تحليل وتلفيق داده‌هاي ژئوفيزيك هوايي و انطباق آن با تصاوير ماهواره‌اي جهت ثبت دگرسانيهاي منطقه ميانه ـ آذربايجان شرقي

نوشته: دكتر محمد جعفر محمدزاده* و رضا فلاحت*

Analysis and Integration of Airborne Data and their Correlation with ETM Image for Detecting Alteration Zones in Mianeh (East-Azarbaijan)

By: Dr. M. J. Mohammad-Zadeh* & R. Falahat*

چكيده

دگرسانيهـاي گرمابي با هاله‌هاي وسيع‌تر از اهداف اكتشافي براي ثبت بي‌هنجاريهاي فلزهاي پايه، گرانبها و احتمالاً راديواكتيو، با روش تلفيقي درمنطقه ميانه- آذربايجان شرقي بررسي شد.

با استفاده از تصاوير ماهواره‌اي به دو روش تحليل مؤلفه‌هاي اصلي و نسبت باندها، شناسايي دگرسانيهاي منطقه انجام گرديد و درمرحله بعد، با تلفيق داده‌هاي پرتوسنجي (اورانيم، توريم و پتاسيم) و مغناطيس سنجي هوايي با روش تحليل مؤلفه‌هاي اصلي و به صورت ارائه تركيب خطي از اين چهار پارامتر، دگرسانيهاي منطقه ثبت شدند. انطباق اين سه روش و كاربرد توأم آنها درتأييد زونهاي دگرساني منطقه و تفكيك آنها از انواع كاذب را مي‌توان به عنوان روش بهينه درثبت زونهاي دگرساني و بي‌هنجاري مربوطه معرفي كرد.

كليد واژه‌ها: تلفيق داده‌هاي ژئوفيزيك هوايي، تصاوير ماهواره‌اي، دگرسانيهاي ميانه

Abstract

Alteration zones with their extended halos are considered as greater targets than ore zones in exploration. Therefore, an attempt was made to study these zones and their respective anomalies by integration method for base metals, radioactive elements and precious metals in Mianeh, East Azarbaijan. Alteration zones in the region were recognized by principal component analysis (PCA), ETM image and band ratio techniques. In a later stage, these zones were precisely detected by integration of radiometric data (eU, eTh, eK) and airborne magnetometric technique. By means of PCA, the linear combination of the four parameters was presented and used for detecting the alteration zones. The results reveal that the combined application of the three methods can be used successfully as an optimized technique in detecting true alteration zones and delineating false anomalies.

Key words: Integration, Airborne, ETM Image, Mianeh, Alteration

مقدمه

فعاليتهاي آتشفشاني كلسيمي- قلیايي و قليايي موجب فعاليت دوباره محلولها(Reactivation) درمنطقه و در نتيجه كاني سازيهاي فلزي از نوع اپي ترمال شده است. اين زون با روند شمال باختر- جنوب خاور در منطقه ميانه، تحت تأثير ساختارهاي شمال خاور – جنوب باختر، دچار خميدگي شده است كه اين زون خمشي با دگرسانيهاي گرمابي درارتباط بوده و كاني سازي فلزي عناصر پايه (Cu-Pb-Zn)، عناصر گرانبها (Au-Ag) و احتمالاً عناصر پرتوزا(U -Th) را موجب شده است. لذا روش استفاده از تصاوير ماهواره‌اي، داده‌هاي ژئوفيزيك‌هوايي و كاربرد روشهاي تلفيقي، مي‌تواند به عنوان وسيله‌اي مناسب درتعيين و شناسايي دقيق دگرسانيها در منطقه مفيد واقع شود.

Archive of SID

www.SID.ir

موقعيت جغرافيايي

ورقه 1:50000 ميانه در استـان آذربايجان شرقي و در محدوده ´30 °47 تا ´45 °47 طول خاوري و ´15 °37 تا ´30 °37 عرض شمالي قرار دارد . شهر ميانه در گوشه شمال خاوري اين ورقه بوده و ارتفاع آن1100 متر از سطح دريا است .

زمين شناسي منطقه

سنگهاي منطقه ميانه بيشتر از واحدهاي سنگي آتشفشاني تشكيل شده كه سامانه آتشفشاني با شكل بيضوي راشامل مي‌شود. تشكيل اين سامانه با سنگهاي آندزيتي شروع و در اواخر ائوسن به طرف سنگهاي آندزيت آنالسيمدار متمايل مي‌شود(نقشه زمين‌شناسي 1:100000 ميانه). درمراحل بعد، اين سامانه با تشكيل ريوليت، ريوداسيت، وداسيت و نفوذ سنگهاي گرانوديوريت و كوارتز مونزونيت توأم مي‌گردد. وجود چند مرحله فعاليت آتشفشاني درزمانهاي مختلف، موجب پيچيدگي سنگ شناختي، گسلش و چين‌خوردگي سنگها شده است. رخنموني از سنگهاي نفوذي درمنطقه مشاهده نمي‌شود اما وجود آن درلايه‌هاي زيرين منطقه با داده‌هاي مغناطيس سنجي هوايي اثبات شده است [4] . واحدهاي رسوبي جنوب منطقه شامل كنگلومرا بوده و به طرف شمال و شمال خاور، بيشتر حالت ماسه سنگي وسيلتي پيدا مي‌كنند.

مطالعات تصاوير ماهواره‌اي

از تصاوير ماهواره‌اي ETM (لندست 7) براي مطالعه منطقه ميانه استفاده شد. ابتدا تصويرها پردازش شد و سپس دگرسانيهاي منطقه با استفاده از دو روش نسبت گيري باندي و تحليل مؤلفه‌هاي اصلي مطالعه شدند:

الف) تصحيحات هندسي تصوير : در اين مرحله تصحيحات هندسي طي دو مرحله زير انجام گرديد:

1- تصحيح هندسي داده‌هاي TM نسبت به نقشه‌هاي پايه توپوگرافي 1:50000 جغرافيايي ارتش جمهوي اسلامي ايران

2- تصحيح هندسي ETM نسبت به تصاوير ماهواره‌اي TM تصحيح شده.

ب) فـــراگـــــــرد تفكيك مكـــاني(IFOV) تصـــويـــــر : ميدان ديد لحظه‌اي(Intantanews Field of View) زاويه‌اي است كه توسط يك آشكار ساز، آشكارسازي مي‌شود[5]. باتوجه به اينكه داده هاي ETM داراي 6 باند 30 متري و يك باند 15 متري هستند، جهت افزايش تفكيك مكاني ديگر باندها، از يك باند 15 متري تصاوير ETM استفاده شد. در نتيجه 6 باند چند طيفي با تفكيك مكاني 30 متري توسط يك باند با تفكيك مكاني (m) 15×13 به 6 باند چند طيفي با تفكيك مكـــاني (m) 15×13 تبديل شد (اين نتيجه فقط درمطالعاتی که نيازمندبه تفکيک مکانی بالا بود، استفاده شد).

ج) آشكارسازي تصوير براي مطالعه دگرسانيها

1ـ عمليات نسبت گيري باندها : بعضي از كانيها و سنگها در واحدهاي سنگي، يا بازتاب كلي دارند و يا جذب كلي، كه به وسيله نسبت گيري مي‌توان به راحتي اين واحدها را استخراج كرد . با توجه به كاربردهاي مختلف عمليات نسبت گيري ازباندها، از اين روش پردازش براي تصوير منطقه ميانه استفاده شد. با استفاده از نمودارهاي طيفي كانيهاي مگنتيت ، هماتيـــــت ، ليمونيت، كائولينيت ، پوشش گياهي ، آب و ... [5و9] نسبت گيريهاي انجام شده ، به شرح زير است :

ـ نسبت 5/7 براي استخراج نواحي تحت تأثير دگرساني آرژيليك : به طور كلي كانيهاي حاوي يون هيدروكسيل بازتاب زيادي در باند 5 و جذب زيادي در باند 7 دارند.

ـ نسبت 3/1 براي استخراج كانيها و سنگهاي حاوي اكسيد آهن : كانيهاي آهن دار بازتاب زيادي در باند 3 و جذب زيادي در باند 1 دارند.

ـ نسبت 4/3 جهت تميز گياهان از دگرسانيها : اين نسبت نيز به رنگ آبي نمايش داده شد.

با تركيب رنگي كاذب (4/3و3/1و5/7) در رنگهاي (آبي، سبز، سرخ) نواحي كه به رنگ زرد ديده مي‌شوند، نشانگر مناطق حاوي كانيهاي هيدروكسيل‌دار و آهـــن‌دارخواهند بود، چراكه تلفيق رنگ ســـــــــرخ (نمايانگر هيدروكسيل) و رنگ سبز (نمايانگر اكسيد آهن) به رنگ زرد خواهد بود . تصوير 1- الف نتيجه را نشان مي‌دهد.

2- تحليل مؤلفه‌هاي اصلي(Principle Component Analysis) : براي كاهش ابعاد متغيرهاي اندازه گيري شده به مؤلفه‌هاي اصلي نماينده، با تركيبي خطي از متغيرهاي اندازه گيري شده به كار مي‌رود[5و3].در اين روش آماري، منظور كاهش بعد داده‌هاي چند باندي به دو يا 3 مؤلفه اصلي است كه محورهاي جديد بر مبناي محورهاي باند در راستاي بيشينه داده‌ها ايجاد مي‌كند و به محض اين كه اجزاي تصوير توسط سيستم مختصات جديد تعين مكان شدند، تصوير محور باند جديد اطلاعات بيشتري نسبت به هر محور باند ديگر خواهد داشت .

در اين مرحله، ابتدا باندهاي (1،4،5،7) براي مطالعه دگرساني آرژيليك انتخاب شدند و مؤلفه‌هاي اصلي و مقادير ويژه آنها تعيين گرديد(جدول 1). از روي ويژه مقدارها مشخص شد كه بيشترين تفاضل بين باند 5و7 ، در مؤلفه اول وجود

Archive of SID

www.SID.ir

دارد و به این دلیل مؤلفه اول این گروه باندها انتخاب شد . براي مطالعه اکسیدهاي آهن باندهاي (1،3،4،5) انتخاب گردید و مؤلفه‌هاي اصلي و ویژه مقدارهاي آنها تعیین شد (جدول 1). از روي ویژه مقدارها دیده مي‌شود که بیشترین تفاضل بین باند 1و3 در مؤلفه چهارم ظاهر گردیده و به این دلیل، مؤلفه چهارم این گروه باندها انتخاب شد.

بین دو مؤلفه حاصل از گروههاي باندي فوق، بار دیگر تحلیل مؤلفه‌هاي اصلي انجام شد و مؤلفه اصلي اول براي نشان دادن دگرسانیهاي منطقه پیشنهاد گردید. مؤلفه اصلي اول انتخاب شده به نرم افزار ERDAS فرستاده شد و در آنجا مناطق با بیشترین بازتاب انتخاب گردید که نتیجه در تصویر 1-ب آمده است.

با توجه به تصاویرحاصل از روش نسبت گیري باندي و روش مؤلفه‌هاي اصلي، ارتباط این دو روش در نشان دادن دگرسانیهاي منطقه دیده مي‌شود با این تفاوت که تحلیل مؤلفه‌هاي اصلي، نواحي وسیع‌تري را براي دگرسانیها نشان مي‌دهد.

بر روي نواحي به دست آمده، کنترلهاي صحرایي انجام شد و مسجل گردید که بجزمنطقه جنوب خاوري، بقیه مناطق تحت تأثیر دگرساني گرمابي قرار گرفته‌اند .

بررسي داده‌هاي ژئوفیزیك هوایي

براي مطالعه این منطقه از داده‌هاي ژئوفیزیك هوایي تهیه شده‌توسط سازمان انرژي اتمي ایران استفاده شد . این منطقه، تحت پوشش برداشتهاي پرتوسنجي هـــوایي براي اورانیم (U)، توریم (Th)، پتاسیم (K) و مغناطیس سنجي هوایي قرار گرفته است. داده‌هاي برداشت شده شبکه بندي شده و به شبکه منظم (m) 200×200 تبدیل شدند. با تلفیق این داده‌ها به روش مؤلفه‌هاي اصلي، دگرسانیهاي گرمابي منطقه شناسایي گردید. مناطق انتخاب شده ارتباط و هماهنگي خوبي با مناطق انتخاب شده توسط تصاویر ماهواره‌اي نشان دادند.

تحلیل مؤلفه‌هاي اصلي، فني است براي پیداکردن ترکیبهاي خطي از متغیرهاي اولیه همبسته که تشکیل یك دستگاه محور مختصات جدید را بدهند. این ترکیبهاي خطي، مؤلفه‌هاي اصلي نامیده مي‌شوند و داراي خواص زیر هستند :

الف) بخشي اعظم تغییر پذیري را مي‌توان با تعداد محدودي از متغیرهاي جدید (k) توجیه کرد. در این صورت، تعداد بعدها از p به k کاهش یافته است .

ب) متغیرهاي جدید که محصول ترکیب خطي متغیرهاي اولیه هستند، بین خود همبستگي نشان نمي‌دهند. مؤلفه‌هاي اول از مؤلفه‌هاي اصلي که آن را با Y1 نشان مي‌دهیم به صورت ترکیب خطي متغیرهاي اولیه x1 تا xp به شکل زیر نوشته مي‌شود.

$$a1Y = a11\,x11 + a12\,x12 + \ldots + ap\,xp1$$

در امتداد این مؤلفه، بیشترین تغییـــر پذیري رخ مي‌دهد و بخش عمده تغییر پذیري در این امتداد قابل توجیه است . از دید گاه اکتشافي، امتداد این مؤلفه بر امتداد بیشترین تغییر پذیري منطبق است[3و8].

این روش، توسط نرم افزار SPSS بر روي داده‌هاي پـــرتوسنجي و مغناطیس سنجي هوایي پیاده گردید و ضرایب a 11 تا a14 محاسبه شده و در فرمول بالا به صورت زیر جایگزین شدند :

$$Y = 0/824\,(U) + 0/834\,(Th) + 0/855\,(K) - 0/451(\text{شدت‌مغناطیس‌کل})$$

داده‌هاي پرتوسنجي هوایي اورانیم ، توریم و پتاسیم پیش از این که وارد این فرمول شوند، در برابر شدت مغناطیسي کل، بهنجار سازي شدند تا از نظر رقمي، با هم قابل مقایسه باشند.

پس از پیاده کردن داده‌ها و محاسبه مؤلفه اول حاصل از ترکیب خطي براي هر نقطه، نقشه منحني میزان این داده‌ها در نرم افزار Arcview رسم شـــد (تصویر1- ج) با توجه به این تصویر، دیده مي‌شود که مناطق با مقادیر بالاي Y1 ، منطبق بر مناطق دگرساني منطقه هستند، چرا که این مناطق در اثر مگنتیت زدایي در طي فرایند دگرســـاني، مقدار مغناطیس سنجي نسبي کمي خواهنـــــد داشت و همچنین مقدار پتاسیـــم در این گونه محیطها (با توجه به نوع دگرساني) افزایش نشان مي‌دهد که با ترکیب خطي حاصل (ضرایب اورانیم، توریم و پتاسیم مثبت بوده و ضریب شدت مغناطیسي کل، منفي است) مي‌توان این فرایند فیزیکوشیمیایي را توجیه کرد. با توجه به ضریب همبستگي بالاي اورانیم، توریم و پتاسیم، مي‌توان از این ترکیب خطي براي شناسایي دگرسانیهاي گرمابي استفاده کرد.

مناطق مشخص شده مورد کنترلهاي صحرایي قرارگرفت و درستي آن در این کنترلها تأیید شد. نکته جالب توجهي در اینجا دیده مي‌شود که جنوب خاوري منطقه در تصاویر ماهواره‌اي به صورت سنگهاي دگرسان شده دیده مي‌شود(به صورت کاذب) که این مورد در داده‌هاي ژئوفیزیکي تصحیح شده است، چرا که در این داده‌ها (تصویر 1- ج) این منطقه به عنوان منطقه دگرسان شده مشخص نشده است .

در کاربرد تك به تك این پارامترها براي شناسایي دگرساني محدودیتهایي وجود دارد، به عنوان مثال، پتاسیم اگر چه ارتباط مستقیمي با بعضي دگرسانیها دارد اما وجود نمك درمناطق دیگر مي‌تواند بي‌هنجاریهاي کاذبي را از نظر پتاسیم به وجود آورد که با کاربرد تلفیق این چهار پارامتر توسط تحلیل مؤلفه‌هاي اصلي، همزمان بودن این چهار پارامتر

Archive of SID

www.SID.ir

مي‌تواند به عنوان ابزاري سودمند و قوي براي شناسايي دگرسانيها به كار رود.
در تصوير 1- د كه حاصل همپوشاني تصاوير ديگر است، ارتباط و همبستگي بين اين سه روش استفاده شده براي شناسايي دگرسانيها ديده مي‌شود.

نتيجه گيري

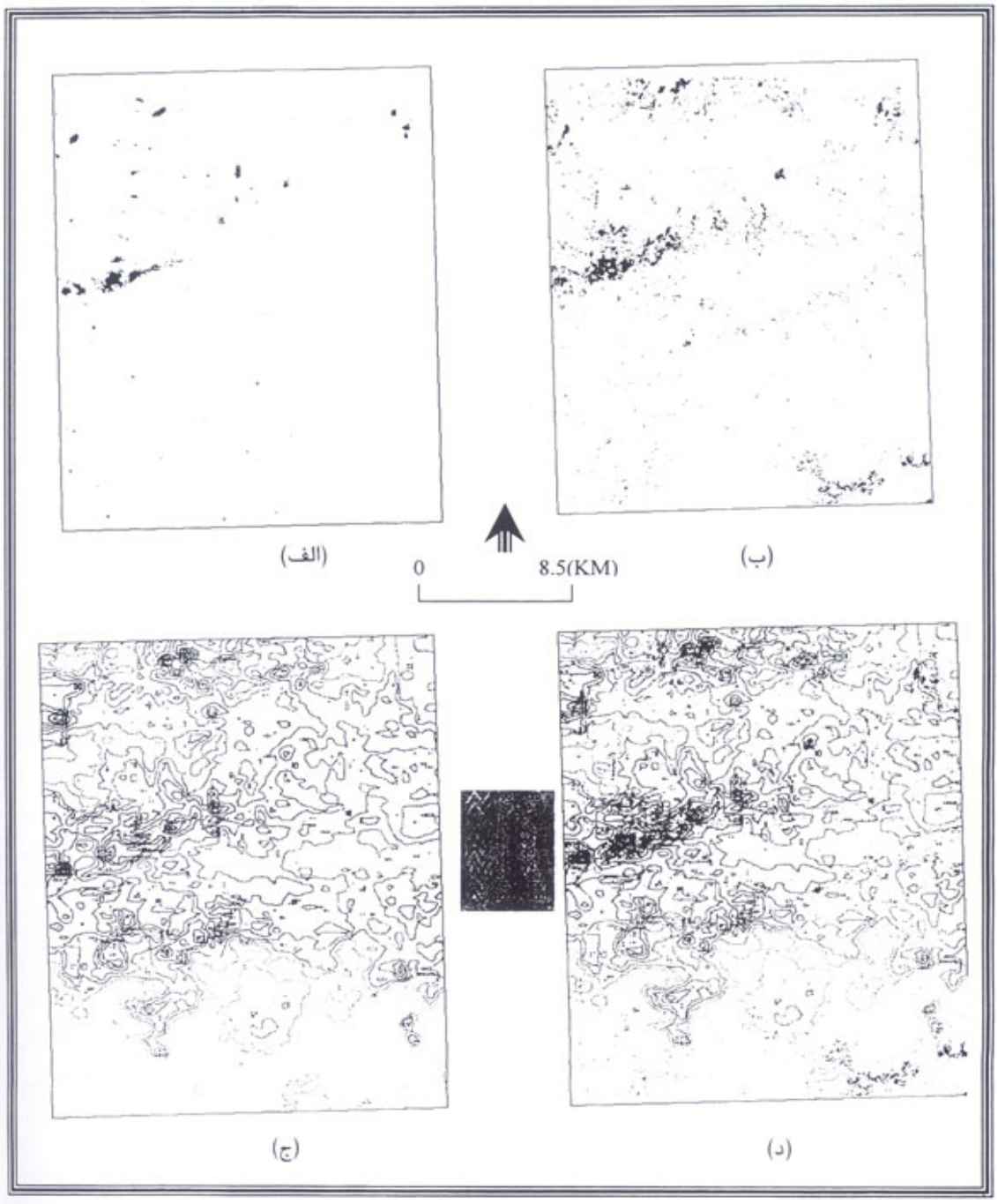
پس از شناسايي دگرسانيهاي گرمابي با تصاوير ماهواره‌اي با استفاده از دو روش نسبت گيري باندي و تحليل مؤلفه‌هاي اصلي، مشخص‌شد كه همبستگي جالبي بين اين دو روش وجود دارد، اما وسعت مناطق‌مشخص شده‌توسط نسبت‌گيري باندي‌كمتراست. با انجام تحليل مؤلفه‌هاي اصلي براي تلفيق داده‌هاي‌ژئوفيزيك‌هوايي(راديومتري اورانيم، توريم و پتاسيم و شدت ميدان مغناطيسي كل) نيز دگرسانيهاي منطقه مطالعه شد كه همپوشاني خوبي با روشهاي قبلي‌داشت. نتايج حاصل، در مرحله كنترلهاي صحرايي تأييدشد.
اين روش تلفيق و كاربرد همزمان داده‌هاي ماهواره‌اي و داده‌هاي ژئوفيزيك هوايي، به عنوان ابزار قوي و سودمند براي مطالعات در چنين محيطهايي با هدف شناسايي و اكتشاف مواد معدني پيشنهاد مي‌شود .

جدول 1 - ويژه بردارهاي كوواريانس براي دو مجموعه چهارباندي

باند	مؤلفه1	مؤلفه 2	مؤلفه 3	مؤلفه 4
1	0.2424	0.3169	0.7123	0.5774
4	-0.2865	0.8067	0.1415	-0.4971
5	0.8946	0.2836	-0.3134	-0.1446
7	-0.2424	0.4103	-0.6118	0.6313
1	0.2437	0.6483	0.3089	0.6518
3	0.6409	0.5619	-0.4524	-0.5169
4	0.0082	-0.1631	-0.8204	0.5480
5	0.8553	-0.4871	0.1659	0.0877

Archive of SID

www.SID.ir



شكل1- دگرسانيهاي منطقه ميانه:(الف)حاصل از تركيب رنگي كاذب (3/1و4/3 و5/7)، (ب) حاصل از تحليل مؤلفه هاي اصلي تصاويرماهواره‌اي، (ج) حاصل از داده‌هاي ژئوفيزيك هوايي، (د)همپوشاني سه تصوير فوق

www.SID.ir

كتابنگاري

حاجب حسينيه، ح. و زمرديان ، ح. ،1375- ژئوفيزيك كاربردي، دانشگاه تهران

حاج عليلو، 1376- گزارش پي جويي و پتانسيل يابي منطقه ميانه ، سازمان صنايع و معادن استان آ ذربايجانشرقي

حسني پاك، ع.ا. وشرف الدين، م.،1380- تحليل داده هاي اكتشافي ، دانشگاه تهران

فلاحت، ر.،1382- روشهاي نوين اكتشافات در مطالعه توانمندي و امكان كاني سازي عناصر پرتوزا و فلزات در محدوده غرب ميانه ، پايان نامه كارشناسي ارشد ، دانشگاه صنعتي سهند تبريز

References

Andrew N.Rencz,1999- Remot Rensing for the Erth Sciences: Manual of Remot Sensing , vol.3,John Wiloy & Sons , Inc.

Crippen,R.E.,1989- Selections of Landsat Tm and Band-Ratio Combinations to Maxzimize Litologic Information in Color Composite Display , in Processing of the 7th Thematic Confrence on Remot Sensing for Exploration Geology.

Crosta,A .p. & Rabelo, A.,1993- Assessing Landsat/Tm for Hydrothermal Altration Mapping in Central-Western,Brazil,in Proceeding of the 9th Thematic Conference or Geologc Remot Sensing.

Davis J.C., 1986- Statistics and Data Analysis in Geology, John Willey & Sons, Inc.

ERDAS Spectral Library.

Harris, J.R. et al.,1998- Mapping of Altered Rocks Using Landsat TM and Lithogeochemical Data : Sulphurets_ Brace Jack Lake District,British Columbia,Canada ,Photogrametric Engineering and Remot Sensing.

Loughlin,W.P.G., 1991- Principle Component Analysis Alteration Mapping, Photogramm. Eng. Remot Sensing.

Ditcher,D,H.,1994- Steele,J.P.,Watson,R.K.,the Application of Airborne Geophysical Techniques to the Delineation of Hyodrothermal Systems in Base and Precious Metal Deposite, North-West Mining Association Conference.

Ranjbar,H., et al.,2001- Integration and Analysis of Airborne Geophysical Data of the Darrehzar Area, Kerman Province, Iran, Using Principal Component Analysis, Jaurnal of Applied Geophysics.

Sami Hamed Abd El Nabi,1999- Evaluation of Airborn Gamma-Ray Spectrometric Data for the Missikat Uranium Deposit, Estern Desert, Egypt, Applied Radiation and Isotopes.

San Diego State University,1998- Intagrated Use of Remot Sensing and GIS for Mineral Exploration, La Cuesta International, Inc.

* دانشكده مهندسي معدن، دانشگاه صنعتي سهند، تبريز

* Faculty of Mining Engineering, Sahand Industrial University, Tabriz

Archive of SID

www.SID.ir