص ساختارهای خطی بر گره ۱:۵۰۰۰۰ ترک

استفاده از فیلترهای بالاگذر (High pass) مانند فیلتر آشکارساز لبهها (Edge sharpen) با ماتریس های مختلف از جمله ۳×۳ و ۵×۵ بر روی باندهای مختلف باعث بارز شدن لبه ها و شناسایی پدیده های خطی و خطواره ها می شود (شکل ۵). همین طور می توان از عوامل و فاکتورهای دیگر زمین شناسی و مورفولوژی در تفسیر شکستگی ها کمک گرفت.

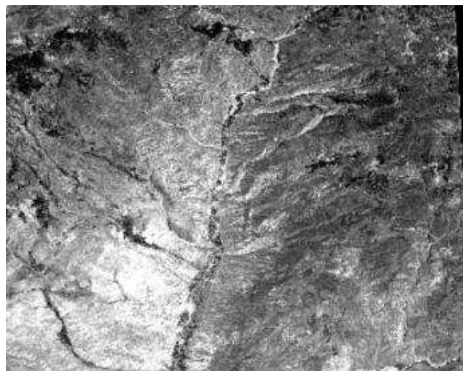
بنابراین برای استخراج ساختارهای تکتونیک منطقه، ضمن به کارگیری از روش های شرح داده شده و با ترکیب باندهای مختلف به ویژه باندهای (۱ و ۳ و ۵)، (۱ و ۲ و ۳) و مدل ارتفاعی رقومی (DEM)، خطواره های منطقه با استفاده از نرم افزار Geomatica8.1 ترسیم شدند (شکل ۶) و (شکل ۷).

همان طور که در شکل ۷ و ۸ نشان داده می شود رودخانه کریم چای در امتداد یک دره گسلی واقع شده که روند شمالی - جنوبی دارد. این گسل طویل ترین خطواره ی منطقه بوده و سایر دسته خطواره ها روند شمال باختر - جنوب خاور نشان می دهند.



شکل ۳: پوشش گیاهی در برگه ۱:۵۰۰۰۰ ترک

شکل ۴: نمای کلی از برگه ۱:۵۰۰۰۰ ترک (RGB 321)

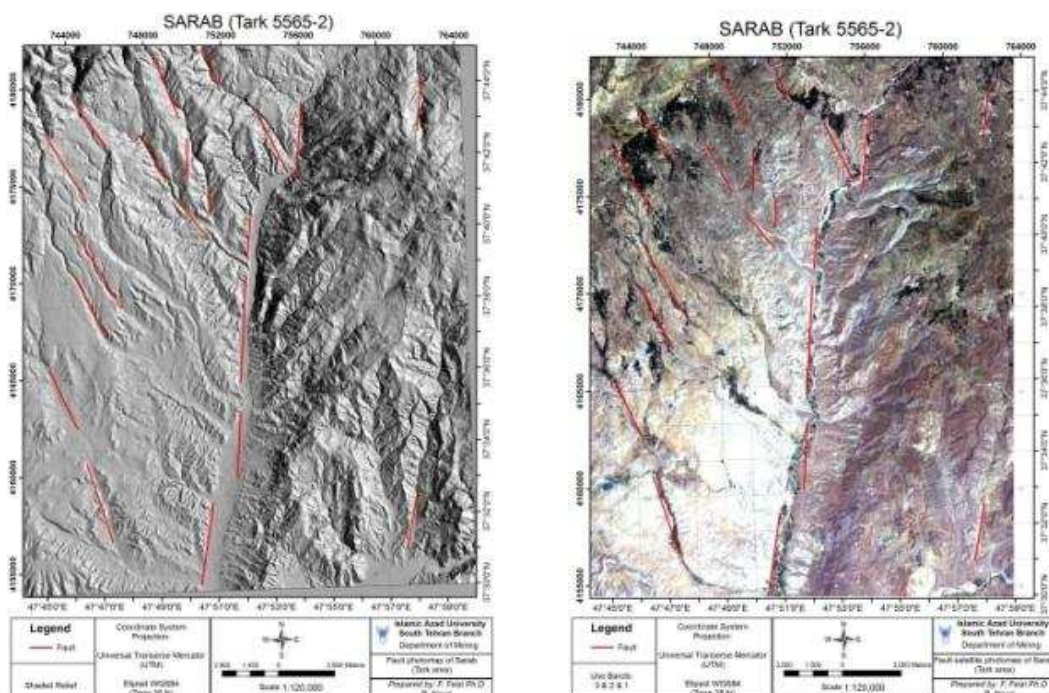


شکل ۵: فیلتر آشکارساز لبه ها با ماتریس ۳x۳ در برگه ۱:۵۰۰۰۰ ترک

۴-۲- شناسایی و تفکیک‌های دگرسانی در منطقه

جهت تشخیص دگرسانی‌ها در تصاویر ماهواره‌ای حاصل از سنجنده $ETM7^+$ می‌توان به کمک دو روش بصری (Visual) و رقمی (Digital) آن‌ها را مشخص کرد.

در روش بصری در یک ترکیب ساده، هاله‌ای از دگرسانی‌ها مشخص می‌شود که برای تفکیک آن‌ها بهتر است ۲ تا ۳ مرتبه بزرگنمایی انجام گیرد. بهترین بارزسازی برای تشخیص دگرسانی، بارزسازی خطی (Linear Enhancement) است و از ترکیب باندها هم می‌توان از (RGB531) استفاده کرد. شکل ۸ نشان‌دهنده مناطق دارای دگرسانی در برگه ۱:۵۰۰۰۰ ترک می‌باشد.

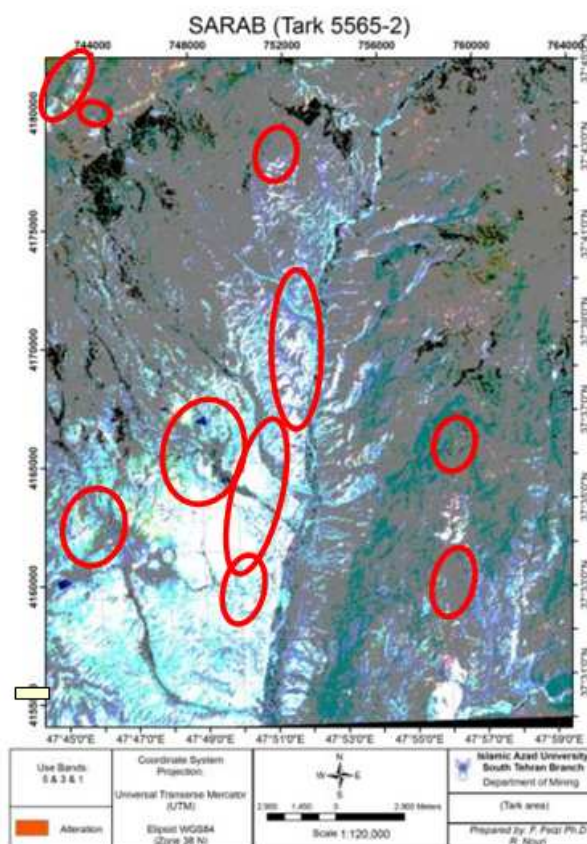


شکل ۶: گسل‌های منطقه، (RGB321) بر گره ۱:۵۰۰۰۰ ترک شکل ۷: مدل ارتفاعی رقومی با استفاده از روش Shaded Relief

روش‌های رقومی که در ادامه آمده به منظور استخراج مناطق دگرسانی گرمایی، مورد استفاده قرار گرفت:

- روش تفریق باندهی (Bands Math):

با تفریق باندها می‌توان باند مزاحم را حذف و باند مطلوب را نگه داشت، مثلاً برای دگرسانی آرژیلیک در باند ۵ بیشترین و باند ۷ کمترین نمود را در سنجنده $ETM7^+$ دارد. لذا می‌توان باند ۵ را از باند ۷ تفریق کرد. در این حالت ماکزیمم و مینیمم باند را در پدیده‌ها مشخص می‌نماییم و بنابراین پدیده‌های مشترک دارای اختلاف صفر و پدیده‌های متفاوت دارای اختلاف بالا هستند. باند ۳ نیز بیشترین و باند ۱ کمترین نمود را برای اکسید آهن دارد. در (شکل ۹) نقاط دگرسانی به صورت لایه گرافیکی صورتی (RGB: 5-7 & 4-2 & 3-1) در محدوده مورد مطالعه تفکیک گردیده‌اند.

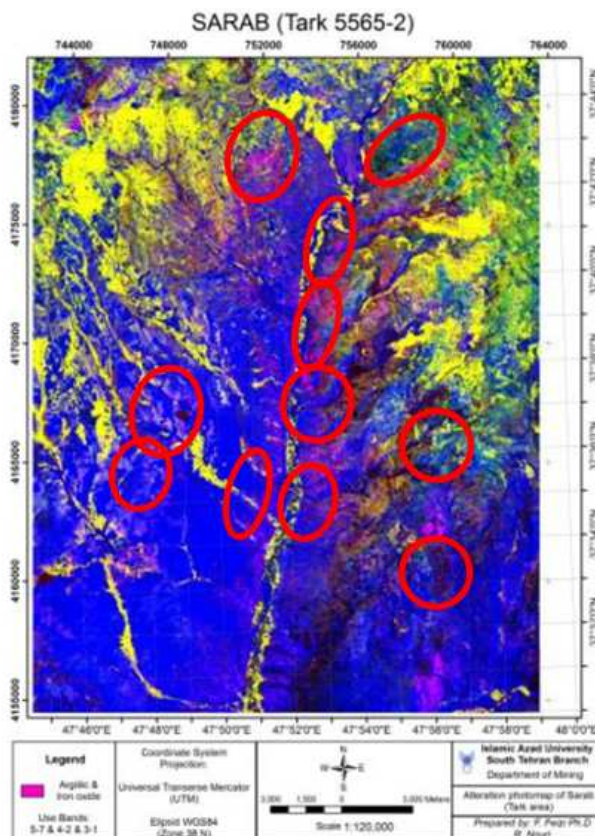


شکل ۸: نمایش دگرسانی های منطقه با استفاده از ترکیب باندهای ۱ و ۳ و ۵ در بر گه ۱:۵۰۰۰۰ ترک

- روش نسبت باندهی (Bands Ratio):

در این روش نیز با شناخت خصوصیات طیف جذبی- انعکاسی کانی باندهای مناسب که دارای بیشترین انعکاس و بیشترین جذب هستند انتخاب می‌شوند. نسبت باند بیشترین انعکاس به باند بیشترین جذب، برای بارزسازی و شناسایی کانی‌ها بسیار مفید و موثر است (کریم پور و همکاران، ۱۳۸۷).

ترکیب رنگی (RGB: 5/4, 7/3, 2/1) در بر گه ۱:۵۰۰۰۰ ترک بکار گرفته شد. به طوری که در شکل ۱۰ مشاهده می‌شود، مناطق دگرسانی آرژیلیکی به رنگ صورتی و اکسید آهن به رنگ آبی روشن در تصاویر رنگی مجازی حاصل از این ترکیب باندهای نسبتی حاصل شد. تفسیر شکل ۱۱ حاکی از این است که گستردگی نواحی دگرسانی آرژیلیک در دو سوی رودخانه کریم چای و اکسید آهن در باختر آن را نشان می‌دهد که کاملاً با تصویر رنگی مجازی حاصل از (RGB: 5-7 & 4-2 & 3-1) همپوشانی و انطباق نشان می‌دهد.

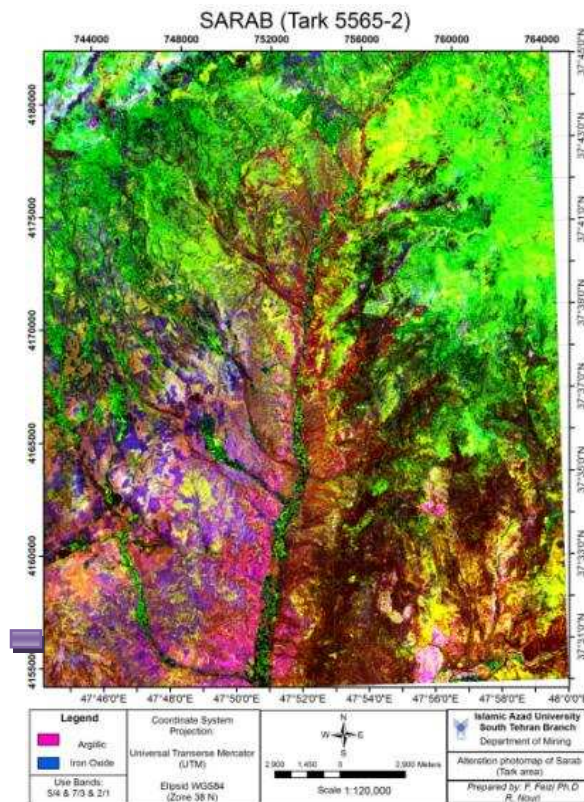


شکل ۹: تصویر رنگی مجازی حاصل باندهای ۱-۳ و ۲-۴ و ۷-۵ در بر گه ۱:۵۰۰۰۰ ترک

- روش تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی (Principal Components Analysis) یا PCA:

به منظور استفاده از چندین باند اطلاعاتی و کاهش حجم اطلاعات از روش‌های آنالیز و مولفه‌های اصلی می‌توان بهره گرفت. بیشتر داده‌های باندهای سنجنده‌های چند طیفی به خاطر تشابه بازتاب پدیده‌ها و هم پوشانی حساسیت طیفی باندها، دارای همبستگی بالایی باهم می‌باشند. این همبستگی بالا، نوعی تکرار اطلاعات بوده و با متراکم کردن اطلاعات در تصویر به تفسیر بهتر داده‌های ماهواره‌ای کمک می‌شود.

روش‌های تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی به دو بخش تقسیم می‌شود، به عبارتی می‌توان از تمامی باندهای اطلاعاتی استفاده شود (PCA استاندارد) و یا می‌توان باندهای مناسب و شناخته شده که دارای اطلاعات مناسب (روش کروستا) استفاده کرد (کریم پور و همکاران، ۱۳۸۷). در این نوشتار از روش کروستا استفاده شده که ماتریس بردار برای تعیین دگرسانی آرژیلیک (جدول ۱) و اکسید آهن (جدول ۲) محاسبه و در نهایت مولفه‌های مربوط به دگرسانی آرژیلیک و اکسید آهن با استفاده از این روش تعیین شد.



شکل ۱۰: تصویر رنگی مجازی حاصل باندهای نسبتی (2/1, 7/3, 5/4) RGB در برکه ۱:۵۰۰۰۰ ترک

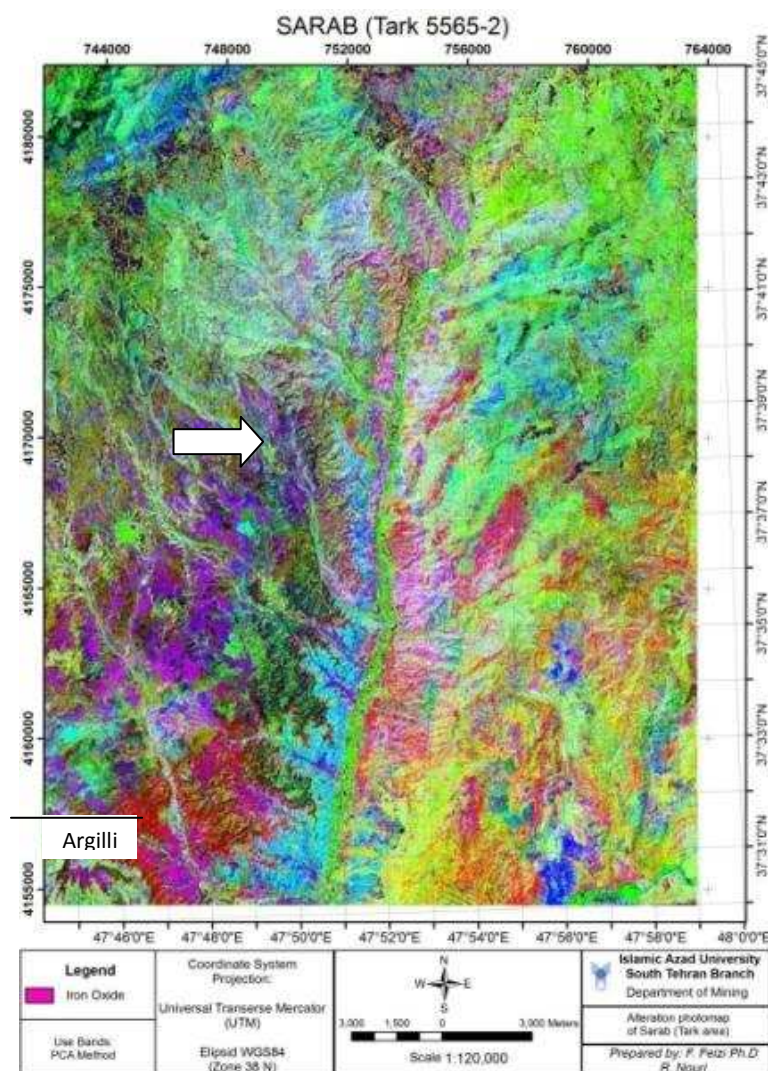
جدول ۱: ماتریس بردار ویژه باندهای ۱، ۴، ۵، ۷ سنجه $ETM7^+$ برای تعیین دگرسانی آرژلیک

Eigenvector	Band 1	Band 4	Band 5	Band 7
PC1	۰.۴۴۷۴۲۷	۰.۳۰۱۵۳۶	۰.۵۴۰۳۹۴	۰.۶۴۵۶۴۶
PC2	- ۰.۰۳۹۰۶۹	۰.۹۱۱۵۰۰	۰.۰۱۲۶۸۸	- ۰.۴۰۹۲۴۳
PC3	۰.۸۷۲۷۹۰	- ۰.۰۵۳۶۶۹	- ۰.۴۳۴۲۳۹	- ۰.۲۱۶۲۲۰
PC4	- ۰.۱۹۱۱۰۵	۰.۲۷۴۵۲۳	- ۰.۷۲۰۵۹۰	۰.۶۰۷۳۴۴

جدول ۲: ماتریس بردار ویژه باندهای ۱، ۳، ۴، ۵ سنجه $ETM7^+$ برای تعیین اکسید آهن

Eigenvector	Band 1	Band 3	Band 4	Band 5
PC1	۰.۴۶۳۸۶۸	۰.۶۵۳۰۴۴	۰.۲۹۵۳۰۷	۰.۵۲۰۷۲۴
PC2	۰.۰۸۸۷۱۶	۰.۴۴۴۰۰۶	- ۰.۸۸۱۱۶۵	- ۰.۱۳۶۱۴۶
PC3	- ۰.۴۲۲۶۹۰	- ۰.۲۳۰۵۴۱	- ۰.۲۸۶۶۹۲	۰.۸۲۸۲۴۶
PC4	۰.۷۷۳۴۹۲	- ۰.۵۶۸۵۴۴	- ۰.۲۳۲۷۰۰	۰.۱۵۵۹۴۵

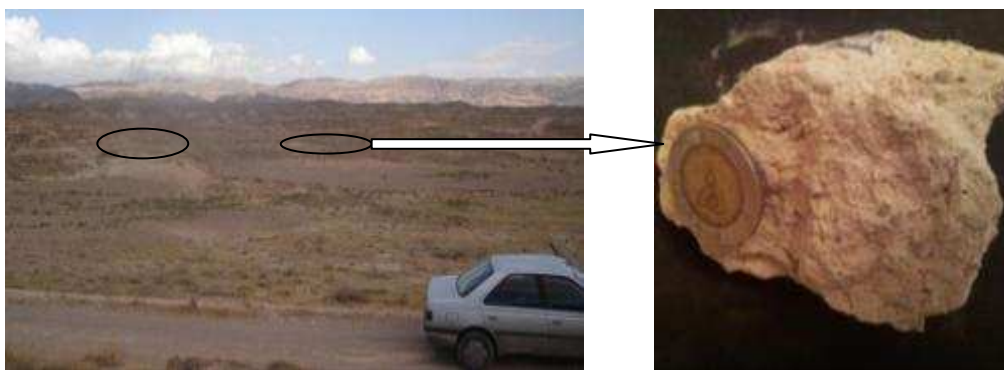
همانگونه که مشاهده می‌شود مناطق صورتی رنگ که نشاندهنده دگرسانی آرژلیک می‌باشد با شکل ۹ انطباق خوبی نشان داده و یکدیگر را تایید می‌کنند (شکل ۱۱). محدوده‌ای که در (شکل ۱۱) با فلش نشان داده شده است جهت عملیات صحرایی انتخاب شد. نمونه‌های بدست آمده حضور دگرسانی آرژلیک و صحت مطالعات دورسنجی را تایید می‌کند (شکل ۱۲). این روش برای جداسازی مناطق اکسید آهن نیز به کار گرفته شد که تفسیر تصویر حاصل از آن نشان دهنده انطباق مناسب محدوده‌های دگرسانی با تفریق و تقسیم باندی دارد (شکل ۱۳).



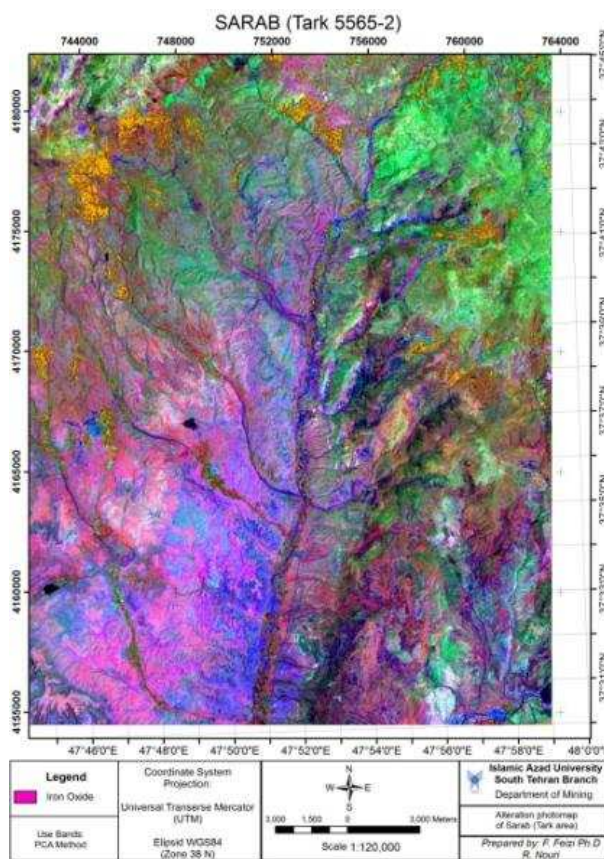
شکل ۱۱: نمایش دگرسانی آرژیلیک در محدوده مورد مطالعه به روش PCA بر گره ۵۰۰۰۰:۱ ترک

- روش پیش بینی خطی باند (Linear Band Prediction) یا Ls-Fit

از خصوصیات طیفی باندهای پیش بینی کننده (predictor bands) و مقایسه آن‌ها با یک باند خاص و یا مدل (modeled band)، یک باند باقی مانده (Ls-Fit residual) معرف کانی‌های رسی و یا اکسیدهای آهن (با توجه به باند انتخابی مدل) ایجاد می‌شود. فرضیات این روش بر این اساس است که باندها به عنوان مقادیر ورودی، متغیرهای خطی می‌باشند و مقادیر y به عنوان اطلاعات تخمین زده شده از این مقادیر به عنوان خروجی می‌باشد. باند تخمینی با استفاده از یک معادله خطی از باندهای ورودی بدست می‌آید. کانی‌هایی که نسبت به یک باند خاص حساس هستند و اختلاف خوبی از نظر جذب و یا انعکاس در این باند نشان می‌دهند با اختلاف مشاهده شده بین باند تخمین زده شده و باند اصلی قابل تفکیک می‌باشد. به عنوان مثال پیکسل‌هایی که شامل اکسید آهن هستند به باند ۳ حساس و در آن رفلکتانس بالا و غیر معمولی دارند.



شکل ۱۲: آلتراسیون آرژیلیک در منطقه ترک. نمای دور(چپ) و نمونه دستی (راست)

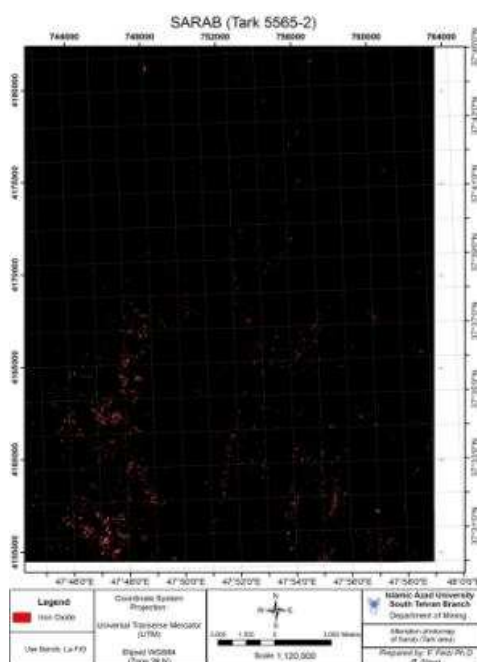


شکل ۱۳: نمایش دگرسانی اکسید آهن در محدوده مورد مطالعه به روش PCA بر گره ۱:۵۰۰۰۰ ترک

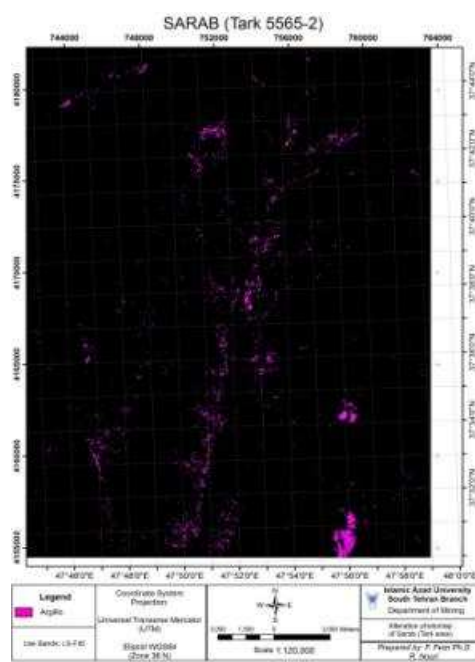
از این خصوصیت با استفاده از رگراسیون خطی در تعیین پیکسل‌های حاوی اکسید آهن استفاده می‌شود. در این روش اختلاف بین باند واقعی و باند مدل شده به عنوان یک تصویر خروجی محاسبه می‌گردد. پیکسل‌های باقی‌مانده بزرگ (مثبت یا منفی) نشان‌دهنده تصویر پیش‌بینی نشده می‌باشند (طباطبایی و همکاران، ۱۳۸۸). بنابراین، می‌توان جهت جداسازی مناطق دگرسانی آرژیلیک و اکسید آهن استفاده نمود. لذا تفسیر تصویر حاصل از این روش نشان

می‌دهد که مناطق دگرسانی آرژیلیک بدست آمده کاملاً با مناطق دگرسانی حاصل از روش نسبتی و روش تحلیل مولفه‌های اصلی هم پوشانی دارد (شکل ۱۴).

این روش همچنین جهت تفکیک مناطق اکسید آهن نیز به کار گرفته شد که نتایج آن حاکی از هم پوشانی مناسب این مناطق در هر سه روش مذکور دارد (شکل ۱۵).



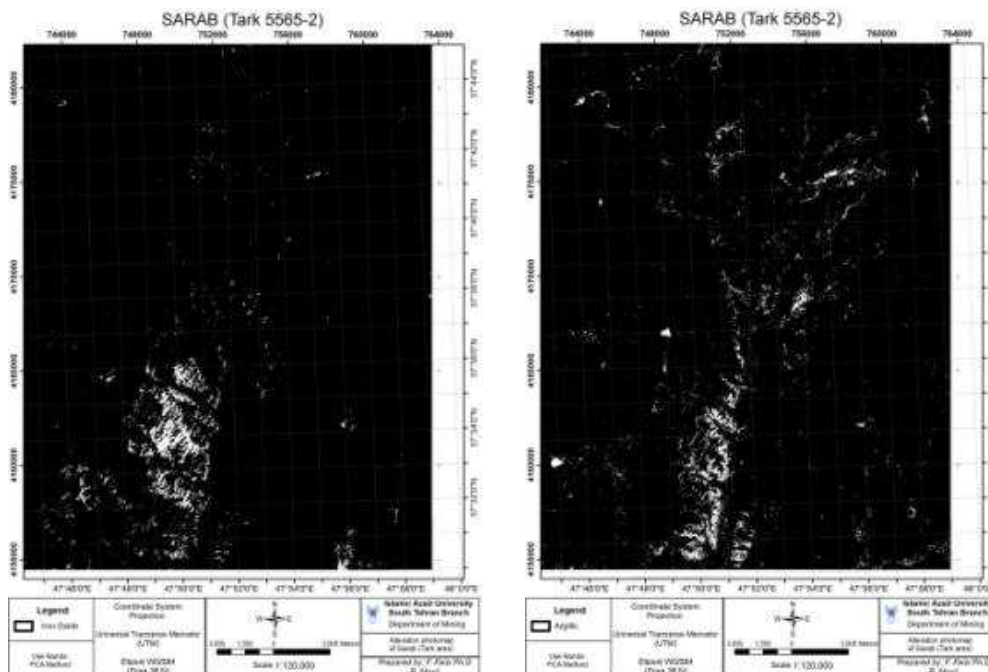
شکل ۱۵: نمایش اکسید آهن روش Ls-Fit در برگه ترک



شکل ۱۴: دگرسانی آرژیلیک، روش Ls-Fit در برگه ترک

- کسر کمترین نویز (Minimum Noise Fraction) یا MNF:

جهت تعیین ابعاد واقعی تصاویر و حذف پارازیت در داده‌ها و کاهش محاسبات ضروری در سایر پروسه‌ها از روش MNF استفاده شده است. این مکانیزم شبیه روش PCA است که در آن مولفه‌های آخر که دارای همبستگی ضعیفی با بقیه مولفه‌ها بوده و سهم پارازیتی در تصاویر دارند را بر اساس مقادیر حذف می‌نماید (Green, 1988)، (بروجردی و همکاران، ۱۳۸۸). بنابراین از MNF1 برای اکسید آهن (شکل ۱۶) و MNF4 (شکل ۱۷) به منظور تفکیک دگرسانی آرژیلیک استفاده شد. مناطق دگرسانی بدست آمده با کمک این روش، همپوشانی بسیار مناسبی با سایر روش‌های استفاده شده، دارد.



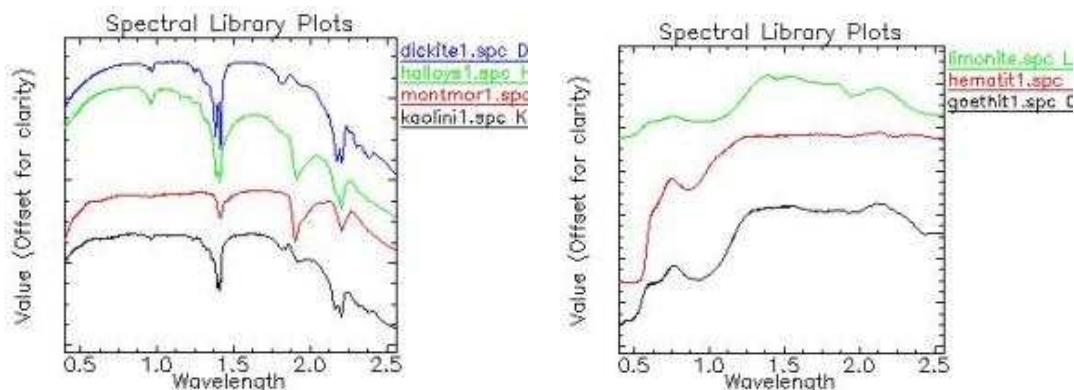
شکل ۱۷: نمایش اکسید آهن، روش MNF در برگه ترک

شکل ۱۶: دگرسانی آرژلیک، روش MNF در برگه ترک

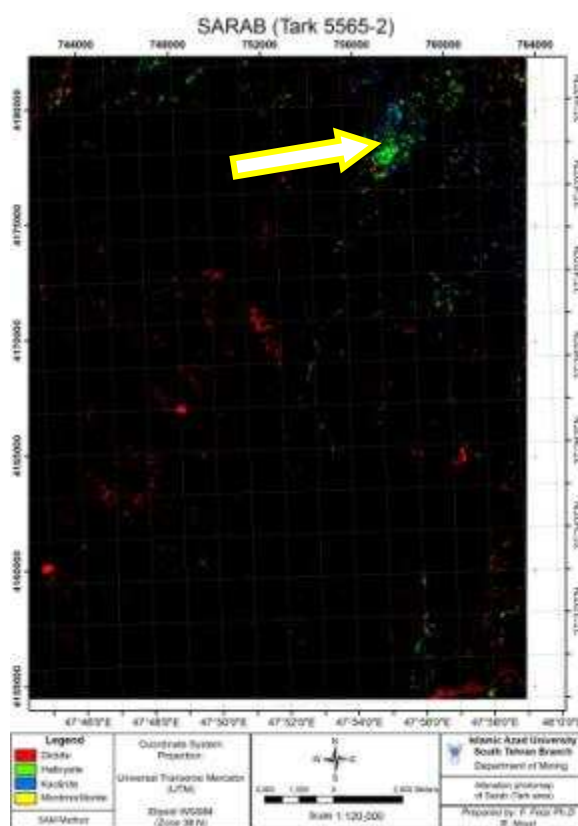
روش نقشه برداری زاویه طیفی (Spectral Angle Mapper) یا SAM

نقشه برداری زاویه به عنوان یک روش طبقه بندی هدایت شده، شیوه ای کارآمد برای مقایسه طیف تصاویر نسبت به طیفی استاندارد یا طیف مرجع است. الگوریتم این روش، مشابهت بین دو طیف را به وسیله زاویه طیفی بین آن دو محاسبه می کند. در واقع با تبدیل طیف ها به بردار در فضایی به ابعاد تعداد باندها، زاویه بین دو بردار محاسبه می شود. در این روش برای محاسبه زاویه، جهت بردارها اهمیت دارد و نه طول آن ها و در واقع مقدار روشنایی پیکسل در طبقه بندی آن تاثیری ندارد و به همین دلیل در مقایسه با روش آنالیز مولفه های اصلی دقت بیشتری در تفکیک کانی ها دارد (Mather, 2001). هرچه مقدار زاویه (بین ۰ تا ۱) کمتر باشد، شناسایی دقیق تر خواهد بود. در صورتی که مقدار زاویه ۱ باشد کل تصویر به عنوان پدیده مورد نظر شناسایی می گردد. (بابایی و رنجبر، ۱۳۸۷).

نمودار طیفی کانی های مختلف طیف آزمایشگاهی مجموعه USGS برای پردازش در شکل ۱۸ آمده است. شکل ۱۹ نشان دهنده مناطق آلتراسیون آرژلیک با استفاده از روش SAM می باشد. همان طور که مشاهده می شود این مناطق با کمک تکفیک کانی شناسی شامل کانی های دیکیت، هالوسیت و کائولینیت می باشد. شکل ۲۰ نشان دهنده عکس عملیات صحرائی از منطقه ای است که در تصویر ۱۹ با فلش مشخص شده است. شکل ۲۱ نشان دهنده اکسید آهن با استفاده از روش SAM است. همان طور که مشاهده می شود این مناطق با کمک تکفیک کانی شناسی شامل کانی های لیمونیت، هماتیت و گوتیت می باشد.



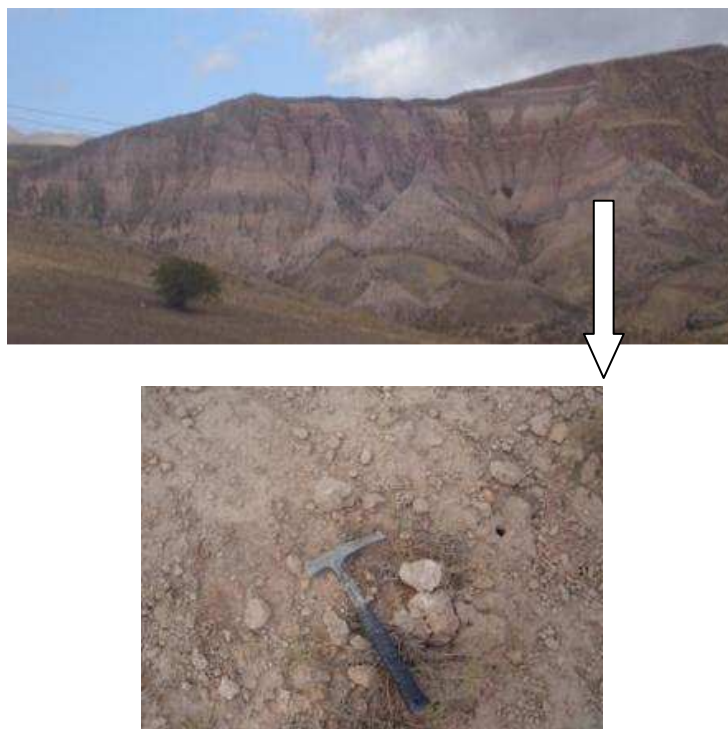
شکل ۱۸: نمودار آزمایشگاهی بازتاب کانی های اکسید آهن (راست) و آرژیلیک (چپ)



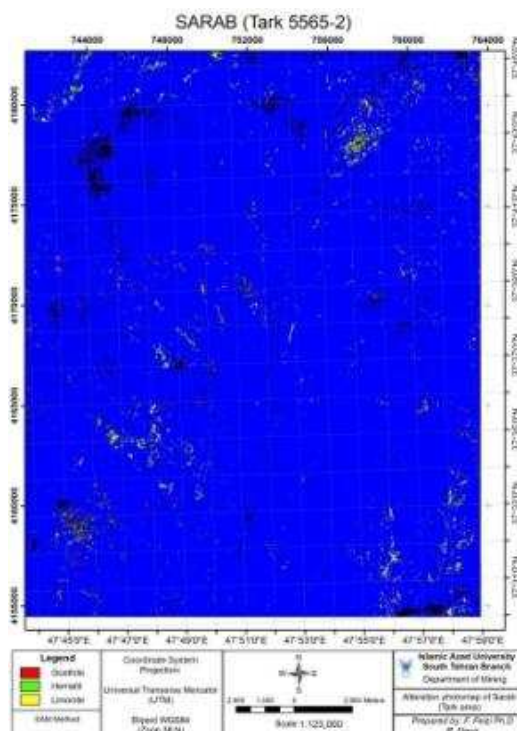
شکل ۱۹: نمایش آلتراسیون آرژیلیک در برگه ۵۰۰۰۰:۱ترک به روش SAM

۴-۳- تلفیق لایه های اطلاعاتی

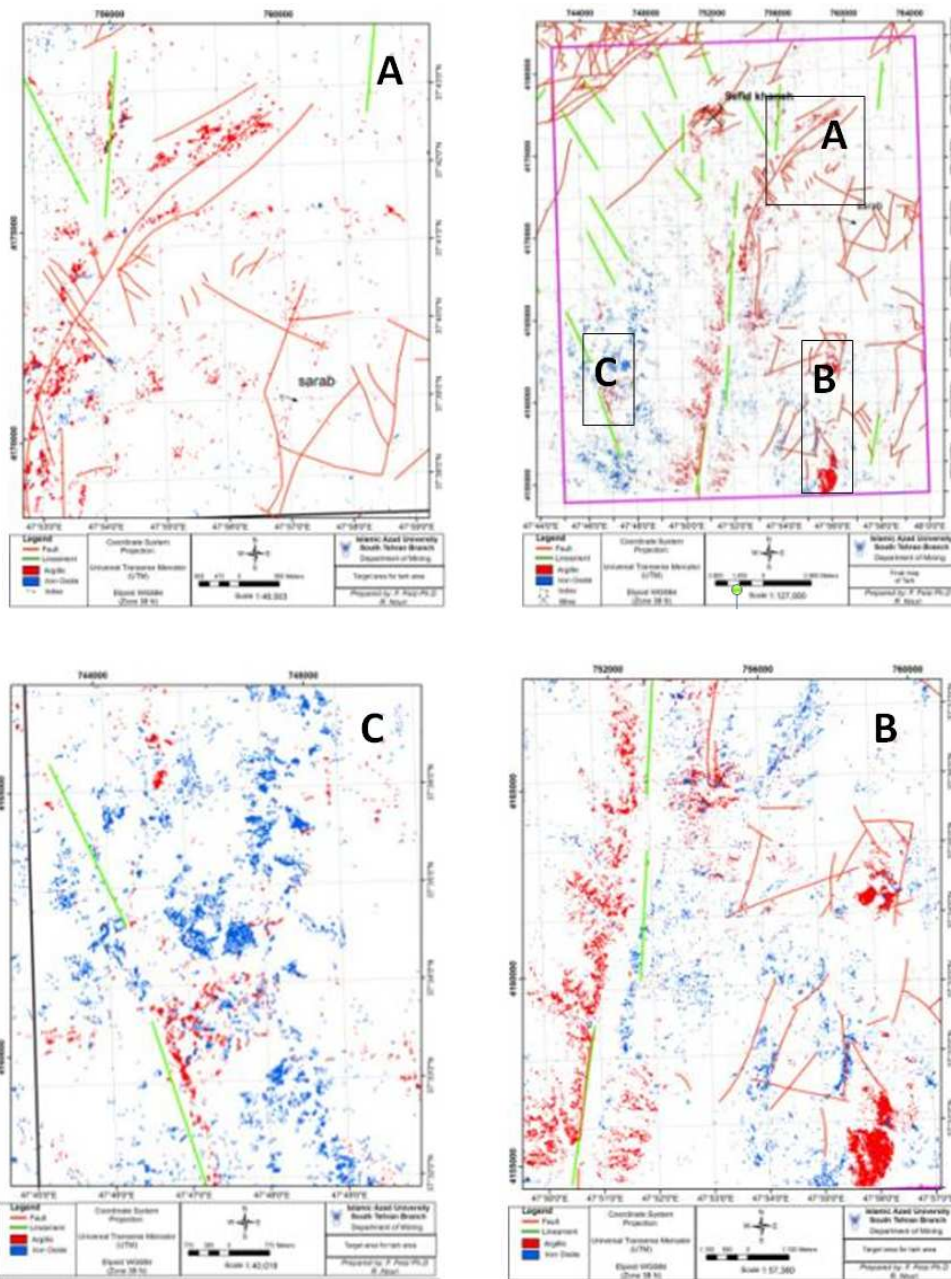
به منظور استفاده از داده های دورسنجی و نقش کلیدی آن ها در شناسایی مواد معدنی، لایه های گسل ها و خطواره ها، لایه های مناطق دگرسانی آرژیلیک و اکسید آهن و لایه زمین شناسی اقتصادی (اندیس و معادن) با یکدیگر تلفیق شدند (شکل ۲۲- بالا سمت راست) و با توجه به پراکندگی آنها سه ناحیه جهت مطالعات بیشتر پیشنهاد گردید (شکل ۲۲- A, B, C).



شکل ۲۰: مجموعه کانی های رسی در منطقه ترک. نمای دور (بالا) نمای نزدیک (پایین)



شکل ۲۱: نمایش اکسید آهن در برگه ۵۰۰۰۰:۱ ترک به روش SAM



شکل ۲۲: تلفیق لایه‌های اطلاعاتی (بالا سمت راست) و معرفی نواحی امید بخش ناحیه ترک

۵- نتیجه گیری

- مطالعات دورسنجی صورت گرفته در ناحیه ترک حاکی از نقش داده‌های ماهواره‌ای در اکتشافات مواد معدنی دارد.
- با استفاده از فیلترهای مختلف و ترکیبات رنگی، خطواره‌های ناحیه مورد مطالعه تعیین شد.
- خطواره‌های اصلی روند شمالی - جنوبی داشته که همسو با رودخانه گرمی چای می‌باشد.
- خطواره‌هایی نیز با روند شمال باختر - جنوب خاور در ناحیه نیز مشخص شدند.

- دگرسانی‌های منطقه با استفاده از روش‌های تفریق بانندی، نسبت بانندی، تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی، پیش بینی خطی باند، کمترین نویز و نقشه برداری زاویه طیفی تفکیک گردیدند.
- روش‌های به کار گرفته شده برای تعیین دگرسانی آرژیلیک و اکسید آهن، همدیگر را تایید می‌کردند.
- با توجه به روش‌های استفاده شده، اکثر دگرسانی‌های آرژیلیک در قسمت‌های جنوبی و مرکزی ناحیه مورد مطالعه و مناطق اکسید آهن در قسمت‌های جنوبی باختری گسترده شده‌اند.
- بیشتر دگرسانی‌ها در امتداد خطواره‌ها رخ داده بودند.
- عملیات صحرایی، نتایج مطالعات دورسنجی را تایید می‌کند.
- با تلفیق کلیه لایه‌های اطلاعاتی، سه ناحیه جهت مطالعات بیشتر پیشنهاد گردید.

۶- سیاست‌گذاری

این تحقیق در غالب طرح پژوهشی بررسی ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ سراب با تکیه بر مطالعات دورسنجی حاصل از تصاویر ETM7⁺ و ASTER به منظور شناسایی مناطق محتمل معدنی و با حمایت دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب انجام پذیرفته شده است.

منابع

۱. اطلس راه‌های کشور، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰، ۱۳۹۰، موسسه گیتاشناسی.
۲. بابایی، م. و رنجبر، ح.، ۱۳۸۷. دوازدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب.
۳. بروجردی، ع؛ اصلانی، س. و کرمی، ج.، ۱۳۸۸. تفکیک مناطق دگرسانی اندیس مس-طلای سربیشه با استفاده از دورسنجی: روش طبقه‌بندی هدایت شده، بیست و هفتمین گردهمایی علوم زمین و سیزدهمین سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات مواد معدنی کشور.
۴. بهروزی، ا. و امینی آذر، ر.، ۱۳۷۱، گزارش نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰۰ سراب، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
۵. طباطبایی، ح؛ منصوری اصفهانی، م. و طبائی، م.، ۱۳۸۸. بررسی دگرسانی‌های هیدروترمال در ارتباط با کانی‌زایی بنتونیت و مس در ناحیه زفره-مهرآباد با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای، اولین جشنواره ی برترین‌های معدن استان اصفهان.
6. Green, A.A.; Berman, M.; Switzer, P. and Craig, M. D., 1988. A transformation for ordering multispectral data in terms of image quality with implications for noise removal: IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, v. 26, no. 1, p. 65-74.
7. Mather, P.M., 2001. Computer processing of remotely-sensed images. An introduction, second edition, Wiley and Sons of imaging spectrometer data. Remote Sensing of Environment, 44(2-3), pp. 145-163.