http://www.jocs.ir

مجله علمی رویکردهای پژوهشی در علوم زمین (سال چهارم)
شماره ۱۲ / تابستان ۱۳۹۸ / ص ۱۱ - ۱

نقشه برداری مناطق دگرسان شده با استفاده از تکنیک های سنجش از دور و تصاویر ماهواره ای

خلیل فیاضی[۱]، تقی نبئی[۲]، میثم داودآبادی فراهانی[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد، سنجش از دور، موسسه غیرانتفاعی حکمت قم

[۲] استادیار، گروه زمین شناسی، دانشگاه پیام نور

[۳] استادیار مدعو، موسسه غیرانتفاعی حکمت قم

نام نویسنده مسئول:

خلیل فیاضی

چکیده

در ایران با توجه به وسعت زیاد کشورو گستردگی مناطق پتانسیل دار ذخایر معدنی، شناسایی و مدیریت صحیح ذخایر اهمیت بسیار بالایی دارند. از طرف دیگر به دلیل پیشرفت های فن آوری سنجش از دور و تولید داده های فراطیفی با اطلاعات طیفی فراوان، استفاده از این داده ها جهت مطالعه دقیق پدیده ها به سرعت در حال گسترش است.

بطور کلی سنجش از دور را می توان: دانشی مبتنی براطلاعات شیمیایی- فیزیکی و پدیده ها و رخنمون هایی از زمین، جو، و از طریق ویژگی های امواج الکترومغناطیس بازتاب و منتشر می شود در سنجش از دور تبدیل وسعت دید یکپارچه از منطقه و استفاده از طیف الکترومغناطیس به جهت ثبت خصوصیات پدیده ها، پوشش های زمانی و مکانی و نیز سرعت اتنقال و تنوع اشکال داده ها و امکان بکار گرفتن سخت افزاری و نرم افزارهای تخصصی کامپیوتری هزینه های بسیار پایین تری نسبت به سایر روش ها و تحقیقات سنتی و میدانی دارد و بسیار بیشتر می توان از آن استفاده کابردی داشت، و ابزاری خوب در کنترل، ارزیابی و پایش و مدیریت پایدار از منابع زمینی مانند- جنگل و محصولات کشاورزی، منابع آب، خاک، هوا و... بکار گرفته شود. همچنین در اکتشافات به خصوص مرحله شناسایی ذخایر معدنی و کانسارها با عنایت بر رخنمون آنها در منطقه مورد مطالعه در تصاویر ماهواره ای و بررسی آنها اطلاعات بهینه را در اختیار متخصصان این امر قرار خواهد داد. دراین خصوص سنجش از دور انتقال اطلاعات با استفاده از تشعشعات الکترومغناطیسی(EMR) انجام خواهد گرفت. ماهواره های مورد استفاده در این گزارش از نوع لندست ETM:Aster-Terra-Spot- هایپرون می باشد. بکارگیری اطلاعات این سری ماهواره ها تحول بزرگی در زمینه های مختلف علوم زمین به وجود آورد، با استفاده از تصاویر ماهواره ای میتوان از طیف الکترومغناطیس ها شامل مادون قرمز، مرئی، حرارتی و بخش های ماکروویو استفاده کرد.

کلمات کلیدی: مناطق دگرسان شده، سنجش از دور، تصاویر ماهواره ای.

مقدمه

تهیه نقشه نواحی دگرسانی (آلتراسیون ها) و نیز تعیین نقشه نواحی امید بخش معدنی در مطالعات دورسنجی مناطق مورد مطالعه از اهمیت ویژه ای برخوردار است. شناخت نواحی دگرسانی یکی از عوامل تشخیص مناطق کانه دار می باشد. اگر در تشخیص این مناطق، نوع دگرسانی نیز مشخص شود، می تواند در تعیین الگویی مناسب جهت کانه زایی منطقه، مفید باشد. با استفاده از روشهای مختلف پردازش و بکارگیری توابع ریاضی و روشهای آماری، در نهایت نواحی دگرسان با رنگ ویژه ای مشخص می شوند. لذا جهت دستیابی به اهداف فوق پردازش های زیر انجام می گیرند نقشه های کانی شناسی به این معنا حلقه گمشده بخش زمین شناسی و به ویژه اکتشافی هستند. این اطلاعات در کمی سازی شرایط کانی شناختی، ژئوشیمیایی و بررسی سیستم های کانی سازی کاربرد دارند. پایش آلودگی های زیست محیطی معادن مطالعه تغییرات در حوضه های رسوبی، تعیین شوری خاک، بررسی منابع زمین گرمایی نظایر آن از دیگر کاربردهای این اطلاعات است.

راهبرد های استفاده از دور سنجشی در اکتشاف مواد معدنی

داده های خام و رقومی ثبت شده به وسیله سنجنده های دور سنجی طی فرایندی سلسله وار موسوم به پردازش به اطلاعات و آنگاه با جهت دهی و تغییر صحیح به دانسته های زمین شناسی- اکتشافی می شوند. این فرایند مستلزم بکارگیری دانش ها و روش ها و مهارت های مختلف است.

زمینه موضوع: شامل رادیومتری، اپتیک، طیف نگاری و دانش نرم افزاری در کنار علوم زمین شناسی است.

راهبرد انتخاب داده، تعریف مساله و گزینش روش: لازم آن شناخت کافی از انواع داده ها، درک درست پدیده مورد مطالعه است که در اکتشاف با مدل کافی سازی بیان می شود.

پیش پردازش: آماده سازی داده های انتخابی مناسب با نیاز تعریف شده است.

استخراج اطلاعات: استخراج اطلاعات بر پایه زمین شناسی تصویری و زمین شناسی طیفی با انواع روش های ریاضی و مهارت های چشمی است.

با در نظر گرفتن توانایی های غالب دور سنجی یعنی سرعت بالا، پوشش وسیع، هزینه کم و محدودیت آن در نفوذ به عمق و با آگاهی از مرحله ای بودن فرایند اکتشاف، می توان جایگاه و الویتی مطابق بر این اساس و برای استفاده از این داده ها در بررسی های زمین شناسی و امور اکتشافی پیشنهاد کرد.

البته نیاز یک پروژه اکتشافی- زمین شناسی ممکن است به سادگی تصحیح هندسی و ساخت یک ترکیب رنگی باشد و یا طیف وسیع و متنوعی از پردازش ها را شامل می شود. خروجی ها مهم و متداول مورد انتظار از داده های دور سنجی(شامل نقشه کانی شناسی،نقشه پتانسیل معدنی، نقشه های زمین شناسی و توپوگرافی و نیز عکس- نقشه) و جایگاه آنها در فرایند پردازش بهره برد و به استانداردهای خروجی گیری از این محصولات در این خصوص میتوان مورد استفاده قرار گیرد.

۱- کاربردهای سنجش از دور در زمین شناسی

به طور خلاصه کاربردهای سنجش از دور در زمین شناسی می تواند به صورت زیر خلاصه شود:

۱-۱- کاربرد سنجش از دور در اکتشاف معادن

بررسی های سنجش از دور به دلیل داشتن داده هایی با دید وسیع و یکپارچه و محدوده طول موجی مختلف، از بهترین روش ها در پی جویی کانسارها می باشد.

به عنوان مثال با توجه به اینکه جایگاه کانسارهای پورفیری بزرگ دنیا و ذخایر طلای اپی ترمال، جزایر قوسی و زون های فرورانش بوده و تمرکز آنها بیشتر در نواحی دگرسان شده وسیع و محل گسل های بزرگ حاشیه دهانه های آتشفشانی یا همراه با تراورتن های حوالی چشمه های آب گرم می باشد، لذا بررسی های سنجش از دور می تواند بهترین وسیله در شناخت این نوع کانسارها باشد.

۱-۲- تهیه نقشه خطواره ها و نقشه شکستگی ها و تفسیر زمین ساخت ناحیه

شکستگی ها بویژه گسل ها عامل مهم و اساسی در تشکیل ذخایر معدنی می باشند. شناسایی عناصر ساختاری و تشخیص ساختار هر منطقه کمک بسیار ارزنده ای جهت شناسایی و اکتشاف مواد معدنی می باشد. زیرا شناخت عناصر ساختاری مانند گسل های عادی، شکستگی های کششی و ساختمان های هورست و گرابن که پیامد آن تشخیص ساختارهای کششی است یا گسل های راندگی، چین خوردگی ها و گسل های راستالغز چپ رو و راست رو که نهایت آن تشخیص ساختارهای فشاری است، با توجه به درازای گسل ها و همچنین محل تلاقی گسل های اصلی با گسل های دیگر، می تواند محل مناسبی برای نفوذ ماگما و سپس کانه زایی باشد؛ پس همگی می توانند کلیدهای مناسبی جهت شناخت و اکتشاف ذخایر معدنی باشند.

۱-۳- تعیین محدوده هایی با ساختمان های گنبدی

یکی از اهداف این بررسی ها تهیه نقشه ای مربوط به گسترش ساختمان هایی مانند باتولیت، استوک، دم (گنبد)، دایک، ساختمان های حلقوی و رگه ها می باشد. همانطور که اشاره شد با بکارگیری روش های مختلف پردازش و ایجاد تصاویر رنگی، واحدهای سنگی مختلف شناسایی می شوند و بر این اساس، گسترش سنگ های ماگمایی اسیدی و بازیک در منطقه مشخص می گردند. براساس مساحت گسترش توده های نفوذی و نیمه عمیق، مساحت های بیشتر از ۱۰۰ کیلومتر مربع به عنوان باتولیت و گسترش های کمتر به عنوان استوک در نظر گرفته می شوند. دایک ها، دم های اسیدی و رگه های کوارتزی نیز می توانند قابل شناسایی باشند. تشخیص گسترش سنگ های ماگمایی با نوع ساخت و زمان آن می تواند راهنمای خوبی برای تشخیص وجود یا عدم وجود ذخایر معدنی باشد (مطالعه متالوژنی منطقه) توده بازیک بازالتی و آلتراسیون های سیلیکاتی اطراف آن نیز از طریق سنجش از دور امکان پذیر است.

۱-۴- تهیه نقشه نواحی دگرسانی (آلتراسیون ها)

شناخت نواحی دگرسانی یکی از عوامل تشخیص مناطق کانه دار می باشد. اگر در تشخیص این مناطق، نوع دگرسانی نیز مشخص شود، می تواند در تعیین الگویی مناسب جهت کانه زایی منطقه، مفید باشد و با استفاده از روش های مختلف پردازش و بکارگیری توابع ریاضی و روش های آماری، در نهایت نواحی دگرسان با رنگ ویژه ای مشخص می شوند.

۱-۵- تعیین نقشه نواحی امید بخش معدنی

با تلفیق نتایج بدست آمده از بررسی های دورسنجی مناطق مورد مطالعه (نوع واحدهای سنگی، ساختار تکتونیکی، ساختمان های ماگمایی و دگرسانی ها)، مناطقی به عنوان نواحی امید بخش معرفی می شوند که نسبت به سایر مناطق دارای احتمال بیشتری برای کانی زایی هستند.

با استفاده از داده های ماهواره ای می توان مرزهای بسیاری از سازندهای زمین شناسی را از یکدیگر تفکیک کرد. گسل ها را مورد مطالعه قرار داد و نقشه های گوناگون زمین شناسی تهیه کرد. از جمله نقشه های زمین شناسی گوناگون که با استفاده از داده های ماهواره ای می توان تهیه کرد. نقشه گسل ها و شکستگی ها، نقشه سازندهای سنگی مختلف، نقشه خاکشناسی و نقشه پتانسیل ذخایر تبخیری سطحی را می توان نام برد. افزون بر این با توجه به گستره بسیار وسیع زیر پوشش هر تصویر ماهواره ای، چنین تصاویری برای مطالعات کلان منطقه ای برای زمین شناسان بسیار مفید است.

با توجه به کاربردهای ذکر شده، استفاده از علم سنجش از دور جهت تهیه نقشه های زمین شناسی، بخصوص تهیه نقشه های آلتراسیون و تلفیق اطلاعات حاصل از پردازش اطلاعات ماهواره ای با دیگر اطلاعات شامل اطلاعات فیلد می تواند نتایج دقیق تر و کاملتری را دارا باشد. لذا با پردازش و تلفیق داده های مختلف از جمله داده های ارزشمند ASTER و داده های ETM+ می توان اطلاعات مذکور را استخراج نمود. نتایج پردازش و تفسیر اطلاعات در مراحل مختلف در بخش پیوست ارائه می‌شود.

۲- نقش سنجش از دور در تعیین آلتراسیون ها

به کلیه تغییرات شیمیایی و کانی شناسی که تحت تاثیر آبهای ماگمایی و یا گرمایی در سنگها ایجاد می شود آلتراسیون می گویند. از آلتراسیون های مهم می توان پتاسیک، پروپیلتیک، سریسیتیک، آرژیلیک، آلونیتی، گرایزن، سیلیسی، زئولیتی، فنیتیک، کلریتی، تورمالینزه و آلبیتی را نام برد. آلتراسیون ساده ترین، ارزان ترین و مناسب ترین وسیله در اکتشاف مواد معدنی است.

بهترین روش برای پیدا کردن آلتراسیون ها، کمک گرفتن از پردازش داده های ماهواره ای، بخصوص در مرحله اکتشافات مقدماتی است. تغییرات شیمیایی و کانی شناسی حاصل از آلتراسیون سنگ ها، میزان انرژی منعکس شده و یا جذب شده در این سنگ ها را تغییر می دهد. با توجه به اینکه این انرژی ها در مورد پدیده های مختلف برای یک طول موج و متقابلا برای یک پدیده در طول موج های گوناگون متفاوت است، با پردازش داده های ماهواره ای امکان شناسایی و بررسی حضور و یا عدم حضور کانی های شاخص برخی از آلتراسیون ها نیز میسر می گردد.

کانی های آبدار و اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن از جمله کانی هایی هستند که به کمک طیف جذبی- بازتابی مخصوص به خود قابل شناسایی هستند. اغلب کانسارهای شناخته شده در دنیا الگوی منطقه بندی مناسبی از کانی سازی و آلتراسیون را نشان می دهند. از آنجایی که کانی سازی کانسارهای فلزی رابطه نزدیکی با فعالیت های گرمابی دارد و از آنجا که فعالیت های گرمابی و اثرات آن را بطور مستقیم نمی توان روی نقشه زمین شناسی نشان داد و نیز گاهی تشخیص آن روی زمین مشکل است، لذا شناسایی این گونه پدیده ها، در انتخاب محل کانی سازی و بررسی محدوده کانی سازی، با استفاده از تکنیکهای سنجش تواند از دور و تصاویر ماهواره ای می بسیار مفید و مناسب باشد.

۳- سنجنده های مورد استفاده در اکتشاف معادن و دلایل استفاده از آنها

سیستم های ماهواره ای اصلی که امروزه توسط زمین شناسان و مهندسین اکتشاف معدن مورد استفاده قرار میگیرد عبارتند از نقشه بردار موضوعی لندست توسط ناسا دارای اسکنرهای چند طیفی(MSS)و سنجندهای(TM)و(ETM) ماهواره های (SPOT فرانسه)، (IRS هندوستان,Fuyo-1 ژاپن ASTER) و ماهواره های لندست از زمان اولین نصب MSS در لندست (جولای۱۹۷۲) در صنعت اکتشاف مواد معدنی استفاده میشود.

۴- روش تحقیق سنجش ازدور علوم زمین وکانسار

نقشه بردار موضوعی بر روی لندست۴ و ۵ نصب شده که باندهایی در محدوده قابل دید،فروسرخ و کوتاه برای برای ثبت اکسید اهن و کانیهای حاوی هیدروکسیل (که در زون های التراسیون کانسارها دیده میشود) دارد و همچنین دارای تفکیک مکانی خوبی است. لندست دارای نقشه بردار موضوعی پیشرفته(ETM) است. سنجنده لندست عملکردی همچون سنجنده(MSS(Multi scan system دارد. یعنی به صورت مولتی رال بازتاب طیفی انرزی الکترو مغناطیسی تابیده به سطح زمین را از طیف مریی تا ناحیه فروسرخ را برداشت میکند. یک صحنه اطلاعاتی ETM دارای ابعادی در حدود ۱۸۵*۱۸۵ کیلومتر یعنی وسعت ۳۵۰۰۰ کیلومتر مربع را پوشش میدهد. سنجنده ETM علاوه اسپکت بر باند های طیفی موجود درTM دارای یک باند پانکروماتیک ۱۵متری است. با استفاده از باند پانکرو ماتیک میتوان کیفیت تصاویر را بهبود بخشید و همچنین استفاده همزمان ان ها در مواردی برای ثبت اکسید اهن مفید گزارش شده است. دولت هندوستان یک سری ماهواره ای منابع طبیعی را از سال ۱۹۸۸به فضا پرتاب کردERS-EC. در سال ۱۹۵۵ به فضا پرتاب شد که دارای سنجنده پانکروماتیک با تفکیک مکانی۵\۸ متر و عرض برداشت۷۰کیلومتر میباشد و در ضمن یک سنجنده چند طیفی -LISS IIبا ۴باند VNIR مریی و قدرت تفکیک مکانی ۲۳٬۵متری و یک باند SWIR،۷۰ متری و یک سنجنده دیگر به نام WIFS با تفکیک مکانی۱۸۸٬۳متری میباشد. با استفاده از سنجنده های ابرطیفی میتوان طیف کانیها را از تصویر استخراج و با استفاده از روشهای پردازش تصویر، محدوده ی کانیهای دگرسانی را مشخص کرد. سنجنده ی هایپریون که بر روی ماهواره1-EO، و در گستره طیفی ۴/۲تا ۴/۰ میکرومتر نصب شده است. و در ۲۴۲ باند طیفی تصویربرداری می کند. با توجه به اینکه در این سنجنده برخی از باندها نسبت نویز به سیگنال بالایی دارند و کالیبره نشده اند تنها ۱۹۸ باند آن قابل استفاده است. سامانه تصویر برداری فوق نوری با پهنای ۷۰۵ کیلومتر و پیکسلهایی با ابعاد۳۰*۳۰ متری را برای تمامی باندها برداشت می کند. سنجنده ASTER که ۱۴ باند با قدرت جدایش طیفی بالاتری نسبت به داده های ماهواره ای TM دارد. دسترسی به اطلاعات طیف الکترومغناطیس به نحو چشمگیری افزایش یافته است. قدرت تفکیک بهتر و تنوع باندهای سنجنده ASTER ، امکان بررسی در محدوده مادون قرمز نزدیک (VNIR) فروسرخ طول موج کوتاه(SWIR) ، و مادون قرمز حرارتی (TIR) امکان بررسی دقیق رفتار طیفی کانی های شاخص زون های دگرسان شده را میسر ساخته است. سنجش از دور، علم اخذ، پردازش و تفسیر تصاویر اطلاعات مربوط به آن است که از هواپیما و ماهواره به دست می آید، که اثر متقابل ماده و انرژی الکترومغناطیسی را ثبت می کند. تصاویر سنجش از دور برای اکتشاف مواد معدنی در دو کاربرد استفاده می شود: ۱. زمین شناسی نقشه ها، گسل ها و شکستگی هایی که مکان کانسارهای رسوبی هستند. ۲. سنگهای دگرگون شده گرمابی با امضاهای طیفی آنها را شناسایی می کنند. تصاویر ماهواره ای (TM) لندست به طور گسترده ای برای تفسیر هر دو ساختار و تغییرات هیدروترمال استفاده می شود. نسبت تصاویر پردازش شده TM می توانند دو مجموعه از کانی های دگرگونی هیدروترمال کانی های آهن و رس بعلاوه آلونیت را شناسایی کنند. در شمال شیلی، تصاویر نسبت TM، معادنی را که در حال حاضر بزرگترین ذخایر مس در Collahuasi و Ujina هستند، معرفی کرد. سیستم های تصویربرداری ابرطیفی می تواند گونه های منحصربه فرد کانی های آهن و رس را شناسایی کند، که می تواند جزئیات مربوط به منطقه بندی هیدروترمال را ارائه دهد. سیلیسی شدن، که یک شاخص مهم از دگرسانی های هیدروترمال است، زمین شناسان از زمان ظهور تکنولوژی نقشه برداری منطقه ای، از داده های سنجش از دور برای تفسیر ساختاری و کمک به کشف سنگ های معدنی و هیدروکربن ها، استفاده کرده اند. مروری بر داده های چند طیفی و ابر طیفی سنجش از دور، محصولات و کاربردها را در زمینه زمین شناسی بررسی می کند. در طی روزهای اولیه کار سنجنده های MSS و TM ماهواره لندست، زمین شناسان تکنیک های نسبت باندی و تجزیه و تحلیل مولفه های اصلی برای تولید تصاویر اکسید آهن و هیدروکسیل که می تواند مربوط به تغییرات هیدروترمال باشند را توسعه دادند. ظهور ماهواره پیشرفته (ASTER) با شش باند در مادون قرمز کوتاه موج و پنج باند در محدوده حرارتی اجازه تولید نقشه های معدنی کیفی از کانی های رسی (کائولینیت، ایلیت)، کانی های سولفات (آلونیت)، کانی های کربنات (کلسیت، دولومیت)، اکسیدهای آهن (هماتیت، گوئتیت) و سیلیس (کوارتز) که اجازه می دهد نقشه رخساره های دگرسانی (پروپیلیتیک، آرژیلیک و غیره) را مشاهده کنند، داد. گامی برای نقشه های کانی شناسی سطحی کمی و معتبر (زیر پیکسل) با ظهور سنجش از دور ابرطیفی با توان تفکیک طیفی بالا ایجاد شد. این منجر به یک توانایی از تکنیک های تطابق با طیف های پیکسل تصویری به طیف کتابخانه و میدان شد و طیف های پیکسل های مخلوط را به طیف های خالص برای به دست آوردن اطلاعات ترکیبات سطح زیر پیکسل تبدیل نمود. این محصولات در صنعت معدن و به میزان کمتری در بخش نفت و گاز مورد توجه قرار گرفته است. تهدید اصلی برای سنجش از دور زمین شناسی، فقدان داده های ماهواره ای پیوسته است. اما یک فرصت منحصر به فرد برای توسعه موافقت نامه های استاندارد شده که منجر به محصولات قابل

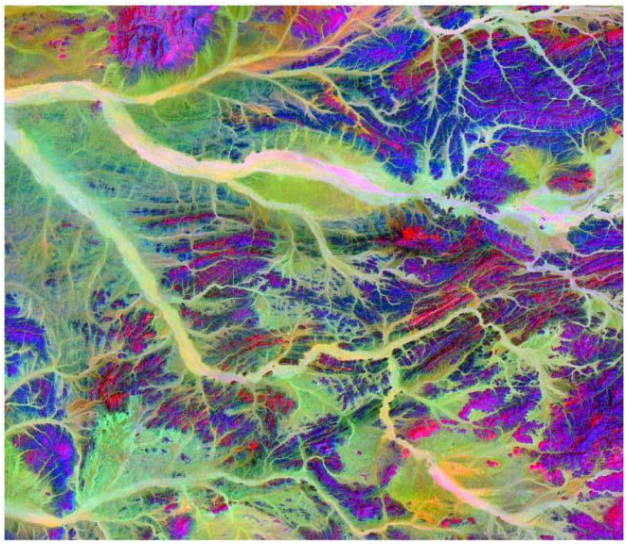
اعتبار و تجدید پذیر از سنجش از دور ماهواره ای برای جامعه زمین شناسی است، وجود دارد. با تمرکز بر محصولات زمین شناسی مانند نقشه های معدنی و سنگ شناسی، ژئوشیمیایی، مسیرهای P-T، مسیرهای سیال و غیره، جامعه ی سنجش از دور زمین شناسی میتواند خلاء جامعه ی علوم زمین را پر کند. گردش کار باید به صورت اطلاعات چندرسانه ای باشند و داده های سنجش از دور باید با مشاهدات میدانی و داده های ژئوفیزیکی زیرسطحی برای نظارت و درک فرایندهای زمین شناسی تلفیق و یکپارچه شوند.

مطالعه با برآورد داده های (ASTER) داده های بازتاب بخش های مرئی، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز کوتاه موج (۹ باند از (ASTER) در چارچوب یک پروژه نقشه برداری مربوط به حاشیه غربی کویر Kalahari در نامیبیا پردازش و تفسیر شده است. یک روش اعمال تصحیح اثرات روشنایی برای بازتاب مشاهده شده تصاویر است. یک آنالیز مولفه اصلی (PCA) در ۹ نوار ASTER به منظور کاهش اطلاعات اضافی در نوارهای بسیار همبسته انجام شده است. نتایج PCA امکان اعتبارسنجی و تجدید مرزهای سنگ شناسی را که در نقشه زمین شناسی قبلی تعریف شده است و اطلاعاتی را برای مشخص کردن واحدهای سنگ شناسی جدید مربوط به سازه های سطح زمین که قبلا شناسایی نشده است فراهم می کند. طبقه بندی نظارت شده از نتایج PCA بدست آمد و بر اساس نقشه زمین شناسی نشان می دهد که واحدهای سنگ شناسی ممکن است امضای طیفی مشابه، یک تغییر طیفی قوی یا یک طیف همگن داشته باشند. بنابراین پردازش داده های سنجش از دور ASTER به عنوان یک ابزار قدرتمند برای نقشه برداری زمین شناسی استفاده می شود. باندهای مادون قرمز حرارتی از سنجنده ASTER برای بررسی سنگها، از جمله رگه های سفید کوارتز، از منطقه جبل الحصیر Asir Terrane، در جنوب غربی سپر عربستان استفاده شده است.[8] داده های به دست آمده با استفاده از تصحیحات رادیومتری و هندسی پردازش شدند. داده های پردازش شده توسط تصاویر کاذب رنگ با نسبت باند مادون قرمز حرارتی افزایش یافت. این تصاویر مرکب بین سنگهای گرانیت فلسیک روشن و سنگهای گابرویی مافیک تیره به وضوح تفاوت دارد. این تصاویر همچنین رگه های کوارتز را از رسوبات خشک رودخانه ای تشریح می کند، هرچند که هر دو آنها در رنگ های روشن و درجه خاکستری روشن بسیار شبیه به هم ظاهر می شوند. نتایج نسبت باندی نیز با نقشه زمین شناسی از منطقه مورد مطالعه مقایسه شده است و توافق یافتند. با در نظر گرفتن توان تفکیک به دست آمده، تصاویر مربوط به نسبت باندی اطلاعات مفید بیشتری پیدا می کنند و تصاویر مرکب رنگ واقعی، مفیدتر هستند. بر اساس این مشاهدات می توان ادعا کرد که سنجنده ASTER برای کاربردهای زمین شناسی بسیار قوی است. با توجه به موفقیت آن در منطقه مورد مطالعه، استفاده از این سنسور نیز می تواند به دیگر مناطق پیچیده در سپر عربستان و فراتر از آن گسترش یابد.

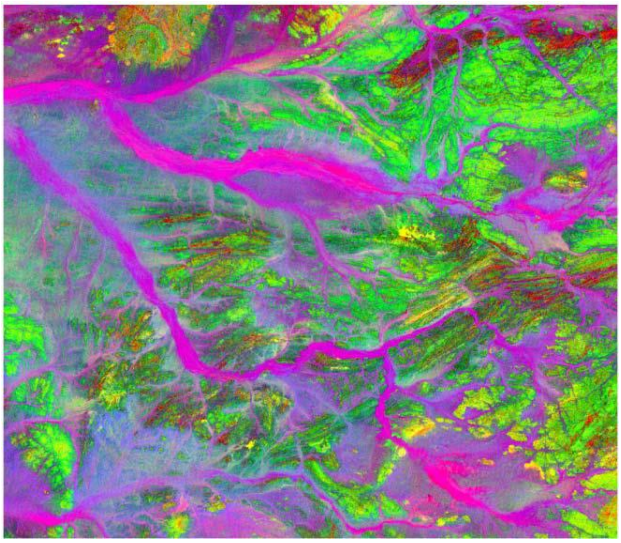
مطالعه در مورد تکنیک های نقشه برداری جدید زمین شناسی با استفاده از ناحیه ناهموار کوه موز، آلبرتا در کانادا به عنوان یک سایت آزمایشی گزارش می شود. اولا، برای ما یک پایگاه داده عکاسی در دسترس وب فراهم می کند که بصری سازی متقابل چندین سنگ آشکار برای نقشه برداری زمین شناسی را تسهیل می کند، و دوم، نتایج تجزیه و تحلیل دو روش فتوگرامتری مایل قابل دسترس و آسان که قبلا در تحقیقات باستان شناسی و صنعتی اعمال شده، مورد استفاده قرار گرفته است. این دو تکنیک فتوگرامتری مایل زمینی با توان تفکیک بالا به نام "Block bundle" و "terrain rendering " با استفاده از پایگاه داده وب مورد آزمایش قرار گرفت تا دقت و صحت آنها را به عنوان تکنیک های نقشه برداری ارزیابی کند. کارایی روش های جدید برای پشتیبانی از نقشه برداری زمین شناسی با سایر تکنیک های نقشه برداری مقایسه شد. نتایج نشان می دهد که در شرایطی که توان تفکیک داده های ارتفاعی رقومی و تصاویر در دسترس بالا است، یک تکنیک رندر زمین بر پایه وب، همراه با یک پایگاه داده عکاسی قابل دسترسی به وب از سنگ های آشکار برای طیف گسترده ای از تجزیه و تحلیل های زمین شناسی، از جمله مدل های آنالوگ مخازن هیدروکربنی سودمند است.

کانی سازی طلا از نوع گوسان

گوسان یک پوشش آهنی بر روی یک کانسار سولفید است که عمدتا حاوی مواد معدنی پیریت، اسفالریت و گالن است که از طریق اکسیداسیون و اشباع مواد معدنی سولفید، اکسیدهای آهن آبدار مانند لیمونیت و گوئتیت همراه با اکسید منگنز تشکیل می شود. هماتیت و ژاسپر نیز ممکن است در آن وجود داشته باشند. این فرم ها در منطقه اکسیداسیون بالای سطح آب تشکیل می شوند و گاهی اوقات به عنوان "کلاه آهن" نامیده می شوند. کانسارهای سنگ معدن سولفید اغلب حاوی طلا هستند که در منطقه اکسیداسیون غنی شده اند. گوسان به خصوص در سطح زمین در مناطق خشک و نیمه خشک، آشکار می شود و اغلب از رخ نمون های پیچ داری تشکیل شده است. این نوع کانی سازی طلا در منطقه Ariab، در شمال شرق سودان با استفاده از تصاویر ماهواره ای کشف شد. دو تصویر مختلف تهیه شد به نام های: ترکیبات هیدروترمال (شکل ۱) و ترکیبات معدنی. در ترکیب هیدروترمال، گوسان به رنگ قرمز ظاهر می شود در حالی که در ترکیب معدنی به رنگ نارنجی مایل به زرد ظاهر می شود. با این حال، هنگام استفاده از چنین تکنیک هایی در مناطق خشک، باید مراقب باشید زیرا ممکن است لکه های دشت باعث امضای یکسان شوند.



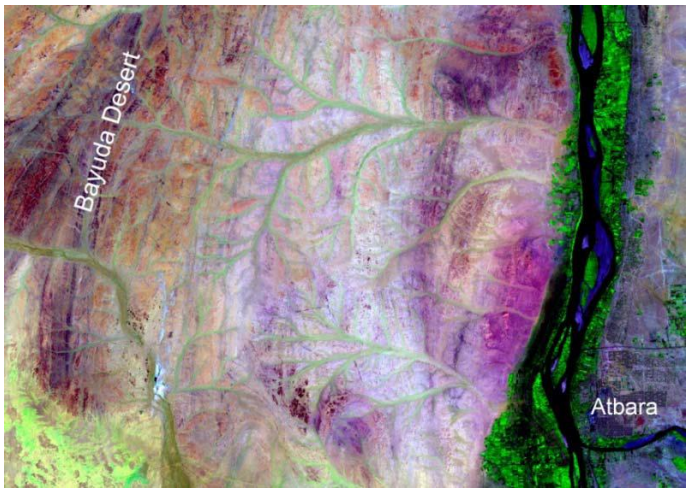
تصویر ترکیب هیدروترمال به ترتیب با استفاده از ترکیبات (۷/۵)، (۱/۳)، (۳/۴) در RGB به دست آمده است.



تصویر ترکیب معدنی به ترتیب با استفاده از ترکیبات (۷/۵)، (۴/۵)، (۱/۳) در RGB به دست آمده است.

سنگ مرمر

سنگ مرمر گستره ای از کانسار است که در داخل توالی فرکانس پایین بخش آفریقایی رسوبات آتشفشانی قرار دارد. سنگ مرمر در سودان از آنجا که صنایع سیمان به طور کامل به عنوان مواد اولیه به سنگ مرمر متکی هستند؛ دارای ارزش اقتصادی بالایی است. علاوه بر این، به عنوان سنگ تزئینی و در صنایع شیمیایی استفاده می شود. بسیاری از کانسارها در بخش های مختلف سودان رخ می دهند، به عنوان مثال دشت Bayuda، کوه نوبا، ایالت نیل سفید، ایالت شمالی و تپه های دریای سرخ. در دشت Bayuda، سنگ مرمر در قالب لنزهای باریک با عرض چند ده متر و به طول چندین کیلومتر گسترش می یابد. در ترکیب تصویر Landsat ۷و۴و ۱ به ترتیب برای ترکیب رنگی تصویر RGB، به رنگ آبی فیروزه ای (شکل ۳) ظاهر می شود.[23]



تصویر ترکیب رنگی به دست آمده با اختصاص دادن باند ۷،۴،۱ به ترتیب برای RGB. این تصویر لنزهای سنگ مرمر را در دشت Bayuda نشان می دهد.

کانسنگ های آهن

آهن رایج ترین مورد استفاده فولاد در جهان است که از مهمترین مواد تشکیل دهنده آنها کانسنگ آهن است، که تقریبا ۹۵٪ از کل فلز مورد استفاده در هر سال را نشان می دهد. سنگ آهن و سنگ های معدنی که از آن فلز آهن می تواند به لحاظ اقتصادی استخراج شود. سنگ های معدنی معمولا دارای اکسید آهن هستند و از رنگ خاکستری تیره، زرد روشن، بنفش ، تا قرمز تغییر می کنند و معمولا در مواد معدنی مگنتیت، هماتیت، گوئتیت، لیمونیت یا سیدریت یافت می شود. [23]

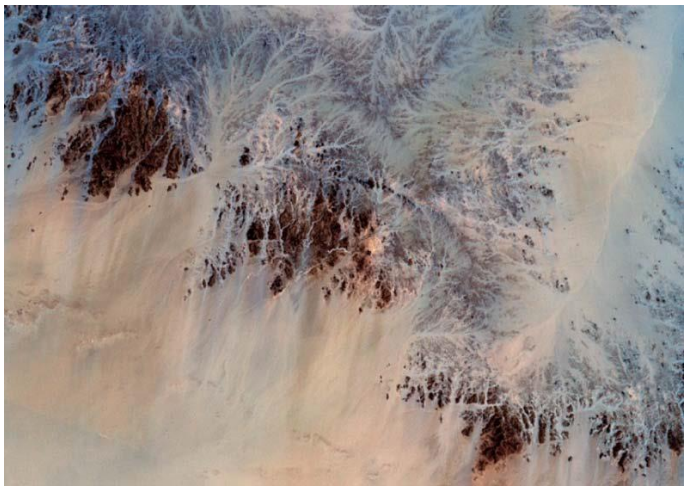
مگنتیت

مگنتیت (سنگ آهن مغناطیسی) که بواسطه فرسایش هوا از کانی سازی مگنتیت تشکیل شده است، که از زهها و رگه ها عبور می کند و در برخی از رودخانه های خشک در شمال سودان وجود دارد. این کانی سازی به وضوح در تصویر با توان تفکیک بالا Quickقابل مشاهده است که به رنگ خاکستری تیره ظاهر می شود. بررسی های میدانی نشان داده است که غلظت زیاد شن و ماسه سیاه در جریان های خشک یافت می شود.

تصور مگنتیت را در این جریان ها به رنگ سیاه نشان میدهد.

کانی سازی هماتیت

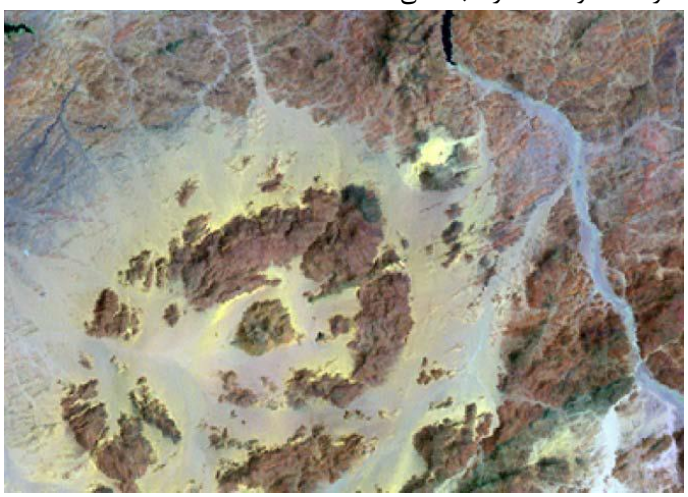
منطقه اطراف شهر وادی هالوا، یکی از معدن های شناخته شده هماتیت در سودان است. این شامل سه لایه نازک در میان چینه ها است که با ماسه سنگ ساخته شده اند. لایه بالایی نشان می دهد که در سطح قسمت جنوبی نهشته شیب ها کمی به سمت شمال می افتد. لایه ی پوششی آن را به راحتی با تصاویر ماهواره ای قابل تشخیص می کند. در این تصویر به رنگ قهوه ای تیره ظاهر می شود.



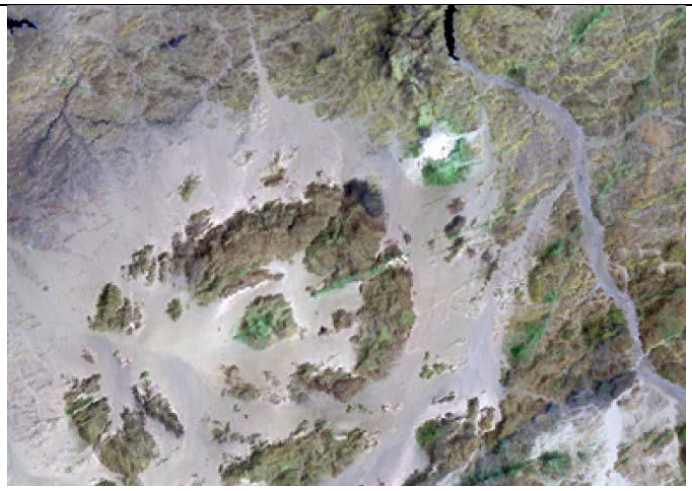
ترکیب رنگی بدست آمده از باندهای ۷و۴و۲ به ترتیب برای RGB از سنجنده Landsat ETM + [23]

میکرو گرانیت غنی از مگنتیت

با این نوع کانی سازی در شمال سودان، مواجه میشویم. در طول مرحله تفسیر تصویر از نقشه برداری منطقه ای، یک رنگ متمایز از قاج های جفت در بخش شمال شرقی از پیچ حلزونی آذرین ظاهر شد. این قاج ها رنگ فیروزه ای را در ترکیب رنگی RGB ۷،۴،۱ نشان می دهند. در تصویر مادون قرمز (یعنی به ترتیب ۷،۵،۴ در RGB آنها رنگ آبی را نشان می دهند بررسی های میدانی وجود میکرو گرانیت غنی از مگنتیت که از سنگهای اطراف متفاوت است را اثبات می کند.

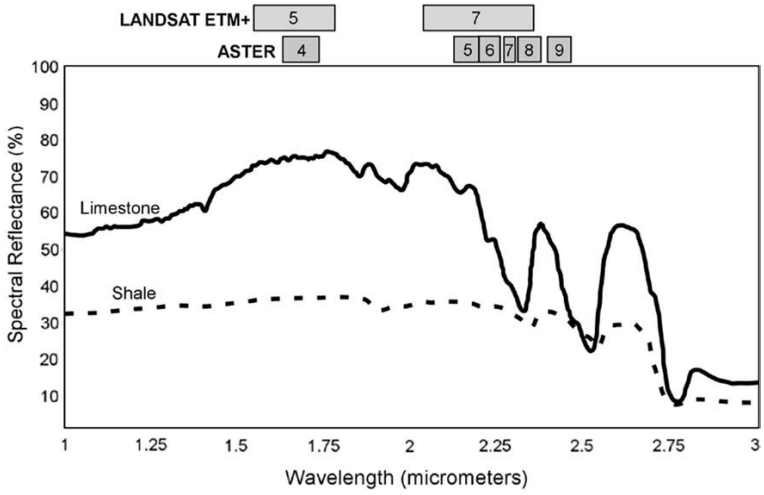


ترکیب رنگی به دست آمده با استفاده از ترکیب ۷،۴،۱ به ترتیب در RGB [23].



تصویر مادون قرمز بدست آمده با اختصاص دادن باندهای ۷،۵،۴ به ترتیب در RGB.

استفاده از داده های سنجش از دور در مدار و DEM ها برای تجزیه و تحلیل ویژگی های زمین شناسی سطح و نزدیک سطح، یک روش مفید برای انجام مطالعات زمین شناسی در مناطق بزرگ با اطلاعات کم یا بدون اطلاعات زمین شناسی است. چنین رویکردی می تواند کمک قابل توجهی به تلاش های اکتشافی نفت و گاز نماید. DEM ها یک ابزار موثر برای نقشه سازی واحدهای سنگ شناسی (۱) اعتبار استفاده از داده های نوری چند طیفی VNIR وSWIR سنجش از دور (مانند Landsat ETM+ و ASTE برای نقشه سازی سنگ شناسی از طریق شناسایی تفاوت های دقیق طیفی بین انواع سنگ های مختلف، به ویژه کربنات ها و شیل می باشد. چنین رویکردی همچنین می تواند برای نقشه سازی سنگ شناسی در سایر مناطق خشک استفاده شود.



منحنی های بازتاب طیفی SWIR سنگ های آهک و شیل ها. منحنی طیفی از کتابخانه طیفی آزمایشگاه (JPL) استخراج شده است.

نتیجه گیری

در ایران با توجه به وسعت زیاد کشورو گستردگی مناطق پتانسیل دار ذخایر معدنی، شناسایی و مدیریت صحیح ذخایر اهمیت بسیار بالایی دارند. از طرف دیگر به دلیل پیشرفت های فن آوری سنجش از دور و تولید داده های فراطیفی با اطلاعات طیفی فراوان، استفاده از این داده ها جهت مطالعه دقیق پدیده ها به سرعت در حال گسترش است.

بطور کلی سنجش از دور را می توان: دانشی مبتنی براطلاعات شیمیایی- فیزیکی و پدیده ها و رخنمون هایی از زمین، جو، و از طریق ویژگی های امواج الکترومغناطیس بازتاب و منتشر می شود در سنجش از دور تبدیل وسعت دید یکپارچه از منطقه و استفاده از طیف الکترومغناطیس به جهت ثبت خصوصیات پدیده ها، پوشش های زمانی و مکانی و نیز سرعت انتقال و تنوع اشکال داده ها و امکان بکار گرفتن سخت افزاری و نرم افزارهای تخصصی کامپیوتری هزینه های بسیار پایین تری نسبت به سایر روش ها و تحقیقات سنتی و میدانی دارد و بسیار بیشتر می توان از آن استفاده کابردی داشت، و ابزاری خوب در کنترل، ارزیابی و پایش و مدیریت پایدار از منابع زمینی مانند- جنگل و محصولات کشاورزی، منابع آب، خاک، هوا و... بکار گرفته شود. همچنین در اکتشافات به خصوص مرحله شناسایی ذخایر معدنی و کانسارها با عنایت بر رخنمون آنها در منطقه مورد مطالعه در تصاویر ماهواره ای و بررسی آنها اطلاعات بهینه را در اختیار متخصصان این امر قرار خواهد داد. دراین خصوص سنجش از دور انتقال اطلاعات با استفاده از تشعشعات الکترومغناطیسی(EMR) انجام خواهد گرفت. ماهواره های مورد استفاده در این گزارش از نوع لندست ETM:Aster-Terra-Spot- هایپرون می باشد. بکارگیری اطلاعات این سری ماهواره ها تحول بزرگی در زمینه های مختلف علوم زمین به وجود آورد، با استفاده از تصاویر ماهواره ای میتوان از طیف الکترومغناطیس ها شامل مادون قرمز، مرئی، حرارتی و بخش های ماکروویو استفاده کرد.

منابع و مراجع

۱- گزارش دورسنجی شهرستان بجستان، سال ۱۳۹۲، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، مدیریت منطقه شمالشرق کشور، زیر نظر جمال روشن روان.

2- Roger Marjoribanks, (2010),"Geological Methods in Mineral Exploration and Mining ",Second Edition, Springer Heidelberg Dordrecht London New York.

3- Floyd F. Sabins,(1999)," Remote sensing for mineral exploration", Ore Geology Reviews 14 _1999. 157–183.

4- Sanaz Salati,(2011)," Lithological mapping and fuzzy set theory: Automated extraction of lithological boundary from ASTER imagery by template matching and spatial accuracy assessment", International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 13 (2011) 753–765.

5- Lawrence C. Rowan,(2006)," Distribution of hydrothermally altered rocks in the Reko Diq, Pakistan mineralized area based on spectral analysis of ASTER data", Remote Sensing of Environment 104 (2006) 74–87.

6- Freek D. van der Meer,(2012)," Multi- and hyperspectral geologic remote sensing: A review",International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 14 (2012) 112–128.

7- Cecile,Gomez,(2005)," Using ASTER remote sensing data set for geological mapping, in Namibia", Physics and Chemistry of the Earth 30 (2005) 97–108.

8- Saleh S. Matar,(2013)," Integration of the ASTER thermal infra-red bands imageries with geological map of Jabal Al Hasir area, Asir Terrane, the Arabian Shield", Journal of Taibah University for Science 7 (2013) 1–7.

9- Daniel Lebel,(2007)," Imagery Integration Methods for Precise Geological Mapping of Rugged Terrain,Alberta, Canada", Photogrammetric Engineering & Remote Sensing Vol. 73, No. 5, May 2007, pp. 585–593.

10- Enton Bedini,(2011)," Mineral mapping in the Kap Simpson complex, central East Greenland, using HyMap and ASTER remote sensing data", Advances in Space Research 47 (2011) 60–73.

11- James Whittington," Remote Sensing and Mineral Exploration", Emporia State University.

12- Greg Vaughan, R,(2012),” Use of ASTER and MODIS thermal infrared data to quantify heat flow and hydrothermal change at Yellowstone National Park”, Journal of Volcanology and Geothermal Research 233-234 (2012) 72–89.
13- M. Thomas,T. Cudahy,(2012),” Recent developments in ASTER Geoscience products for Australia”,Australian Regolith and Clays Conference Mildura 7-10 February 2012,99-102.
14- Amin Beiranvand Pour, Mazlan Hashim,(2012),” The application of ASTER remote sensing data to porphyry copper and epithermal gold deposits”, Ore Geology Reviews 44 (2012) 1–9.
15- T.O. Pryce , M.J. Abrams , (2010),” Direct detection of Southeast Asian smelting sites by ASTER remote sensing imagery: technical issues and future perspectives”, Journal of Archaeological Science 37 (2010) 3091-3098.
16- Da-Qi Xu,(2008),” Exploring for natural gas using reflectance spectra of surface soils”, Advances in Space Research 41 (2008) 1800–1817.
17- Luiz Eduardo Vicente, Carlos Roberto de Souza Filho,(2011),” Identification of mineral components in tropical soils using reflectance spectroscopy and advanced spaceborne thermal emission and reflection radiometer (ASTER) data”, Remote Sensing of Environment 115 (2011) 1824–1836.
18- Eva SMEJKALOVÁ,Petr BUJOK,(2012),” REMOTE SENSING METHODS IN THE IDENTIFICATION OF OIL CONTAMINATIONS”, GeoScience Engineering,Volume LVIII (2012), No.1 http://gse.vsb.cz p. 24-33, ISSN 1802-5420.
19- Sun Shengwei,(2012),” The Exploration and Evaluation of Petroleum Resource based on Remote Sensing Technology”, 2012 International Conference on Medical Physics and Biomedical Engineering, Physics Procedia 33 (2012) 1119 – 1123.
20- H.M.A. van der Werff,(2007),” Use of hyperspectral remote sensing to detect hazardous gas leakage from pipelines”, International Institute for Geo-information Science and Earth Observation (ITC), Department of Earth Systems Analysis, Enschede, The Netherlands, New Developments and Challenges in Remote Sensing, Z. Bochenek (ed.) _2007 Millpress, Rotterdam, ISBN 978-90-5966-053-3.
21- Pilong Shi,(2012),” Multispectral remote sensing mapping for hydrocarbon seepage-induced lithologic anomalies in the Kuqa foreland basin, south Tian Shan”, Journal of Asian Earth Sciences 46 (2012) 70–77.
22- Gasham A. Zeinalov,(2000),” Importance of Remote-Sensing Data in Structural Geologic Analysis of Oil- and Gas-Bearing Regions of Azerbaijan”, International Association for Mathematical Geology, Natural Resources Research, Vol. 9, No. 4,307-313.
23- Kalsayed,” Sudan experience in using remote sensing for mineral prospecting Elsayed Zeinelabdein, K.A.”, Faculty of Petroleum and Minerals, Alneelain University, Khartoum, Sudan, 636-644.
24- Sherrie A. Pena, Mohamed G. Abdelsalam,(2006),” Orbital remote sensing for geological mapping in southern Tunisia: Implication for oil and gas exploration “,Journal of African Earth Sciences 44 (2006) 203–219.