

## کاربرد روش‌های مختلف پردازش داده ماهواره‌ای استر، مطالعه موردی کانسار مس- طلا پورفیری دالی شمالی

محمد رضا حسینی<sup>۱</sup>، علی مرادزاده<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی اکتشاف معدن، دانشکده مهندسی معدن، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران *mr.hosseini2011@ut.ac.ir*

<sup>۲</sup> استاد دانشکده مهندسی معدن، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران *a\_moradzadeh@ut.ac.ir*

### چکیده

در این تحقیق دگرسانی‌های هیدروترمال فیلیک، آرژیلیک و پروپیلیتیک که در ارتباط با کانی‌سازی مس- طلا پورفیری کانسار دالی شمالی هستند با روش‌های مختلف پردازش داده‌های ماهواره‌ای استر منجمله ترکیب رنگی کاذب (FCC)، نسبت باندی (BR)، آنالیز مولفه اصلی (PCA)، فیلترگذاری تطبیقی (MF)، کمترین مربعات خطای (LS-Fit) بارز سازی شده و با روش ضربی شاخص بهینه (OIF) بهترین ترکیب رنگی آن‌ها مشخص شد. از مقایسه نتایج روش‌های مختلف با نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰ منطقه می‌توان نتیجه گرفت مناطق دگرسانی شناسایی شده حاصل از مطالعات دورسنجی، همپوشانی قابل قبولی با داده‌های نقشه زمین شناسی دارند و روش LS-Fit نسبت به سایر روش‌ها در جداسازی مناطق دگرسانی در منطقه بهتر عمل کرده است.

**واژه‌های کلیدی:** دورسنجی، پردازش داده استر، کانسار دالی، آنالیز مولفه اصلی، کمترین مربعات خطای، فیلترگذاری تطبیقی

## Application of various processing methods of ASTER Data, Case study northern Dalli Cu-Au porphyry deposit

Mohammad reza Hosseini<sup>1</sup>, Ali Moradzadeh<sup>1</sup>

<sup>1</sup> School of Mining Engineering, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran.

### Abstract

In this research, hydrothermal alteration areas include phyllitic, argillic and propylitic that are associated with Cu-Au porphyry mineralization are investigated by various methods of processing ASTER data. These methods are False Color Composite (FCC), Band Ratio (BR), Principal Component Analysis (PCA), Matched Filtering (MF) and Least Squares Fit (LS-Fit). Optimum Index Factor (OIF) method was then used to select the best color combinations. Comparing the results of different methods with the data of 1:10000 geological map, indicates that recognized alteration areas of remote sensing data have an acceptable agreement with those of the geological map. It was also found that the LS-Fit method is the best method for separating alteration areas in the region.

**Keywords:** Remote sensing, ASTER data processing, Dalli deposit, PCA, LS-Fit, MF

### ۱ مقدمه

کاربرد سنجش از دور در سال‌های اخیر، در اکتشاف ذخایر معدنی گسترش یافته است. از آنجا که دگرسانی ارتباط مستقیمی با ذخایر معدنی و کانی‌زایی دارد، شناسایی آن‌ها به کمک تصاویر ماهواره‌ای باعث تسریع امر اکتشاف و پایین آمدن هزینه‌های آن به میزان زیاد خواهد شد (قرچی روکی و همکاران، ۱۳۸۹). تاکنون محققین مختلفی در سراسر دنیا از داده‌های دورسنجی و خصوصاً از داده‌های استر برای اکتشاف منابع معدنی استفاده نموده‌اند (رفاهی و همکاران، ۱۳۹۳؛ بیرانوندپور و همکاران، ۱۴۰۱؛ راجندران و نصیر، ۱۳۹۷). در منطقه مورد مطالعه نیز با بهره‌گیری از داده‌های استر و به کمک روش‌های ترکیب رنگی کاذب و کمترین مربعات خطای و ترسیم زاویه طیفی (SAM) برای شناسایی نواحی اکسید آهن، کانی‌های بنیان هیدروکسیل و پوشش گیاهی استفاده شده است (دایی جواد و همکاران، ۱۳۸۵؛ عیسوند و همکاران، ۱۳۹۰). بهنظر می‌رسد استفاده از روش‌های دیگر با هدف مقایسه و بهبود نتایج مطالعات پیشین می‌تواند در شناسایی بهتر محل‌های کانی‌سازی مفید باشد. در تحقیق حاضر جهت پیش‌پردازش داده‌ها از روش‌های کسر اثر تیرگی (Dark Subtract)، میانگین بازتابش

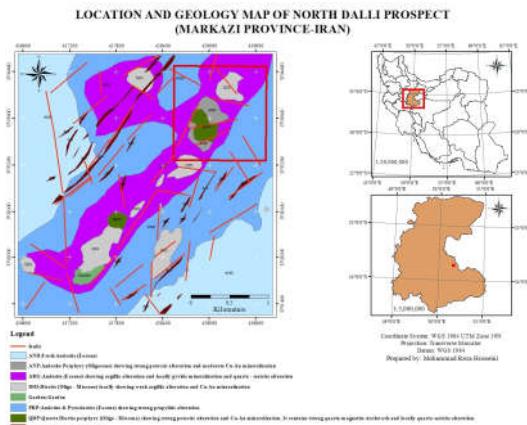
داخلی نسبی (IARR) و شبیه بازتابش (Log Residual) استفاده خواهد شد سپس از روش‌های مختلف مثل ترکیب رنگی کاذب (FCC)، نسبت باندی (BR)، آنالیز مولفه اصلی (PCA)، فیلترگذاری تطبیقی (MF)، کمترین مربعات خطای (LS-Fit) برای پردازش داده‌ها و بارزسازی دگرسانی‌های مرتبط با کانی‌سازی مس پورفیری تپه شمالی کانسار دالی استفاده می‌شود و در ادامه با روش ضربی شاخص بهینه (OIF) بهترین ترکیب رنگی آن‌ها مشخص خواهد شد. برای اعتبار سنجی و بررسی برتری روش‌های بکارگرفته شده نسبت به یکدیگر از مقایسه نتایج با نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰ استفاده می‌شود.

## ۲ موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی منطقه

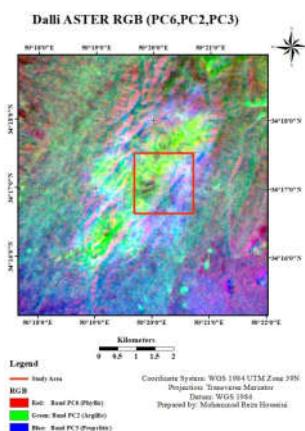
کانسار مس- طلا پورفیری دالی، در حدود ۶۰ کیلومتری جنوب شهرستان اراک و ۶ کیلومتری شمال غرب روستای راوه از توابع شهرستان دلیجان استان مرکزی، واقع شده است (شکل ۱). محدوده معدنی دالی در نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰ سلفچگان- خورحه واقع شده است. این محدوده عمدهاً توسط سنگ‌های آذرین درونی متوسط تا بازیک (دیوریت، کوارتز دیوریت و تونالیت) و به طور محلی ولکانیک‌های آندزیتی، ایگنمنبریت و آندزیت پورفیری پوشیده شده که تحت تأثیر محلول‌های هیدروترمال به زون‌های دگرسانی پتاسیک، سیلیسی، کوارنز- سریسیت (فیلیک)، کوارتز آرژیلیک و پروپیلیتیک شده‌اند. کانی‌سازی مس و طلا پورفیری عمدهاً بترتیب اهمیت در ارتباط با آلتراسیون‌های پتاسیک، سیلیسی و بطور محلی فیلیک می‌باشد (اسدی هارونی، ۱۳۹۱).

## ۳ معرفی داده‌ها، روش مطالعه و بحث روی نتایج

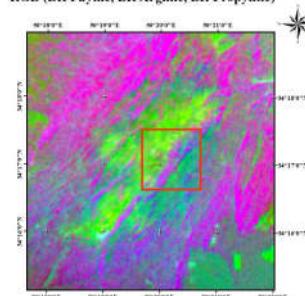
در این تحقیق از داده سنجنده استر برای نیل به هدف استفاده شده است که در آن دامنه طول موجی ۵۲/۰ تا ۱۱/۶۵ میکرومتر در قالب ۱۴ باند شامل سه باند در محدوده طیفی مرئی و فروسرخ نزدیک (VNIR)، ۶ باند در محدوده فروسرخ طول موج کوتاه (SWIR) و ۵ باند در محدوده فروسرخ حرارتی (TIR) پوشش داده می‌شود (رجاندران و نصیر، ۱۷/۲۰، بیرانوندپور و هاشم، ۱۲/۲۰). در ادامه به ویروی از علی‌محمدی و همکاران (۱۵/۲۰) برای پردازش از ترکیب رنگی (RGB(4/5,4/6,4/7)، استفاده شده است که در آن (شکل ۲) نواحی مشخص شده با رنگ سفید نشان‌دهنده دگرسانی‌های فیلیک ژاروسیتی و آرژیلیک مرتبط با کانی‌سازی مس- طلا پورفیری می‌باشد. همچنین بر اساس نتایج حاصل از کارهای دیگر محققین (رحمی، ۱۳۹۶؛ حاجی‌بابیر و همکاران، ۱۴/۲۰)، برای شناسایی نواحی دگرسانی فیلیک، آرژیلیک و پروپیلیتیک به ترتیب از نسبت های باندی ۶/۶(۵,۵/۴,۵/۴+۷) و ۸/۸(۴+۶,۵+۷) استفاده شده است، ترکیب رنگی آن‌ها در شکل ۳ نشان داده شده است. در ادامه برای آنالیز مولفه اصلی ۶ باند محدوده فروسرخ طول موج کوتاه انتخاب شدند و با توجه به شاخص‌های جذبی و انعکاسی کانی‌های مشخصه هر دگرسانی، مولفه‌های PC6، PC2 و PC3 به ترتیب برای دگرسانی‌های فیلیک، آرژیلیک و پروپیلیتیک انتخاب شدند. نمایش ترکیب رنگی (PC6,PC2,PC3) RGB مطابق شکل ۴ است که در آن نواحی زرد تا سفید رنگ از اهمیت زیادی برخوردار است. همچنین برای روش کمترین مربعات خطای نیز با توجه به شاخص‌های جذبی و انعکاسی کانی‌های مشخصه هر دگرسانی، عکس پیکسل‌های باقیمانده (esidual) مدل باند ۶، پیکسل‌های باقیمانده مدل باند ۴ و عکس پیکسل‌های باقیمانده مدل باند ۸ به ترتیب برای دگرسانی‌های فیلیک، آرژیلیک و پروپیلیتیک انتخاب شدند. نمایش ترکیب رنگی (B8) در شکل ۵ آورده شده است. در این تصویر نیز نواحی زرد تا سفید رنگ از اهمیت زیادی برخوردار است. کانی‌هایی که در این تحقیق برای جدایش با روش فیلترگذاری تطبیقی انتخاب شدند شامل مسکویت (Mus) و ایلیت (دگرسانی فیلیک)، کاٹولینیت (Kao) و آلونیت (درگرسانی آرژیلیک) و کلسیت، اپیدوت (Epi) و کلریت (دگرسانی پروپیلیتیک) می‌باشند. برای نمایش بهتر دگرسانی‌ها در منطقه، ترکیب رنگی کاذب RGB (MF Mus,MF Kao,MF Epi) مطابق شکل ۶ استخراج گردید. در این تصویر رنگ قرمز معرف دگرسانی فیلیک، رنگ سیز دگرسانی آرژیلیک و رنگ آبی دگرسانی پروپیلیتیک می‌باشد. در نهایت با هدف تعیین بهترین ترکیب رنگی، روش ضربی شاخص بهینه بکارگرفته شد. برای این امر ۱۲ باند مطابق جدول ۱ انتخاب شد و در نتیجه ترکیب رنگی (RGB(-10,8,3) با بیشترین مقدار ضربی شاخص بهینه انتخاب و در شکل ۷ نمایش داده شده است. نواحی زرد تا سبز رنگ معرف مناطقی هستند که هر سه دگرسانی حضور دارند. در انتهای نتایج روش‌های مختلف با نقشه زمین‌شناسی منطقه مقایسه شد.



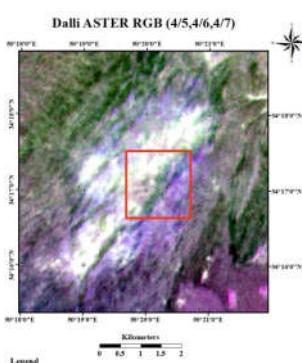
شکل ۱. موقعیت جغرافیایی و نقشه زمین‌شناسی



RGB (BR Phyllitic, BR Argillitic, BR Propylitic)



RGB (Red Band 4(B7)(Phyllitic), Green Band 5(B6)(Argillitic), Blue Band 6(B5)(Propylitic))

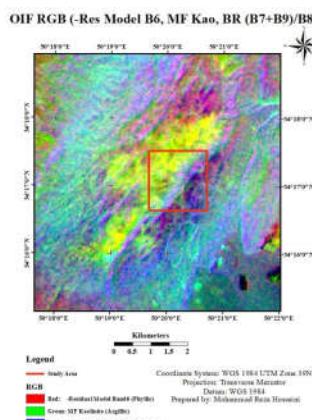


RGB (Red Band 4(B7)(Phyllitic), Green Band 5(B6)(Argillitic), Blue Band 6(B5)(Propylitic))

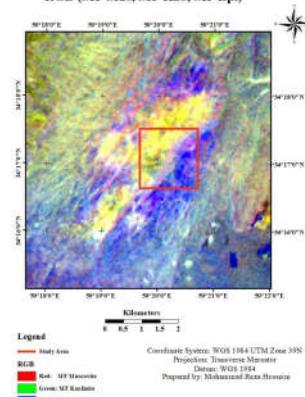
شکل ۴. ترکیب رنگی از PCA

شکل ۳. ترکیب رنگی از

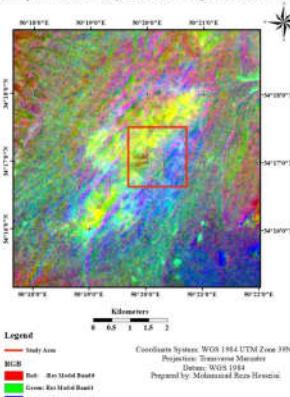
شکل ۲. ترکیب رنگی



RGB (MF Mus, MF Kao, MF Epi)



RGB (-Res Model B6, Res Model B4, Res Model B8)



شکل ۷. ترکیب رنگی با روش OIF

شکل ۶. ترکیب رنگی از روش MF

شکل ۵. ترکیب رنگی از روش Ls-Fit

جدول ۱. باند انتخابی برای تعیین ضریب شاخص بهینه

دانگرنسانی	توضیح	باند	توضیح	باند	توضیح	باند	توضیح	باند
فیلیک	Residual Band 6	۱۰	MF Mus	۷	PC6	۴	BR (5+7)/6	۱
آرژیلیک	Residual Band 4	۱۱	MF Kao	۸	PC2	۵	BR (4+6)/5	۲
پروپیلیتیک	Residual Band 8	۱۲	MF Epi	۹	PC3	۶	BR (7+9)/8	۳

### ۳ نتیجه‌گیری

از مقایسه نتایج روش‌های پردازش بکارگرفته شده با نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰ منطقه می‌توان نتیجه گرفت که این روش‌ها در شناسایی نواحی دگرسانی فیلیک، آرژیلیک و پروپیلیتیک با دقت قابل قبولی موفق عمل کرده‌اند و با نقشه زمین‌شناسی همپوشانی خوبی دارند. روش *LS-Fit* نسبت به سایر روش‌ها در جداسازی مناطق دگرسانی بهتر عمل کرده است و برای مطالعات تكمیلی استفاده از داده‌های ماهواره‌ای با دقت بالاتر توصیه می‌گردد.

### منابع

- Alimohammadi, M., Alirezaei, S., Kontak, D. J. 2015. Application of ASTER data for exploration of porphyry copper deposits, A case study of Daraloo-Sarmeshk area, southern part of the Kerman copper belt, Iran: Ore Geology Reviews, **70**, 290–304.
- Beiranvand Pour, A., Hashim, M., Hong, J. K., & Park, Y. 2017. Lithological and alteration mineral mapping in poorly exposed lithologies using Landsat-8 and ASTER satellite data: North-eastern Graham Land, Antarctic Peninsula:Ore Geology Reviews.
- Beiranvand Pour, A., Hashim, M. 2012. The application of ASTER remote sensing data to porphyry copper and epithermal gold deposits: Ore Geology Reviews, **44**, 1–9.
- Hajibapir, G., Lotfi, M., Zarifi, A. Z., Nezafati, N. 2014. Application of Different Image Processing Techniques on Aster and ETM+ Images for Exploration of Hydrothermal Alteration Associated with Copper Mineralizations Mapping Kehdolan Area (Eastern Azarbaijan Province-Iran): Open Journal of Geology, (4), 582–597.
- Rajendran, S., & Nasir, S. (2017). Characterization of ASTER spectral bands for mapping of alteration zones of volcanogenic massive sulphide deposits: Ore Geology Reviews, **88**, 317–335.
- اسدی هارونی، ه.، ۱۳۹۱، خلاصه گزارش مدیریتی معدن مس - طلا دالی در استان مرکزی. شرکت درسا پردازه، اصفهان، ایران.
- دایی جواد، ح.، اسدی هارونی، ه.، طباطبائی، س.، ح.، ۱۳۸۵، شناسایی و تفکیک زون‌های آلتراسیون در محدوده اندیس مس-طلا پورفیری دالی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای TM و ASTER : پنجمین کنفرانس دانشجویی مهندسی معدن.
- رحیمی، م.، ر.، ۱۳۹۶، بکارگیری الگوریتم‌های متنوع خوش بندی به همراه روش فرکتال جهت پتانسیل یابی کانه زایی طلا، نقره و فلزات پایه در منطقه باریکا: پایان نامه کارشناسی ارشد اکتشاف معدن، دانشکده مهندسی معدن، دانشگاه تهران.
- رفاهی، د.، خاکزاد، ا.، نظافتی، ن.، بهار فیروزی، خ.، بیاناتی، ع.، ۱۳۹۳، مطالعه پهنه‌های دگرسانی در شمال سراب با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای، ژئوفیزیک هوایی و تجزیه نمونه‌های صحرایی: علوم زمین، **۲۴**، (۹۳)، ۲۲۱–۲۳۴.
- عیسوند، س.، اسدی هارونی، ه.، حاج صادقی، س.، ۱۳۹۰، شناسایی و تفکیک زون‌های آلتراسیون در محدوده کانسار مس-طلا پورفیری دالی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای TM و ASTER: چهارمین همایش ملی زمین شناسی اقتصادی.
- قرچی روکی، م.، کریم پور، م.، ح.، ابراهیمی، خ.، ۱۳۸۹، شناسایی دگرسانی آرژیلیک و آرژیلیک پیشرفته با استفاده باندهای SWIR سنجنده استر در منطقه هلاک آباد، خراسان رضوی: نخستین همایش انجمن زمین شناسی اقتصادی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد.