

جداسازی سنگ شناسی آذرین پی (گرانیت و گرانودیوریت) در منطقه شیرکوه یزد به کمک سنجش از دور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

فرزام خسرویانی^۱، اردشیر هزارخانیⁱⁱ

چکیده

در این مقاله با استفاده از دانش سنجش از دور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) تلاش گردیده تا با تفکیک سنگ شناسی آذرین پی گرانیت و گرانودیوریت در منطقه شیرکوه یزد، روشی نوین در جداسازی سنگ شناسی های مختلف با حداقل خطاهای موجود در نقشه های زمین شناسی کنونی ارائه گردد [۱]. از تصویر هفت بانده ماهواره Landsat به عنوان تصویر مورد مطالعه برای منطقه یادشده استفاده گردید. پس از انتخاب تصویر تغییر فرمت و ترکیب تک باندها، تصویر رنگی هفت بانده برای منطقه به دست آمد. برای آنکه انجام عملیات تفسیر بر روی نتایج با موقعیت زمینی برابر شود و هر محدوده بر روی تصویر، دقیقاً بیانگر همان بر روی زمین باشد، با انتخاب نقاط GPS زمینی تصحیح هندسی بر روی تصویر صورت پذیرفت. برای انتخاب بهترین ترکیب باندهای که در آن سنگ شناسی های مورد نظر بارزترین رخنمون و تفکیک پذیری نسبت به سایر سنگ شناسی ها را دارا باشد مطالعه بر روی ترکیب باندهای مختلف صورت گرفت.

عملیات جداسازی سنگ شناسی گرانیت و گرانودیوریت از روش های طبقه بندی نظارت شده و نظارت نشده در نرم افزار تخصصی RS انجام شد که طبقه بندی نظارت نشده در کلاسهای مختلف (۶، ۸، ۱۰، ...) اجرا و مورد بررسی قرار گرفت تا بهترین کلاس و بهترین تفکیک پذیری با توجه به هدف مورد نظر انتخاب گردد. همچنین در طبقه بندی نظارت شده با انتخاب محدوده هایی به عنوان نمونه توسط GPS به نرم افزار معرفی و به کمک روش Minimum Distance (حداقل فاصله) در طبقه بندی نظارت شده، طبقه بندی بر روی تصویر انجام و در پایان با مقایسه نتایج حاصل از روش های مختلف طبقه بندی و تفسیرهای انجام شده، خطاهای احتمالی و ارائه نقشه تفکیک سازندهای آذرین پی حاصل گردید.

کلمات کلیدی

شیرکوه، گرانیت، سنگ شناسی، دورسنجی، سیستم اطلاعات جغرافیایی

Separation of Igneous Basement Lithology (granite and granodiorite) in Shir-kooch-e-Yazed, applying Remote Sensing (RS) and Geographic Information Systems (GIS).

F. Khosraviani, A. Hezarkhani

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی اکتشاف معدن، دانشکده مهندسی معدن، متالورژی و نفت، دانشگاه صنعتی امیر کبیر

Email: f_khosraviani@hotmail.com

ⁱⁱ دانشیار دانشکده مهندسی معدن، متالورژی و نفت، دانشگاه صنعتی امیر کبیر Email: ardehez@cic.aut.ac.ir

ABSTRACT

Main goal in this article is presenting a new method to separate the vary lithologies from granite and granodioritic rocks, applying Remote Sensing (RS) and Geographic Information Systems (GIS), with the least error within a local geological area of Shirkooh-e-Yazd. All the analyses are based on the Landsat satellite image of the studied area. To do so, the chosen formatted images is converted into the RS and GIS formats. Applying the local image bands composition, a seven band color image has been presented. Fusing the color imaged into the pan bands ones, a new image has been produced with the segregating distance ability of 15 meters. The image geometry has been corrected by the local point's measurements of GPS in a very accurate position. Different band created colored image was able to separate the lithology within the studied area precisely. The separated lithology of granite and granodiorite were also tested by both supervised and unsupervised classification method. The unsupervised classification was applied in 6, 8, 10 different bands to find the best separation resolution. Also supervised classification has been applied by choosing some areas as controlled locations, where also have been located by GPS. Comparing the different results merged from different methods, e.g. classification and interpretation ones, illustrate the possible important errors in the extracted results. In the last step, a very precise map based on the igneous lithology has been presented.

KEYWORDS

Shirkooh, granite, lithology, remote sensing, Geographic Information Systems (GIS)

۱- مقدمه

استان یزد با زیربنائی آذرین و با هسته ای باتولیتی پرداخته شود.

۲- موقعیت و سنگ شناسی عمومی منطقه

قله شیرکوه به عنوان دومین قله بلند از رشته کوه های زاگرس در مجاورت شهرستان تفت از استان یزد، در مرکز ایران قرار دارد ($54^{\circ},00',00''$ و $31^{\circ},45',00''$ - $54^{\circ},30',00''$ و $31^{\circ},00',00''$). این سازند زمین شناسی علاوه بر موقعیت راهبردی در منطقه هم از نظر تغییرات آب و هوایی و ژئومورفولوژی از دیدگاه سنگ شناسی نیز بسیار حائز اهمیت است، به گونه ای که یکی از بزرگترین باتولیت های کشور ایران به حساب آمده و در دوره های طولانی زمین شناسی تحت تغییر و تحولات فراوانی قرار گرفته است [۴].

سنگ شناسی کلی منطقه را می توان شامل دوره هایی از جمله سنگ های دونین، پرمین، ژوراسیک، کرتاسه و ائوسن دانست، در پایانه جنوب و جنوب باختری ناحیه یادشده، سنگ های نفوذی شیرکوه در پهنه ای گسترده شده اند که ترکیب آنها از گرانودیوریت تا گرانیت اسیدی تغییر می کند. گمان می رود تزریق توده نفوذی شیرکوه، نخست با گرانودیوریت گرمایی شاخص در مرز آنها با سنگ میزبان پدید نیامده و تأثیر آنها روی سنگ میزبان تنها با تشکیل کانی کلریت و کمی سوختگی همراه بوده است [۴]. سنگ های کرتاسه با قاعده پیش رونده روی سنگ های یادشده جای می گیرند، این سنگ ها به طور معمول ارتفاعات شیرکوه، جزیره کوه و سایر ارتفاعات

یکی از زیربنایی ترین ابزارهای که از قدیم تا کنون در اختیار مهندسی معدن، زمین شناسان، جغرافی دانان و سایر علوم وابسته زمین قرار داشته نقشه های زمین شناسی در مقیاس های مختلف هستند. نقشه های زمین شناسی شامل اجزاء متفاوتی می گردند که به طور مفهومی هدف از تهیه آنها تفکیک سنگ شناسی های مختلف از یکدیگر و پیاده سازی آنها بر اساس مقیاس مناسب در مختصات جغرافیایی مربوطه است [۲]. تهیه این نقشه ها از قدیم تا کنون به روش های مختلفی صورت می گرفته که به عنوان مثال می توان به برداشتهای زمینی، استفاده از عکسهای هوایی و سایر موارد اشاره نموده لیکن امروزه با پیشرفت روز افزون دانش بشری استفاده از تصاویر ماهواره ای نیز به کمک این رشته آمده و بر سرعت و دقت در تهیه این نقشه ها افزوده است. همچنین نقشه های دستی و کاغذی جای خود را به نقشه های دیجیتالی و کامپیوتری، که بیشتر در سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS) تهیه می گردند داده است. این روشها هنوز هم در کشور ما جایگاه خود را نیافته و نیاز به تغییر و تحولی جدید برای استفاده از این روشهای نوین مشاهده می شود.

همان گونه که بیان شد اساس نقشه های زمین شناسی تفکیک سنگ شناسی های مختلف از یکدیگر می باشد [۲]. در این تحقیق نیز تلاش گردیده تا به کمک علوم سنجش از دور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به تفکیک یکی از لیتولوژی های مهم و پایه (سنگ شناسی آذرین پی)، در منطقه شیرکوه

و محدوده‌هایی بوده که در ادامه به تفسیر توضیح داده شده است [۸].

۴- مراحل آماده‌سازی

۴-۱- نرم‌افزار و تبدیل گونه

برای آنالیز و طبقه بندی‌های تصویر و به صورت کلی انجام فعالیت های سنجنش از دور، از نرم‌افزار ERMapper استفاده و برای انجام عملیات GIS از نرم‌افزار ArcGIS 9 مربوط به شرکت ESRI آمریکا کمک گرفته شد [۹]. تصویر ماهواره‌ای خام و همچنین نتایج آنالیز برای اینکه قابلیت استفاده در هر یک از نرم‌افزارها را دارا باشد، به فرمت مناسب تبدیل و وارد نرم‌افزارها گردید.

۴-۲- ترکیب باند برای ایجاد تصویر رنگی

تصویر رنگی خام به صورت تک باند منفرد است و در حالی که محدوده خاص طیفی را شامل می‌گردد ولی به صورت سیاه و سفید می‌باشد. به کمک نرم‌افزار ERMapper این تک باندها با یکدیگر آمیخته گردید و تصویری رنگی با هفت باند ETM+ برای ادامه مطالعات به دست آمد [۴].

۴-۳- تصحیح هندسی

تصحیح هندسی تصویر با نقاط کنترلی به کمک GPS

تصویر رنگی تولید شده بدون هر گونه سیستم مختصات بوده و نیاز به تصحیح هندسی داشت. به همین منظور با برداشت نقاط کنترلی به کمک GPS (در سیستم مختصات UTM و بخش ۳۹) تصویر تصحیح هندسی گردید تا تمامی مراحل اجرا و نقاط برداشتی با خطای کلی در یک GPS یکسان سرشکن گردد (GPS از نوع Garmin Vista) [۸].

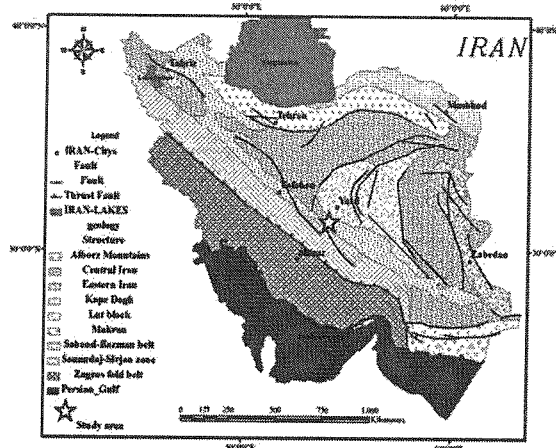
۴-۴- ترکیب تصویر با باند PAN

پس از تصحیح هندسی هر دو تصویر رنگی و تصویر PAN، به منظور ایجاد تصویری رنگی که ویژگی‌های هر دو تصویر، یعنی هفت باندهای بودن و همچنین قدرت تفکیک زمینی ۱۵ متر را دارا باشد از عملیات Fusing استفاده کرده و تصویری با خصوصیات یادشده تهیه شد.

۴-۵- برش منطقه مورد مطالعه از کل تصویر رنگی

با انجام عملیات یادشده، تصویری با حجم اطلاعاتی بسیار بالا به دست می‌آید که برای انجام مطالعات بعدی و انجام آنالیزهای مورد نظر هم از نظر ظرفیت، زمان عملیات، قدرت سخت افزاری و هم محدوده تحت پوشش پتانسیل بالایی نیاز

موجود در این محدوده را به خود اختصاص داده اند، که در اثر فرسایش چه از نظر فرسایش یخچالی در دوران قدیم و چه از نظر سایر عوامل هیدرومورفیکی پس از آن، از روی سنگ شناسی های زیرین به‌ویژه سنگ شناسی های آذرین‌پی کنار رفته و باعث برون‌زدگی آنها گردیده است (پشت نویس نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ یزد) (شکل شماره ۱) [۴]



شکل شماره ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه [۱۶].

۳- اطلاعات پایه

برای آنالیز و مطالعات بعدی، نیاز به یک سری داده‌ها و اطلاعات از قبیل ۳-۱، ۳-۲، ۳-۳ است.

۳-۱- تصویر ماهواره‌ای

برای مطالعات سنجنش از دور، زیر بنایی ترین ابزار، تصویر ماهواره‌ای منطقه مورد نیاز می‌باشد. با توجه به این که برای مطالعه سنگ شناسی آذرین‌پی دو موضوع اصلی، جنس تشکیل دهنده هر بخش و محدوده تحت پوشش هر یک از آنها مد نظر است، از تصویر ETM+ (2001) ماهواره Landsat (قاب ۳۸-۱۶۲) استفاده گردید [۴]. در تصاویر ماهواره‌ای هر یک از اشیاء زمینی در محدوده طیفی بازتابش خاصی را به همراه دارند، لذا تصویر ETM+ با دارا بودن هفت باند طیفی قابلیت بیشتری در ترکیب باندها و ایجاد تصاویر با رنگ مجازی (false color) را داراست [۶]. این قابلیت امکان جداسازی بیشتری را بین اجزاء سازندهای مختلف آماده می‌سازد. همچنین باند pan تصویر ETM+ با قدرت تفکیک زمینی ۱۵ متر، قدرت تفکیک زمینی را تأمین می‌کند. [۷]

۳-۲- نمونه برداری نقاط و محدوده‌های نمونه

برای اصلاح هندسی و همچنین انتخاب محدوده‌های نمونه در انجام طبقه بندی نظارت شده نیاز به برداشت با GPS نقاط

بوده و در این تصاویر، بازتاب مفیدی را در بر نخواهد داشت. به همین منظور منطقه مورد مطالعه از کل فرم تصویر بریده شده تا به صورت یکجا بر روی منطقه مورد بررسی، عملکردها انجام گیرد.

۵- مراحل اجرا

۵-۱- نمونه برداری

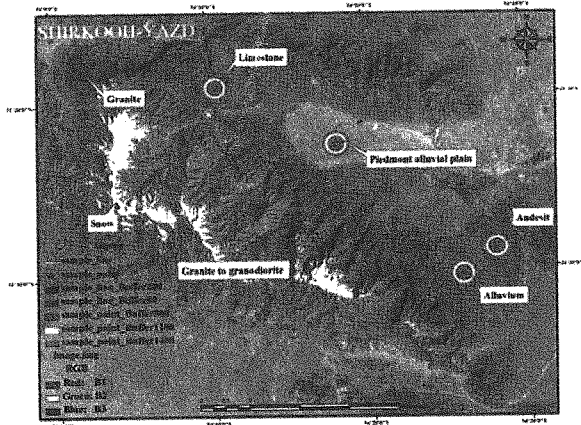
برای انجام طبقه بندی نظارت شده نیاز به یک سری محدوده‌های Sample به عنوان محدوده معرف است تا نرم‌افزار با کمک آنها نقاط با بازتابش مشابه را مشخص نماید. به همین منظور نمونه برداری از چندین نقطه صورت گرفت که به گونه‌ای مشروح آمده است [۱۰]:

در این مرحله از نمونه برداری، به کمک دستگاه GPS هفت محدوده به عنوان محدوده‌های مرجع برای معرفی به نرم‌افزار برداشت مختصاتی شد، این محدوده‌ها سنگ شناسی های بارز منطقه، یعنی سنگ شناسی آهکی، رسوبات کوهپایه‌ای آبرفت‌ها، سه سنگ شناسی آذرین‌پی (گرانیت، گرانودیوریت و آندزیت) و همچنین منطقه پوشیده از برف را شامل گردید. این نمونه برداری به دو صورت انجام پذیرفت:

۱) نقاطی به عنوان نقاط مرجع در مرکز هر محدوده سنگ شناسی (به صورتی که با سایر سنگ شناسی‌ها به اندازه کافی فاصله داشته باشد) برداشت و سپس به کمک نرم‌افزار GIS بافرهای ۸۰۰ تا ۱۴۰۰ متری به دور منطقه رسم شد و در پایان بهترین هاله پوششی که سنگ شناسی مورد نظر را شامل و با سایر موارد برخورد نداشت به عنوان محدوده مرجع برای آن سنگ شناسی انتخاب گردید. در سنگ شناسی‌های آهکی، نهشته‌های آبرفتی جوان و مخروط‌های افکنه، رسوبات دشت دامنه‌ای آندزیت‌ها این روش نمونه برداری صورت گرفت (شکل شماره ۲).

۲) در بعضی از سنگ شناسی‌ها به دلیل کشیدگی محدوده‌ای که آنها را شامل می‌گردید استفاده از روش یادشده پاسخگوی مناسبی برای انتخاب محدوده مرجع برای آن سنگ شناسی نبود، برای این موارد از روش نمونه برداری به صورت پیمایش استفاده گردید که با حرکت در امتداد یک خط در مرکز سنگ شناسی نقاطی برداشت گردید. سپس با پیاده سازی آن نقاط در نرم‌افزار ArcGIS و تهیه خط مسیر حرکت از آن نقاط مانند مرحله قبل هاله‌های پوششی با فاصله ۸۰ تا ۲۰۰ متر به دور آن زده شد و در پایان نیز بهترین خط هاله به عنوان محدوده مورد مطالعه

انتخاب گردید. سنگ شناسی‌های گرانیت، گرانیت-گرانودیوریت و منطقه پوشیده از برف به این روش برداشت شد (شکل شماره ۲).



شکل شماره ۲: تصویر رنگی با ترکیب ۲-۳-۵ و محدوده‌های نمونه‌برداری به عنوان مرجع

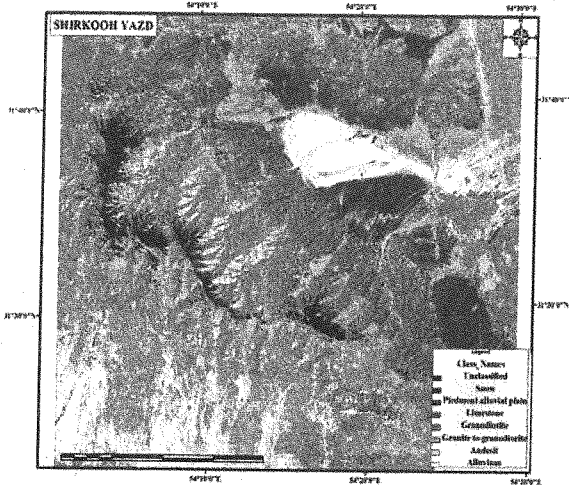
۶- پردازش تصویر

۲-۵ ترکیب بانندی (RGB)

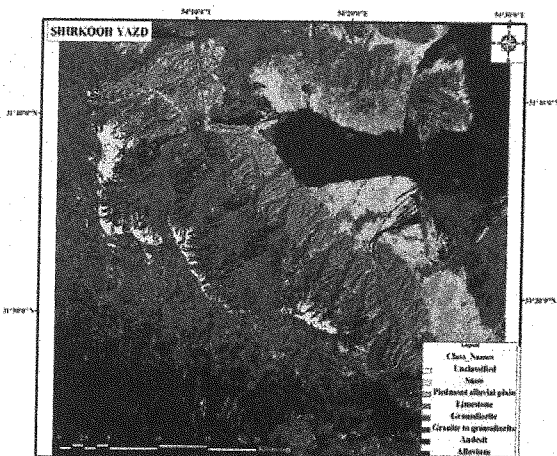
یکی از مهمترین فعالیت‌ها در مرحله پردازش، اولویت انتخاب و ترکیب باندها است. به دلیل اینکه هر یک از عوارض زمینی با توجه به جنس و بافت متفاوت خود بازتابش متفاوتی را نیز نسبت به امواج الکترومغناطیسی دارد لذا هر یک از این بازتابش‌ها در یک گروه خاص از باندهای ثبت شده در تصویر ماهواره‌ای قرار می‌گیرد بنابراین با اختصاص هر کدام از این باندها به یکی از رنگهای قرمز، سبز و آبی (RGB) علاوه بر قابل رویت بودن و تفکیک‌پذیری آن برای چشم باعث می‌گردد که این تفاوت‌های بازتابشی در طول موج، به صورت بارزتر و با نمای رنگی، خود را آشکار سازند. در نتیجه انتخاب باند مناسب برای هر یک از رنگهای RGB، به صورتی که بخشهای مورد مطالعه را به بهترین گونه ممکن تفکیک سازد، از مهمترین مراحل به حساب می‌آید [۱۰].

برای تصویر ETM+، تعداد ۳۴۳ ترکیب بانندی قابل بررسی است. در این تحقیق با مطالعه بر روی ترکیب بانندی مختلف، ترکیب بانندی (RGB = ۲-۳-۵) بهترین ترکیب بانندی تشخیص داده شد که در آن سنگ شناسی‌های مختلف و همچنین سازندهای زمین شناسی مربوطه از یکدیگر تفکیک شدند (شکل شماره ۲). گفتنی است که انتخاب ترکیب بانندی مناسب اگر چه در طبقه بندی نرم‌افزار بسیار تاثیرگذار است ولیکن اولین طبقه بندی، طبقه بندی چشمی محسوب گشته و دید کلی نسبت به گزینه مورد مطالعه را در اختیار قرار می‌دهد. به بیان دیگر این

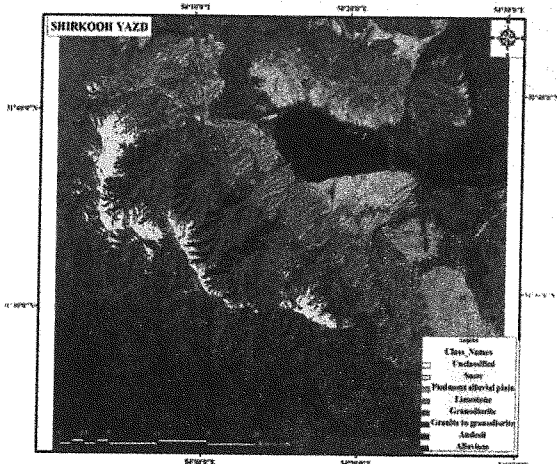
طبقه بندی، با توجه به اینکه در پراکنندگی عوارض زمینی و به خصوص فرسایش و تغییرات سنگ شناسی، تغییرات از مرکز توده به سمت کناره‌ها گسترش می‌یابد، بنابراین بهترین نتیجه از روش Minimum Distance حاصل گردید (شکل شماره ۳، ۴ و ۵) [۱۰]، [۱۱].



شکل شماره ۳: طبقه بندی به روش Parallel Piped



شکل شماره ۴: طبقه بندی به روش Minimum distance



شکل شماره ۵: طبقه بندی به روش Maximum Likelihood

قابلیت را ایجاد می‌کند تا کاربر بتواند سازندهای مختلف را به کمک چشم و بدون استفاده از نرم افزار تا حد امکان تفکیک نماید [۶].

۳-۵ طبقه بندی نظارت شده

در این روش از طبقه بندی یک سری محدوده به عنوان منطقه نمونه به نرم افزار معرفی می‌شود تا نرم افزار با در نظر گرفتن محدوده طیفی آن منطقه به عنوان مرجع، بقیه پیکسل‌های تصویر که نزدیک‌ترین بازتابش با نمونه را داراست در آن طبقه خاص قرار دهد. به صورت کلی مراحل ۳-۶ تا ۵-۶ در مطالعه اجرا گردید [۱۱]:

۵-۴ انتخاب منطقه نمونه

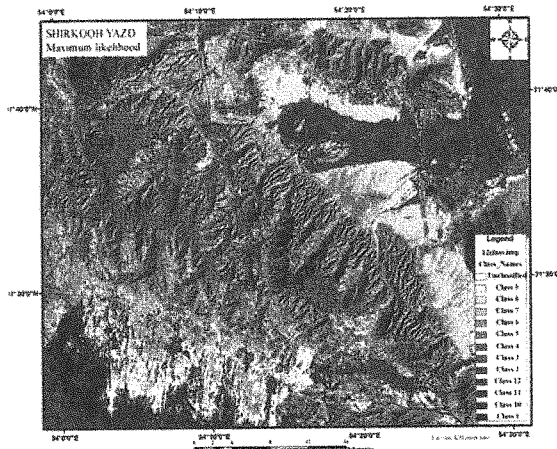
با توجه به برداشت زمینی صورت گرفته و جزئیات به دست آمده از آن و همچنین با مطالعه بر روی تفاوت بازتابشی نقاط مختلف و همچنین سنگ شناسی‌های بارز در منطقه شیرکوه یزد، محدوده‌های نمونه (به کمک روش نمونه برداری که در بخش روشهای نمونه برداری ذکر گردید) ۱-۷، انتخاب شد (شکل شماره ۲):

۱. سنگ شناسی‌های آهکی Limestone
۲. نهشته‌های آبرفتی جوان و بادبزن آبرفت
۳. رسوبات دشت دامنه‌ای Piedmont alluvial plain
۴. گرانیت Granite
۵. گرانیت تا گرانودیوریت Granite to granodiorite
۶. آندزیت Andesite
۷. منطقه پوشیده از برف Snow

محدوده پوشیده از برف به عنوان منطقه مناسب سنگ شناسی به حساب نمی‌آید لیکن چون بازتابش خاصی را شامل می‌گردد، بنابراین نرم‌افزار قابلیت جداسازی سنگ شناسی نسبت به برف را ندارد. نرم‌افزار تنها بازتابش گوناگون را مورد بررسی قرار داده، برف به عنوان یک گروه جداگانه قلمداد می‌شود. همچنین برف محدوده وسیعی از منطقه را تحت پوشش قرار می‌دهد لذا برابر با وسعت همان محدوده سنگ شناسی‌های مختلفی از دید بررسی خارج می‌گردد، به همین منظور می‌توان وجود برف را به عنوان مزاحم در امر مطالعه و خطای احتمالی پیش بینی کرد.

۶-۴ طبقه بندی نظارت شده پیاده‌سازی، اجرا

طبقه بندی نظارت شده به سه روش Minimum Distance, Parallel Piped, Maximum Likelihood و با استفاده از ۱-۱ مناطق نمونه بالا توسط نرم‌افزار صورت پذیرفت. از سه روش



شکل شماره ۶: طبقه بندی نظارت نشده در ۱۲ کلاس

۷- کنترل نتایج حاصله به کمک نقاط کنترل زمینی

به منظور تأیید نتایج حاصل از هر روش طبقه بندی و بررسی درستی آن، مرحله دوم شامل عملیات صحرایی صورت گرفت. این مرحله از عملیات صحرایی برعکس نمونه برداری مرحله اول می باشد به طوری که در اینجا، به صورت تصادفی ۲۵ نقطه از محدوده های طبقه بندی شده توسط نرم افزار انتخاب گردیده و به کمک مختصات آنها برای تأیید درستی طبقه بندی بر روی زمین مورد بررسی قرار گرفت.

۸- خطاها و کاستی ها

خطاها و کاستیهای موجود در اجرای طرح و نتیجه آنرا می توان به چند دسته متفاوت چون سیستماتیک، اجرایی و گروه کاستی ها نسبت داد که از میان آنها می توان به مواردی از جمله گزینه هایی اشاره کرد [۱۲]:

۸-۱- خطاهای ناشی از پوشش منطقه برفی:

سنجشگر و ماهواره های مساحی زمینی مقدار نور و طیف بازتابی یا تشعشع شده از جسم بر روی سطح زمین را ثبت نموده و در اختیار قرار می دهند ولی کارآئی چندانی بر روی عوامل زیر سطحی ندارد، بنابراین از جمله مواردی که می توان به عنوان یکی از عوامل خطا نام برد برف می باشد [۱۴].

در واقع چون مطالعه بر روی سنگ شناسی های زمین ساختی منطقه صورت می گیرد، لذا سنجشگر طیف بازتابی از هر سازند یا سنگ شناسی مختلف را به صورت متفاوت و مجزا برداشت می کند. در نواحی پوشیده از برف چون سنجشگر هوشمند نبوده و قابلیت تشخیص برف را از بافت و

به منظور اینکه طبقات به دست آمده (محدوده های تفکیک شده) از طبقه بندی نظارت شده به صورت بارزتری نمایان گردد و همچنین مطالعه بر روی هر محدوده به تفکیک و با دقت بیشتر صورت گیرد، هر یک از محدوده ها به عنوان یک لایه اطلاعاتی پیاده و جداسازی گردید. با استفاده از این لایه های تفکیک شده، هر یک از محدوده ها به تفکیک بر روی تصویر قابل مشاهده است و همچنین منشاء آنها نیز به صورت آشکار دیدنی است.

۶-۶ طبقه بندی نظارت نشده

در این روش از طبقه بندی نرم افزار بدون دخالت انسان به تفکیک طبقات، با توجه به اختلاف در بازتابش پیکسلها می پردازد. که با توجه به تعداد گروه تعیین شده توسط کاربر، پیکسلهای با بازتابش مشابه و نزدیک به هم در یک گروه خاص قرار می گیرند (تعیین محدوده طیفی و تفکیک این طیفها به عهده نرم افزار است و با دقت بالا صورت می پذیرد) [۱۰].

• طبقه بندی نظارت نشده در کلاس های ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴، ۱۸ و ۲۲ صورت گرفت که با افزایش کلاسها تفکیک پذیری همواره افزایش می یافت.

با افزایش کلاسها از ۶ تا ۱۲ همواره میزان تفکیک بین سازندها از یکدیگر بیشتر می شود و همچنین تعداد جنس تشکیل دهنده سازندهای موجود افزایش می یابد. از کلاس ۱۲ به بعد از نظر میزان تفکیک بین سازندهای مربوطه (جنسهای مختلف، مانند سازندهای آذرین پی) تغییری حاصل نمی آید. بنابراین بهترین تعداد کلاس برای طبقه بندی نظارت نشده ۱۲ کلاس است زیرا هم از نظر تفکیک ابعادی (طولی) و هم از نظر تفکیک سازندی (جنسی) متمایز می باشد.

بعد از کلاس ۱۲ از نظر تفکیک ابعادی (طولی) تغییر چندانی در تفکیک سازندهای تشکیل دهنده ایجاد نمی گردد. همچنین تفکیک نوع سازند (تفکیک از نظر جنس) که در برخی دیگر از سازندها در حال افزایش است، تاثیر چندانی بر روی تفکیک نوع سازندهای آذرین پی مربوطه ندارد (شکل شماره ۶). در این روش از طبقه بندی، نیز به منظور مطالعات دقیق تر از تفکیک طبقات در لایه های مجزا استفاده گردید تا نتایج مانند قبل بارزتر گردد.

یا سازند زمین‌شناسی ندارد (تنها طیف بازتابی از هر شیء را ثبت می‌کند). در نتیجه سنجشگر طیف بازتابی از برف را به عنوان یک دسته طیفی مجزا دریافت نموده و در هنگام طبقه بندی و یا حتی در هنگام تغییر ترکیب باندی RGB این بخش از تصویر که پوشیده از برف است خود در یک کلاس مجزا قرار می‌گیرد [۱۴].

هر چند این قسمت بصورت مجزا در طبقه بندی (هر نوع از آن) و یا حتی در هر ترکیب باندی، قابل تفکیک است ولیکن چون هدف از اجرای طرح، جداسازی سنگ شناسی می‌باشد، توانایی اینکه سنگ شناسی قسمت پوشیده شده از برف را شناسایی و جداسازی کند گرفته می‌شود. برای رفع این خطا می‌توان از سه روش:

الف) استفاده از تصویری که در سایر فصول گرفته شده و پوشش بدون برف را شامل می‌گردد؛ این روش به نوبه خود دارای مشکلاتی از جمله گذر ماهواره از منطقه در آن زمان مورد نظر، ابری یا صاف بودن هوا و دیگر گزینه‌ها می‌گردد.

ب) استفاده از عکسهای هوایی که به نوبه خود علاوه بر مشکلات گفته شده به عواملی چون زمان، هزینه عملکردی، عدم حضور چند باند تصاویر برای طبقه بندی، که از اساسی ترین نیازهاست، و مواردی از این جمله نیز بستگی دارد

ج) استفاده از روش های برداشت زمین‌شناسی که یکی از قدیمی ترین روش‌ها بوده و نیازمند به هزینه، زمان، نفر و نیروی انسانی و امکان دسترسی (آب و هوایی، ارتفاعی و مکانی) است. برای برداشت اینگونه مناطق به ندرت از این روش استفاده می‌گردد.

بنابراین از میان تمامی روش های یاد شده، روش اول منطقی و معقول‌تر از سایرین به نظر می‌رسد.

۹- نتیجه گیری

از مقایسه نقشه‌های به دست آمده از آنالیز تصویر اصلی می‌توان به موارد ۴-۱ پی برد:

۱- بهترین نتایج حاصل از آنالیز بر روی ترکیب باندی $(RGB = ۵۳۲)$ به دست می‌آید. در این ترکیب باندی اکثر سنگ شناسی‌ها به صورت آشکارند و همچنین با رنگ‌های نمایان به صورت دیداری نیز از یکدیگر قابل تفکیک می‌باشند، که از آن نتیجه خوبی برای جداسازی سنگ شناسی‌ها نه تنها به کمک نرم افزار و پذیرفتنی به کمک چشم نیز می‌تواند صورت پذیرد.

۲- در روش آنالیز به کمک روش طبقه بندی نظارت نشده با توجه به مواردی چون تعداد و میزان سازندهای موجود در منطقه، قدرت تفکیک طیفی تصویر و همچنین مقیاس مورد نظر،

بهترین نتیجه به کمک طبقه بندی در کلاس‌های ۱۲ و ۱۴ حاصل می‌شود، و از مقایسه آن با نتیجه حاصل از طبقه بندی نظارت شده به روش Minimum distance (سودمندترین روش تشخیصی در طبقه بندی نظارت شده) می‌توان نقشه ترکیبی حاصل از این دو را یک نقشه جایگزین برای تفکیک سنگ شناسی آذرین‌پی منطقه در نظر گرفت. همانگونه که در تصاویر ارائه شده دیده می‌شود، سازندهای گرانیته و گرانیته تا گراندیوریت به کمک طبقه بندی نظارت نشده به بهترین روش از یکدیگر تفکیک شده اند.

شایان گفتن است که خطاهای حاصل از مواردی چون (برف، سایه، مناطق سبز محیطی و سایر خطاها) را باید از نقشه حذف نمود تا نقشه حاصل یک نقشه موضوعی کامل باشد. ولی چون نقاط کوری مانند نقاط برافگیز نیازمند به عملیات صحرایی دارد، در نتیجه اجرای این مطالعه برای تکمیل سایر نقاط پوشیده شده به اعمال روشهای قدیمی نیازمند است.

در روش طبقه بندی نظارت نشده، نرم‌افزار، قابلیت تفکیک گرانیته و آندزیت را در تعداد کلاسهای پایین دارا نمی‌باشد بنابراین این نیاز به انجام طبقه بندی در کلاسهای بالاتر را دارد. این افزایش تعداد طبقات خود باعث ایجاد خطاهای نادرست و نداشتن قابلیت تفکیک سنگ شناسی‌ها از یکدیگر می‌گردد.

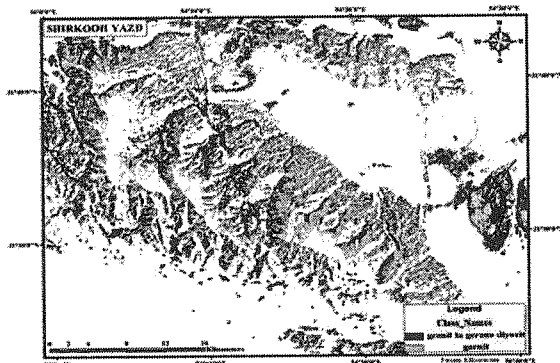
۳- همان گونه که پیشتری اشاره‌ای به طبقه بندی نظارت شده گردید، در این روش نیز با توجه به عملکرد در هر سه روش Minimum distance, parallel piped, Maximum Likelihood و همچنین با انتخاب نقاط کنترلی گوناگون برای طبقه بندی، نتیجه حاصل بیانگر این مطلب می‌باشد که روش Minimum distance بهترین پاسخ را برای هدف خواسته شده در برخواهد داشت. همان گونه که در بند قبل نیز بیان گردید، طبقه بندی نظارت نشده قابلیت جداسازی آندزیت‌ها را به راحتی از گرانیته‌ها دارا نیست ولیکن می‌توان آندزیتها را به کمک طبقه بندی نظارت شده از گرانیتهها تفکیک نمود.

۴- یکی از نتایج آشکاری که به نظر باید بر روی آن کار بیشتری صورت گیرد، کار بر روی نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ است که شامل خطاهای بسیار زیادی از جمله عدم تطابق هندسی دقیق با نقاط زمینی، عدم تفکیک دقیق سازندها از یکدیگر و همچنین به روز نبودن داده‌ها می‌باشد (شکل شماره ۷).

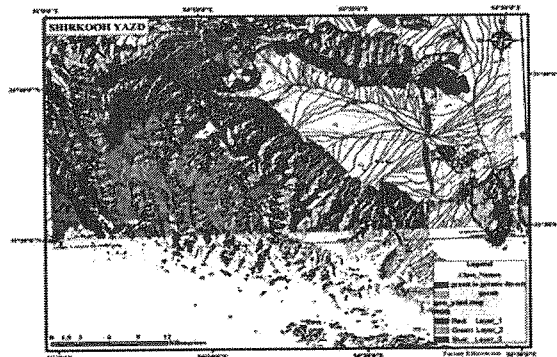


۱- تأیید مطالب ارائه شده

تطابق تمامی طبقه بندیها چه در حالت نظارت شده و چه در حالت نظارت نشده و در هر یک از کلاس های مورد مطالعه به صورت کلی با یکدیگر تأکید بر صحت مطالب ذکر شده در بالا می باشد و در پایان نیز نقشه ای موضوعی با تفکیک دقیق سنگ شناسی آذرین پی قالب در منطقه، شامل سازندهای گرانیت، آندزیت و گرانیت تا گرانودیوریت تهیه و ارائه گردید (شکل شماره ۸).



شکل شماره ۸: سنگهای آذرین پی منطقه شیرکوه یزد



شکل شماره ۷: مقایسه نتیجه حاصله با نقشه زمین شناسی موجود منطقه

با توجه به نقشه های حاصل از این طرح می توان سایر سنگ شناسی ها را به کمک روش مشابه از بقیه تفکیک و نقشه هایی جدید با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و با دقت بیشتر (تنها نیازمند به تصحیحات کمی به کمک تطبیق با نقاط کنترل زمینی هستند) ارائه کرد که خود اساس و زیربنای محکمی از نظر دانش روز دنیا را نیز در بر داشته و از نظر فنی نیز قابل تأیید است.

۱۱- منابع و مراجع

- [۱۰] Mi-Hyun Park and Michael K. Stenstrom, Classifying environmentally significant urban land uses with satellite imagery Journal of Environmental Management, Volume 86, Issue 1, January 2008, Pages 181-192.
- [۱۱] Bradley G. Johnson, Glenn D. Thackray and Robert Van Kirk, The effect of topography, latitude, and lithology on rock glacier distribution in the Lemhi Range, central Idaho, USA Geomorphology, Volume 91, Issues 1-2, 30 October 2007, Pages 38-50.
- [۱۲] Landgrebe, D.A. and staff (1975) A study of utilization of ERTS-1 data from the Wabash River Basin. Laboratory for the application of Remote sensing, Purdue University, West Lafayette, India, Information Note 052375.
- [۱۳] Ballew, G.I. and Lyon, R.J.P. (1977) the display of Landsat data at large scales by matrix printer. Photogrammetric Engineering and Remote sensing, 43, 1147-1150.
- [۱۴] Hernán De Angelis, Frank Rau and Pedro Skvarca, Snow zonation on Hielo Patagónico Sur, Southern Patagonia, derived from Landsat 5 TM data Global and Planetary Change, Volume 59, Issues 1-4, October 2007, Pages 149-158.
- [۱۵] M. Tugrul Yilmaz, E. Raymond Hunt Jr., Lyssa D. Goins, Susan L. Ustin, Vern C. Vanderbilt and Thomas J. Jackson, Vegetation water content during SMEX04 from ground data and Landsat 5 Thematic Mapper imagery Remote Sensing of Environment, In Press, Corrected Proof, Available online 31 August 2007.
- [۱۶] Hezarkhani, A., 2006, Fluid Inclusion Investigations of the Raigan Porphyry Copper System Kerman-Bam, Iran: Journal of International Geology Review, V. 48, P. 255-270.
- [۱] Typology of oases in northern Oman based on Landsat and SRTM imagery and geological survey data Remote Sensing of Environment, In Press, Corrected Proof, Available online 29 October 2007.
- [۲] Lithologic mapping of the Mordor, NT, Australia ultramafic complex by using the Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) Remote Sensing of Environment, Volume 99, Issues 1-2, 15 November 2005, Pages 105-126.
- [۳] Bourke, M. Balme, R.A. Beyer, K.K. Williams and J. Zimbelman. A comparison of methods used to estimate the height of sand dunes on Mars Geomorphology, Volume 81, Issues 3-4, 29 November 2006, Pages 440-452 M.C.
- [۴] Changes in soil sealing in Guadalajara (Spain): Cartography with LANDSAT images Science of The Total Environment, Volume 378, Issues 1-2, 25 May 2007, Pages 209-213 .
- [۵] پشت نویس نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ یزد سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور زمین شناسی ایران
- [۶] Barker, J.L. and Gunther, F. L. (1983) Landsat-4 sensor performance. Proceeding of the 8th W.T. Pecora Memorial Remote Sensing Symposium, Land remote sensing advances for the Eighties, US Geological survey, Sioux Falls, South Dakota, 46-74
http://directory.eoportal.org/pres_Landsat7.html
- [۷]
- [۸] Goetz, A.F.H., Rock B.N. and Rowan, L.C. (1983) Remote sensing for exploration: and overview. Economic Geology, 78, 573-589.
- [۹] Copyright Earth Resource Mapping Ltd 2007.