

کاربرد دورسنجی جهت شناسایی نواحی مستعد کانی‌زایی در محدوده روستای هلاک‌آباد

سبزوار

مظلوم منصوره ۱* - ابراهیمی خسرو ۱ - کریم‌پور محمد حسن ۱ - حسین‌مردی علی ۲

۱- گروه زمین‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد

۲- گروه دورسنجی سازمان زمین‌شناسی کشور

چکیده

منطقه مورد مطالعه در محدوده $57^{\circ}36'$ طول شرقی و $35^{\circ}58'$ عرض شمالی و در زون سبزوار واقع گردیده است. مجموعه توف سبز به همراه سنگ‌های ولکانیکی آندزیتی و داسیتی با سن کرتاسه بالایی- پالئوسن در منطقه گسترش زیادی داشته و نفوذ توده‌های ساب و لکانیک با سن میوسن در آنها، باعث دگرسانی و کانه‌زایی در محدوده مورد مطالعه شده است. مطالعات سنجش از دور در محدوده روستای هلاک‌آباد روی داده‌های ماهواره لندست ETM^{+7} و استر و ایجاد تصاویر رنگی با تلفیق باندهای مختلف، تصاویر نسبتی، تصاویر تفریقی و روشهای تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA) موجب شناسایی کانی‌های کائولینیت، مونت‌موریونیت، سرسیت، کلریت، اپیدوت، آلونیت، کوارتز، هماتیت و ژیپس شد. زون‌های آلتراسیون عمدتاً توسط دو گسل اصلی با روند شمال باختری- جنوب خاوری کنترل شده است. بعد از حصول نتایج پردازش تصاویر ماهواره‌ای کنترل صحرایی در قسمتی از واحد دگرسان شده (حد فاصل روستای هلاک‌آباد تا معدن کائولن هلاک‌آباد) صورت پذیرفت و نقشه‌های زمین‌شناسی، دگرسانی، ژئوشیمی و کانی‌سازی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ ترسیم شد. در نهایت با تلفیق نتایج، منطقه به عنوان یکی از نواحی مستعد جهت اکتشاف کانسارهای مس پورفیری معرفی می‌گردد.

The applicaton of remote sensing for exploration of prepared mineralization zones of Halak abad area (Sabzevar, Iran)

Mazloom, M Ebrahimi, K, . Karimpour, M.H.and Hossinmardy,A.

Abstract

The investigated area is located between $57^{\circ}36'$ E and $35^{\circ}58'$ E. It is situated within Zabzevar zone. The main Rock units are green tuff and volcanic rocks such as Andesite, Dacitic with upper Cretaceous-Paleocene age, of is extendad in the area and intruded by Miocene subvolcanic plutons caused alteration and mineralization. The remote sensing studies Halakabad Landsat ETM^{+7} and Aster and making colored pictures with merging of different bands, ratioal pictures, diffiaccional pictures and principle componen (PCA) which have led to recognize Caolinite, Montmorillonite, Chlorite, Epidote, Alunit, Quartz, Hematite and Gypsum minerals. Alteration zones are predominantly controlely by two main faults with a trend of NW-SE. After field investigation in ore body and altered parts and proccsing of satellite pictures field checking was done. The geology, alteration, geochemistry and mineralization with the scale of 1:10000 was drown. Finally, with merging of data, the area is introduced as a rigan which is potentially talented for exploration of porohyry Cu deposits.

مقدمه: منطقه مورد مطالعه در بخش شمالی ایران مرکزی قرار دارد. رخنمون‌های سنگی این ناحیه مربوط به رشته کوه‌های جنوب دشت نیشابور- سبزوار است. منطقه مورد مطالعه در روستای هلاک‌آباد ششتمد سبزوار در استان خراسان رضوی، در محدوده $57^{\circ}36'$ طول شرقی و $35^{\circ}58'$ عرض شمالی و در فاصله ۳۰ کیلومتری جنوب غربی شهرستان و در مجاورت روستای هلاک‌آباد واقع گردیده است. هدف از مطالعه تصاویر ماهواره‌ای در منطقه را می‌توان به این صورت خلاصه کرد: (۱) تفکیک واحدهای سنگی و بررسی پراکندگی آنها (۲) تشخیص و ترسیم شکستگی‌ها و گسله‌ها به منظور بررسی وضعیت ساختاری منطقه (۳) تشخیص و تفکیک نواحی دگرسان شده (۴) بررسی رابطه نواحی دگرسانی با سیستم شکستگی‌ها و گسله‌ها. **مراحل کار:** به منظور دستیابی به اهداف فوق ابتدا مراحل آماده سازی (پیش پردازش) تصویر و سپس پردازش و تفسیر آن را انجام دادیم. محدوده مورد مطالعه در صحنه (Scene) اطلاعاتی با شمار گذر ۱۶۰-

ردیف ۳۵ ماهواره لندست قرار می‌گیرد. پردازش تصاویر توسط نرم افزار Geomatica انجام گرفته است اولین گام از روند پردازش داده‌ها انجام تصحیحات هندسی است. برای تصحیح تصویر از نقشه‌های توپوگرافی ۵۰۰۰:۱ منطقه استفاده شده است که در نهایت تصاویری که با واقعیت زمین انطباق بیشتری دارد را جهت پردازشهای اصلی ایجاد می‌کند.

۱- پردازش تصویر به منظور تفکیک واحدهای سنگی منطقه و بررسی پراکندگی آنها:

ترکیب رنگی ۵،۳،۱ با کنتراست خطی (Linear) بهترین ترکیب برای جدا کردن واحدهای سنگی موجود در گوشه شمال باختری برگه ششم می‌باشد (تصویر ۱). بر اساس واحدهای سنگی تفکیک شده روی این تصویر و نقشه زمین‌شناسی برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ ششم واحدهای سنگی کرتاسه فوقانی، گسترش زیادی در منطقه دارند و شامل مجموعه‌ای از سنگ‌های ولکانیکی (توف، آندزیت، داسیت) و رسوبی (عمدتاً آهک‌های نواحی عمیق و مارن) است و به رنگ سبز تیره در تصویر مشخص است. آخرین فعالیت‌های ماگمایی مربوط به جایگزینی ماگمای اسیدی ساب ولکانیک در قالب یک واحد داسیتی می‌باشد که زمان خروج آن به بعد از میوسن نسبت داده می‌شود. این واحد به صورت نوار باریکی با بازتاب رنگی سفید تا زرد طلایی و با روند شمال غرب- جنوب شرق در گوشه شمال غربی ورقه ششم رخمون دارد و مطالعه سنگ شناسی در قسمتی از این واحد صورت پذیرفت و به دنبال آن توده‌های نفوذی کوآرتز مونزونیت، مونزو دیوریت و دیوریت که بافت اغلب آنها پورفیری بوده، برای اولین بار در آن تفکیک گردید. کنگلومرا، ماسه سنگ، مارن‌های نئوزن و کوآرتز جوان‌ترین واحدهای سنگی منطقه را تشکیل داده است.

۲- تشخیص و ترسیم شکستگی‌ها و گسله‌ها به منظور بررسی وضعیت ساختاری منطقه

تصویر ماهواره لندست سنجنده ETM^+ گوشه شمال غربی برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ ششم با ترکیب باندی ۵۳۱ در محیط RGB مشاهده شده است. با اعمال آشکارسازهای مختلف و بکارگیری فیلتر Edgesharpening روی تصویر، خطواره‌ها آشکارسازی شده و در نهایت نقشه گسل‌های گوشه شمال باختری برگه ششم ترسیم شد (تصویر ۲).

با توجه به اینکه جعفریان (۱۳۷۷) روند رخمون‌ها و عناصر تکتونیکی موجود در برگه ششم را معمولاً شرقی- غربی و اندکی شمال غربی- جنوب شرقی دانسته است اما مطالعات نشان می‌دهد که در گوشه شمال غربی برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ ششم گسل‌های بزرگ روند شمال باختری- جنوب خاوری داشته و گسل‌های کوچکتری با روند شمال خاوری- جنوب باختری آنها را قطع نموده است.

۳- پردازش تصویر به منظور شناسایی و تفکیک زون‌های دگرسانی منطقه:

در این بخش با پردازش تصاویر و آشکارسازی دگرسانی‌ها سعی نموده‌ایم تا انواع دگرسانی و میزان گسترش آنها، رابطه انواع دگرسانی‌ها با یکدیگر و با سیستم درزه‌ها و شکستگی‌ها را مشخص کنیم. در این بخش پس از جدایش زون‌های دگرسانی بر روی تصویر ETM^+ 7 جهت تفکیک بیشتر از تصویر ASTER منطقه نیز استفاده کرده‌ایم.

الف) پردازش تصویر ETM^+ منطقه به منظور آشکارسازی دگرسانی‌ها:

الف-۱) تصاویر رنگی مجازی: با توجه به رفتار طیفی کانی‌های هیدروکسیل تصویر رنگی مجازی ۵۳۱ برای تفکیک بخش‌های آرژیلی می‌تواند مناسب باشد. در این تصویر مناطقی که به رنگ سفید تا زرد طلایی دیده می‌شود احتمالاً مربوط به بخش‌های آرژیلی می‌باشد. برای قضاوت دقیق‌تر باید نتایج بدست آمده از تصاویر دیگر و نیز برداشت‌های صحرایی را هم در نظر گرفت. بدین منظور نمونه‌های برداشت شده از نواحی دگرسانی را هم بر روی تصویر پیاده گردید (تصویر ۳).

الف-۲) - تصاویر نسبتی و تفاضلی: برای انتخاب باندها جهت انجام عملیات تقسیم یا تفریق از باندهائی استفاده می‌شود که کمترین همبستگی را داشته باشند. ترکیب باندی تفریقی (1-3)(2-4)(7-5) در محیط RGB مشاهده شد. در این تصویر ترکیبی نواحی دگرسانی شدید که هر دو گروه کانی‌های اکسید آهن و هیدروکسیل حضور دارند با بازتاب‌های رنگی صورتی یا بنفش از سایر بخش‌ها تفکیک شده‌اند. تصویر ۴ تصویر نسبتی ساخته شده به صورت $RGB=5/7,5,4/3$ را نشان می‌دهد که در آن مناطق دگرسانی با بازتاب رنگی زرد آشکار سازی شده است.

در روش PCA دستیابی به شاخص‌های مستقل (غیر همبسته) بسیار مفید است، زیرا عدم همبستگی نشان می‌دهد شاخص‌ها جنبه‌های متفاوتی از داده‌ها در خود جای داده‌اند. در تجزیه مؤلفه‌های اصلی اولین PCA دارای حداکثر واریانس است اما در PCAهای بعدی به ترتیب میزان واریانس کمتر می‌شود، بنابراین این PCAها برای نشان دادن یک پدیده خاص مفیدتر می‌باشند. بطور کلی هرچه متغیرهای اولیه همبستگی و واریانس بالاتری داشته باشند و هرچه واریانس مؤلفه‌های آخر کم و قابل چشم پوشی باشد، کارایی این روش بالاتر می‌رود. در جداول ۱ تا ۶ اطلاعات آماری مربوط به کاربرد روش‌های کروسنا در آشکارسازی کانی‌های رسی و اکسیدهای آهن آمده است.

جدول ۱- ماتریکس همبستگی بین باندهای مورد استفاده در روش کروستا به منظور آشکارسازی کانی‌های رسی (یافته‌های تحقیق)

Correlation Matrix	Band 1	Band 4	Band 5	Band 7
Band 1	۱/۰۰۰۰۰۰			
Band 4	۰/۹۷۳۸۶۰	۱/۰۰۰۰۰۰		
Band 5	۰/۹۷۳۲۳۷	۰/۹۸۰۶۲۸	۱/۰۰۰۰۰۰	
Band 7	۰/۹۷۰۳۴۲	۰/۹۷۰۹۳۲	۰/۹۹۵۸۰۰	۱/۰۰۰۰۰۰

جدول ۲- مقادیر مربوط به واریانس مولفه‌های اصلی در روش کروستا به منظور آشکارسازی کانی‌های رسی (یافته‌های تحقیق)

مؤلفه	Pc1	Pc2	Pc3	Pc4
مقدار ویژه	۵۹۴۸/۳۳۵۹۳۷	۵۵/۲۹۶۲۸۶	۳۵/۲۳۴۲۳۵	۵/۰۹۱۷۲۵
درصد واریانس	%۹۸/۱	%۰/۹۱	%۰/۵۸	%۰/۰۸
درصد تجمعی واریانس	%۹۸/۱	%۹۹	%۹۹/۵	%۹۹/۶

جدول ۳- بردار ویژه مربوط به مولفه‌های اصلی در روش کروستا به منظور آشکارسازی کانی‌های رسی (یافته‌های تحقیق)

Eigenvec	Band 1	Band 4	Band 5	Band 7
۱	۰/۴۵۳۷۲۳	۰/۴۷۷۴۸۰	۰/۵۶۱۱۳۵	۰/۵۰۱۲۷۴
۲	۰/۵۹۴۳۸۹	۰/۴۵۷۸۰۰	-۰/۳۹۹۶۸۲	-۰/۵۲۶۶۶۴
۳	۰/۶۶۱۵۷۱	-۰/۷۲۱۳۴۲	-۰/۰۸۶۹۰۵	۰/۱۸۵۵۷۱
۴	۰/۰۵۶۲۲۶	-۰/۲۰۵۱۷۵	۰/۷۱۹۶۰۴	-۰/۶۶۰۹۹۳

جدول ۴- ماتریکس همبستگی بین باندهای مورد استفاده در روش کروستا به منظور آشکارسازی اکسیدهای آهن (یافته‌های تحقیق)

Correlation Matrix	Band 1	Band 3	Band 4	Band 5
Band 1	۱/۰۰۰۰۰۰			
Band 3	۰/۹۸۸۱۹۳	۱/۰۰۰۰۰۰		
Band 4	۰/۹۷۳۸۶۰	۰/۹۸۰۴۷۸	۱/۰۰۰۰۰۰	
Band 5	۰/۹۷۳۲۳۷	۰/۹۸۹۷۸۵	۰/۹۸۰۶۲۸	۱/۰۰۰۰۰۰

جدول ۵- مقادیر مربوط به واریانس مولفه‌های اصلی در روش کروستا به منظور آشکارسازی اکسیدهای آهن (یافته‌های تحقیق)

مؤلفه	Pc1	Pc2	Pc3	Pc4
مقدار ویژه	۶۵۷۹/۱۵۲۵۱۴	۴۲/۳۳۹۲۹۵	۳۴/۳۷۳۴۶۸	۱۰/۳۶۲۵۶۹
درصد واریانس	%۹۸	%۰/۶	%۰/۵	%۰/۱
درصد تجمعی واریانس	%۹۸	%۹۸/۶	۹۹/۱	%۹۹/۲

جدول ۶- بردار ویژه مربوط به مولفه‌های اصلی در روش کروستا به منظور آشکارسازی اکسیدهای آهن (یافته‌های تحقیق)

Eigenvec	Band 1	Band 3	Band 4	Band 5
۱	۰/۴۳۳۰۳۱	۰/۵۶۸۲۵۷	۰/۴۵۴۳۴۸	۰/۵۳۲۱۰۶
۲	-۰/۷۲۲۷۲۶	-۰/۲۴۳۴۵۷	۰/۳۸۱۹۲۲	۰/۵۲۲۰۴۵
۳	۰/۱۷۱۵۱۷	-۰/۳۰۹۲۴۹	۰/۷۹۶۹۰۹	-۰/۴۸۹۷۷۸
۴	۰/۵۱۰۶۲۰	-۰/۷۲۲۶۱۹	-۰/۱۱۲۴۲۲	۰/۴۵۲۱۶۱

در این بخش با استفاده از روش‌های مختلف ساختن PCA تصاویری بدست آمد که نشان دهنده مناطق دگرسانی آرژیلی و اکسیدی در منطقه باشند. چنانچه مشاهده می‌شود مؤلفه‌هایی که برای ساختن تصویر استفاده گردید دارای کمترین واریانس می‌باشند.

- در تصویر حاصل از ترکیب (PC4 1,4,5,7) (PC2 5,7) (5/7) مناطق دگرسانی آرژیلی دارای درجه روشنی واضحی بوده و با بازتاب رنگی زرد دیده می‌شود (تصویر ۵).

- تصویر حاصل از ترکیب (PC4 1,3,4,5) (PC2 3,1) (3/1) به منظور نشان دادن مناطق دارای اکسید آهن. بخشهای اکسیدی در این تصویر با بازتاب رنگی زرد دیده می‌شوند (تصویر ۵).

(ب) پردازش تصویر ASTER منطقه به منظور آشکارسازی دگرسانی‌ها در اینجا نیز برای شناسایی کانیها باید خصوصیات جذب و انعکاس آنها مورد توجه قرار داد و باندهایی را که دارای جذب و انعکاس قابل توجهی هستند را شناسایی کرد. در این قسمت جهت تفکیک بیشتر دگرسانی‌های موجود در منطقه از تصاویر رنگی مجازی استفاده نمودیم که در زیر به آنها اشاره می‌نمایم:

(ب-۱): ترکیب رنگی $RGB = 3,2,1$ با کنتراست خطی برای تشخیص دگرسانی‌های اکسید آهن (تصویر ۷) در این تصویر نواحی اکسیدی به رنگ طلایی روشن تا سفید دیده می‌شوند.

(ب-۲): ترکیب رنگی $RGB = 4,5,6$ با کنتراست خطی برای تشخیص دگرسانی آرژیلی مناسب می‌باشد (تصویر ۷)

(ب-۳): ترکیب رنگی $RGB = 4,6,8$ با کنتراست خطی برای تشخیص دگرسانی پروپیلیتی. در این ترکیب بخشهای پروپیلیتی به رنگ سبز روشن تا تیره دیده خواهند شد. این تصویر نشان می‌دهد که دگرسانی پروپیلیتی بیشتر به صورت هاله‌ای در اطراف زون‌های دگرسانی آرژیلی قرار می‌گیرد. مشاهدات صحرانی نیز این نتیجه را تأیید می‌کند (تصویر ۷).

۴- بررسی نواحی دگرسانی و رابطه آن با سیستم شکستگی‌ها و گسله‌ها:

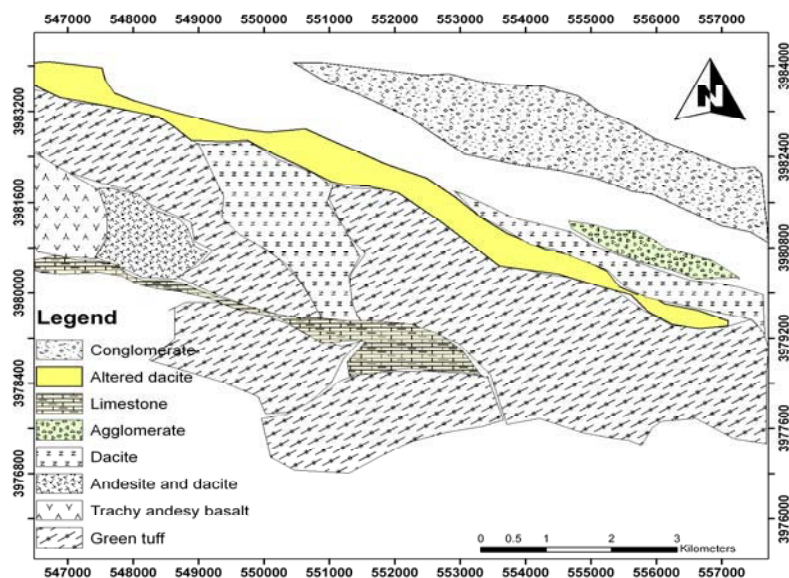
با توجه به نتایج حاصل از پردازش تصاویر ماهواره لندست و استر دگرسانی در این منطقه دارای ابعاد ۰/۵*۷ کیلومتر مربع بوده، شکل کشیده و خطی با روند شمال باختری-جنوب خاوری داشته است. شدت، پیوستگی و تنوع دگرسانی پروپلینیک، آرژلیک، سرسینیک و سیلیسی و فراوانی اکسیدهای آهن (هماتیت، گونیت و لیمونیت) نیز در این منطقه قابل توجه است لازم به ذکر است که دگرسانی می‌تواند با گسل‌های موازی با روند شمال باختری-جنوب خاوری که واحدهای توفی- آندزیتی و داسیتی را قطع نموده مرتبط باشد.

نتیجه گیری: در محدوده روستای هلاک آباد سبزوار کانی‌های ثانویه کانولینیت، مونتوربونیت، سرسیت، کلریت، اپیدوت، آلونیت، کوارتز و هماتیت با استفاده از تکنیک‌های مختلف پردازش تصاویر ماهواره‌ای در فضای دو گسل اصلی با روند شمال باختری-جنوب خاوری شناسایی شده است. این گسل‌ها توانایی انتقال مقادیر زیادی از سیالات گرمایی را دارند. این فاکتور جهت تعیین مناطق با پتانسیل کانه‌زایی حائز اهمیت است. به دنبال این، کنترل‌های صحرایی در بخشی از این کمربند آلتره (حد فاصل روستای هلاک آباد تا معدن کائولن هلاک آباد) انجام شد و نقشه‌های زمین‌شناسی، دگرسانی، ژئوشیمی و کانی‌سازی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ ترسیم شد. این منطقه به عنوان یکی از نواحی مستعد جهت اکتشاف کانسارهای مس-طلای پورفیری معرفی می‌گردد. امید است تا با نگاه جدید به این منطقه و مطالعات تحت الارضی شاهد موفقیت‌هایی در زمینه شناسایی ذخایر مس پورفیری باشیم.

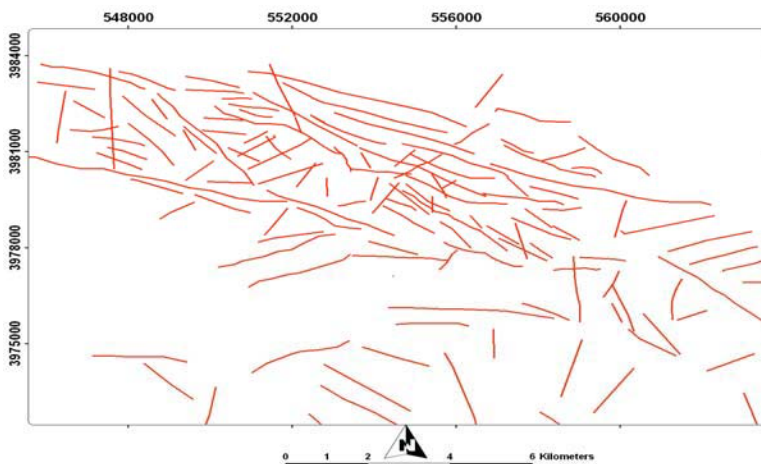
مراجع

۱. جعفریان، م. ب.، جلالی، ع.، نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ ششتمد، انتشارات سازمان زمین شناسی ایران
۲. کریم پور، م. ح. و سعادت، س.، ۱۳۸۳، مطالعه و بررسی پتانسیل‌های معدنی و تعیین اولویت‌های اکتشافی با استفاده از داده های ماهواره‌ای، آتراسیون، ژئوشیمی و ژئوفیزیک در محدوده نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ ششتمد، مرکز تحقیقات ذخایر معدنی شرق ایران.
۳. مظلوم، م.، کریم پور، م. ح.، ابراهیمی، خ.، ۱۳۸۶، مطالعه و بررسی پتروگرافی، دگرسانی و هاله‌های ژئوشیمی اولیه و ثانویه در غرب معدن کائولن هلاک‌آباد، سبزوار

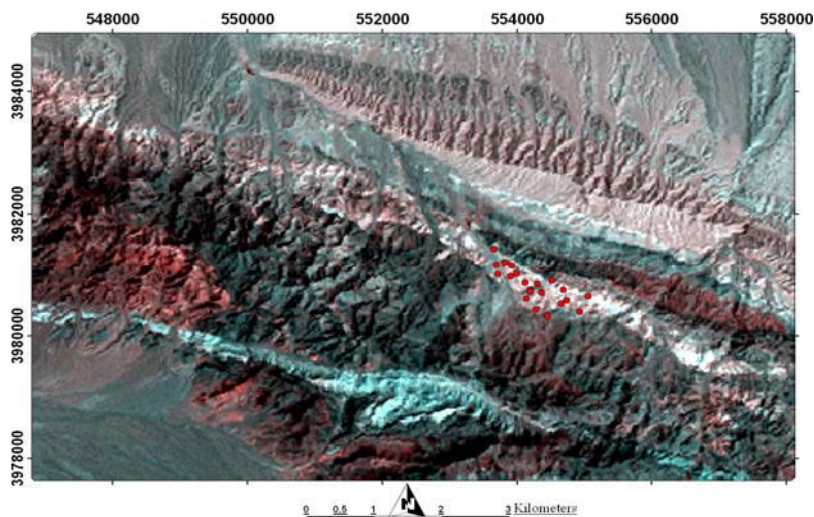
4-Rencz, A.N., (1999), REMOTE SENSING FORE THE EARTH SCIENCE, Manual of remote sensing, 3th edition, V.3, john Wiley and sons, publisher, 707p



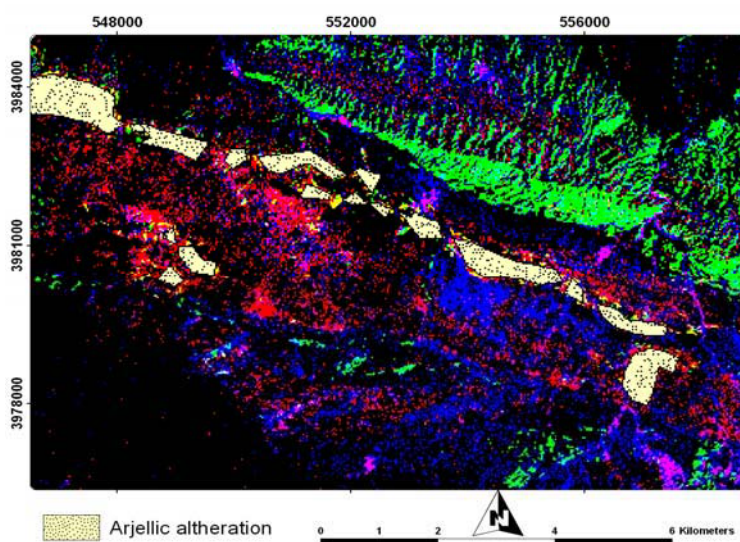
تصویر ۱- واحدهای سنگی جدا شده با استفاده از ترکیب باندی ۵۳۱ ماهواره لندست⁺ ETM⁺



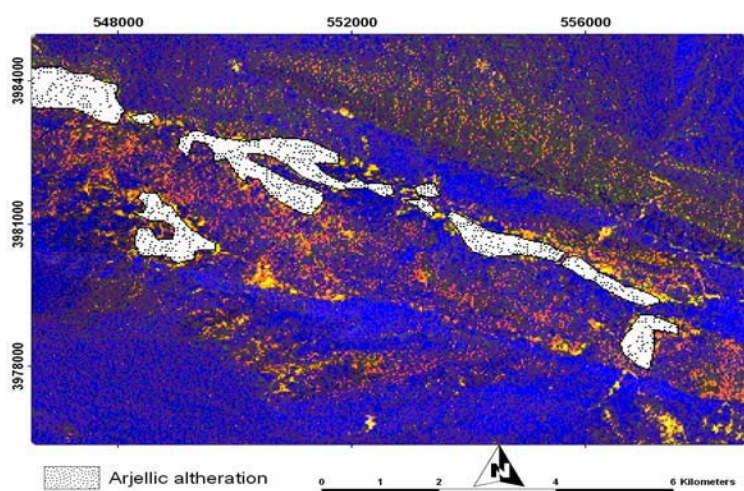
تصویر ۲- نقشه گسل‌های محدوده مورد پردازش استخراج شده از تصویر ۵۳۱ ماهواره لندست⁺ ETM⁺



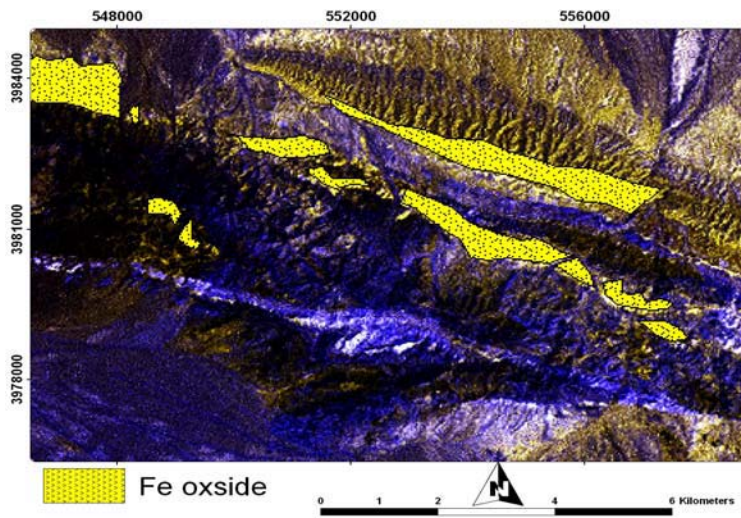
تصویر ۳- تصویر ۵۳۱ ماهواره
لندست با کنتراست خطی که موقعیت
نمونه های آلتره بر روی آن نشان داده
شده است



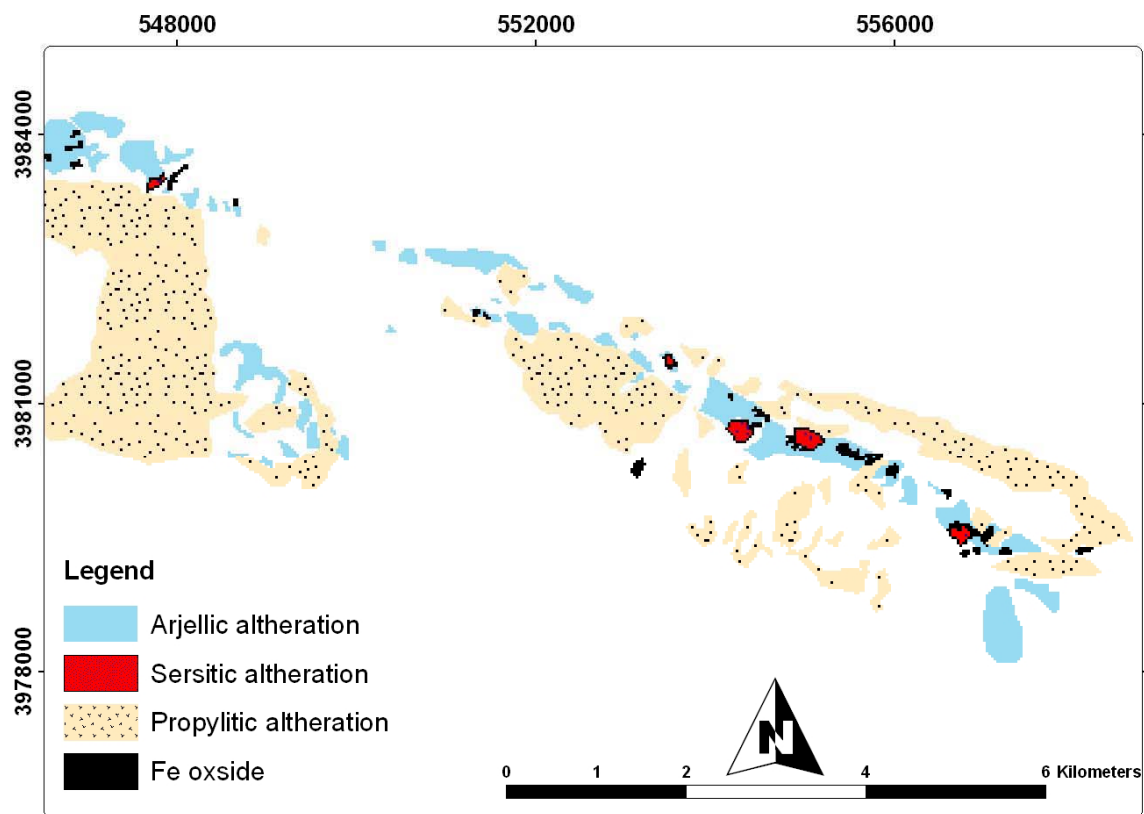
تصویر ۴- تصویر حاصل از ترکیب نسبی
 $RGB=5/7,5,4/3$
با استفاده از تصاویر ETM^+ 7



تصویر ۵- تصویر حاصل از $pc4$
باندهای ۷ ۵ ۴ ۱ بر ای تشخیص
دگرسانی آرژلیک
با استفاده از تصاویر ETM^+ 7



تصویر حاصل از PC4 برای
تشخیص اکسیدهای آهن با استفاده
از
تصاویر 7⁺ ETM



تصویر ۷ - تفکیک آلتراسیون های مختلف با استفاده از تصاویر استر