چهل و دومین گردهمایی (همایش) ملی
علـوم زمیـــن
The 42nd National
Geosciences Congress
www.geoconf.ir

# بارزسازی دگرسانی‌های گرمابی کانسار مس پورفیری با استفاده از تصاویر سنجنده **ASTER** در محدوده‌ی اکتشافی مس پیدنکو- کرمان، ایران

سروش ابن عباس[۱]، اردشیرهزارخانی[۲*] محمد یوسفی[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی‌ارشد، دانشکده مهندسی معدن، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، تهران soroush.ea@aut.ac.ir

[۲] استاد، دانشکده مهندسی معدن، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران ardehez@aut.ac.ir

[۳] کارشناس ارشد اکتشاف معدن miner1981@gmail.com

## چکیده

منطقه مورد مطالعه در استان کرمان و جنوب شرقی شهرستان جیرفت قرار دارد. این محدوده در یال جنوبی سلسله جبال بارز که در بخش جنوب-شرقی کمان ماگمایی ارومیه دختر و در شمال برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ حنا قرار دارد واقع شده است. از نظر زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه عمدتاً شامل واحدهای آذرین، اعم از نفوذی و آتشفشانی می‌باشد. واحدهای نفوذی با ترکیب گرانیت، گرانودیوریت تا دیوریت رخنمون دارند و ترکیب واحدهای آتشفشانی غالباً آندزیتی تا آندزی‌بازالت است. در این مطالعه پس از اعمال پیش پردازش تصاویر ماهواره‌ایی محدوده مورد مطالعه با استفاده از تکنیک‌های دورسنجی واحدهای سنگی، دگرسانی‌ها و پوشش گیاهی منطقه مشخص شدند. برای آشکارسازی واحد های سنگی از ترکیب رنگی کاذب RGB (۵،۳،۱) استفاده شد و برای نمایش دگرسانی‌های گرمابی از تکنیک‌های ترکیب رنگی کاذب، نسبت باندی، آنالیز مولفه‌های اصلی استفاده شد و سپس با مقایسه آن‌ها مشاهده شد که تطابق مناسبی باهم دارند و از بین دگرسانی‌ها، دگرسانی آرژیلیک دارای بیشترین تطابق بود. با توجه به مشخص شدن دگرسانی‌های مذکور می‌توان پی‌برد که محدوده مورد مطالعه دارای اهمیت بالایی از نظر کانی‌زایی مس می‌باشد.

## واژه‌های کلیدی

دورسنجی، مس پورفیری، استر، ارومیه-دختر، دگرسانی گرمابی.

## ۱. مقدمه

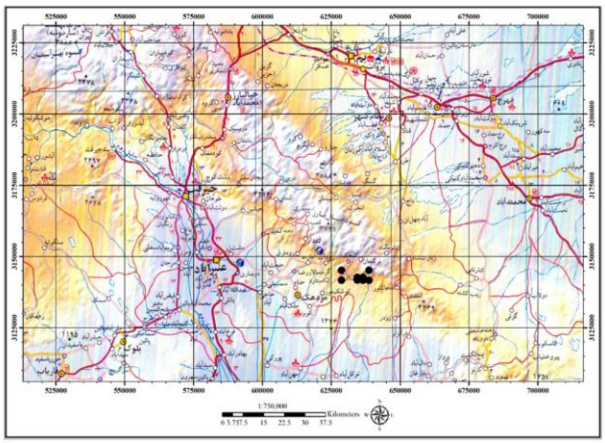
در جهان امروز باید از تکنیک‌های سریع‌تر، کم‌هزینه‌تر و پیشرفته‌تر برای رسیدن به اهداف موردنظر استفاده کرد. یکی از این تکنیک‌ها، دانش دورسنجی است. استفاده از دورسنجی باعث کاهش هزینه‌ها، نیروی منابع انسانی، زمان و خطا می‌شود. در اکتشاف ذخایر معدنی سنجش از دور نقش مهمی را ایفا می‌کند و می‌توان از آن برای مشخص کردن آلتراسیون‌ها استفاده کرد به‌ویژه در مناطقی که دارای توپوگرافی دشوار و دسترسی سخت است دورسنجی می‌تواند بسیار مفید باشد. در قرن بیست با پیشرفت سریع تکنولوژی حسگرهای سنجش از دور هم دارای پیشرفته‌تر شدند که می‌توانند اطلاعات دقیق‌تر و مطمئن‌تری از پدیده‌های زمین‌شناسی ارائه دهند[1]. سنجنده استر تابش منعکس شده مرئی را در سه باند طیفی (VNIR بین ۰/۵۲ و ۰/۸۶ میکرومتر، با وضوح فضایی ۱۵ متر) و تابش منعکس شده مادون قرمز در شش باند طیفی (SWIR بین ۱/۶ و ۲/۴۳ میکرومتر، با تفکیک فضایی ۳۰ متر) اندازه گیری می‌کند. ASTER داده‌ها را در باند B۳ (۰/۸۶- ۰/۷۶ میکرومتر) با نگاهی به عقب ثبت می‌کند که محاسبه مدل ارتفاع دیجیتال (DEM) را امکان پذیر می‌کند. همچنین سنجنده استر تشعشعات حرارتی ساطع شده را در پنج باند طیفی (TIR بین ۸/۱۲۵ و ۱۱/۶۵ میکرومتر، با تفکیک فضایی ۹۰ متر) [2]. (جدول ۱)

منطقه مورد مطالعه در جنوب استان کرمان در فاصله‌ی هوایی تقریبی ۶۲ کیلومتری جنوب شرق شهرستان جیرفت و ۴۵/۶ کیلومتری شهرستان عنبرآباد واقع شده است. موقعیت منطقه و راه‌های ارتباطی در شکل (۱-۱) نشان داده شده است.

در این مطالعه از تصویر ماهواره‌ایی ASTER به عنوان داده‌های مطالعه و برای اعمال پیش‌پردازش‌ها و پردازش بر روی تصویر ماهواره‌ایی مورد نظر از نرم‌افزار ENVI 5.6 استفاده شده است.

جدول۱. مشخصات سنجنده استر[3].

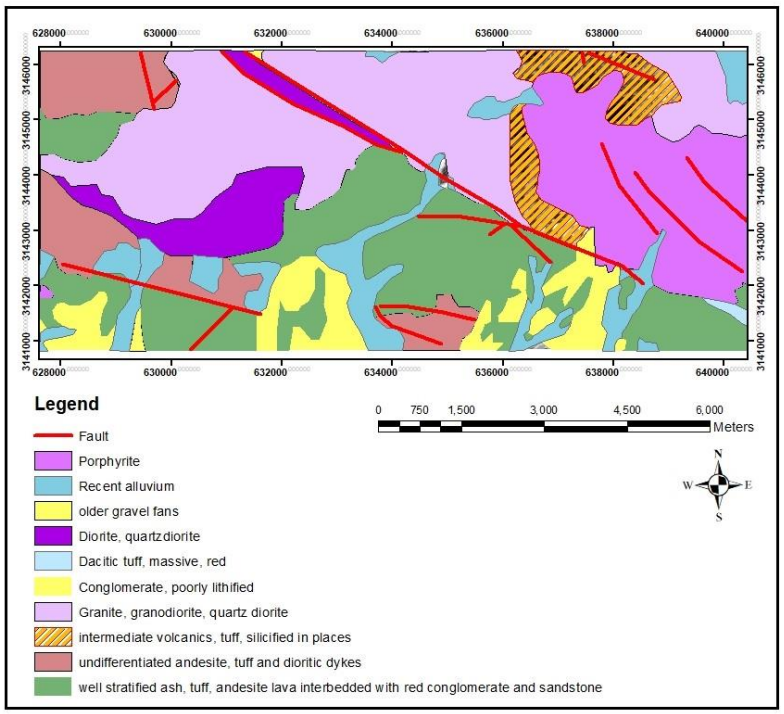
| Subsystem | Band No. | Spectral Range (μm) | Spatial Resolution |
|---|---|---|---|
| VNIR | 1 | 0.52 – 0.60 | 15 m |
| | 2 | 0.63 – 0.69 | |
| | 3N | 0.78 – 0.86 | |
| | 3B | 0.78 – 0.86 | |
| SWIR | 4 | 1.60 – 1.70 | 30 m |
| | 5 | 2.145 – 2.185 | |
| | 6 | 2.185 – 2.225 | |
| | 7 | 2.235 – 2.285 | |
| | 8 | 2.295 – 2.365 | |
| | 9 | 2.360 – 2.430 | |
| TIR | 10 | 8.125 – 8.475 | 90 m |
| | 11 | 8.475 – 8.825 | |
| | 12 | 8.925 – 9.275 | |
| | 13 | 10.25 – 10.95 | |
| | 14 | 10.95 – 11.65 | |



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه.

## ۲. زمین‌شناسی

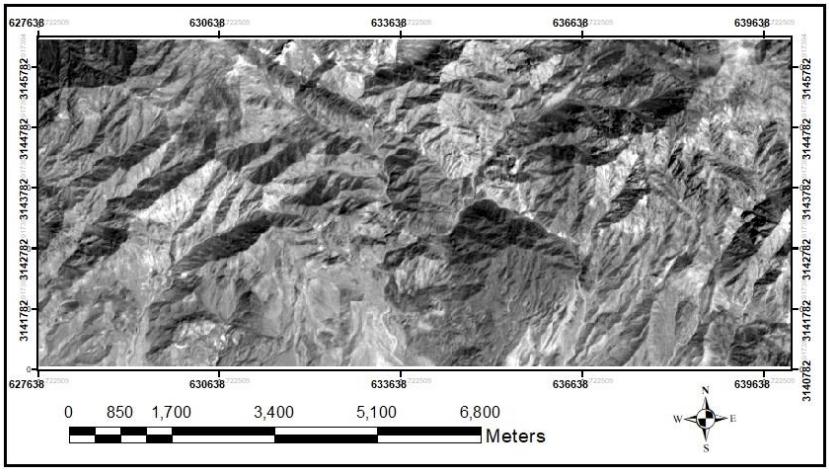
واحدهای زمین‌شناسی محدوده کانسار عمدتاً شامل واحدهای آذرین، اعم از نفوذی و آتشفشانی می‌باشند. واحدهای نفوذی با ترکیب گرانیت، گرانودیوریت تا دیوریت رخنمون دارند و ترکیب واحدهای آتشفشانی غالباً آندزیتی تا آندزی بازالت است. واحد نفوذی در شمال و ولکانیک‌های وابسته به ائوسن در جنوب منطقه در معرض دید قرار می‌گیرند ضمن آنکه درون مجموعه آتشفشانی در غرب محدوده شاهد حضور یک توده دیوریتی تیره می‌باشیم. همچنین در جنوب‌شرقی محدوده مورد مطالعه مجموعه‌ای از رسوبات ماسه‌سنگی و مارنی همراه با کنگلومرا وجود دارند.




شکل ۲. زمین‌شناسی محدوده مطالعاتی.

### ۳. پیش‌پردازش تصویر ماهواره‌ایی استر

پیش پردازش تصاویر ماهواره‌ای بخش بسیار مهمی است که باید به درستی انجام شود تا در هنگام پردازش داده‌ها نتایج مطلوبی بدست آید. در این مطالعه ما ابتدا با استفاده از دستور layer Stacking باندهای مورد نیاز (باند های ۱ تا ۹ سنجنده استر) را استک کرده و سپس با استفاده از دستور Resize منطقه مورد مطالعه را برش دادیم. در مرحله بعدی تصحیحات IAR Reflectance Corretion و Log Residuals Correction بر روی تصویر چندباندی انجام شد.



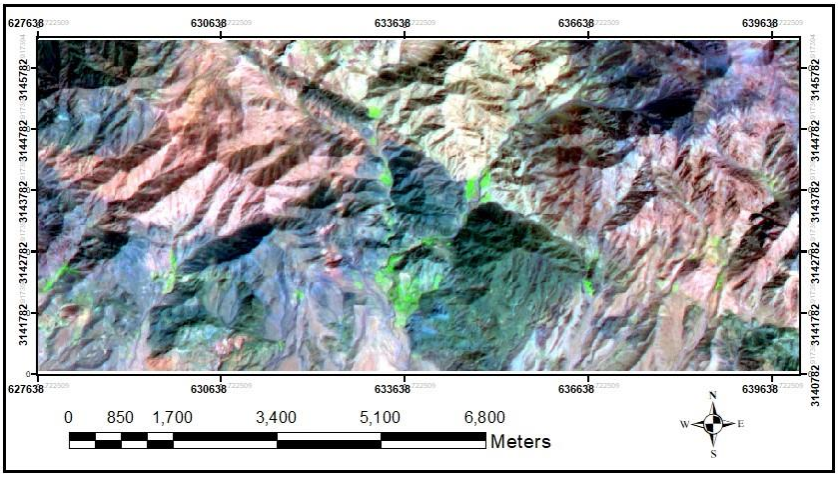

شکل ۳. تصویر حاصل پس از انجام پیش‌پردازش‌ها.

### ۴. پردازش داده‌ها

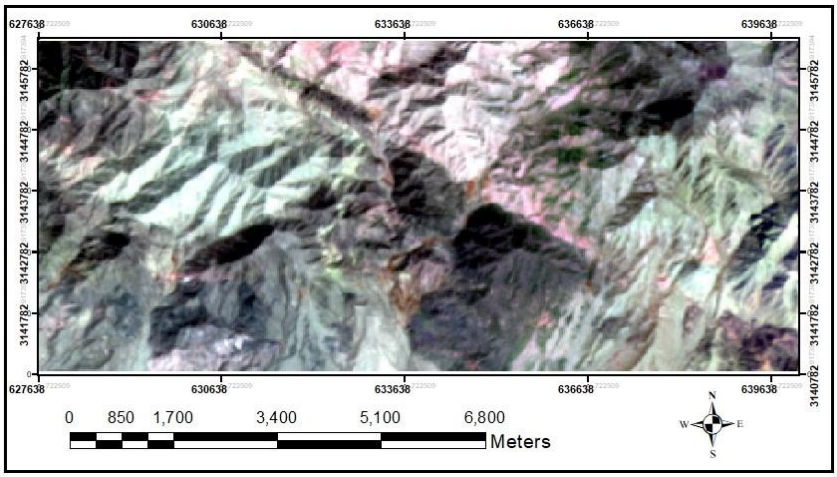
در این مطالعه هدف از پردازش داده‌ها مشخص کردن دگرسانی‌های کانسار مس پورفیری است که از ۳ روش ترکیب رنگ کاذب، نسبت باندی و تکنیک آنالیز مولفه‌های اصلی استفاده شده است که در ادامه به شرح هر یک از آن ها می‌پردازیم.

#### ۱،۴. ترکیب رنگ کاذب

داده‌های دورسنجی را می‌توان با ترکیب رنگ‌های قرمز،سبز و آبی نمایش داد که این ترکیب اطلاعات بسیار مفیدی را ارائه می‌دهد. در دورسنجی به طور گسترده از رنگ‌ها می‌توان استفاده کرد به دلیل اینکه اطلاعات بصری و مفهومی بیشتری از تصویر در اختیار ما قرار می‌دهند. برای ساخت ترکیب رنگی کاذب اگر از باندهایی استفاده شود که همبستگی کمتری نسبت به هم دارند نتیجه بهتری می‌دهد. از ترکیب رنگی ۶۳۱ می‌توان برای جداسازی واحدهای سنگی و از ترکیب رنگی ۴۶۸ برای بارزسازی دگرسانی‌های فیلیک، پروپیلیتک و آرژیلیک استفاده کرد[4]. در این تصویر دگرسانی پروپیلیتک به رنگ سبز پررنگ و دگرسانی‌های آرژیلیک و فیلیک به رنگ صورتی به نمایش درمی‌آیند.



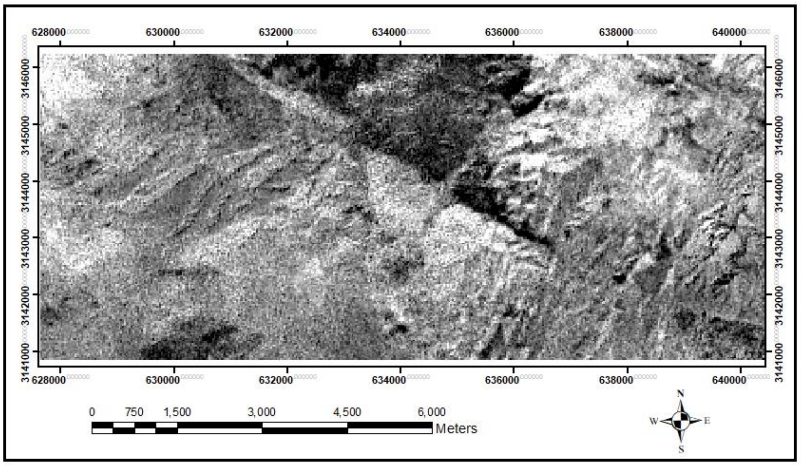

شکل۴. تصویر ترکیب رنگی کاذب RGB=631 جهت بارز سازی پوشش گیاهی و جداسازی واحدهای سنگی منطقه.(پوشش گیاهی به رنگ سبز روشن)



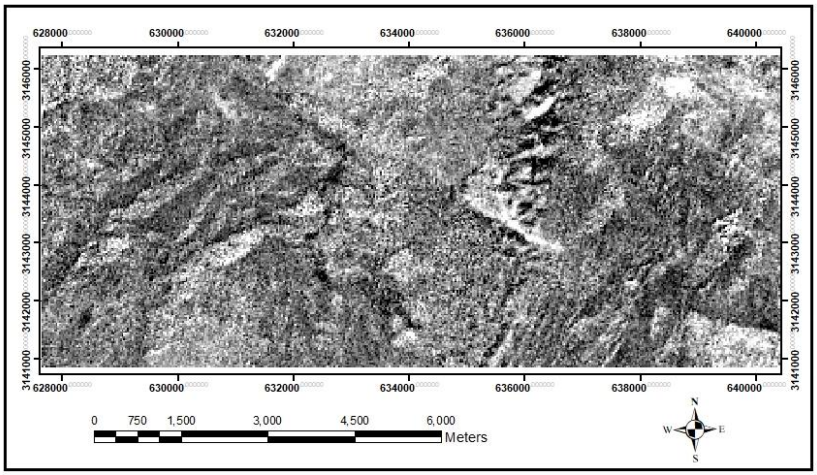

شکل۵. تصویر ترکیب رنگی کاذب RGB=468 جهت بارز سازی دگرسانی هیدروترمال.

### ۲,۴. نسبت باندی

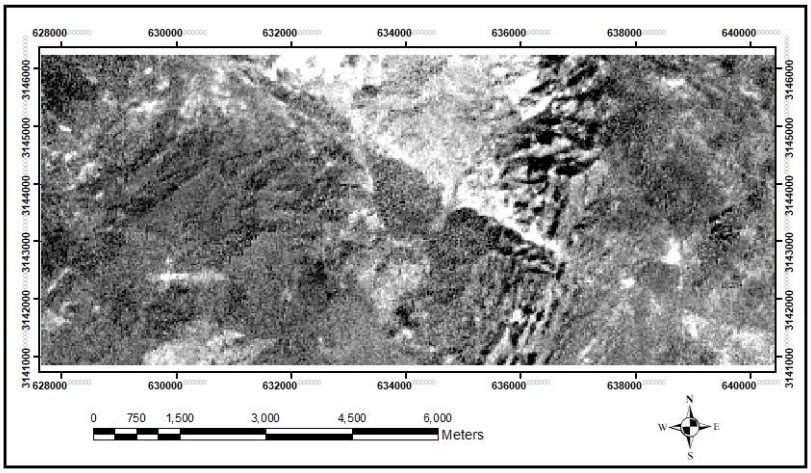
نسبت‌های باندی ترکیب‌های ساده حسابی از باندهای مختلف هستند که شدت و پخش ویژگی‌های جذب یا انعکاس را به روش نیمه کمی بررسی میکند. که شامل تقسیم کردن باندی که میزان بازتابش پدیده موردنظر بر باندی که میزان بازتابش آن بالاتر می‌شود (PCA). این روش تا حدی می‌تواند اثرات توپوگرافی را از بین ببرد و همچنین نویزها را کاهش دهد. روش نسبت باندی با ایجاد تظاد بین باندها باعث آشکارسازی پدیده‌های مختلف را آشکار می‌کند[5].




شکل۶. بارزسازی دگرسانی پروپیلیتیک با استفاده از نسبت باندی بصورت پیکسل‌های روشن.




شکل۷. بارزسازی دگرسانی فیلیک با استفاده از نسبت باندی بصورت پیکسل‌های روشن.




شکل۸. بارزسازی دگرسانی آرژیلیک با استفاده از نسبت باندی بصورت پیکسل‌های روشن.

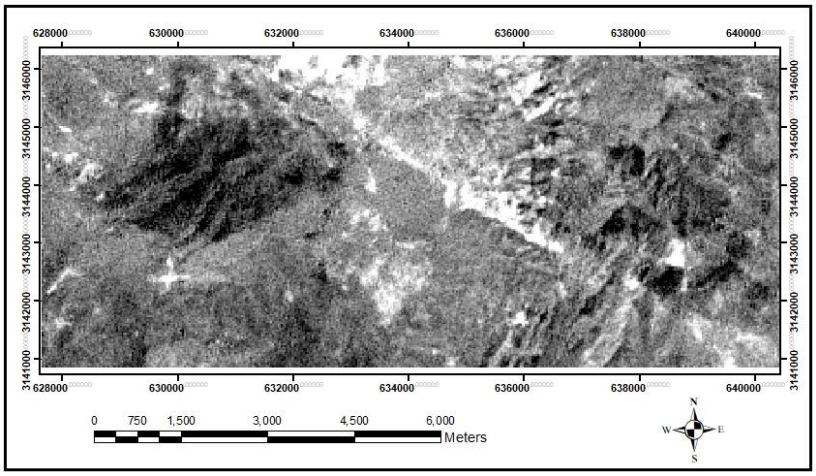
### ۳,۴. آنالیز مولفه‌های اصلی (PCA)

آنالیز مولفه‌های اصلی یک تکنیک آماری چند متغیره است که با استفاده از آن می‌توان امکان از دست رفتن داده‌های مفید را به حداقل رساند. این تکنیک با کاهش دادن بعد داده‌ها و همچنین جداکردن مولفه‌های نویز چنین امکانی را فراهم می‌کند[5]. در این مطالعه از آنالیز مولفه‌های اصلی انتخابی برای بارزسازی دگرسانی‌های هیدروترمال مس‌پورفیری انجام شده است، در این روش به جای استفاده از تمام باندها فقط باندهای خاصی برای آشکارسازی دگرسانی‌های مورد نظرانتخاب شده است[6]. (جدول۲)

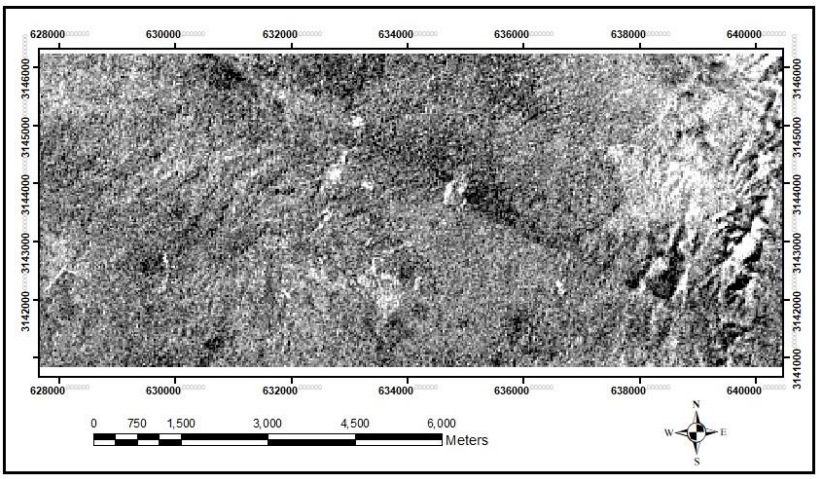
جدول۲. ماتریس بردار ویژه به‌دست‌آمده از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی انتخابی برای دگرسانی‌های مختلف.

(الف) دگرسانی آرژیلیک. (ب)دگرسانی فیلیک. (ج) دگرسانی پروپیلیتیک

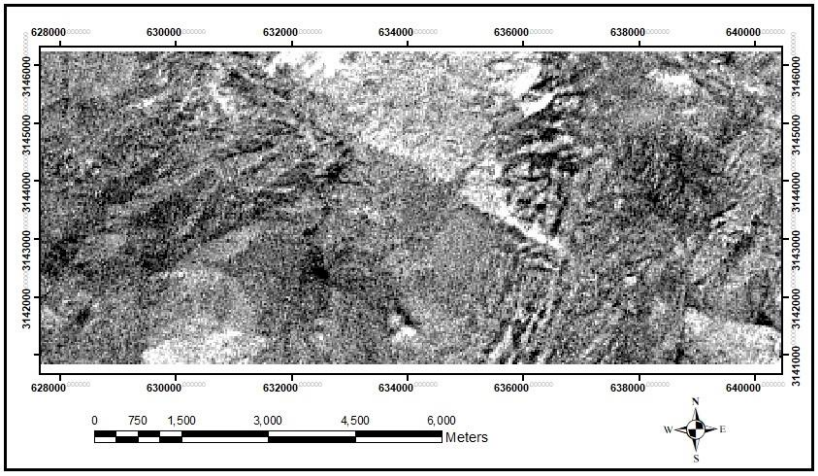
| باند ۸ | باند ۶ | باند ۴ | باند ۱ | (الف) |
|---|---|---|---|---|
| ۰,۵۳۶۱۲۹ | ۰,۵۱۹۳۵۸ | ۰,۵۴۳۲۲۴ | ۰,۳۸۴۳۷۰ | PC1 |
| -۰,۱۸۸۲۲۸ | -۰,۲۱۵۶۵۶ | -۰,۲۶۰۴۷۹ | ۰,۹۲۲۰۷۰ | PC2 |
| -۰,۱۲۹۳۹۵ | -۰,۶۶۰۳۲۲ | ۰,۷۳۹۲۲۲ | ۰,۰۲۷۹۷۴ | PC3 |
| ۰,۸۱۲۶۴۶ | -۰,۴۹۷۷۳۰ | -۰,۳۰۱۰۱۲ | -۰,۰۳۵۵۵۴ | PC4 |
| باند ۷ | باند ۶ | باند ۵ | باند ۱ | (ب) |
| -۰,۵۵۳۲۸۰ | -۰,۵۳۸۵۱۹ | -۰,۴۹۴۲۸۱ | -۰,۳۹۹۴۵۷ | PC1 |
| ۰,۲۰۴۳۵۳ | ۰,۲۵۰۰۱۰ | ۰,۲۳۸۹۵۶ | -۰,۹۱۵۷۷۰ | PC2 |
| ۰,۷۹۷۶۷۳ | -۰,۵۳۲۷۲۶ | -۰,۲۷۹۷۹۵ | ۰,۰۴۰۴۴۵ | PC3 |
| ۰,۱۲۵۸۵۵ | ۰,۶۰۳۰۷۲ | -۰,۷۸۷۵۹۲ | -۰,۰۱۲۷۸۴ | PC4 |
| باند ۹ | باند ۸ | باند ۳ | باند ۱ | (ج) |
| -۰,۴۸۲۹۰۵ | -۰,۵۶۲۲۴۹ | -۰,۵۰۷۰۸۲ | -۰,۴۳۹۹۳۹ | PC1 |
| ۰,۴۴۶۳۵۸ | ۰,۴۹۹۵۴۲ | -۰,۵۱۴۹۴۰ | -۰,۵۳۴۸۴۴ | PC2 |
| -۰,۱۵۹۸۲۸ | ۰,۰۸۱۳۰۸ | ۰,۶۷۹۳۷۸ | -۰,۷۴۱۵۴۰ | PC3 |
| ۰,۷۳۶۲۲۱ | -۰,۶۵۴۰۰۵ | ۰,۱۲۷۰۸۰ | -۰,۱۱۸۷۷۰ | PC4 |




شکل۹. بارزسازی دگرسانی آرژیلیک با استفاده از تکنیک آنالیز مولفه‌های اصلی بصورت پیکسل‌های روشن.




شکل۱۰. بارزسازی دگرسانی فیلیک با استفاده از تکنیک آنالیز مولفه‌های اصلی بصورت پیکسل‌های روشن.




شکل۱۱. بارزسازی دگرسانی پروپیلیتیک با استفاده از تکنیک آنالیز مولفه‌های اصلی بصورت پیکسل‌های روشن.

### ۵. بحث و نتیجه‌گیری

محدوده مورد مطالعه که در نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ حنا قرار دارد در جنوب استان کرمان و جنوب شرق شهرستان جیرفت واقع شده است. از نظر موقعیت زمین‌شناسی محدوده در کمربند ماگمایی ارومیه-دختر قرار دارد که می‌تواند اهمیت بالایی جهت کانی‌زایی مس داشته باشد. در این پژوهش با استفاده از سنجنده Aster محدوده موردنظر مورد بررسی قرار گرفت. در ابتدا پیش‌پردازش بر روی تصاویر ماهواره‌ایی ک شامل تصحیحات هندسی و رادیومتریک می‌باشد، اعمال شد. سپس پردازش تصاویر ماهواره‌ایی با استفاده از تکنیک‌های ترکیب رنگی کاذب، نسبت باندی و آنالیز مولفه‌های اصلی جهت مشخص کردن دگرسانی‌های گرمابی انجام شد. نتایج بدست آمده از سه روش استفاده شده در این پژوهش تطابق خوبی نسبت به هم داشتند. دگرسانی آرژیلیک در هر سه روش تطابق خیلی بالاتری نسبت به دو دگرسانی دیگر(فیلیک و پروپیلیتیک) داشته و از این نظر می‌توان به وجود آن اعتبار بیشتری داد. به طورکلی با توجه به وجود مشخص شدن دگرسانی‌های گرمابی مشخص شده می‌توان به اهمیت منطقه از نظر کانی‌زایی مس پی برد.

### منابع

[۴] کریم‌پور گلی، ه. ۱۳۹۷. مطالعات دورسنجی در کانسار مس پورفیری مسجد داغی، آذربایجان شرقی. اولین همایش بین المللی زیست شناسی و علوم زمین.

[1] Safwat S. Gabr ., Hasan M., Sadek, M., 2015. Prospecting for new gold-bearing alteration zones at El- Hoteib area, South Eastern Desert, Egypt, using remote sensing data analysis; Ore Geology.

[2] Gomez, C., Delacourt, C., 2005. Using ASTER remote sensing data set for geological mapping, in Namibia; Physics and Chemistry of the Earth

[3] Yamaguchi, Y., Kahle, A. B., 1998. Overview of advanced spaceborne thermal emission and reflection radiometer (ASTER); IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, VOL. 36, NO. 4.

[5] Beygi, S., Talovina, I., 2020. Alteration and structural features mapping in Kacho-Mesqal zone, Central Iran using ASTER remote sensing data for porphyry copper exploration; International Journal of Image and Data Fusion.

[6] Noori, L., Beiranvand Pour, A., 2019. Comparison of Different Algorithms to Map Hydrothermal Alteration Zones Using ASTER Remote Sensing Data for Polymetallic Vein-Type Ore Exploration: Toroud–Chahshirin Magmatic Belt (TCMB), North Iran; remote sensing.