مجله پژوهش های معاصر در علوم و تحقیقات
سال ششم، شماره ۶۲، شهریور ۱۴۰۳
ISSN: ۲۶۷۶-۵۷۶٤
www.jocrisar.ir

بارزسازی زون های آلتریشنی (دگرسانی) هایدروترمال و اکساید آهن با پردازش تصویر ماهواره ASTER (مطالعه موردی: معدن آهن حاجیگک، بامیان، افغانستان)

مصطفی اورمر [۱] ، برکت الله راسخ [۲] ، واحد زمان لطیفی [۳]

[۱] استاد پوهنحی انجنیری معادن و محیط زیست، دیپارتمنت انجنیری معدن، دانشگاه بلخ، افغانستان (نویسنده مسئول)
[۲] استاد پوهنحی انجنیری معادن و محیط زیست، دیپارتمنت انجنیری معدن، دانشگاه بلخ، افغانستان
[۳] استاد پوهنحی انجنیری معادن و محیط زیست، دیپارتمنت انجنیری پطرولیم، دانشگاه بلخ، افغانستان

چکیده

امروزه سنجش از دور در مطالعات زمین شناسی و کانی شناسی از اهمیت ویژه ای برخودار است. طوری که از این فناوری می توان اطلاعات ارزشمندی در خصوص مطالعات ساختاری از جمله شناسایی زونهای دگرسانی، پدیده های جیومورفولوژیکی، تعیین و تشخیص ساحات پوشش گیاهی و محاسبات آماری آن، دریافت مناطق امید بخش معدنی ... و غیره استفاده نمود. در این مطالعه ما از تصویر استر استفاده نمودیم. در ساحه مورد مطالعه استر از نوع LT فاقد ابر بوده که در تاریخ ۲۰۰۴/۲۹/۵ بدست آمده است. تصویر قبلا با سیستم مختصات UTM و با سطح مبنای WGS84 جیورفرینس شده و برای حذف اثرات پراکنش های اتمسفیری از روش پیش پردازش، از قبیل تصحیح اتمسفیری، تصحیح رادیومتریکی و جیومتریکی استفاده شد. و سپس برای پردازش تصاویر از روش های مختلف در این مطالعه از قبیل ترکیب رنگی کاذب (FCC)، تحلیل مولفه های اصلی (PCA) و نسبت گیری باند (BR) برای بارزسازی و تفکیک آلتریشن های هایدروترمالی و اکسید های آهن منطقه به کار گرفته شد. برای اعتبار سنجی و تایید به داده های حاصل از سنجش از دور میتوان از داده، اطلاعات و نقشه های قبلی جیولوجیکی، تکتونیکی، موفولوجیکی و نمونه های ساحه وی می توان استفاده کرد. در بحث مراحل کار میتوان چنین بیان کرد. نخست از همه تصویر استر را از سایت USGS دانلود نموده و سپس تصویر را در سافت ویر ENVI ۵,۳ پیش پردازش داده و سپس پروسه پردازش و اجرای شاخص های مشخص مربوط زون های آلتریشنی هایدروترمال (ارجیلیک، فیلیک، پروپلیتیک و اوکسید آهن) را در سافت ویر ENVI انجام و در اخیر داده های خروجی را برعلاوه به فارمت Hdr به فارمت های قابل تایید ARCGIS که از جمله آنها میتوان Tif یاد کرد. خروجی گرفته شد و سپس نقشه های آن در سافت ویر ARCGIS ۱۰,۵ ساخته و در این مقاله مورد استفاده قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی: آلتریشن هایدروترمال، اوکساید آهن، روش آماری مولفه اصلی، سنجش از دور، ASTER، حاجیگک.

مقدمه

سنجش از دور (Remote Sensing) علم و هنر بدست آوردن اطلاعات در مورد یک شی، منطقه یا پدیده زمینی از طریق تجزیه و تحلیل داده های حاصله بوسیله ابزاری است که در تماس فزیکی با شی منطقه و یا پدیده مورد بررسی نباشد. استفاده از تصاویر ماهواره ای به علت دید وسیع این اجازه را به مفسر می دهد که همبستگی بین عوارض مختلف زمین شناسی منطقه را تعیین نماید. برای دریافت مناطق که ارزش اقتصادی والا دارند و برای دست یابی به پیرامون ذخایر معدنی ، تفخص و اکتشاف مواد مفیده معدنی یکی از مهمترین مراحل است. به این منظور می توان از داده ها و اطلاعات سنجش از دور که یکی از محک های تفحصی نیز به شمار میرود، استفاده کرد. امروزه سنجش از دور در مطالعات زمین شناسی و کانی شناسی از اهمیت ویژه ای برخودار است. طوری که از این فناوری می توان اطلاعات ارزشمندی در خصوص مطالعات ساختاری از جمله شناسایی زونهای دگرسانی، پدیده های جیومورفولوژیکی، تعیین و تشخیص ساحات پوشش گیاهی و محاسبات آماری آن، دریافت مناطق امید بخش معدنی ... و غییره موارد میتوان اشاره کرد. از دلایل استفاده و رونق این فناوری در این اواخر استفاده بهینه از مصارف و انجام کار زیاد در وقت کم میتوان اشاره کرد. چون بیشتر کار با تصاویر و داده های سنجنده های ماهواره ها، کمپیوتر و سافت ویر های مخصوص و پردازش ها و اعتبار سنجی های آن با داده های قبلی توسط متخصص ها و کارشناس های این علم صورت میگیرد. ماهواره استر، سنجنده های چندطیفی (multispectral) فضابرد است که تفکیکی و شناسایی سنگ های دگرسانی گرمابی یا زون های التریشنی هایدروترمال را در محدوده فروسرخ (مادون قرمز) موج کوتاه از طیف الکترومغنایس امکان پذیر میسازد. هدف از انجام این تحقیق استفاده از باند های محدوده ای مریی و فروسرخ نزدیک (VNIR)و ۶ باند محدوده ای فروسرخ موج کوتاه (SWIR) سنجنده استر با بهره گیری روش های پردازشی و ترکیب رنگی کاذب، نسبت باندی و تحلیل مولفه اصلی تصاویر جهت بارزسازی زون های آلتریشنی هایدروترمال از جمله آرژیلیک، فیلیک، پروپیلیتیک و اکسید آهن می باشد.

پیشینه تحقیق

دگرسانی‌های هیدروترمال فرایندهایی هستند که در آن‌ها سنگ‌های موجود در اعماق زمین تحت تأثیر سیالات داغ و غنی از مواد معدنی تغییر می‌کنند. این تغییرات ناشی از واکنش‌های شیمیایی بین سیالات هیدروترمال و سنگ‌های اولیه هستند که منجر به تشکیل مواد معدنی جدید و تغییر در ساختار و ترکیب سنگ‌ها می‌شود. به دلیل این‌که بسیاری از کانسارهای معدنی مهم مانند آهن، مس، طلا و نقره در نتیجه این فرایندها تشکیل می‌شوند، مطالعه و بارزسازی زون‌های آلتراسیون هیدروترمال از اهمیت زیادی در زمینه اکتشافات معدنی برخوردار است.

ماهواره ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) یکی از ابزارهای کلیدی برای شناسایی و بارزسازی زون‌های آلتراسیون هیدروترمال است. این سنجنده دارای باندهای طیفی مختلف در محدوده‌های مرئی، مادون‌قرمز نزدیک، مادون‌قرمز کوتاه، و مادون‌قرمز حرارتی است که تحلیل آن‌ها می‌تواند اطلاعات دقیق‌تری در مورد توزیع مواد معدنی در سطح زمین ارائه دهد. به‌خصوص، باندهای مادون‌قرمز نزدیک و کوتاه می‌توانند برای شناسایی کانی‌های گروه آهن و زون‌های دگرسانی استفاده شوند.(Rowan & Mars, 2003)

با توجه به توانایی سنجنده ASTER در ثبت بازتاب‌های طیفی از سطوح مختلف زمین، این ابزار به طور گسترده‌ای برای شناسایی زون‌های آلتراسیون هیدروترمال و اکسیدهای آهن مورد استفاده قرار گرفته است. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که

باندهای مادون‌قرمز کوتاه (SWIR) و مادون‌قرمز حرارتی (TIR) داده‌های ASTER به‌ویژه حساس به کانی‌های دگرسانی مانند کائولینیت، کلریت، و سریسیت هستند.(Pour & Hashim, 2012)

در بسیاری از مطالعات، از پردازش تصویر ماهواره‌ای ASTER برای شناسایی زون‌های آلتراسیون و معادن آهن استفاده شده است. به عنوان مثال، مطالعه‌ای در منطقه مرکزی ایران با استفاده از داده‌های ASTER توانست زون‌های دگرسانی شامل سریسیت، کائولینیت و کلریت را به‌طور مؤثری شناسایی کند.(Pour & Hashim, 2012)

معدن آهن حاجیگک یکی از بزرگ‌ترین کانسارهای آهن در افغانستان است که از نظر اقتصادی و زمین‌شناسی اهمیت بالایی دارد. این معدن در منطقه بامیان واقع شده و به دلیل شرایط زمین‌شناسی پیچیده و وجود زون‌های دگرسانی هیدروترمال، مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است .(JICA, 2011)

شناسایی اکسیدهای آهن مانند مگنتیت و هماتیت با استفاده از داده‌های ASTER به دلیل ویژگی‌های طیفی منحصربه‌فرد این کانی‌ها در باندهای مادون‌قرمز نزدیک و کوتاه امکان‌پذیر است. پژوهش‌های متعددی نشان داده‌اند که اکسیدهای آهن دارای بازتاب‌های طیفی خاصی در باندهای ۲ و ۳ داده‌های ASTER هستند که می‌توانند برای بارزسازی این کانی‌ها مورد استفاده قرار گیرند .(Mars & Rowan, 2006) در مطالعات مشابه، استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر مانند نسبت باندی (Band Ratios) و تحلیل مؤلفه‌های اصلی (Principal Component Analysis) برای بارزسازی اکسیدهای آهن و زون‌های آلتراسیون هیدروترمال به نتایج دقیقی منجر شده است.(Chatterjee et al., 2017)

آشنایی با ویژه گی های سنجنده Aster

سنجنده ساتر از نوع سنجنده های چند طیفی (Multispectral) محسوب می شود که دارای توان تفکیک مکانی و طیفی و رادیومتریکی مطلوبی می باشد. این سنجنده که بر روی ماهواره ترا (Terra) نصب شده است. این ماهواره در ۱۹۹۹ میلادی توسط ناسا به فضا پرتاب شد. به فاصله ۷۰۵ کیلومتری از کره زمین قرار و دوره بازگشت آن ۱۶ روزه است. سنجنده استر همکاری مشترکی میان جاپان و ناسا می باشد. ماهواره استر سه محدوده طیفی از طول موج های متفاوت امواج الکترومقناطیس را پوشش می دهد. این محدوده های طیفی عبارت از محدوده مریی و مادون قرمز نزدیک (VNIR)، محدوده مادون قرمز طول موج کوتاه (SWIR) و محدوده مادون قرمز حرارتی (TIR) است.

VNIR شامل سه باند در محدوده طیفی موجی ۰،۵۲ تا ۰،۸۶ میکرومتر می باشد(قدرت تفکیک مکانی این باند ها ۱۵ متر است).

SWIR شامل ۶ باند در محدوده طول موجی ۱،۶ تا ۲،۴۳ میکرومتر و قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر میباشد.

TIR شامل ۵ باند در محدوده طول موجی ۸،۱۲۵ تا ۱۱،۶۵ میکرومتر و با قدرت تفکیک مکانی ۹۰ متر می باشد.

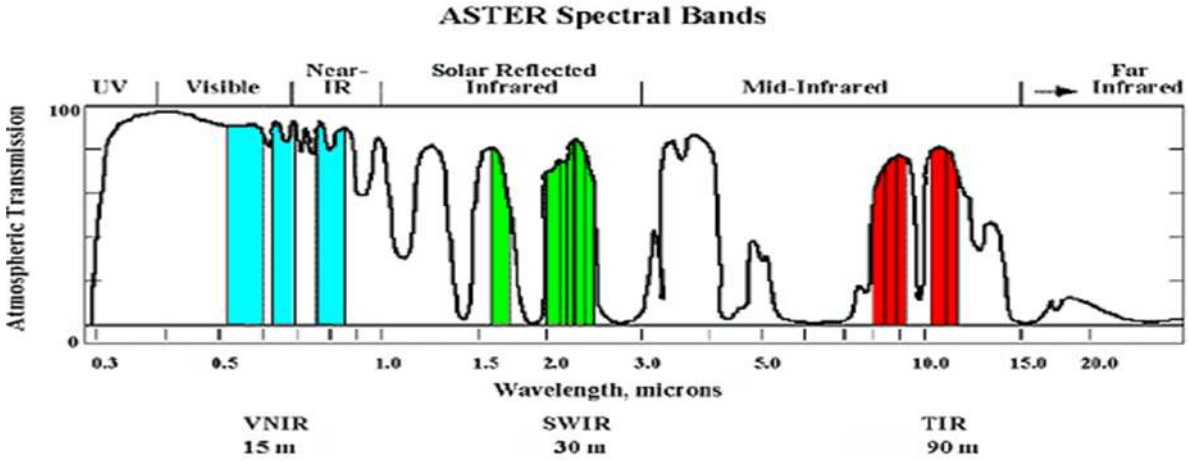
دلیل اهمیت استفاده از سنجنده استر در مطالعات علوم زمین در موارد زیر بیان شده است.

۱- سنجنده استر اولین سنجنده چند طیفی است که توانایی تفکیک و شناسایی محدوده های دارای زون های آلتریشنی هایدروترمال را در محدوده طیفی مادون قرمز طول موج کوتاه با ۶ باند برای ما میسر ساخته است.

۲- کاربرد و قابلیت محدوده های مریی، مادون قرمز نزدیک و مادون قرکز حرارتی سنجنده استر در مطالعات پوشش گیاهی و اکسید های آهن و بارزسازی سنگ های کربناته و سیلیکاتها دارد.

ماهواره استر در طیف گسترده ای از تحقیقات و زمینه های علمی مورد استفاده قرار گرفته است.

۱- مطالعات خاک شناسی و زمین شناسی
۲- مطالعات اقلیم شناسی
۳- مطالعات اکوسیستم
۴- نظارت بر آتشفشان ها
۵- مطالعات آب شناسی
۶- مطالعات بررسی تبخیر و تعرق
۷- تجزیه و تحلیل تغییرات سطح زمین (پوشش های سطح زمین)



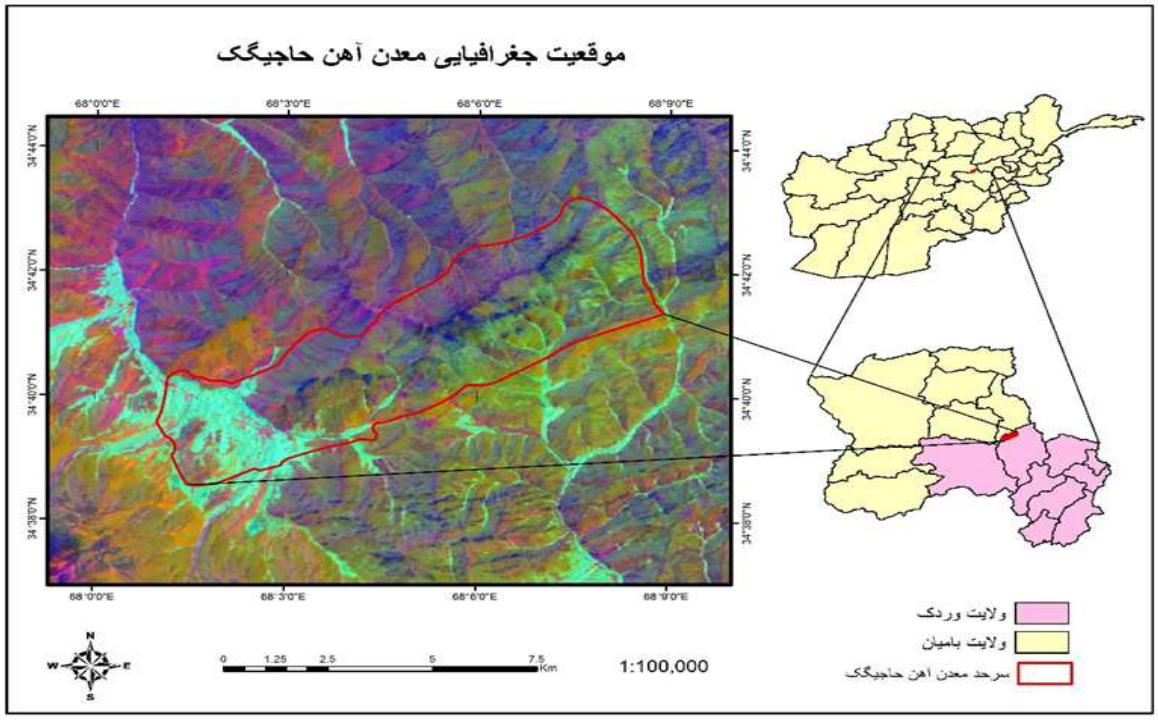
شکل ۱: محدوده طیفی باند های سنجنده استر در محدوده طیف الکترومقناطیس

موقعیت جغرافیایی ساحه مورد مطالعه

معدن آهن حاجیگگ در مرکز افغانستان با طول جغرافیایی ۶۸ درجه ، عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و در زون ۴۲ UTM که به ۱۳۰ Km شمال غرب شهر کابل موقعیت داشته این ساحه مربوط ولایت بامیان و یک قسمت آن در ولایت میدان وردک قرار دارد. این ساحه معدنی در قسمت جنوبی کوه بابا که از مرتفع ترین کوه های کشور ما افغانستان میباشد و در امتداد سلسله کوه هندوکش موقعیت دارد. این ساحه معدنی به دره کالو سرچشمه ، دریای کالو سرچشمه دریای ترکمن و یک قسمت آن در نزدیکی دریای هلمند ارتباط دارد. ریلیف این ساحه معدن بسیار کوهستانی و احجار معدنی برهنه شده از ۳۲۰۰ متر الی ۴۲۷۰ متر ارتفاع دارد. باید علاوه نمود که ساحه معدنی مرتفع این منطقه دارای اقلیم سرد بوده و زمستان پر برف و یخی را همه ساله شاهد است.

ذخیره عمومی این معدن ۱,۸ میلیارد تن تخمین گردیده که به صورت تقریبی به ۲ میلیارد تن میرسد. مقدار اوسط آهن در احجار این ساحه معدن به اضافه تر از ٪۶۰ میرسد. و در صورت بهره برداری این معدن کشور را از آهن مرفع ساخته و زمینه اشتغال زایی هزاران کارگر را در این منطقه از بامیان میشود و اقتصاد منطقه و کشور را به سوی بهبودی خواهد کشید. پس

توجع به زیربنا های یک کشور که همانا معادن و مواد های مفیده آن است امر ضروری برای تبدیل شدن به یک کشور اقتصادی منطقه از جهان به شمار می رود.

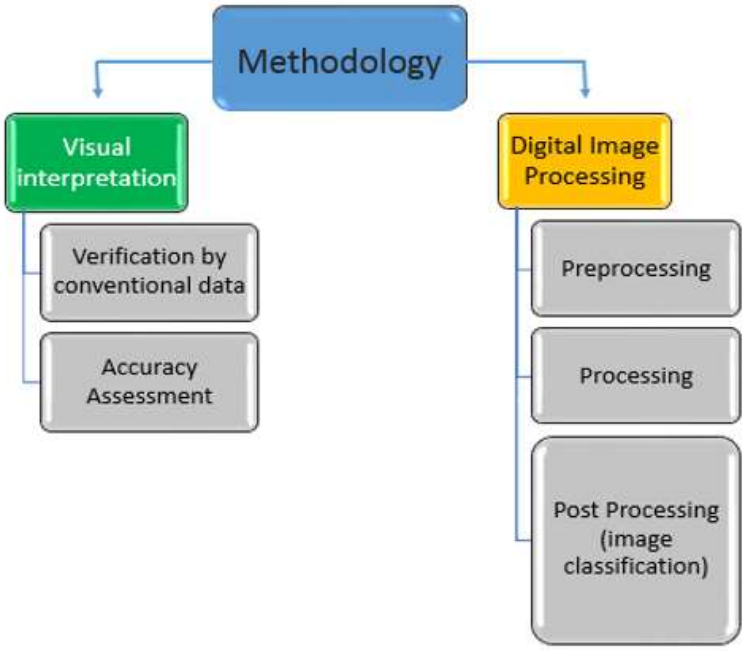


شکل ۲: نقشه موقعیت جغرافیایی معدن آهن حاجیگک

یافته های تحقیق و روش تحقیق

تصویر استر استفاده شده در ساحه مورد مطالعه از نوع LT فاقد ابر بوده که در تاریخ ۲۰۰۴/۲۹/۵ بدست آمده است. تصویر قبلا با سیستم مختصات UTM و با سطح مبنای WGS84 جیورفرینس شده و برای حذف اثرات پراکنش های اتمسفیری از روش پیش پردازش، از قبیل تصحیح اتمسفیری ، تصحیح رادیومتریکی و جیومتریکی استفاده شد. و سپس برای پردازش تصاویر از روش های مختلف در این مطالعه از قبیل ترکیب رنگی کاذب (FCC)، تحلیل مولفه های اصلی (PCA) و نسبت گیری باند (BR) برای بارزسازی و تفکیک آلتریشن های هایدروترمالی و اکسید های آهن منطقه به کار گرفته شد. برای اعتبار سنجی و تایید به داده های حاصل از سنجش از دور میتوان از داده ، اطلاعات و نقشه های قبلی جیولوجیکی، تکتونیکی، موفولوجیکی و نمونه های ساحه وی می توان استفاده کرد. در بحث مراحل کار میتوان چنین بیان کرد.

نخست از همه تصویر استر را از سایت USGS دانلود نموده و سپس تصویر را در سافت ویر ENVI 5.3 پیش پردازش داده و سپس پروسه پردازش و اجرای شاخص های مشخص مربوط زون های آلتریشنی هایدروترمال (ارجیلیک، فیلیک، پروپلیتیک و اوکسید آهن) را در سافت ویر ENVI انجام و در اخیر داده های خروجی را برعلاوه به فارمتHdr به فارمت های قابل تایید ARCGIS که از جمله آنها میتوان Tif یاد کرد. خروجی گرفته شد و سپس نقشه های آن در سافت ویر ARCGIS 10.5 ساخته و در این مقاله مورد استفاده قرار گرفت.



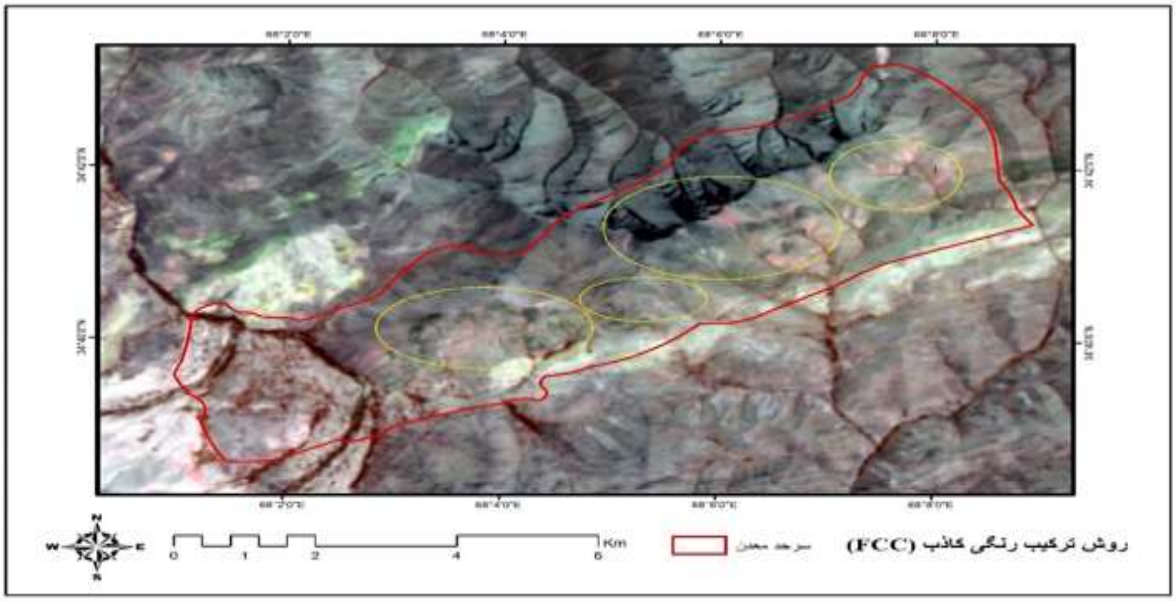
شکل ۳: سلسله مراتب روش تحقیق

روش ترکیب رنگی کاذب (FCC)

بسیاری تصاویر ماهواره ها به شکل چند باندی در دسترس قرار دارند و تجزیه یک باند به تنهایی نمی تواند به بیشترین اطلاعات را در اختیار ما قرار دهد، پس لازم است که در رابطه به طول موجهای متفاوت در تشخیص پدیده ها و نوع پوشش منطقه فهم و درک خوبی باید داشت.

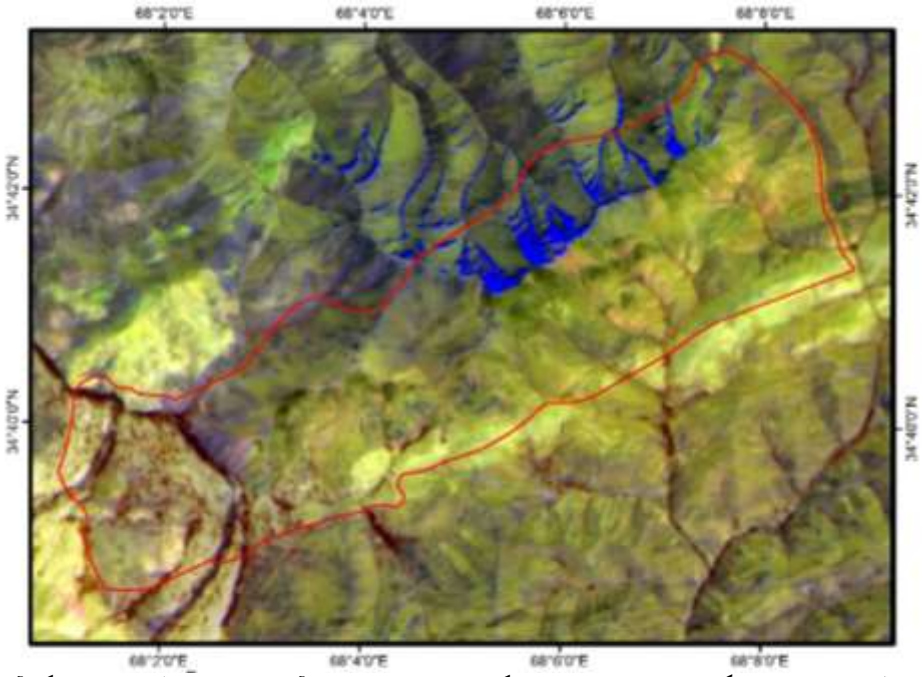
استفاده از این روش در تهیه تصاویر رنگی مرکب، معمول است که در آن ۳ باند متفاوت به رنگ های سرخ ، سبز و آبی نسبت داده می شود تا تصویری رنگه حاصل شود.

تحلیل های تجربی بیانگر این مطلب است که تصویری با ترکیب رنگی (RGB:4,6,8) در ماهواره استر مناسب ترین ترکیب رنگی کاذب برای شناسایی مناطق دگرسانی یا آلتریشنی در کانسر های پورفیری است (Tommaso and Rubinstein ۲۰۰۷). بر این اساس تصویر بدست آمده با ترکیب رنگی (RGB:4,6,8) نواحی با آلتریشنی پروپیلیتیک به رنگ سبز و نواحی با آلتریشنی فیلیک و رسی به رنگ صورتی (شیرچایی) دیده می شوند. این مساله به علت بازتابندگی بالای سنگ های آلونیت، کاولینیت و مسکوویت در باند ۴ نسبت به باند های ۶ و ۸ است.شکل(۳)



شکل ۴: ترکیب رنگی (RGB 4,6,8) داده های استر منطقه معدن حاجیگک (پروپیلیتیک رنگ سبز و فیلیک و آرژیلیک سرخ تا صورتی).

ترکیب رنگی (RGB 4,6,1) برای بارزسازی اکسید آهن استفاده می شود که مناطق آهن دارای اکسید آهن به سبز و پروپیلیتیک به رنگ آبی و آرژیلیک به رنگ صورتی و زرد مایل به صورتی قابل مشاهده هستند(شکل ۵).



شکل ۵ : ترکیب رنگی (RGB 4,6,1). رنگ سبز مناطق اکساید آهن دار، پروپیلیتیک به رنگ آبی و آرژیلیک به رنگ صورتی و زرد مایل به صورتی

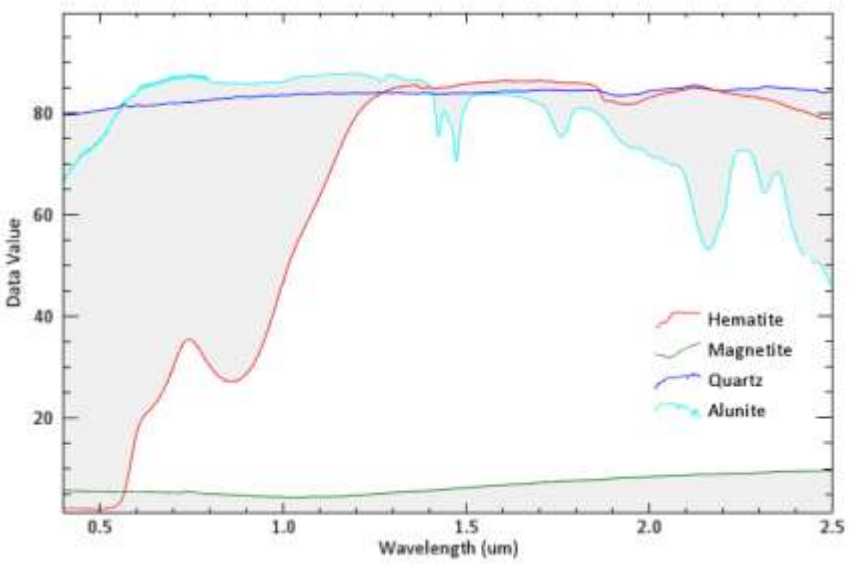
روش نسبت باندی (Band Ratio)

یکی از روش های رایج در پردازش تصاویر ماهواره ای، روش نسبت باندی است. ویا به نظر سابینز (۱۹۹۴)، در نسبت گیری باند ها یک یا دو یا چند باند را بر یک یا دو باند تقسیم میکنند و این کار اثرات اختلاف انعکاس یک پدیده ویژه را آشکارتر می کند. این روش می تواند برای بارزسازی اختلاف طیفی بین باند ها استفاده شود و همچنین اثرات سایه و اختلاف روشنایی زمین را به دلیل شیب زمین کاهش دهد. چون مواد سطحی یکسان به دلیل شیب، جهت و سایه یا تغییرات فصلی در زاویه شدت تابش خورشید ممکن است ارزش های روشنایی یکسانی نداشته باشند و مفسر مواد و پدیده های سطح زمین را به صورت اشتباه تفسیر کند. با انجام این تبدیلات نسبت باند ها اثرات این چنین تغییر در شرایط محیطی کاهش می یابد(Sabins, 1999).

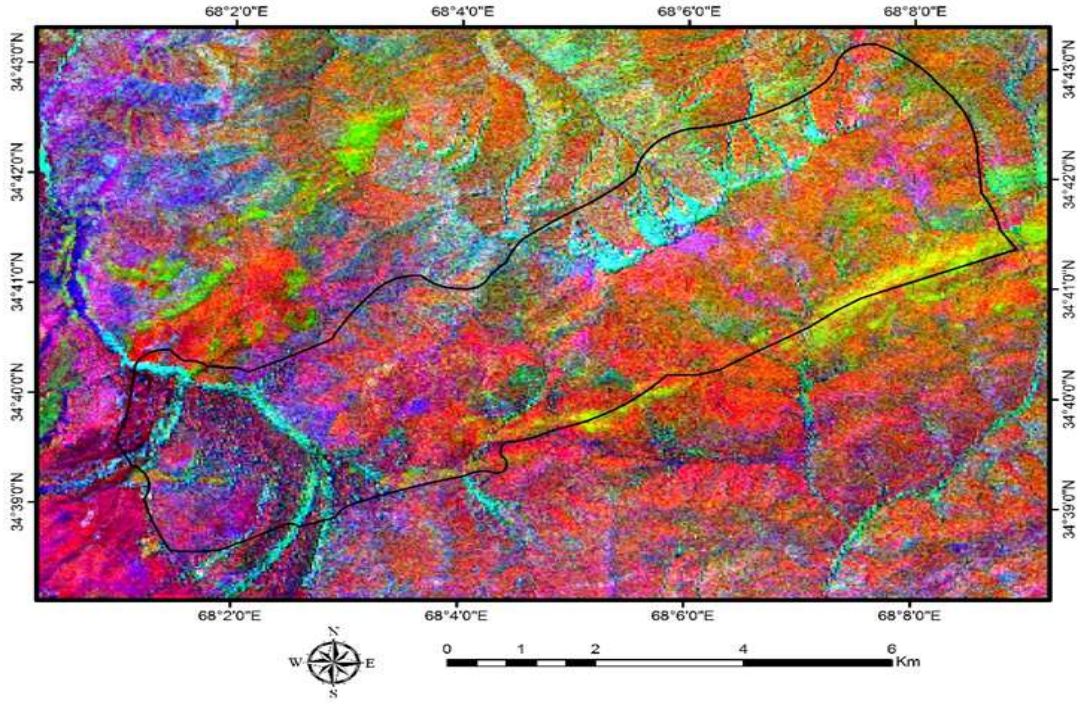
جهت آشکار سازی آلتریشن های آرژیلیک از نسبت باندی (b4/b5) و برای فیلیک b6(b5+b7) و همچنان برای آشکارسازی آلتریشن پروپیلیتیک از نسبت باندی (b9/b8) استفاده گردید و در آخر یک ترکیب رنگی RGB(b4/b5, (b5+b7/b6), b9/b8) برای دید بهتر درنظر گرفته شد.

جدول(۱). نسبت های باندی

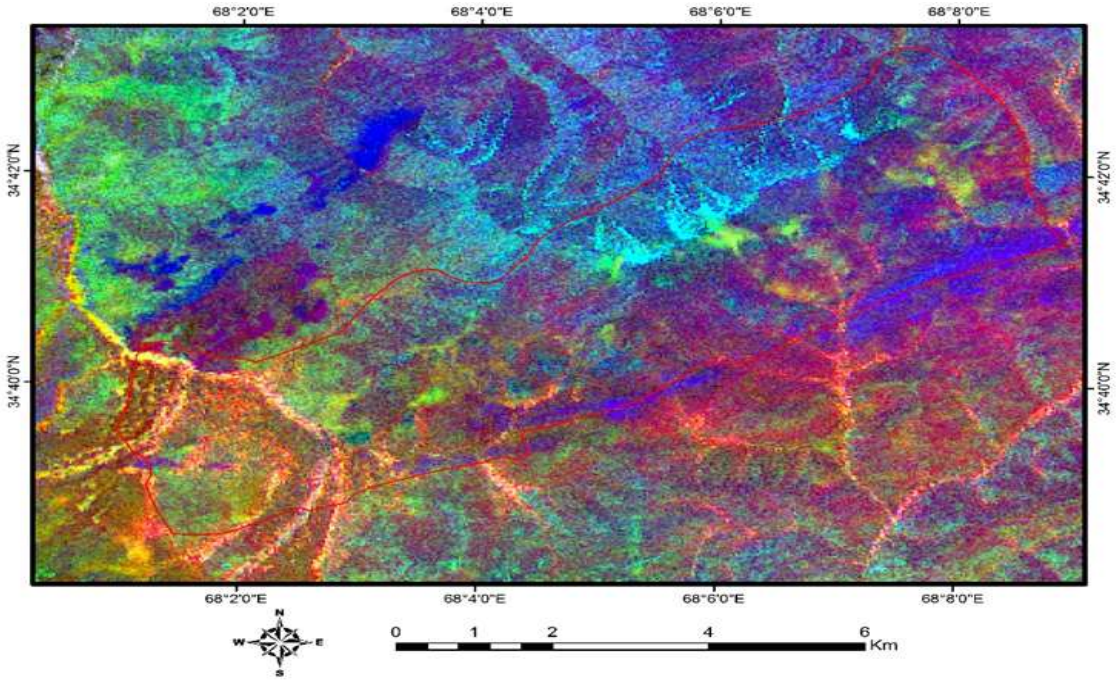
مشخصه	نسبت باندی	مرجع
Ferric Iron Fe^{3+}	۲/۱	Rowan and mar,2003:hewson et al.2001.
Ferrous Iron Fe^{2+}	۵/۳	Rowan and mars,2003
Ferric Oxides	۴/۳	Hewson et al..,2001
Ferrous Silicates(biot,chl,amph)	۵/۴	Hewson et al..,2001
Gossan (خاک آهن دار)	۴/۲	Volesky al..,2003
Propylitic	۷/۸	Prost,2001:seo et al..,2005. آلیانی و همکاران۱۳۹۱
Argillic	۶/۴	Nimomiay.2003.،آلیانی و همکاران۱۳۹۱



شکل ٦: رفتار طیفی کتاب خانه ای منرال های آهن و کوارتز و الیونایت



شکل ۷ : روش نسبت باندی (RGB(b4/b5, (b5+b7/b6), b9/b8 ، سرخ تا مایل به زرد آرژیلیک، سبز تا آبی کمرنگ فیلیک و آبی تیز رنگ پروپیلیتیک



شکل ۸ : روش نسبت باندی با ترکیب رنگی کاذب (RGB(b2/b1),(b7+b9/b8),(b5+b7/b6 ، سرخ تا نارنجی آهن فیریک، آبی کمرنگ و سبز کاربونیت (کلورایت و اپیدوت)، و رنگ آبی تیز تا بانجانی (بنفش) آلترشن فیلیک (سیریسیت و مسکوویت)

روش آنالیز مولفه های اصلی (PCA)

تحلیل مولفه اصلی: تحلیل مولفه اصلی یک تکنیک آماری چند متغیره است که می تواند برای کاهش داده های اولیه و از بین بردن اثرات ناخواسته استفاده شود. تبدیل تعدادی از باند های همبسته به تعداد کمتری از باند ناهمبسته، مولفه اصلی نامیده میشود. تحلیل مولفه اصلی هدایت شده (PCA) تفکیک قدرتمندی است که می توان برای فشرده سازی تصاویر و از بین بردن اثرات ناخواسته استفاده شود(علوی پناه،۱۳۸۲).

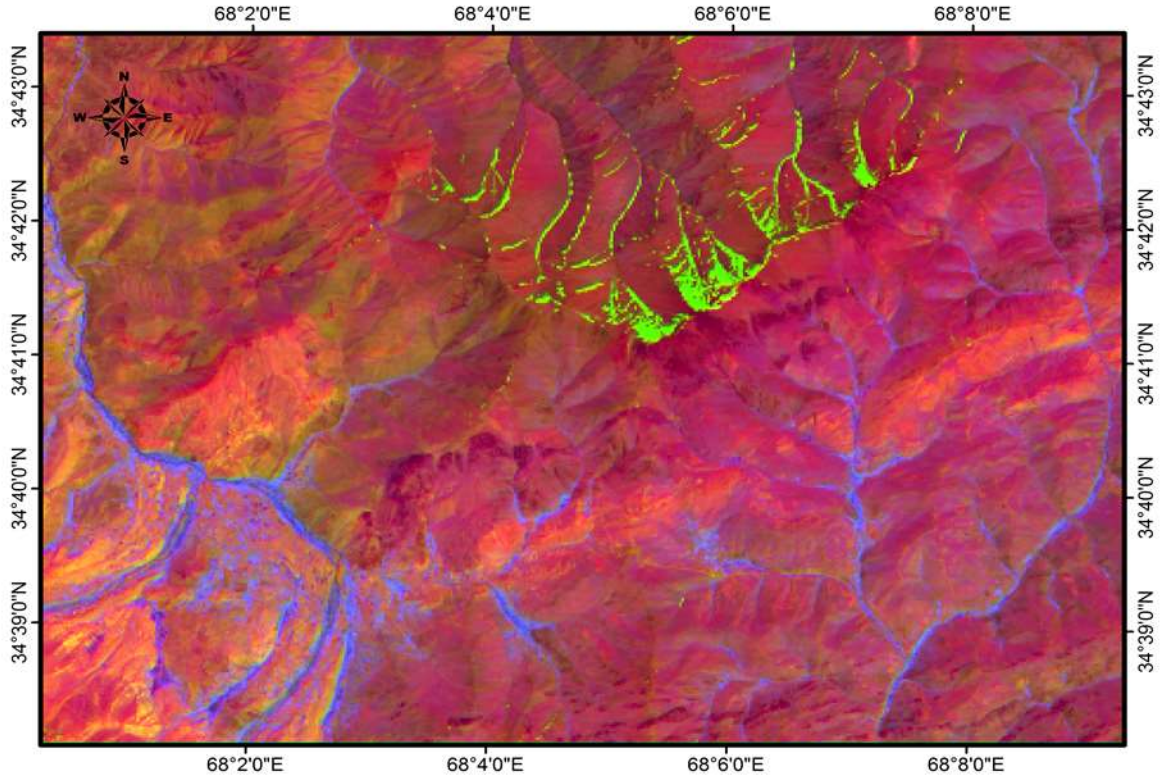
روش PCA به دو صورت تحلیل مولفه استاندارد (استفاده از تمام باند ها) و تحلیل مولفه انتخابی یا روش کروستا وجود دارد که در این حالت از باندهای مناسب با کمترین همبستگی استفاده میشود.

در این تحقیق برای بارزسازی دگرسانی یا آلتریشن های موجود از روش های PCA انتخابی و باند های محدوده ای SWIR برای شناسایی آلتریشن فلیک، آرژیلیک ، پروپیلیتیک و از باندهای محدوده ای VNIR برای بارزسازی اکساید های آهن استفاده شد.

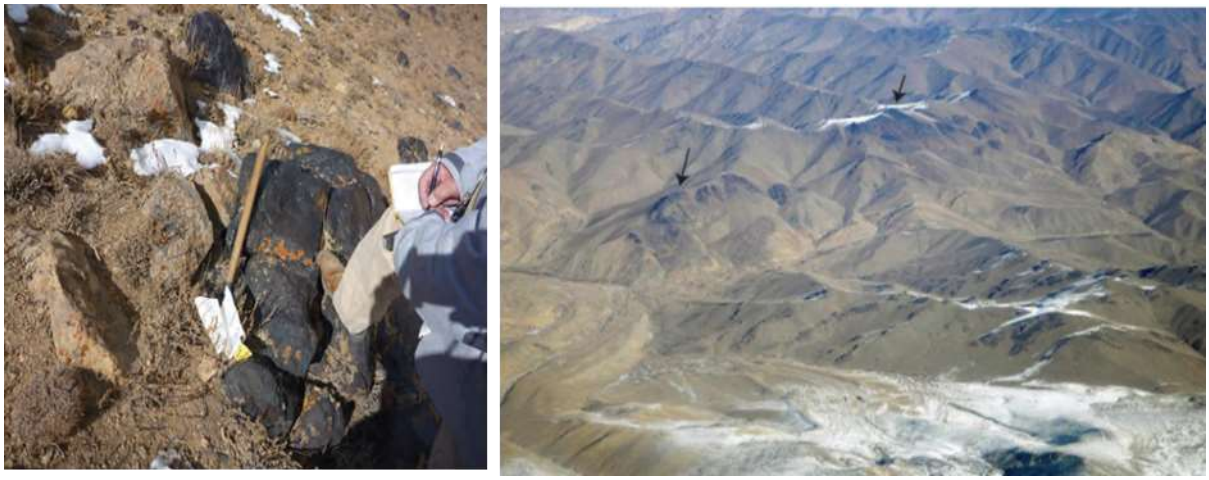
نتایج حاصل از PCA برای ۶ باند محدوده ای SWIR در جدول ۱،۲ و برای محدوده ای VNIR در جدول ۳ آورده شده است. با توجه به محدوده ای جذبی بالا این کانی ها در باند ۶ و بازتاب در باند ۷ و۵ پس از آنالیز به نظر می رسد. مولفه سوم دارای اطلاعات مورد نظر می باشد برخلاف باند جذبی، علامت مثبت دارد بنابر این قبل از بارزسازی تصویر مولفه ای مورد نظر در (-۱) ضرب می شود (جدول۱) همچنین با توجه به این که سنگ های شاخص زون پروپیلیتیک در باند ۸ دارای جذب بالا و در باند و ۶ دارای بازتاب بالایی می باشد. بهترین مولفه برای بارزسازی این زون با توجه به نتایج آماری در جدول۲، مولفه ای سوم است. برای بارزسازی اکسید های آهن از باند های محدوده ای مریی و فروسرخ (باند های ۳،۱،۲) استر استفاده شد. نتایج انالیز مولفه ای اصلی برای این باند ها در جدول ۳ آورده شده است. طبق این نتایج مولفه سوم دارای اطلاعات مورد نظر است. با توجه به اینکه باند۲، باند بازتاب اوکسید آهن و دارای علامت مخالف است قبل از بارزسازی تصویر در (-۱) ضرب می شود. برای بهتر نشان دادن جزییات از مولفه های بدست آمده ترکیب رنگی گرفته شد.

با توجه به این تصویر مناطقی که با رنگ سرخ تا صورتی نمایان شده مربوط دگرسانی های آرژیلیک و فیلیک، رنگ سبز مربوطط دگرسانی پروپیلیتیک و مناطق با رنگ آبی نشانه ای حضور کانی های آهن دار است.

Eigen vectors	PCA 1	PCA 2	PCA 3	PCA 4	PCA 5	PCA 6	PCA 7	PCA 8	PCA 9
Band 1	۰.۱۰۸۴۴	۰.۴۹۳۷۳	-۰.۳۸۳	-۰.۰۸۲۳	۰.۳۵۷۳	۰.۰۷۲۷۲	-۰.۶۳۹	-۰.۲۲۲۳	۰.۰۱۷۱۲
Band 2	۰.۱۶۱۱	۰.۵۵۰۳۴	-۰.۵۰۵۱	-۰.۰۸۴۸	-۰.۲۹۴۵	-۰.۱۰۸۶	۰.۵۳۴۳۸	۰.۱۵۷۲۶	-۰.۰۰۶۸
Band 3	۰.۱۶۰۱۴	۰.۶۱۸۴۳	۰.۷۱۵۷۶	۰.۲۷۲۸۲	۰.۰۰۸۷۷	۰.۰۴۸۲۸	۰.۰۳۹۶۱	۰.۰۳۲۶	-۰.۰۱۰۵
Band 4	۰.۳۷۷۸	-۰.۰۲۶۳	۰.۲۴۳۶۶	-۰.۶۸۹۳	-۰.۰۵۶۷	-۰.۵۴۷۵	-۰.۱۰۶۴	-۰.۰۱	-۰.۰۸۷۵
Band 5	۰.۳۱۰۴۵	-۰.۰۷۴۷	۰.۰۰۰۷۷	-۰.۲۰۷۵	۰.۴۷۸۵۸	۰.۴۴۴۴	۰.۱۳۸۵۸	۰.۵۵۲۲۱	-۰.۳۲۲۹
Band 6	۰.۳۲۳۱	-۰.۰۸۸۹	۰.۰۲۴۳۴	-۰.۰۷۳	۰.۳۳۱۲۷	۰.۲۰۵۴۷	۰.۴۴۳۶۹	-۰.۷۲۲۱	۰.۱۰۷۵۲
Band 7	۰.۳۱۶۸۸	-۰.۰۶۱۹	۰.۰۳۲۶۱	-۰.۱۵۸	-۰.۲۵۶۶	۰.۳۵۹۲۵	-۰.۱۳۸۵	۰.۱۸۳۳۱	۰.۷۸۸۶۹
Band 8	۰.۳۵۰۶۲	-۰.۰۸۵	-۰.۰۲۰۹	۰.۰۳۲۸۳	-۰.۶۰۴۸	۰.۳۸۶۷۸	-۰.۲۲۹۱	-۰.۲۱۹۶	-۰.۵۰۲۳
Band 9	۰.۶۰۸۱۱	-۰.۲۱۳۷	-۰.۱۵۶	۰.۶۰۱۶۶	۰.۱۰۹۲۸	-۰.۴۰۳۱	-۰.۰۷۴۲	۰.۱۲۸۴۶	۰.۰۴۲۱۹



شکل ۹ : ترکیب رنگی از روش انالیز مولفه اصلی از PCA یک و دو و سه



شکل ۱۰ : تصاویر از نمای دور معدن حاجیگک و نمونه از کانی آهن موجود در ساحه

نتیجه گیری

در این تحقیق از ماهواره استر استفاده به عمل آمد. پس چنین نتیجه گیری می کنیم.

ماهواره استر، سنجنده های چند طیفی (multispectral) فضابرد است که تفکیکی و شناسایی سنگ های دگرسانی گرمابی یا هایدروترمالی یا زون های التریشنی هایدروترمال را در محدوده فروسرخ (مادون قرمز) موج کوتاه از طیف الکترومقنایس امکان پذیر میسازد. هدف از انجام این تحقیق استفاده از باند های محدوده ای مریی و فروسرخ نزدیک (VNIR) و ۶ باند محدوده ای فروسرخ موج کوتاه (SWIR) سنجنده استر با بهره گیری روش های پردازشی و ترکیب رنگی کاذب، نسبت باندی و تحلیل مولفه اصلی تصاویر جهت بارزسازی زون های آلتریشنی هایدروترمال از جمله آرژیلیک، فیلیک، پروپیلیتیک و اکسید آهن میباشد. که به صورت واضح و با جزیات بیشتر در صفحه های قبلی بالای آن پرداخته شد.

جهت آشکار سازی آلتریشن های آرژیلیک از نسبت باندی (b4/b5) و برای فیلیک b6(b5+b7) و همچنان برای آشکارسازی آلتریشن پروپیلیتیک از نسبت باندی (b9/b8) استفاده گردید و در آخر یک ترکیب رنگی RGB(b4/b5, (b5+b7/b6), b9/b8) برای دید بهتر درنظر گرفته شد. تحلیل های تجربی بیانگر این مطلب است که تصویری با ترکیب رنگی (RGB:4,6,8) در ماهواره استر مناسب ترین ترکیب رنگی کاذب برای شناسایی مناطق دگرسانی یا آلتریشنی در کانسر های پورفیری است (Tommaso and Rubinstein 2007). و در این مطالعه نیز از همین ترکیب رنگی استفاده شد. در نتیجه تصاویر و نقشه های که حاصل از این تحقیق بجا مانده میتواند برای پیگیری و یا تفحص و اکتشافات معدنی و ظوهر معدنی رول عمده داشته باشد. چنانچه زون های آلتریشنی هایدروترمال که یک بخش عمده و اساس برای پیگیری منرال های معدنی و از ادیکیتور های اساس برای شناسایی و تشخیص مواد مفیده معدنی به شمار میرود. پس دانستن علم سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی حتمی بوده و برای تفحص و اکتشاف مواد معدنی رول عمده دارا می باشد.

منابع

جاهدی، ف. و فرخی، ش.، ۱۳۸۳- ترجمه کتاب مبانی سنجش از دور، انجمن سنجش از دور ژاپن، انتشارات مرکز سنجش از دور ایران

آلیانی، ف، دادفر،ث و معانی جو،م ۱۳۹۱ آشکار سازی زون های دگرسانی کانسار آهن حاجی آباد، با استفاده از داده های (SWIR+VNIR) سنجنده ASTER.مجله علوم زمین،زمستان ،۱۳۹۳.

مرادپور، هومن. ۱۳۹۷- شناسایی و آشکار سازی رخساره های دگرسانی- کانه زایی آهن با استفاده از تکنیک های سنجش از دور، مطالعه موردی منطقه شمال خاوری همدان، دهمین همایش ملی انجمن زمین شناسی اقتصادی ایران.

میرزایی، معصومه. ۱۳۹۷- بارزسازی و نقشه برداری پهنه های دگرسانی گرمابی با استفاده از داده های ماهواره استر و محدوده اکتشافی ماربین، شمال زفره، دهمین همایش ملی انجمن زمین شناسی اقتصادی ایران.

Azizi, H., Tarverdi, M. A. & Akbarpour, A., 2010- Extraction of hydrothermal alterations fromASTER SWIR data from east Zanjan, northern Iran. Advance in Space Research, 46: 99-109.

Rowan, L.C. and Mars, J.C. 2017.Lithologic mapping in the Mountain Pass, California, area using Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) data.

Mars J.C. and Rowan, L.C. 2010, Spectral assessment of new ASTER SWIR surface reflectance data products for spectroscopic mapping of rocks and minerals. Remote Sensing Environment 114, 2011– ۲۰۲۵.

Gabr S Ghulam A and Kusky T 2010 Detecting areas of high potential gold mineralization using ASTER data. Ore Geology Reviews38 59–69.

Boloki, M., & Poomirzaee, R., 2009- Using ASTER Image Processing for Hydrothermal Alteration and Key Alteration Minerals Mapping in Siyahrud area. Iran. International Journal of Geology, 3; 38-43.

Rowan, L.C., Hook, S.J., Abrams, M.J., Mars, J.C., 2003. Mapping hydrothermally altered rocks at Cuprite, Nevada using the advance Space-borne Thermal Emissivity and Reflection Radiometer ASTER. A new satellite-imaging system. Economic Geology 98. 1019-1027.

Chatterjee, R., Bhattacharya, A., & Singh, G. (2017). *Mapping of hydrothermal alteration zones using ASTER data in parts of the Singhbhum shear zone, India.* Journal of Earth System Science, 126(3), 1-16. https://doi.org/10.1007/s12040-017-0815-6

JICA. (2011). *Data collection survey on Hajigak iron ore deposit in Afghanistan.* Japan International Cooperation Agency. Retrieved from https://www.jica.go.jp

Mars, J. C., & Rowan, L. C. (2006). *Regional mapping of phyllic- and argillic-altered rocks in the Zagros magmatic arc, Iran, using Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) data and logical operator algorithms.* Remote Sensing of Environment, 104(3), 364-376. https://doi.org/10.1016/j.rse.2006.05.019

Pour, A. B., & Hashim, M. (2012). *The application of ASTER remote sensing data to porphyry copper and epithermal gold deposits.* Ore Geology Reviews, 44, 1-9. https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2011.09.009

Rowan, L. C., & Mars, J. C. (2003). *Lithologic mapping in the Mountain Pass, California area using Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) data.* Remote Sensing of Environment, 84(3), 350-366. https://doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00127-X