

مطالعات دورسنجی جهت تفکیک نواحی دگرسانی در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ فردوس (خراسان جنوبی)

مرتضی صفری^{۱*}، علی هوشمند^۲، حسین حسینی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی دانشگاه صنعتی امیرکبیر

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی امیرکبیر

۳- استاد تمام دانشگاه صنعتی امیرکبیر

چکیده :

استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور یکی از روش‌های کم هزینه و سریع برای پی‌جویی و اکتشاف مواد معدنی به ویژه در نواحی وسیع، می‌باشد. با توجه به ارتباط بین کانی زایی و دگرسانی‌ها و گسل‌ها می‌توان گفت که با شناسایی گسل‌ها و دگرسانی‌ها می‌توان پی به وجود ماده معدنی برد. فردوس در استان خراسان جنوبی و در شرق ایران قرار دارد. در این مطالعه، با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۷ و بهره‌گیری از تکنیک‌های مختلف دورسنجی از جمله ترکیب‌های رنگی کاذب، نسبت بانندی، آنالیز مؤلفه اصلی و روش حداقل مربعات برازش شده اطلاعات مربوط به دگرسانی‌ها از ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ فردوس استخراج گردید. با استفاده از ترکیب بانندی باندهای ۵ (قرمز)، ۳ (سبز) و ۱ (آبی) واحدهای سنگی و زمین‌شناسی منطقه شناسایی شدند. سپس با استفاده از نسبت‌های بانندی ۳/۱ و ۵/۷ زون‌های دگرسانی اکسیدهای آهن و رسی شناسایی شدند. به منظور داشتن دقت بیشتر از روش‌های آنالیز مؤلفه اصلی و حداقل مربعات برازش شده استفاده شد که نتایج برای هر دو روش در ادامه آورده شده است. مقایسه نتایج مربوط به روش‌های آنالیز مؤلفه اصلی و حداقل مربعات برازش شده نشان می‌دهد که این روش‌ها ابزارهای توانمندی جهت پردازش تصاویر ماهواره‌ای به منظور شناسایی مناطق پتانسیل دار می‌باشند.

واژه‌های کلیدی : دگرسانی، نسبت بانندی، حداقل مربعات برازش شده، آنالیز مؤلفه اصلی

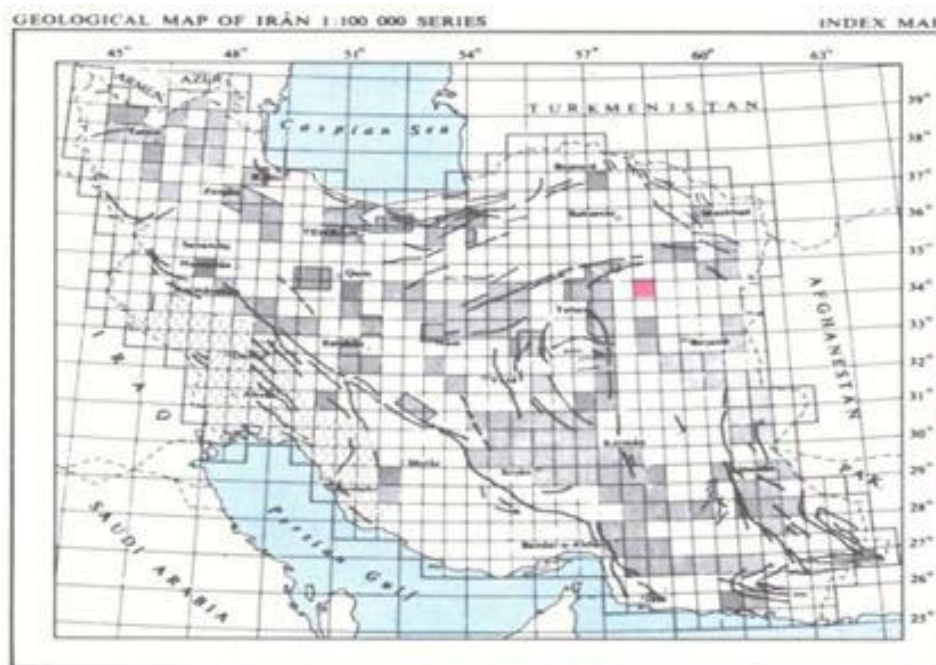


۱- مقدمه

امروزه در کشورهای پیشرفته دنیا سنجش از دور جزء جدایی ناپذیر بسیاری از پروژه‌های زمین‌شناسی است. کشور ما نیز با در اختیار داشتن منابع معدنی فراوان و نیز به دلیل مستعد بودن نسبت به بلایای طبیعی چون زمین‌لرزه نیازمند بهره‌گیری از پتانسیل‌های سنجش از دور برای اکتشاف معادن و مدیریت بلایا می‌باشد. شناسایی زون‌های دگرسانی ناشی از محلول‌های هیدروترمال به وسیله داده‌های ماهواره‌ای توجه زیادی از زمین‌شناسان را در خصوص پی‌جویی کانسارها به خود جلب کرده است. کانسارهای پورفیری نیز در ارتباط با دگرسانی‌های هیدروترمال مانند فیلیک، پتاسیک، آرژیلیک و پروپیلیتیک بوده که در این مناطق کانی‌های حاوی بنیان‌های هیدروکسیل (کانی‌های رسی) فراوان مشاهده می‌شوند. کاربرد سنجنده ETM^+ ^۱ به دلیل پایین بودن قدرت تفکیکی آن‌ها، تنها به تشخیص مناطق دارای اکسیدهای آهن و هیدروکسیل‌ها محدود شده است؛ اما تصاویر ماهواره‌ای چند طیفی مانند $ASTER^2$ امکان شناسایی زون‌های دگرسانی بیشتری را فراهم می‌کند [۱ و ۲]. سنجنده ETM^+ آخرین سنجنده قرار گرفته بر روی ماهواره لندست ۷ است. این سنجنده دارای ۸ باند طیفی است. باند ۸ آن دارای قدرت تفکیک مکانی ۱۵ متر و باند ۶ با قدرت تفکیک مکانی ۶۰ متر در طول موج حرارتی ۱۰/۵ تا ۱۲/۵ میکرومتر تصویربرداری می‌شود. باندهای ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۷ این سنجنده در محدوده ۰/۴۵ تا ۲/۳۵ میکرومتر با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر برداشت می‌شود [۱ و ۲].

۲- موقعیت منطقه مورد مطالعه

برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ فردوس در ۴۵۰ کیلومتری جنوب باختری مشهد و در میان طول‌های جغرافیایی $58^{\circ}00'$ تا $58^{\circ}30'$ و عرض‌های جغرافیایی $34^{\circ}00'$ تا $34^{\circ}30'$ جای گرفته است (شکل ۱). تصاویری که منطقه مورد نظر را پوشش می‌دهند، تصاویر مربوط به مسیر ۱۶۰ و ردیف ۳۶ از گذر ماهواره لندست ۷ بوده که در سال ۲۰۰۵ از این منطقه برداشت شده‌اند (شکل ۲).



شکل ۱- موقعیت تصویر مربوط

^۱ Landsat Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)

^۲ Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER)



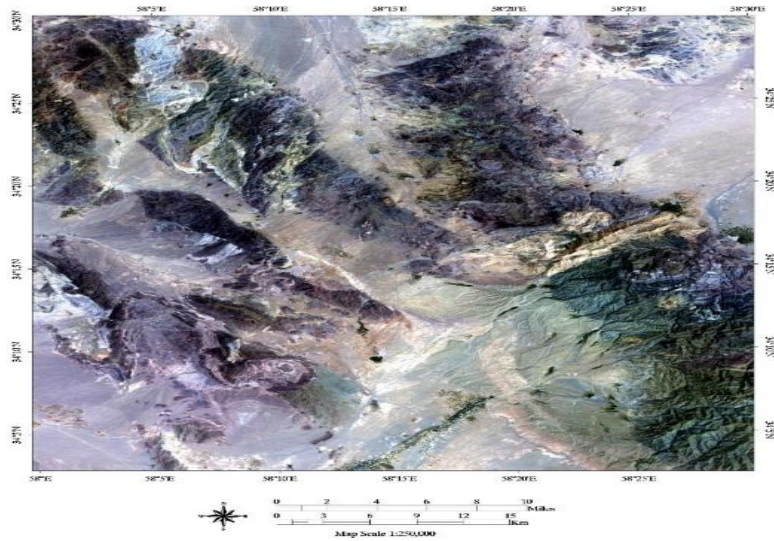
شکل ۲- نقشه‌ی زمین‌شناسی فردوس

۳- روش مطالعه

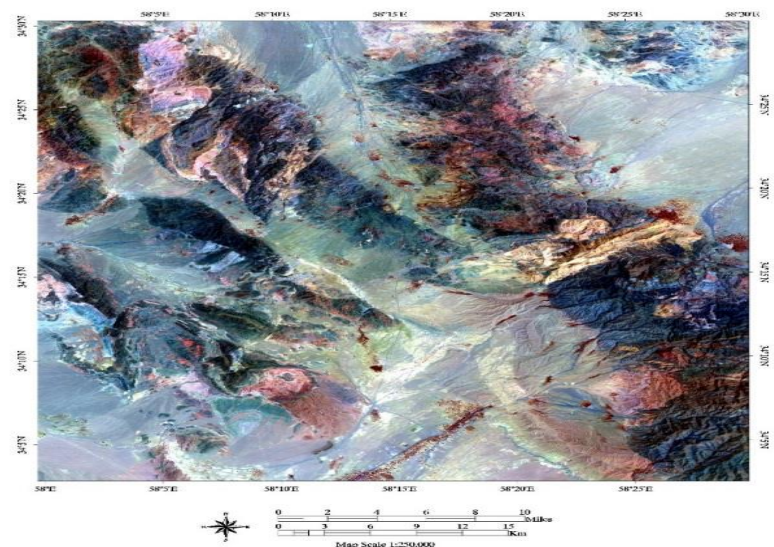
به منظور پی‌جویی‌های مقدماتی در منطقه با استفاده از تصاویر ETM^+ پس از جداسازی منطقه از تصویر کلی و انباشته سازی باندها، باید تصحیحات اولیه همانند تصحیح رادیومتریک انجام شود. برای انجام این تصحیحات، در ابتدا می‌بایست محدوده‌ای از طول موج‌ها را که طیف‌ها در آن قرار دارند، به نرم افزار داده شود. پس از انجام تصحیح رادیومتریک، پردازش داده‌ها با روش‌های مختلف برای شناسایی دگرسانی‌های اکسیدهای آهن و رس‌ها به ترتیبی که در زیر ارائه گردیده است مورد بررسی قرار گرفت.

۳-۱- ترکیب‌های رنگی

معمولاً از ترکیب سه رنگ و اختصاص یک رنگ از سه رنگ اصلی قرمز، سبز و آبی به هر باند، تصویر رنگی ساخته می‌شود. تصاویر رنگی کاذب اغلب برای شناسایی سنگ‌ها و گیاهان کاربرد داشته و کمتر در شناسایی دگرسانی‌ها به کار می‌روند. از بین ترکیب‌های رنگی مختلف، ترکیب رنگی حقیقی، ترکیب $RGB=321$ است که تصویر حقیقی از سطح زمین نشان می‌دهد (شکل ۳). همچنین ترکیب رنگی کاذب $RGB=531$ (شکل ۴) دارای بیشترین تضاد بوده و در زمین‌شناسی کاربرد فراوانی دارد. لذا از این ترکیب به منظور شناسایی واحدهای سنگی استفاده شد.



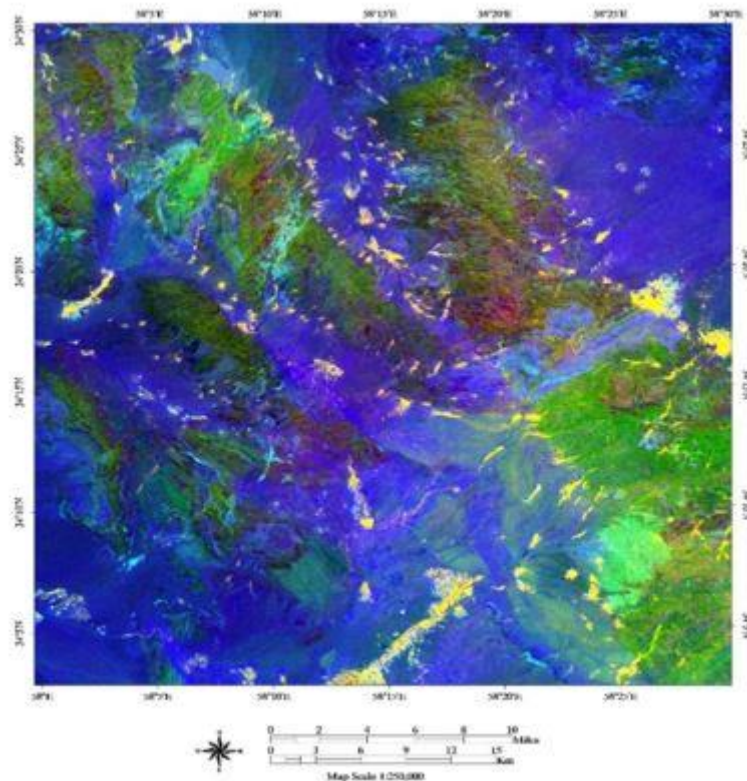
شکل ۳ - تصویر RGB(321)



شکل ۴ - تصویر RGB(531)

۳-۲- نسبت‌های باندى

روش‌های متداول پردازش تصاویر می‌تواند در بارز سازی مناطق آتره شده و واحدهای سنگی خاص به کار رود. یکی از این روش‌ها نسبت باندى و تصاویر نسبت رنگی برای بالا بردن پاسخ طیفی کانی‌ها و کاهش پاسخ طیفی پوشش گیاهی است. مهم‌ترین نسبت‌ها در تصاویر لندست ۷ عبارتند از: $۳/۱$ ، $۴/۳$ و $۵/۷$ که به ترتیب برای اکسیدهای آهن، پوشش گیاهی و کانی‌های رسی به کار می‌روند. به عنوان مثال باند ۵ داده‌های ETM^+ دارای حداکثر انعکاس سنگ‌های دگرسانی هیدروترمال و باند ۷ همین داده‌ها دارای بیشترین میزان جذب رس و کربنات‌ها می‌باشند؛ بنابراین تصاویر تقسیمی حاصل از باندهای ۵ و ۷ نواحی دگرسانی آرژیلیکی را با حداکثر بازتاب روشن نشان می‌دهند (به طور مشابه برای سایر نسبت‌ها). با قرار دادن این نسبت‌ها در ترکیب رنگی کاذب قرمز-سبز-آبی تصویر (شکل ۵) حاصل می‌شود که نشانگر شدت این نسبت‌ها در هر نقطه از تصویر است.

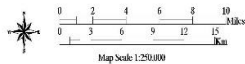
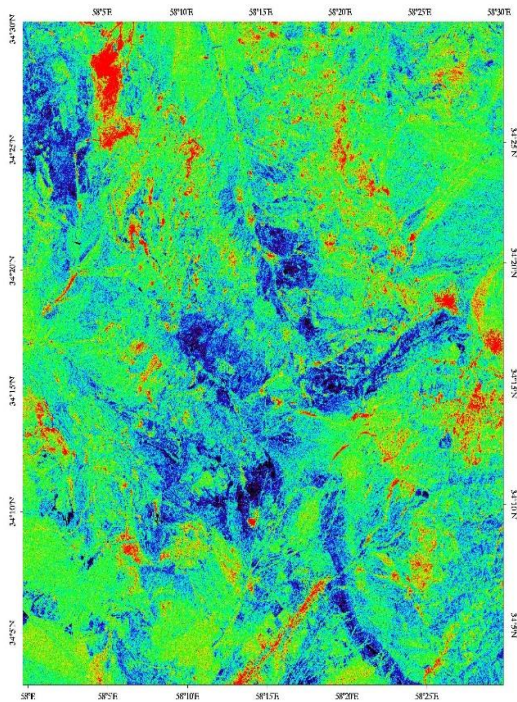


شکل ۵- تصویر RGB برای نسبت باندهای ۳/۱، ۴/۳ و ۵/۷

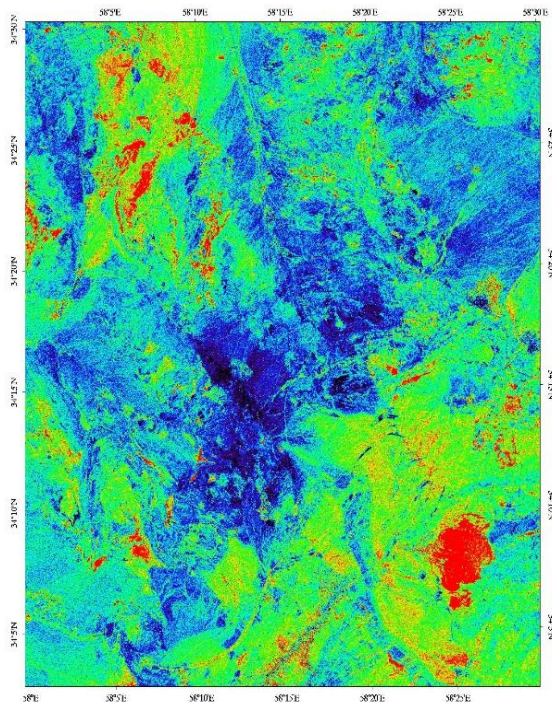
۳-۳- آنالیز مؤلفه‌های اصلی

تحلیل مؤلفه اصلی جهت کاهش بعد داده‌ها به تعداد کمتری مؤلفه اصلی به کار می‌رود. در تحلیل مؤلفه اصلی، تجمع اطلاعات در چند مؤلفه اول بیشتر بوده و مؤلفه‌های بعدی شامل نویز می‌باشند. در این روش، یک محور در راستایی که دارای بیشترین اطلاعات است، ایجاد شده و تصویر این محور شامل بیشترین اطلاعات نسبت به محورهای دیگر خواهد بود. در روش آنالیز مؤلفه‌های اصلی اطلاعات چند تصویر در یک تصویر متراکم شده و اختلاف درجات روشنایی به حداکثر می‌رسد. تعداد PC ساخته شده به تعداد باندها بستگی داشته و ما می‌توانیم پس از اعمال این روش چند تصویر جداگانه داشته باشیم. در انتخاب باندها برای اعمال این روش، می‌بایست باندهایی را انتخاب کرد که میزان همبستگی کمتری داشته باشند چرا که هر چه میزان همبستگی باندها با هم کمتر باشد، ترکیب آن‌ها حاوی اطلاعات بیشتری خواهد بود. یکی از روش‌ها در تحلیل مؤلفه‌های اصلی، روش کراستا است که در این بررسی نیز مورد استفاده قرار گرفت. در (جدول ۱ و ۲) مقادیر بردارهای ویژه حاصل از تحلیل مؤلفه‌های اصلی باندهای ۱، ۴، ۵ و ۷ برای کانی‌های رسی و ۱، ۳، ۴ و ۵ برای اکسیدهای آهن آمده است.

با توجه به اطلاعات حاصل از PC ها باید به دنبال بیشترین اختلاف بین باندهای ۳ و ۱ (اکسیدهای آهن) و باندهای ۵ و ۷ (دگرسانی‌های کانی‌های رسی) بوده و PC که بیشترین اختلاف را برای هر کدام از این موارد داشته باشد، به عنوان فاکتور مهم جهت بارز سازی کانی‌های مربوط به آن انتخاب می‌شود. همانطور که در جداول مشخص است، بیشترین اختلاف بین باندهای ذکر شده در PC4 دیده می‌شود؛ بنابراین این PC به عنوان نماینده برای تصویر کردن (شکل ۶ و ۷) دگرسانی‌ها استفاده شد.



شکل ۷- اکسیدهای آهن



شکل ۶- رسها

جدول ۱- مقادیر بردار ویژه برای باندهای ۱-۳-۴-۵

Eigenvector	Band 1	Band 3	Band 4	Band 5
Band 1	0.245999	0.501083	0.479918	0.676815
Band 3	-0.477057	-0.526981	0.700148	0.067083
Band 4	-0.286147	-0.341854	-0.521949	0.727203
Band 5	0.793739	-0.595267	0.083903	0.092718

جدول ۲- مقادیر بردار ویژه برای باندهای ۱-۴-۵-۶

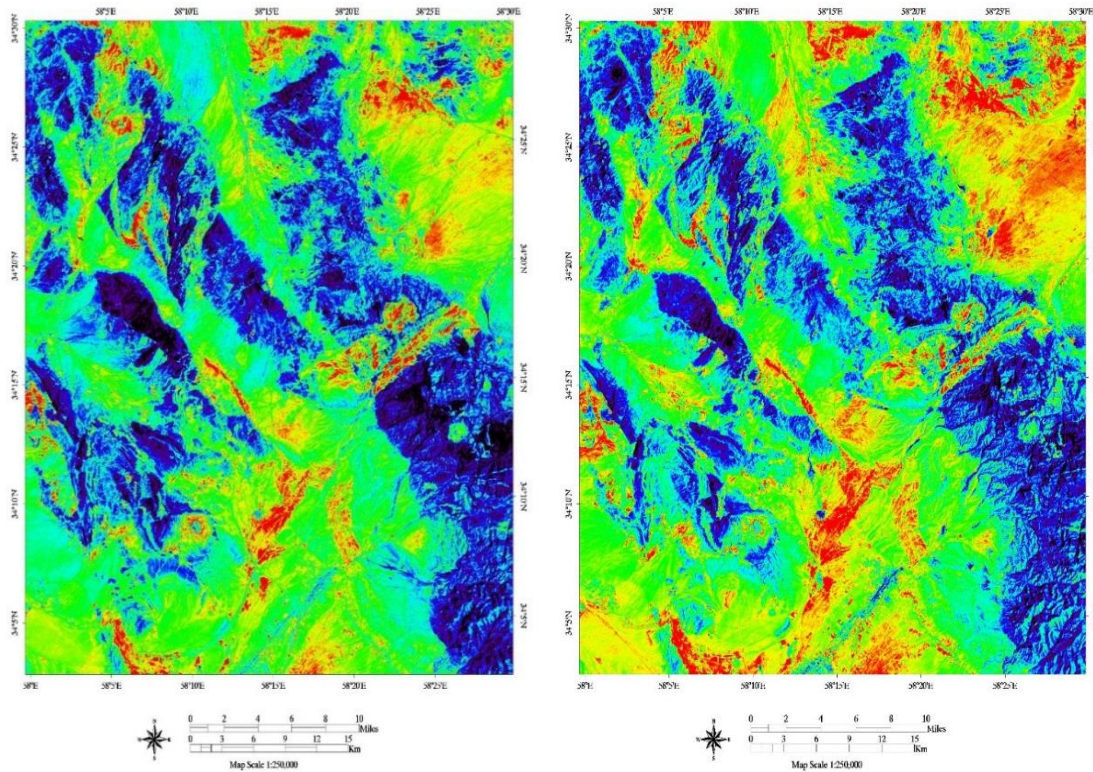
Eigenvector	Band 1	Band 4	Band 5	Band 6
Band 1	0.21249	0.41227	0.60631	0.64597
Band 4	0.10444	-0.8809	0.07741	0.45517
Band 5	0.88737	0.09884	-0.4458	0.0635
Band 6	0.39563	-0.2106	0.65392	-0.6095

۳-۴- روش کمترین مربعات برازش شده (LS-Fit)

این روش، تخمین یک باند بر اساس ترکیب خطی از باندهای دیگر بر اساس کمترین مربعات پایه‌گذاری شده است. کانی‌هایی که نسبت به یک باند خاص حساس هستند و اختلاف خوبی از نظر شاخص جذب و یا انعکاس در آن باند خاص نشان می‌دهند، با اختلاف مشاهده شده بین باندهای پیش بینی کننده و باند مدل شده، به عنوان یک تصویر خروجی محاسبه می‌گردد و برای هر باند مدل شده ما دارای دو خروجی باند مدل شده و باند باقی مانده خواهیم بود.



در این مطالعه نیز از باندهای ۵ و ۳ که در آن‌ها کانی‌های رسی (شکل ۸) و اکسیدهای آهن (شکل ۹) (به ترتیب) میزان انعکاس بالایی دارند، به عنوان باند مدل و از باندهای پیش‌بینی کننده استفاده شد که در زیر تصاویر حاصله ارائه شده است.



شکل ۹ - تصویر مدل شده برای آهن

شکل ۸ - تصویر مدل شده برای رس‌ها

۴- نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از بررسی‌های دورسنجی در این تحقیق با زمین‌شناسی منطقه و تیپ کانی‌سازی مطابقت دارد. روش‌هایی که مورد استفاده قرار گرفت عبارت‌اند از: نسبت بانندی، ترکیب‌های رنگی، آنالیز مؤلفه‌های اصلی و روش حداقل مربعات برازش شده. نتایج حاصله از دو روش نسبت بانندی و آنالیز مؤلفه‌های اصلی نیز یکدیگر را تأیید می‌نمایند. همچنین مقایسه نتایج حاصله و کارهای صحرائی انجام شده در منطقه مشخص می‌کند که منطقه مورد بررسی دارای پتانسیل بالایی برای انواع مختلف ذخایر معدنی از جمله تیپ پورفیری مس و سرب و روی است. توجه به این نکته که تصاویر ماهواره‌ای می‌توانند تنها نقطه آغازین بررسی منطقه از نقطه نظر پتانسیل ماده معدنی خاص باشد حائز اهمیت است نتیجتاً برای اکتشافات تفصیلی باید روش‌های دقیق‌تر و با مقیاس کوچک‌تر انجام گیرد.

مراجع

- [1]. Crosta, A. P. C. R. De Souza Filho, F. Azevedo, and C. Brodie. "Targeting key alteration minerals in epithermal deposits in Patagonia, Argentina, using ASTER imagery and principal component analysis." *International Journal of Remote Sensing* 24, no. 21 (2003): 4233-4240.
- [2]. Ranjbar, H., M. Honarmand, and Z. Moezifar. "Application of the Crosta technique for porphyry copper alteration mapping, using ETM+ data in the southern part of the Iranian volcanic sedimentary belt." *Journal of Asian Earth Sciences* 24, no. 2 (2004): 237-243



- [3]. Alavipanah, S. K. "Application of Remote Sensing in the Earth Sciences (soil). Tehran university publication, Tehran, 478." (2003).
- [4]. Alavi Panah, S. K. "Application of Remote Sensing in Geology (Earth Sciences)." *TehranUni. publications* (2003).
- [5]. Sabins, Floyd F. "Remote sensing for mineral exploration." *Ore Geology Reviews* 14.3 (1999): 157-183.
- [6]. Ranjbar, Hojjatollah, and Mehdi Honarmand. "Analysis of ETM+ and airborne geophysical data for exploration of porphyry-type deposits in the central Iranian volcanic belt, using fuzzy classification." In *Remote Sensing*, pp. 165-173. International Society for Optics and Photonics, 2004.
- [7]. Lillesand, Thomas, Ralph W. Kiefer, and Jonathan Chipman. *Remote sensing and image interpretation*. John Wiley & Sons, 2014.
- [8]. Mather, Paul, and Magaly Koch. *Computer processing of remotely-sensed images: an introduction*. John Wiley & Sons, 2011.
- [9]. Prost, Gary L. *Remote sensing for geologists: a guide to image interpretation*. CRC Press, 2002.



Remote sensing studies for discriminating alteration zones in Ferdows 1:100000 sheet, South Khorasan, Iran

Safari, M. *¹, Hooshmand, A. ², Hassani, H. ³

1-Bs.c student of remote sensing in Department of Mining and Metallurgical Engineering, Amirkabir University of Technology

2-Ms.c student of remote sensing in Department of Mining and Metallurgical Engineering, Amirkabir University of Technology

3-Associate professor in Department of Mining and Metallurgical Engineering, Amirkabir University of Technology

Abstract

Implementing Remote sensing techniques is one of the cheapest and fastest methods for mineral deposit prospecting, especially when the study area is vast. According to relation between mineralization, alteration and faults it's obvious that detecting these structures leads to a mineral deposit. Ferdows is located in South Khorasan which is one of the Iran's western provinces. In this study acquired data from ETM⁺ sensor placed in Landsat 7 satellite processed utilizing false color composition, band ratioing, principal component analysis and least square fitting techniques to elicit alteration particularities from Ferdows 1:100000 sheet. 5(red),3(green) and 1(blue) false color composition separated lithological and geological unites then 3/1 and 5/7 band ratios separated iron oxides from clay minerals. Further investigation applied benefiting Least Squares Fitting and principal component methods. Discussed results below demonstrate robustness and accuracy of these techniques in detecting potential mineral deposit areas

Key words: alteration, band ratio, least squares fitting, principal component analysis

Correspondence Address: Department of Mining and Metallurgical Engineering, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran.

Email: Mortezasafariss@aut.ac.ir