

## 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 خطا (LS-Fit) بارز سازی شده و با روش ضریب 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 خطا، 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 phyllic, 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 of 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 (قورچی 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، ۲۰۱۷؛ راجندران و نصیر، ۲۰۱۷). در منطقه مورد مطالعه نیز با بهره‌گیری از داده‌های استر و به کمک روش‌های ترکیب رنگی کاذب و کمترین مربعات خطا 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). به نظر 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 شبه 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 خطا ( $LS-Fit$ ) برای پردازش داده‌ها و بارزسازی دگرسانی‌های مرتبط با کانی‌سازی مس پورفیری تپه شمالی کانسار دالی استفاده می‌شود و در ادامه با روش ضریب 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 شرق شهرستان اراک و ۶ کیلومتری شمال غرب روستای راه از توابع شهرستان دلجان استان مرکزی، واقع شده است (شکل ۱). محدوده معدنی دالی در نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سلفچگان-خورچه واقع شده است. این محدوده عمدتاً توسط سنگ‌های آذرین درونی متوسط تا بازیگ (دیوریت، کوارتز دیوریت و تونالیت) و به طور محلی ولکانیک‌های آندزیتی، ایگنمبریت و آندزیت پورفیری پوشیده شده که تحت تأثیر محلول‌های هیدروترمال به زون‌های دگرسانی پتاسیک، سیلیسی، کوارتز-سریسیت (فیلیک)، کوارتز آرژیلیک و پروپلیتیک شده‌اند. کانی‌سازی مس و طلا پورفیری عمدتاً 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 دامنه‌ی طول موجی ۰/۵۲ تا ۱۱/۶۵ میکرومتر در قالب ۱۴ باند شامل سه باند در محدوده طیفی مرئی و فرورسرخ نزدیک ( $VNIR$ )، ۶ باند در محدوده فرورسرخ طول موج کوتاه ( $SWIR$ ) و ۵ باند در محدوده فرورسرخ حرارتی ( $TIR$ ) پوشش داده می‌شود (راجندران و نصیر، ۲۰۱۷؛ بیرانوندپور و هاشم، ۲۰۱۲). در ادامه به پیروی از علم‌محدی و همکاران (۲۰۱۵) 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 (رحیمی، ۱۳۹۶؛ حاجی باپیر و همکاران، ۲۰۱۴)، برای شناسایی نواحی دگرسانی فیلیک، آرژیلیک و پروپلیتیک به ترتیب از نسبت های باندی  $6/(5+7)$ ،  $5/(4+6)$  و  $8/(7+9)$  استفاده شده است، ترکیب رنگی آن‌ها در شکل ۳ نشان داده شده است. در ادامه برای آنالیز مولفه اصلی ۶ باند محدوده فرورسرخ طول موج کوتاه انتخاب شدند و با توجه به شاخص‌های جذبی و انعکاسی کانی‌های مشخصه هر دگرسانی، مولفه های  $PC6$ ،  $PC2$  و  $PC3$  به ترتیب برای دگرسانی‌های فیلیک، آرژیلیک و پروپلیتیک 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 خطا 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 پروپلیتیک انتخاب شدند. نمایش ترکیب رنگی ( $Res Model B6, Res Model B4, -Res Model B8$ )  $RGB$  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)، کائولینیت ( $Kao$ ) و آلونیت (دگرسانی آرژیلیک) و کلسیت، اپیدوت ( $Epi$ ) و کلریت (دگرسانی پروپلیتیک) 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 سبز دگرسانی آرژیلیک و رنگ آبی دگرسانی پروپلیتیک می‌باشد. در نهایت با هدف تعیین بهترین ترکیب رنگی، روش ضریب 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 ضریب 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 انتها نتایج روش‌های مختلف با نقشه زمین‌شناسی منطقه مقایسه شد.



### 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 تکمیلی 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 Kefeldolan 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 - طلای دالی در استان مرکزی. شرکت درسا پرداز، اصفهان، ایران.
- دایی جواد، ح. ا.، 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 خوشه 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.، بیاتانی، 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 زمین‌شناسی اقتصادی.
- قورچی 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 زمین‌شناسی اقتصادی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد.