

پردازش تصاویر ماهواره‌ای ابرطیفی گنبد نمکی گچین با استفاده از روش انطباق سیما و حداقل نویز به منظور تفکیک واحدهای سنگی

صابر بنی‌اسدی^۱ و سیدحمید غفوری^{۲*}

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه مهندسی کامپیوتر، واحد کرمان، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمان، ایران

۲- استادیار گروه مهندسی کامپیوتر، واحد کرمان، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمان، ایران

نویسنده مسئول: ghafoori@iauk.ac.ir *

نوع مقاله: پژوهشی

پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۲۵

دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۴

چکیده

مناطق در برگیرنده گنبد‌های نمکی، از لیتولوژی پیچیده‌ای نسبت به بسیاری از ساختارهای زمین‌شناسی برخوردار هستند. در چنین مناطقی به علت بهم ریختگی‌های ساختاری زیاد، برافراشتگی‌های شدید و درهم آمیختگی واحدها، نقشه‌برداری نیازمند ابزارها و مطالعات گسترده و دقیقی است. استفاده از توانایی سنجنده‌های ابرطیفی در این راستا کارگشا است. تصاویر ابرطیفی سنجنده هایپریون حاوی اطلاعات بسیار غنی از سطح زمین در ۲۴۲ باند ظریف و پیوسته می‌باشند. البته در این میان عوامل ناهنجارساز متعددی وجود دارند که محتوای اطلاعات طیفی بعضی از باندها را آلوده می‌کنند. شناسایی و حذف ناهنجاری‌های طیفی یکی از مباحث مهم در سنجنش از دور ابرطیفی به حساب می‌آید. روش MNF یا شکست کاهش نویز، نوعی چرخش محوری است در جهتی که همبستگی بین داده‌ها به حداقل کاهش یابد. تبدیل MNF از دو چرخش PCA مجزا تشکیل یافته است که در آن داده‌های فراتر از میانگین بعلاوه منهای چند برابر انحراف معیار در هیستوگرام پیکسل‌ها به عنوان داده‌های ناهنجار قابل شناسایی و با یک تبدیل PC استاندارد پاکسازی می‌شوند. در این مطالعه به منظور بررسی اثر کاهش نویز در پردازش‌های ابرطیفی، ابتدا داده‌های هایپریون منطقه گچین را تحت چرخش محوری MNF قرار داده و سپس بر اساس نمودار ارائه شده داده‌های زیر سطح ۱۰ درصد حذف شده و دوباره با برگرداندن محور و چرخشی عکس حالت اولیه محور MNF شده به حالت اول برگردانده شد. مطالعه موردی بر روی گنبد نمکی گچین انجام شد و به منظور بررسی میدانی نتایج پردازش‌ها نمونه‌برداری در نقاط مختلف محدوده انجام و نمونه‌ها در مقیاس دستی و مقطع میکروسکوپی و همچنین توسط دستگاه XRD و طیف‌سنج الکترومغناطیس مورد مطالعه قرار گرفتند. بررسی نتایج حاصل از روش‌های پردازشی، نشان‌دهنده اثر مثبت عمل کاهش نویز در روش‌های پردازشی می‌باشد. بدین ترتیب که روش انطباق سیمای طیفی (SFF) اثر کاهش نویز ضریب اطمینان را از ۷۰/۶۸ درصد در تصویر MNF نشده به بیش از ۸۵/۳۸ درصد در تصویر MNF شده می‌رساند.

واژه‌های کلیدی: اثر کاهش نویز، هایپریون، گنبد نمکی، گچین

۱- پیشگفتار

مختلف را به صورت نمودارهای پیوسته‌ای در محدوده وسیعی از طیف الکترومغناطیس بدست آورد. این نمودارها به عنوان الگوهایی برای شناسایی مواد مختلف و ترکیب آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند (کلارک و همکاران، ۱۹۹۳). از اواسط قرن بیستم سنجنده‌های چند طیفی با فراهم آوردن توانایی تصویربرداری در طول موج‌های متعدد موفقیت بزرگی در به تصویر کشیدن الگویی گسسته از بازتاب‌های الکترومغناطیس سطح زمین به حساب می‌آیند. اما بسیاری از مواد و پوشش‌های زمینی خصوصاً در مناطق تحت دگرش از قبیل گنبد‌های نمکی دارای الگوهای مشابه و پیچیده بوده و در طول موج‌های

تصویربرداری ابرطیفی یا اسپکترومتری، تکنولوژی است که برای بدست آوردن اطلاعات طیفی مواد سطح زمین به کار گرفته می‌شود. اساس روش اسپکترومتری بر پایه واکنش ساختار ملکولی سطح مواد در مقابل امواج الکترومغناطیس تابنده به سطح، بنا نهاده شده است. مواد طبیعی سطح زمین نیز براساس ترکیب و ساختار خود طیف‌های مختلف امواج الکترومغناطیسی را با الگوهای متفاوتی جذب، منعکس و منتشر می‌کنند. با استفاده از روش‌های طیف‌نگاری الکترومغناطیس می‌توان پاسخ طیفی مواد و کانی‌های

نقشه‌برداری از ساختارهایی با ویژگی‌های ذکر شده برای گنبد‌های نمکی با توجه به درهم آمیختگی واحدها نیازمند تکنیک‌هایی است که وقت و هزینه مناسب‌تری را نسبت به روش‌های سنتی به خود اختصاص دهند. تصویربرداری ابرطیفی یا اسپکترورادئومتری، تکنولوژی است که برای بدست آوردن اطلاعات طیفی مواد سطح زمین به کار گرفته می‌شود. اساس روش اسپکترورادئومتری بر پایه واکنش ساختار مولکولی سطح مواد در مقابل امواج الکترومغناطیس تابنده به سطح، بنا نهاده شده است. مواد طبیعی سطح زمین نیز براساس ترکیب و ساختار خود طیف‌های مختلف امواج الکترومغناطیسی را با الگوهای متفاوتی جذب، منعکس و یا منتشر می‌کنند. با استفاده از روش‌های طیف‌نگاری الکترومغناطیس می‌توان پاسخ طیفی مواد و کانی‌های مختلف را به صورت نمودارهای پیوسته‌ای در محدوده وسیعی از طیف الکترومغناطیس بدست آورد. این نمودارها به عنوان الگوهایی برای شناسایی مواد مختلف و ترکیب آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند (کلارک و همکاران، ۱۹۹۳). به لحاظ بهم ریختگی، تعدد مرزهای سنگی و بر افزایش‌تنگی واحدهای سنگی در مناطق گنبدی نمکی نقشه‌برداری و تفکیک واحدهای مذکور به سختی صورت می‌پذیرد لذا نقشه‌برداری ابرطیفی مبتنی بر عملیات صحرایی کنترلی می‌تواند به عنوان ابزاری پیشرفته و مناسب در این راستا نقش به‌سزایی داشته باشد.

۳- مطالعات قبلی

در زمینه استفاده از تصاویر ابرطیفی سنجنده فضا برد هایپریون تا کنون مطالعاتی در علوم کشاورزی، اکتشاف کانسارها، تفکیک واحدهای سطحی زمین و دیگر حوضه‌های علوم زمین صورت گرفته است. تعدادی از این مطالعات عبارتند از:

(کروز و همکاران، ۲۰۰۳) به مقایسه قابلیت داده‌های سنجنده‌های ابرطیفی هوابرد و داده‌های سنجنده هایپریون در تفکیک طیفی کانی‌های سطح زمین پرداخته‌اند. (هوبارد و همکاران، ۲۰۰۳) توانایی سنجنده‌های هایپریون، ALI و استر در تفکیک زون‌های دگرسانی را به مقایسه گذاشته‌اند. (گودنا و همکاران، ۲۰۰۳) نیز با استفاده از تصاویر سنجنده‌های هایپریون و ALI روشی جهت طبقه‌بندی طیفی تصاویر ماهواره‌ای

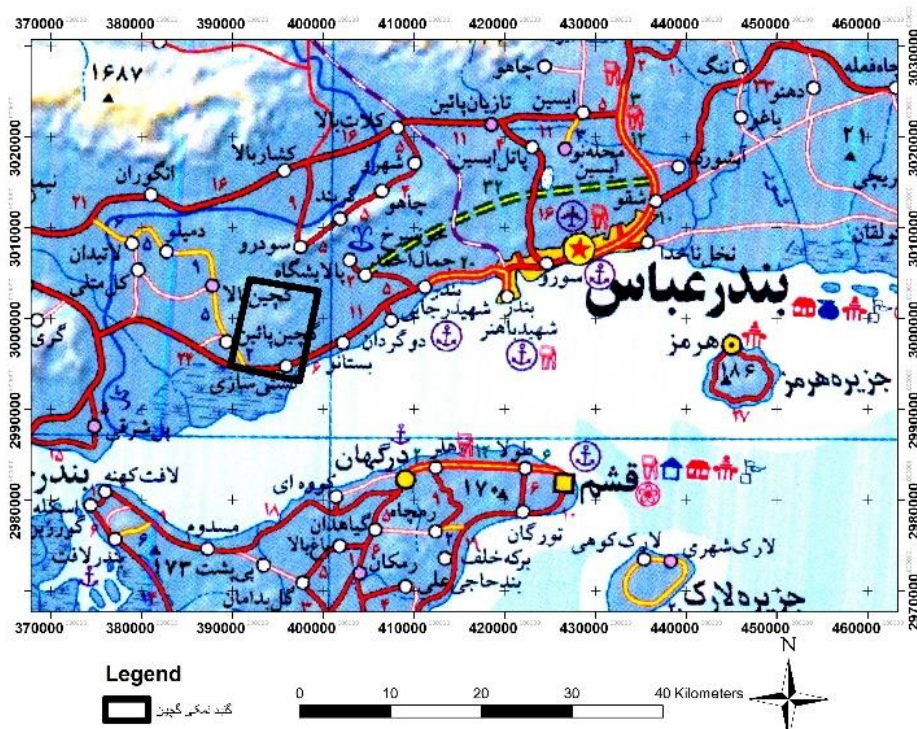
برداشتی توسط سنجنده‌های چندطیفی قابل شناسایی و تفکیک نیستند؛ تفکیک این واحدها و به حداقل رساندن تداخلات طیفی در پوشش‌های با الگوی پیچیده نیاز به سنجنده‌هایی با قدرت تفکیک طیفی بسیار بالاتر از چشم‌های چند منشوری دارد. بنابراین حساسیت اطلاعات طیفی در دورسنجی ابر طیفی بسیار بالاست. کاهش اثر نوزهای طیفی در این راستا می‌تواند به بهبود نتایج حاصل از داده‌های ابرطیفی بیانجامد. در این مطالعه به منظور بررسی اثر کاهش نوز در شناسایی و تفکیک واحدهای زمین‌شناسی گنبد‌های نمکی، از تصاویر ابرطیفی سنجنده هایپریون در منطقه گچین استفاده شده است. تصاویر ابرطیفی حاوی اطلاعات بسیار غنی از بازتاب‌های الکترومغناطیس سنگ‌ها، دگرسانی‌ها و پوشش‌های سطح زمین می‌باشند و گرچه استفاده از این گنجینه اطلاعاتی با مشکلات پیش‌پردازش‌های زیادتری نسبت به داده‌های چند طیفی مواجه است اما نتایج ارزنده قابل استخراج از آن‌ها، وقت و هزینه صرف شده را توجیه می‌کند. تحلیل الگوریتم‌ها در پردازش‌های ابرطیفی توسط پژوهشگران از قبیل (کروز و همکاران، ۲۰۰۳)، (لورینگتون، ۲۰۰۸) و (بهرام‌بیگی و همکاران، ۲۰۱۳) نشان‌دهنده برتری پردازش‌هایی است که بیشتر بر مبنای الگوی طیفی بنا نهاده شده‌اند تا مواردی که بر اساس مدل‌های آماری طراحی گردیده‌اند. بنابراین به منظور بررسی توان داده‌های ابر طیفی در تفکیک واحدهای آمیزه‌ای در منطقه مورد بحث الگوریتم SFM به عنوان پردازشی طیف مینا که تمامی باندها را درگیر محاسبه می‌کند انتخاب گردید.

۲- منطقه مورد مطالعه

گنبد نمکی گچین یکی از گنبد‌های نمکی سازند هرمز در جنوب ایران است که در ۳۵ کیلومتری غرب بندرعباس واقع شده است (شکل ۱). از لحاظ ژئومورفولوژی گنبد مذکور، بطور کلی گنبدی پست و فرو افتاده می‌باشد که توده‌های آذرین در بخش میانی آن تجمع پیدا نموده و علت برجسته ماندن این توده‌ها و همچنین نیم حلقه شمالی گنبد انحلال نمک در کنار آن‌هاست. در کوه گچین، روی نمک یک ردیف رسوبی-آتشفشانی وجود دارد که بر خلاف تعریف کلاسیک هرمز (اشتوکلین، ۱۹۷۲)، با وجود پراکندگی بسیار مشخص است.

بیران و ندپور و هاشمی، ۲۰۱۱) کاربرد تصاویر سنجنده هایپریون در تفکیک واحدها و تهیه نقشه زمین‌شناسی را در نوار آتشفشانی ایران مرکزی بیان کرده‌اند. همچنین می‌توان به مطالعات (کوپس و همکاران، ۲۰۰۲)، (استنز و همکاران، ۲۰۰۲)، (پیرلمن و همکاران، ۲۰۰۳)، (فلد و همکاران، ۲۰۰۳)، (بیندچادلر و چویی، ۲۰۰۳)، (رمزی و همکاران، ۲۰۰۴)، (خورشید و همکاران، ۲۰۰۶)، (جرسمن و همکاران، ۲۰۰۸) و (لورینگتون، ۲۰۰۸) نیز اشاره کرد که همگی دورسنجی ابرطیفی کاربردی با استفاده از داده‌های سنجنده هایپریون را در حوضه‌های مختلف علوم زمین مورد بحث قرار داده‌اند.

جنگل‌ها ارائه کرده‌اند. (کروز، ۲۰۰۳) با استفاده از تصاویر هایپریون نقشه پراکندگی ریف‌های مرجانی در جزیره باک (Buck) در اقیانوس اطلس مرکزی را تهیه کرده است. (داتو و همکاران، ۲۰۰۳) اثر پیش‌پردازش داده‌های ابرطیفی سنجنده هایپریون در مطالعات مربوط به علوم زراعی را مورد بررسی قرار داده‌اند. (ساروپ، ۲۰۱۱) مدل‌های تصحیح جوی QUAC و FLAASH را در تصاویر هایپریون به مقایسه گذاشته است. (سان و سوزان، ۲۰۱۰) در مقاله‌ای با عنوان ارزیابی مدل‌های مختلف تصحیحات جوی بر روی تصاویر هایپریون به مقایسه مدل‌های پیش‌پردازش ACORN، ATCOR، MODTRAN، LOWTRAN و FLAASH پرداخته‌اند.



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه - گنبد نمکی گچین

۴- مواد و روش‌ها

واحدهای سطحی زمین را مورد مطالعه و تفکیک قرار داد. سنجنده هایپریون از فناوری پوش‌بروم^۲ در تصویربرداری استفاده می‌کند و در هر فریم تصویری محدوده‌ای به عرض ۷/۷ کیلومتر در جهت عمود بر حرکت را برداشت می‌کند. به این ترتیب با حرکت سنجنده، اطلاعات طیفی اشیاء و پدیده‌های گوناگون موجود در سطح زمین در فریم‌های تصویری متوالی به صورت مکعب‌های سه‌بعدی به عنوان داده ابرطیفی ثبت و ذخیره‌سازی می‌شود (سایت سازمان

سنجنده هایپریون^۱؛ سنجنده هایپریون اولین سنجنده ابرطیفی فضاگرد است که بر روی سکوی ماهواره EO-1 قرار دارد. تصاویر هایپریون در ۲۴۲ باند ظریف در طول موج‌های مابین ۳۵۶ تا ۲۵۷۷ نانومتر و با توان تفکیک طیفی ۱۰ نانومتر برداشت می‌شوند. زمین‌شناسی از جمله اولین علمی است که از تکنیک‌های تصویربرداری ابرطیفی یا اسپکترورادئومتری سنجنده هایپریون بهره گرفت. با استفاده از داده‌های ابرطیفی به خوبی می‌توان الگوی طیفی

^۲ Push broom

^۱ Hyperion

۱۹۹۰). پیک‌های جذبی طول موج‌هایی از طیف الکترومغناطیسی را نشان می‌دهند که در آن‌ها جسم دارای حداقل بازتاب انرژی تابشی است؛ و قسمت اعظم انرژی تابشی در طیف طول موجی مذکور توسط سطح جسم جذب می‌شود. عامل اصلی جذب در کانی‌ها وجود کاتیون‌ها، آنیون‌ها، ناخالصی‌ها و عناصر کمیاب و تاثیر میدان بلوری کانی است (گوپتا، ۲۰۰۳). در این مطالعه برای شناسایی واحدهای گنبد نمکی، از روش انطباق سیمای طیفی استفاده شده است. روش SFF براساس انطباق شکل طیف مجهول با طیف مرجع در محدوده کامل یا محدوده‌های کوچک‌تری از طول موج بنا نهاده شده و درجه شباهت بین دو طیف را اندازه‌گیری می‌کند (کلارک و ساویز، ۱۹۹۵). برای استفاده از این روش باید دانش اولیه‌ای از نوع کانی‌های دگرسان منطقه در دست باشد تا بتوان از آن‌ها به عنوان کانی‌های مرجع استفاده کرد. طیف‌های مرجع به عنوان عضوهای انتهایی در مطالعه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

MNF^۳: MNF یک تبدیل خطی مشابه PCA است که بطور موفقیت‌آمیزی در استخراج عوارض و کاهش ابعاد داده‌ها استفاده می‌شود. تا کنون MNF برای تعیین ابعاد اصلی داده‌ی تصویری استفاده می‌شده است تا نویز داده‌ها را جدا ساخته و محاسبات لازم برای فرآیندهای متعاقب را کاهش دهد (بوردمن، ۱۹۹۴). تبدیل MNF از دو چرخش PCA مجزا تشکیل یافته است. چرخش اول کار ناهمبسته کردن و کوچک کردن نویز در داده‌ها را بعهدده دارد که بر اساس ماتریس کووریانس نویز برآورد شده، صورت می‌گیرد. این نتایج در داده‌های تبدیل یافته در حالی حاصل می‌شود که نویزها دارای واریانس واحد گشته و هیچ بانندی با باند دیگر همبستگی ندارد. سپس یک تبدیل PC استاندارد برای پاکسازی نویز در داده‌ها، انجام می‌شود. باندهای بدست آمده از داده‌های تبدیل یافته با MNF بر اساس Spatial Coherence بطور نزولی مرتب می‌شوند.

پیش پردازش داده‌ها: مرحله پیش پردازش و آماده‌سازی داده‌های سنجنده هایپریون شامل سازماندهی باندها در قالب اطلاعات رقومی قابل پردازش، محاسبه میانه طول موج نوار طیفی مربوط به هر باند و قرار دادن باند مذکور در جایگاه طول موجی صحیح، یافتن باندهای آلوده، حذف اطلاعات ناهنجار، تصحیح هندسی، رفع خطوط استریپ در

فضایی ایالات متحده ناسا). از مجموع ۲۴۲ باند تصویربرداری شده توسط سنجنده هایپریون تنها ۱۹۸ باند کالیبره شده و قابل استفاده برای عملیات پردازشی هستند. قدرت تفکیک مکانی سنجنده هایپریون ۳۰ متر است و میزان پوشش سطحی یک تصویر هایپریون به صورت نوار باریکی با عرض ۷/۷ کیلومتر و طول ۱۸۵ یا ۴۲ کیلومتر می‌باشد که بسته به نوع سفارش محلی برداشت می‌شود (پیرلمن و همکاران، ۲۰۰۳).

ماهواره EO1: ماهواره EO1 در تاریخ ۲۱ نوامبر سال ۲۰۰۰ میلادی به وسیله ناسا و به منظور مقایسه با داده‌های ماهواره لندست-۷ به صورت آزمایشی در مدار قرار داده شد. بر روی این ماهواره سه سنجنده شامل اولین سنجنده ابرطیفی فضایی به نام هایپریون، سنجنده چندطیفی ALI و سنجنده AC قرار گرفته‌اند (سایت سازمان فضایی ایالات متحده - ناسا). ماهواره EO1 با ۶۰ ثانیه اختلاف زمانی نسبت به ماهواره لندست ۷ و در همان مدار به صورت خورشید آهنگ در فاصله ۷۵۰ کیلومتری از سطح زمین با زاویه میل مداری ۹۸/۲ درجه حرکت می‌کند. دوره مداری آن ۹۸/۹ دقیقه می‌باشد که بیش از ۱۴ مدار را در طول یک روز پوشش می‌دهد. دوره گردش کامل این ماهواره ۱۶ روز است و در حالت نزولی در ساعت ۱۰:۰۱ صبح از استوا عبور می‌کند. سرعت حرکت این ماهواره در نقطه حضيض، ۶/۷۴ کیلومتر بر ساعت است و امکان تصویربرداری از کنار با حداکثر زاویه ۲۲ درجه را نیز فراهم می‌کند. به این ترتیب، می‌تواند از یک ناحیه خاص بر روی زمین در طول ۱۶ روز، سه بار تصویربرداری نماید (سایت سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده و دانشنامه فضایی ایران).

SFF: روش انطباق الگوی طیفی (SFF) یکی از روش‌های پردازشی طیف مینا در پردازش داده‌های ابرطیفی است که به بررسی انطباق محدوده‌های جذبی طیف پیکسل‌های ناشناس با طیف مرجع می‌پردازد. مهمترین ویژگی در یک نمودار طیفی که بعنوان یک سیمای شاخص در شناسایی مواد مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد شدت، شکل و محل قرارگیری پیک‌های جذبی در نمودار الگوی طیفی ماده مورد نظر است (گوپتا، ۲۰۰۳). روش SFF از روش‌های آنالیز محدوده‌های جذبی در الگوریتم‌های پردازش تصویر به حساب می‌آید (کلارک و همکاران،

³ Minimum Noise Fraction

نمونه‌ها پس از بررسی‌های ذکر شده به ۴ گروه کلی (۱) سنگ‌های آذرین عمدتاً توف-آندزیتی، (۲) شیل و مارن‌های اکسید شده، (۳) سنگ‌آهک‌های ضخیم و (۴) لایه‌های نمک و تبخیری) تقسیم شدند (شکل ۲). پس از بررسی نمونه‌های مذکور، مختصات چندین نقطه از نمونه‌های برداشت شده در قالب اطلاعات برداری بر روی تصویر سنجنده هایپریون منطقه قرار داده شد و حریم پیکسل‌های محاط بر نقاط مشخص شده در قالب اطلاعات تعلیمی بر روی تصویر هایپریون منطقه تعریف و سپس به عنوان کلاس مربوط به هر لیتولوژی در تصویر معیار صحت^۶ نمایه شد.

۵- روش نمونه برداری و مطالعات آزمایشگاهی

براساس مطالعات میدانی- آزمایشگاهی نگارندگان به ضمیمه مطالعات کانیایی و پتروگرافیکی صورت گرفته در منطقه مورد مطالعه می‌توان واحدهای منطقه را به ۴ گروه کلی که در ادامه آورده شده است، تفکیک کرد. به منظور بررسی دقیق میزان صحت پردازش‌های ابرطیفی مورد بحث در پژوهش حاضر، با وجود گستردگی منطقه، تغییرات زیاد و همچنین بر افراستگی واحدها و با وجود سختی نمونه برداری سعی بر آن شد تا در چندین مرحله پیمایش میدانی مکانمند از تمامی واحدهای سنگی به روش آزاد نمونه برداری صورت بگیرد.

۶- زمین‌شناسی منطقه

سنگ‌های آذرین: سنگ‌های آذرین در منطقه‌ی مورد مطالعه با مورفولوژی صخره‌ای مشاهده می‌شوند (شکل ۳ تصویر A و B). رنگ این سنگ‌ها در نمونه دستی نسبتاً تیره بوده ولی دارای زمینه خاکستری تا سبز تیره می‌باشند (شکل ۳ تصویر C و D) و گاهی بلورهای پیروکسن در آن‌ها قابل تشخیص می‌باشند. بلورهای پلاژیوکلاز زونینگ‌دار با زاویه خاموشی بین ۲۰ تا ۲۸ درجه و بلورهای پیروکسن معمولاً از نوع کلینوپیروکسن و با ترکیب اوژیت تشکیل یافته است، هر چند سایر انواع پیروکسن‌ها هم می‌تواند در آن وجود داشته باشد. با توجه به ترکیب کانیایی و فراوانی نسبی کانی‌ها در مقاطع میکروسکوپی متعدد مطالعه شده ترکیب سنگ‌های آذرین منطقه عمدتاً

طول باندهای تصویر با استفاده از کرنل‌ها و در نهایت تصحیحات جوی می‌شود. در مرحله ساماندهی و فیلتراسیون باندهای تصویر، تعداد ۸۴ باند از ۲۴۲ باند تصویربرداری شده به دلیل کیفیت نامناسب داده‌ها از محاسبات خارج گردیده و مطالعه بر روی ۱۵۸ باند متمرکز گردید. تصحیح هندسی نیز با استفاده از تصاویر ماهواره کویک برد^۴ نصب شده بر روی سامانه مکان یاب جهانی GPS و مطالعات میدانی صورت گرفت. مرحله تصحیح جوی داده‌های هایپریون در این مطالعه شامل اعمال روش IARR^۵ یا میانگین نسبی بازتاب‌ها به عنوان پیش پردازشی مناسب جهت بازیافت اطلاعات طیفی داده‌های ابرطیفی در مناطقی با شرایط اقلیمی نیمه‌خشک می‌شود.

بررسی نقاط کنترلی در مطالعات میدانی: به منظور بررسی ضریب صحت تفکیک و شناسایی روش پردازش SFF بر روی تصویر سنجنده هایپریون منطقه، محدوده‌های بارزسازی شده در قالب اطلاعات برداری بر روی تصویر ماهواره اسپات منطقه نمایه شده و در مطالعات میدانی مورد ارزیابی قرار گرفتند. به دلیل عدم پیوستگی واحدها در مجموعه‌های در ارتباط با گنبد‌های نمکی تصویر معیار صحت به شکل نقاط کنترلی ایجاد شد تا ضریب اطمینان پردازش مورد نظر با استفاده از نقاط نمونه برداری شده محاسبه گردد. از آنجایی که پهنای باندها در سنجنده‌های ابرطیفی ظریف و بسیار محدودتر از سنجنده‌های چندطیفی است، تامین انرژی امواج دریافتی توسط سنجنده الزاماً از محدوده مکانی وسیع‌تری صورت می‌گیرد. به همین دلیل تصاویر ابرطیفی فاقد توانایی تفکیک مکانی بالا هستند (علوی‌پناه، ۱۳۸۲). در روش مورد استفاده برای مطالعات میدانی به منظور افزایش دقت و وضوح مسیرهای پیمایش، نقشه‌های برداری حاصل از پردازش تصویر هایپریون در یک سیستم جغرافیایی واحد بر روی تصویر سنجنده اسپات (با تفکیک مکانی ۵ متر) از منطقه مورد مطالعه قرار داده شده است. این نقشه‌ها به سامانه مکان یاب جهانی (GPS) وارد شده و به عنوان راهنمایی به سوی مناطق ارائه شده در پردازش تصویر هایپریون مورد استفاده قرار گرفتند. مختصات نمونه‌های جمع‌آوری شده در حین مطالعات میدانی بر روی تصویر هایپریون منطقه مشخص شده و

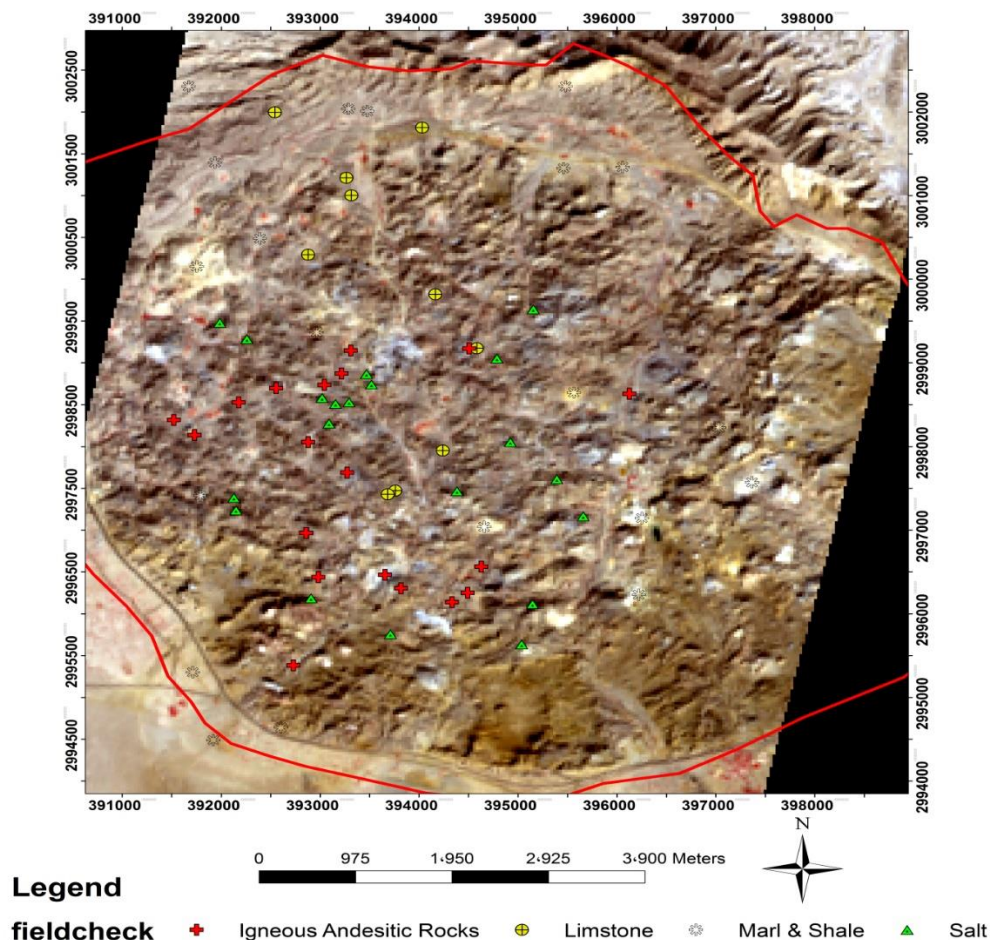
⁶ Ground - Truth Image

⁴ Quick bird

⁵ Internal Average Reflectance Radiance

(شکل ۳ تصویر E)، بافت فرعی گلومروپورفیری نیز در برخی نمونه‌ها دیده می‌شود.

آندزیت تا آندزیت بازالت و گاهی تا ریولیت می‌باشد. بافت آندزیت‌های منطقه پورفیریک با خمیره میکروولیتی است



شکل ۲. موقعیت مکانی نقاط نمونه‌برداری شده بر روی تصویر اسپات منطقه گچین

کافی برای تبلور داشتند و با توجه به اینکه پلاژیوکلازها، اورتوپیروکسن‌ها را در بر گرفته‌اند می‌توان نتیجه گرفت که پلاژیوکلازها بعد از اورتوپیروکسن‌ها تبلور شده‌اند و از اورتوپیروکسن‌ها به عنوان یک هسته اولیه برای رشد استفاده کرده‌اند. یکی از بافت‌های کانیایی بسیار مشخص درون پلاژیوکلازها بافت غربالی می‌باشد که از همان ساختار پلاژیوکلازهای زونینگ‌دار تبعیت کرده که نشان دهنده انحلال دوباره قسمت Na_2O دار پلاژیوکلازهای زونه می‌باشد. اندازه بلورها بین ۳ mm تا ۰/۵ mm در تغییر است که نشان می‌دهد بلورهای بزرگ‌تر که معمولاً اورتوپیروکسن‌ها را نیز در بر گرفته‌اند در ابتدای تبلور به وجود آمده‌اند. پیروکسن دومین کانی اصلی در آندزیت‌ها می‌باشد که حدود ۱۵٪ از سنگ را تشکیل می‌دهند و

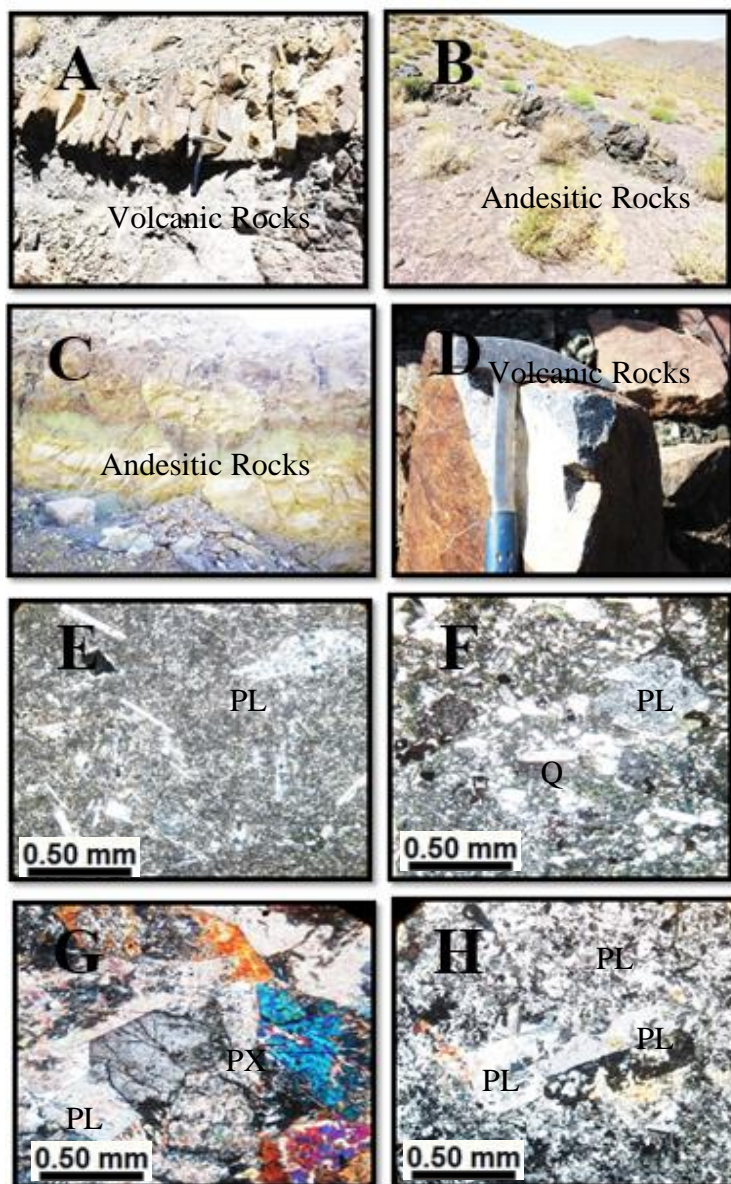
از نظر کانی‌شناسی معمولاً آندزیت‌های منطقه از کانی‌های پلاژیوکلاز و پیروکسن تشکیل شده‌اند. پلاژیوکلازها فراوان‌ترین کانی تشکیل دهنده آندزیت‌ها می‌باشند که با زاویه‌ی خاموشی حدود ۲۶ درجه و با توجه به جدول میشل‌لوی ترکیب آن‌ها آندزین می‌باشد (شکل ۳ تصویر F) هر چند پلاژیوکلازهایی با زاویه‌ی خاموشی ۲۸ درجه نیز در مقاطع دیده می‌شود که ترکیب آن‌ها لابرادوریتی می‌باشد ولی درصد آن‌ها در مقایسه با آندزین کمتر می‌باشند. پلاژیوکلازها بین ۴۰ تا ۶۰٪ کانی‌های اصلی را تشکیل می‌دهند و دگرسانی آن‌ها اغلب رسی شدن و سرسیتی شدن می‌باشد که با ترکیب پلاژیوکلازها مطابقت دارد. شکل پلاژیوکلازها تخته‌ای و یوهدرال^۱ تا سابهدرال^۲ می‌باشد که نشان می‌دهد فرصت

² Subhedral

¹ Euhedral

پیروکسن‌ها مطابقت دارند (شکل ۳ تصویر G). وجود ماکل پلی‌سننتیک در پلاژیوکلازهای منطقه گچین به همراه دگرسانی سرسیتی شدن و بافت میکروگرانولار موجود در آندزیت‌های منطقه نیز با ترکیب سنگ‌های آذرین نام برده شده مطابقت دارند (شکل ۳ تصویر H).

متعلق به دو خانواده اورتوپیروکسن و کلینوپیروکسن می‌باشد که نوع اورتوپیروکسن آن به دلیل رنگ بیرفرنژانس قوی می‌تواند اژرین باشد و نوع کلینوپیروکسن آن به دلیل ماکل و زاویه خاموشی حدود ۴۲ از نوع اوژیت می‌باشد. پیروکسن‌ها بیشتر به کلریت و کانی‌های اپاک و کلسیت دگرسان شده‌اند که با ترکیب کانی‌شناسی



شکل ۳. A, B, C, D: تصاویر میدانی سنگ‌های آذرین منطقه؛ E, F: بافت میکرولیتی موجود در پلاژیوکلازهای آندزیت‌های منطقه گچین، (PL پلاژیوکلاز و Q کوارتزهای زمینه‌ای)؛ G, H: بافت پورفیری موجود در آندزیت بازالت‌های منطقه به همراه نمود پیروکسن و پلاژیوکلاز (PX پیروکسن).

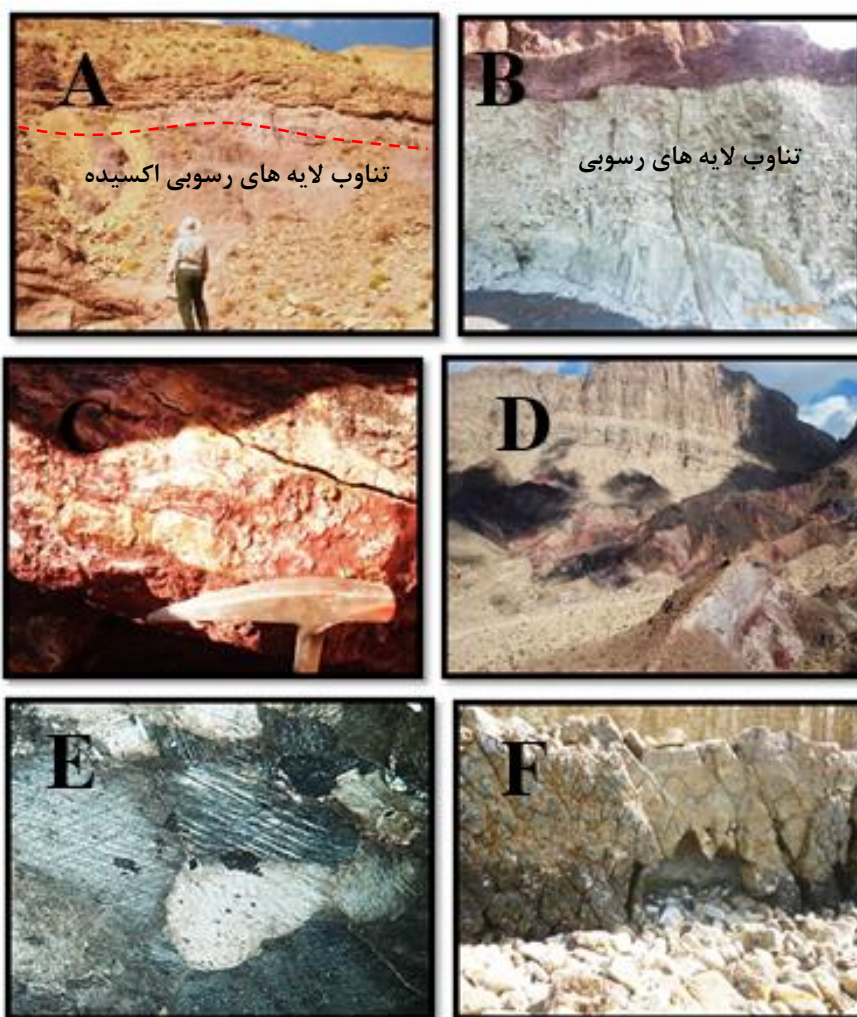
شیب‌دار در آمده‌اند (شکل ۴). زمان سربر آوردن این نهشته‌ها، به لحاظ وجود قطعات گنبد در نهشته‌های بالا دست به اواخر دوران سنوزوئیک بر می‌گردد.

سنگ‌های رسوبی

واحدهای گروه سنگی شیل، مارن و آهک در گنبد نمکی گچین عمدتاً مربوط به نهشته‌های میشان و آغاچاری می‌باشد که با بالا آمدن نمک‌های سازند هرمز به شکل

میشان دربرگیرنده تناوبی از مارن‌های سست خاکستری تا سبز به ستبرای زیاد همراه با لایه‌های نازک تا متوسط سخت، خشن از سنگ‌آهک‌های صدفی^۱ به رنگ قهوه‌ای می‌باشد. تناوب این چنین رسوبات نرم، سخت و همچنین وجود تفاوت در پایداری رسوب‌ها در برابر عوامل فرساینده، از علل پیدایش ریختار ناهمگن در برونزدهای سازند میشان در گستره نقشه است.

سازند میشان (Mm): این سازند از جمله سازندهائی است که وسعت برونزد رسوب‌های آن در گستره نقشه قابل توجه می‌باشد. سازند میشان ریختاری ملایم دارد و تنها در بخش پائینی نهشته‌های آن، بدلیل وجود تفاوت در ویژگی سنگ‌شناسی، ریختاری برجسته و شاخص قابل شناسائی است و این بخش به عنوان یک پاره سازند از سازند یاد شده است. از دیدگاه ویژگی‌های سنگ‌شناسی، سازند



شکل ۴. A, B: تناوب سنگ‌های آهکی و مارن‌های سرخ رنگ، C, D: آهک‌های برافراشته و درهم آمیخته با لایه‌های مارنی اکسید شده E, F: مقطع میکروسکوپی و تصویر میدانی بخشی از آهک‌های منطقه

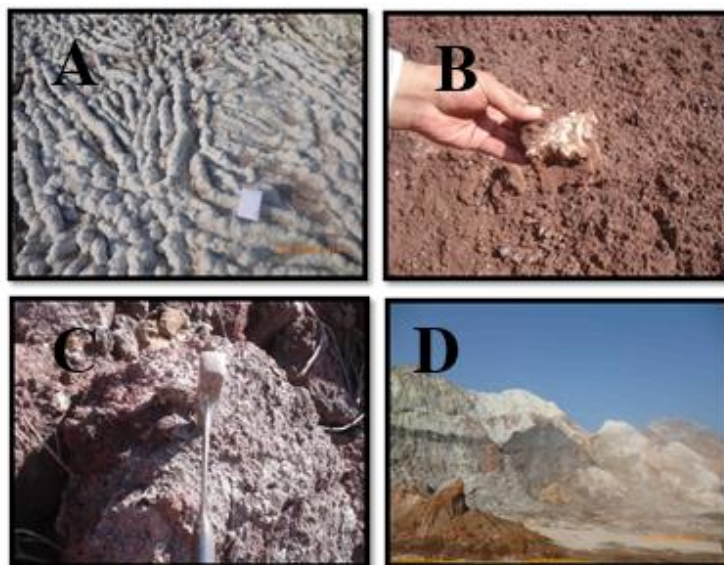
خاکستری در تناوب با مارن‌های قرمز، سیلت سنگ‌های فرسوده سبز، خاکستری و قرمز، ماسه‌سنگ و کنگلومرای فرسوده با دانه‌هایی در اندازه شن تا قلوه‌سنگ و آثار خرده‌های صدف، میکروکنگلومرا و ماسه‌سنگ‌های سخت با ریخت برجسته همراه با تناوبی از لایه‌های مارنی فشرده می‌باشد. ریختار این سازند در بخش پائینی ملایم بوده و

سازند آجاجاری (MPla): از دیدگاه ویژگی سنگ‌شناسی این سازند از بخش پائینی ردیف به سوی بخش‌های بالائی دربرگیرنده سنگ‌آهک‌های ماسه‌ای، ماسه‌های آهکی با آثار خرده‌های صدف، سیلتستون‌های فرسوده به رنگ خاکستری تا سبز، میکروکنگلومرا و کنگلومرای چرتی با درجه سختی بالا، مارن‌های سبز

¹ shelly

پیروکلاستیکی و گدازه‌ای اسیدی در تناوب با یکدیگر انباشته شده‌اند. رسوبات نمکی-شیلی-کربناتی همراه مقادیری سنگ‌های اسیدی در جنوب عمان گروه Huqf، در خلیج فارس و هرمزگان سازند هرمز و در شمال کرمان سازند راور و سری ریزو - دزو نامیده شده است (جعفری صدر، ۲۰۰۱). طبقات و گنبد‌های نمک در طول نوار جنوب عمان - شمال کرمان بخش عمده‌ای از سازندهای آرا (Ara)، هرمز و راور را تشکیل می‌دهند. در بیرون‌زدگی‌های سازندهای نمک‌دار مذکور که اغلب بصورت گنبد‌های نمکی در سطح زمین ظاهر می‌شوند مرز زیرین سازند با سنگ‌های قدیم‌تر از آن مشخص نیست و لذا در بیرون‌زدگی‌ها فقط طبقات جوان‌تر از طبقات نمکی گنبدساز را می‌توان ملاحظه نمود. ژئیس، نمک‌های پتاسیم و منیزیم و کلسیم همراه نمک سدیم‌دار فراوان‌ترین کانی‌های تبخیری این حوضه را تشکیل می‌دهند (جعفری‌صدر، ۲۰۰۱).

بخش بالائی آن بواسطه وجود لایه‌های سخت ماسه‌سنگی و میکروکنگلومراتی، صخره ساز و برجسته است. این سازند به گونه‌ای تدریجی سازند میشان را پوشانیده و این پوشش با گذر از آهک‌های ماسه‌ای و ماسه‌های آهکی خرده صدف دار و سخت همراه می‌باشد. میانگین ستبرای سازند آغاچاری در گستره نقشه لار پیرامون ۸۲۰ متر است. سنگ‌های تبخیری منطقه: رسوبات و سنگ‌های تبخیری منطقه (شکل ۵) تماما مربوط به سازند نمکی هرمز می‌شوند. در اواخر پروتروزوئیک و آغاز پالئوزوئیک (وندین - کامبرین) تحول ژئوتکتونیک و ماگماتیزم پان آفریکن در قاره گندوانا رخ می‌دهد (سیلیتو، ۱۹۸۰). یکی از زون‌های ریفتی مربوط به تحول ژئوتکتونیک پان آفریکن حوضه رسوبات نمکی جنوب عمان - شمال کرمان است. این حوضه نوار پهنی را تشکیل می‌دهد که دارای روند شمالی جنوبی بوده و از جنوب عمان، ناحیه Haushi - Huqf تا مرکز ایران کشیده شده است. در بخش‌های وسیعی از نوار رسوبات نمکی، شیلی و کربناتی و محصولات

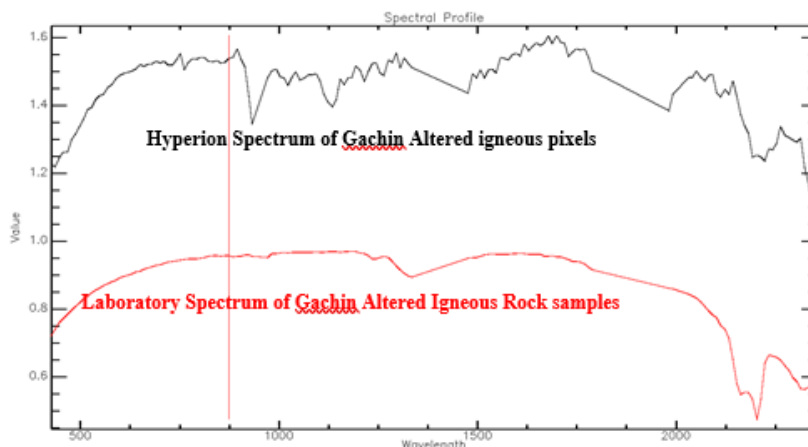


شکل ۵. نمونه‌هایی از لیتولوژی‌های تبخیری و بخش‌های نمکی سازند هرمز در گنبد نمکی گچین

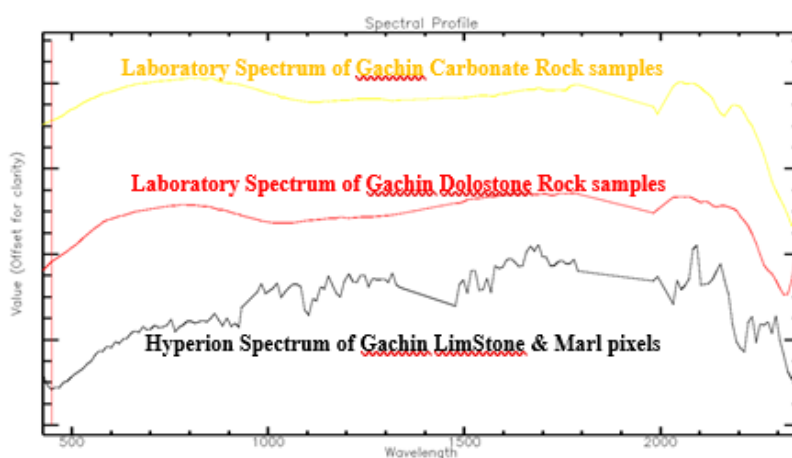
توجه به اطلاعات زمین‌شناسی در دست و مطالعات صحرائی، ۴ لیتولوژی کلی به عنوان محور مطالعاتی انتخاب شدند. از هر لیتولوژی چندین نقطه با خلوص کانیایی مناسب نمونه‌برداری و نمونه‌ها تحت طیف‌سنجی قرار داده شدند. طیف‌های آزمایشگاهی نمونه‌برداری صحرائی با طیف پیکسل‌های نقطه نمونه‌برداری مطابقت بسیار جالب و معنی‌داری نشان می‌دهند که در شکل‌های ۶ و ۷ و ۸ مشخص می‌باشد.

۷- بحث

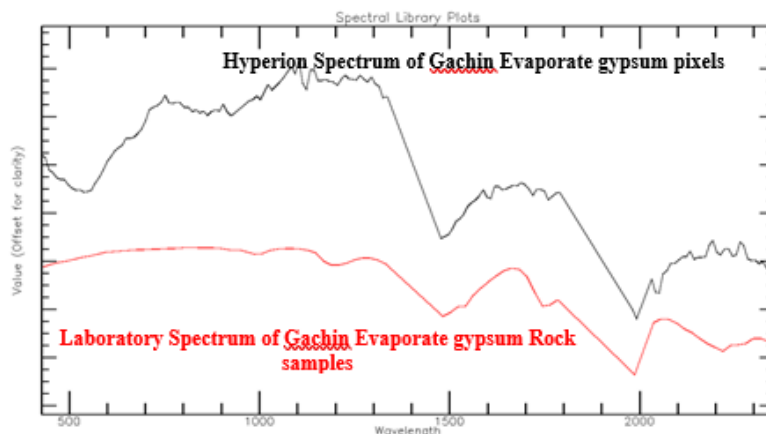
آنالیز داده‌ها: به منظور بررسی قابلیت‌های سنجنده هایپرین در تفکیک واحدهای پیچیده در ارتباط با گنبد‌های نمکی، از محدوده‌های جذبی ۴ لیتولوژی کلی منطقه در قالب روش SFM استفاده شد. در همین راستا الگوی بازتابی چند واحد از سنگ‌های مطالعه شده منطقه به صورت طیف مخلوط پیکسل‌های شاخص جهت ارائه به عنوان نقاط آموزشی مورد استفاده قرار گرفت. بنابراین با



شکل ۶. نمونه طیف الکترومغناطیس سنگ‌های آذرین منطقه گچین



شکل ۷. نمونه طیف الکترومغناطیس سنگ‌های کربناتی منطقه گچین



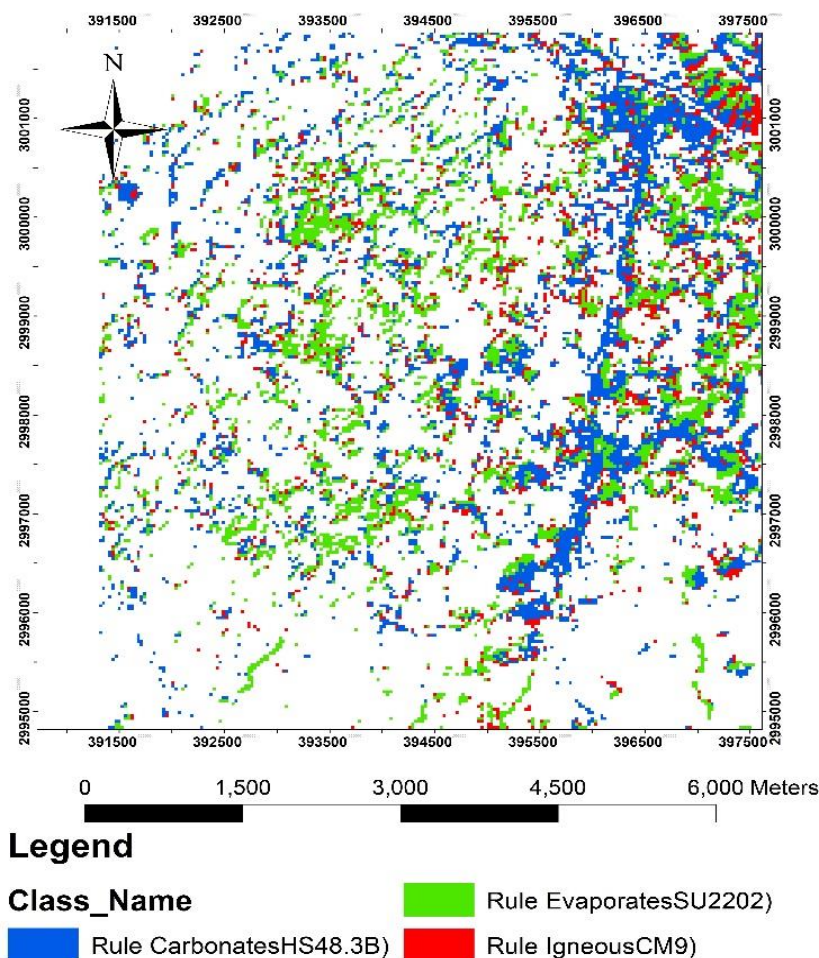
شکل ۸. نمونه طیف الکترومغناطیس سنگ‌های تبخیری منطقه گچین

ارزش سپیدایی قرار می‌گیرند به عنوان پیکسل‌های مطلوب هدف مورد نظر انتخاب و در قالب اطلاعات برداری استخراج گردید (شکل ۹). شکل ۱۰، بردارهای استخراج شده از تصاویر پردازش شده از محدوده در مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ می‌باشد. مقایسه بصری نتایج پردازش‌ها با نقشه زمین‌شناسی منطقه، تاییدی بر

پس از انجام پردازش بر روی تصویر هایپریون منطقه بر اساس روش بیان شده، برای هر کدام از الگوهای سنگی منطقه در تصاویر مجزا پیکسل‌های حداکثر امکان محاسبه و نهایتاً براساس روش (ژندرن و لوک، ۱۹۸۷) در هیستوگرام تصویر خروجی پیکسل‌هایی که در کران بالاتر از میانگین بعلاوه دو برابر انحراف معیار از لحاظ

زمین‌شناسی قدیمی‌تر در مقیاس بسیار کوچک‌تر و با دقت پایین‌تری نسبت به خروجی مطالعه حاضر، تهیه گردیده است. در ادامه جهت مقایسه کمی نتایج پردازش ابرطیفی با مطالعات میدانی، به نمونه‌برداری‌های نقطه‌ای که به شکل پراکنده از لیتولوژی‌های منطقه انجام شده است می‌پردازیم.

انتخاب ۴ لیتولوژی کلی در منطقه می‌باشد. در مطالعات پیشین در این منطقه نقشه بزرگ مقیاسی که قابلیت استفاده به عنوان نقشه صحت زمینی داشته باشد موجود نبود. لذا با نمونه‌برداری گسترده انجام شده در مطالعه حاضر و اعتبارسنجی مکرر داده‌های حاصل از پردازش، نقشه ارائه شده در مطالعه حاضر قابل استناد به عنوان نقشه‌ای با دقت ۱:۵۰۰۰ به حساب می‌آید. نقشه



شکل ۹. نقشه ارائه شده به وسیله روش SFM در تصویر MNF نشده

صحرايي - آزمایشگاهی ترسیم گردید (جدول‌های ۱ و ۲). بر اساس آمار تصاویر حاصل از پردازش مقادیر با مطلوبیت بیش از میانگین بعلاوه سه برابر انحراف معیار انتخاب گردید که ۱۵ تا ۲۰ درصد کل پیکسل‌های هر تصویر را شامل می‌شود. مبنای رقومی مقایسه در روش تقسیم‌بندی نظارت شده می‌تولند با نسبت‌هایی از قبیل ضریب اطمینان یا ضریب صحت روش کاربر بیان شود. ضریب صحت روش کاربر بیانگر نسبت پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده در هر کلاس به پیکسل‌هایی است که در

نتایج آنالیزها

روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده مبنایی جهت مقایسه رقومی و کمی نتایج حاصل از پردازش و داده‌های زمینی در قالب محدوده‌هایی منحصر به پیکسل‌های با مقادیر مطلوب فراهم می‌آورند (واتکینز و راسل، ۲۰۰۸). با استفاده از روش‌های تقسیم‌بندی نظارت شده بر روی داده‌های پیکسلی تصویر سنجنده هایپریون، ماتریس صحت پیکسل‌های نمایه شده در طبقه‌بندی و نیز پیکسل‌های نمونه‌برداری شده و بررسی شده در مطالعات

تقسیم‌بندی نظارت شده بر روی داده‌های پیکسلی حاصل از پردازش به روش SFF بر روی تصویر سنجنده هایپریون منطقه مورد مطالعه، ماتریس صحت پیکسل‌های نمایه شده در طبقه‌بندی و نیز پیکسل‌های نمونه‌برداری شده و بررسی شده در مطالعات صحرائی - آزمایشگاهی ترسیم گردید. مبنای رقومی مقایسه در روش تقسیم‌بندی نظارت شده می‌تواند با نسبت‌هایی از قبیل ضریب اطمینان عامل^۱ یا ضریب صحت روش کاربر^۲ بیان شود. ضریب صحت روش کاربر بیانگر نسبت پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده در هر کلاس به پیکسل‌هایی است که در تصویر پردازش شده با عنوان کلاس مذکور نمایه شده‌اند. ضریب اطمینان نیز بیانگر نسبت پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده در هر کلاس به کل پیکسل‌هایی است که در مطالعات صحرائی مورد نظارت و در کلاس مورد نظر قرار گرفته‌اند. در بررسی‌های انجام شده با توجه به ماهیت داده‌های صحرائی، بهترین ضریب مقایسه جهت استفاده از ماتریس تقسیم‌بندی نظارت شده ضریب اطمینان می‌باشد. در تصاویر حاصل از پردازش از مجموع پیکسل‌های تقسیم‌بندی شده در هر کلاس به شکل اتفاقی تعداد ۲۰ پیکسل در مطالعات صحرائی، میکروسکوپی و آزمایشگاهی مورد بررسی و آزمایش قرار داده شد که نتایج این بررسی در قالب ماتریس صحت و ضرائب صحت (جدول ۱ و ۲) ارائه گردیده است. دقت در ضرائب ارائه شده در جدول ضریب صحت، نتایج قابل انتظاری را نشان می‌دهد بدین ترتیب که سنگ‌های مارنی، شیلی و آهکی که دارای الگوی طیفی مشخص و قابل تفکیک‌تری از یکدیگر هستند، بالاترین ضریب صحت (۹۰ و ۸۵ درصد) را نشان می‌دهند. پایین‌ترین ضریب صحت مربوط به بخش دگرسان و در هم ریخته آذرینی منطقه است که حدود ۵۷٪ پیکسل‌های مربوط به این لیتولوژی، درست طبقه‌بندی شده‌اند. به طور کلی محاسبه میانگین ضرائب صحت برای هر ۴ لیتولوژی منطقه در تصویر MNF نشده عدد ۷۵ درصد و در تصویر MNF شده عدد ۸۵ درصد را نشان می‌دهد که نسبت بسیار قابل قبولی جهت مطالعه و تفکیک واحدهای پیچیده در ارتباط با گنبد‌های نمکی به حساب می‌آید.

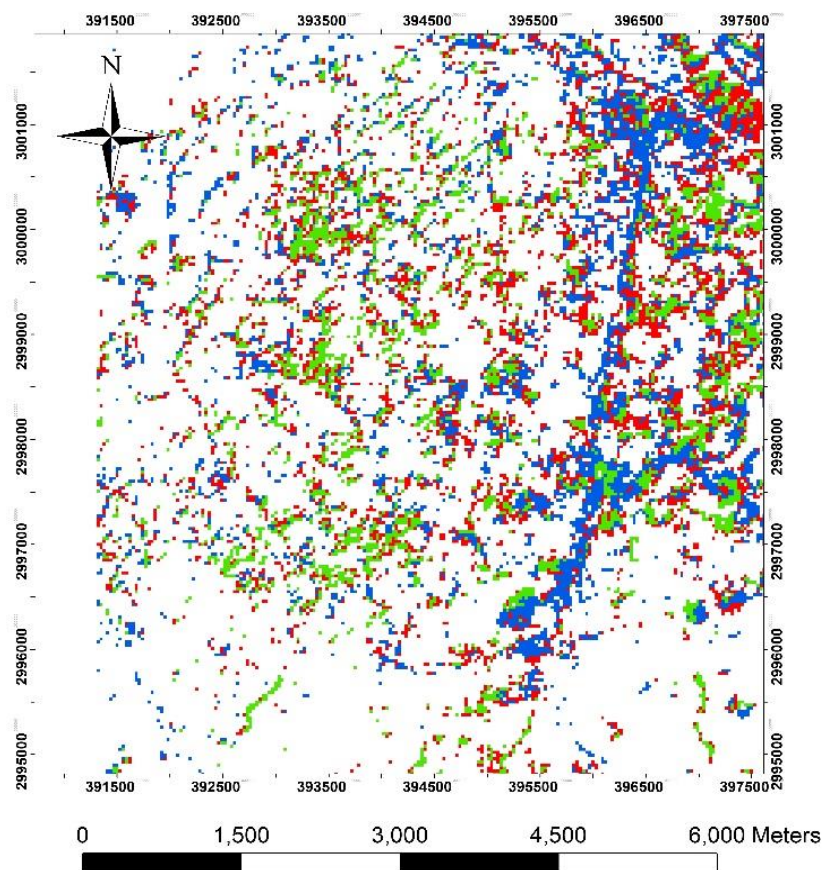
تصویر پردازش شده با عنوان کلاس مذکور نمایه شده‌اند. ضریب اطمینان نیز بیانگر نسبت پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده در هر کلاس به کل پیکسل‌هایی است که در مطالعات صحرائی مورد نظارت و در کلاس مورد نظر قرار گرفته‌اند. در بررسی‌های تک‌محوره که تنها یک هدف تحت پی‌جویی قرار می‌گیرد، ضریب اطمینان می‌تواند معیاری مناسب جهت استفاده از ماتریس تقسیم‌بندی نظارت شده باشد (واتکینز و راسل، ۲۰۰۸). در پژوهش حاضر با توجه به وضعیت محدوده تحت مطالعه و ماهیت داده‌های میدانی، کاوش تک‌کانیایی محور کار قرار داده شد. بنابراین اعتبار روش‌های پردازشی با استفاده از ضریب اطمینان مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در این بخش به بررسی نتایج حاصل از داده‌های MNF شده و MNF نشده پرداخته می‌شود. به منظور بررسی اثر کاهش نویز در پردازش‌های ابرطیفی انجام شده ابتدا تصویر هایپریون منطقه را تحت چرخش محوری MNF قرار داده و سپس بر اساس نمودار ارائه شده داده‌های زیر سطح ۱۰ درصد حذف شده و دوباره با برگرداندن محور و چرخشی عکس حالت اولیه محور MNF شده به حالت اول برگردانده شد. بررسی نتایج حاصل از چندین روش پردازشی بر روی تصویر حاصل نشان‌دهنده اثر مثبت عمل کاهش نویز در بعضی روش‌های پردازشی می‌باشد. بدین ترتیب که در روش انطباق سیمای طیفی (SFF) اثر کاهش نویز ضریب اطمینان را از ۷۲/۸۸ درصد در تصویر MNF نشده به ۷۴/۵۸ درصد در تصویر MNF شده می‌رساند. روش‌های LSU و SAM اما تغییرات چندانی را نشان نمی‌دهند. بنا براین اثر کاهش نویز در پردازش‌های ابرطیفی می‌تواند عامل مناسبی در جهت بهبود نتایج حاصل از پردازش داشته باشد. بررسی اثر کاهش نویز در سطوح مختلف هیستوگرام داده‌ها می‌تواند مبنای پژوهشی ارزنده در داده‌های ابرطیفی سنجنده هایپریون باشد.

محاسبه صحت پردازش ارائه شده

روش‌های تقسیم‌بندی نظارت شده مبنایی رقومی جهت مقایسه کمی نتایج حاصل از پردازش و داده‌های زمینی در قالب محدوده‌هایی منحصر به پیکسل‌های با مقادیر مطلوب فراهم می‌آورند. با استفاده از روش‌های

² User Accuracy

¹ Producer Accuracy



Legend

Class_Name		Rule EvaporatesSU2202)	
	Rule CarbonatesHS48.3B)		Rule IgneousCM9)

شکل ۱۰. نقشه ارائه شده به وسیله روش SFF در تصویر MNF شده

جدول ۱. ماتریس صحت تقسیم‌بندی نظارت شده و محاسبه ضریب صحت بر روی پیکسل‌های مطلوب در تصویر حاصل از پردازش در تصویر MNF نشده

No MNF	Limestone	Salt	Igneous Rocks	Accuracy Percentage
Limestone	16	3	9	80
Salt	1	15	0	75
Igneous Rocks	3	2	11	55
Total / Average	20	20	20	70

جدول ۲. ماتریس صحت تقسیم‌بندی نظارت شده و محاسبه ضریب صحت بر روی پیکسل‌های مطلوب در تصویر حاصل از پردازش در تصویر MNF شده

With MNF	Limestone	Salt	Igneous Rocks	Accuracy Percentage
Limestone	18	2	3	90
Salt	1	17	1	85
Igneous Rocks	1	1	16	80
Total	20	20	20	85

نتیجه‌گیری

با توجه به پیچیدگی لیتولوژیکی واحدهای تکتونیزه تشکیل‌دهنده گنبد‌های نمکی، استفاده از تصاویر ابرطیفی (به دلیل پهنای طیف باندهای برداشت) به منظور نقشه‌برداری دقیق راهی مقرون به صرفه در جهت مطالعه مکانمند مجموعه‌های در ارتباط با گنبد‌های نمکی به حساب می‌آید. در یک نمونه‌برداری میدانی گسسته که به دلیل عدم پیوستگی گسترده در واحدهای گنبد نمکی گچین به ضمیمه مطالعات آزمایشگاهی انجام شده، در قیاسی ماتریسی مابین نتایج مطالعه میدانی-آزمایشگاهی و نتایج پردازش‌های انجام شده، ضریب صحت سنگ‌های رسوبی منطقه به دلیل یکنواختی نسبتاً بهتر عدد بالاتری را نشان می‌دهد؛ در حالی که سنگ‌های آذرین منطقه به دلیل تنوع کانیایی بیشتر و البته شدت متفاوت عملکرد دگرسانی و هوازدگی بر روی آن‌ها دارای ضرائب پایین‌تری می‌باشند. میانگین محاسبه ماتریسی ضریب صحت برای تمام لیتولوژی‌های تحت مطالعه عدد ۷۰ درصد را برای پردازش به روش SFF به عنوان یکی از پردازش‌های ابرطیفی طیف مبنی نشان می‌دهد که می‌توان با مطالعه میدانی بسیار محدود و کم هزینه‌ای نقشه‌برداری را با دقت بدست آمده به انجام رسانید. شناسایی و حذف ناهنجاری‌های طیفی یکی از مباحث مهم در سنجش از دور ابرطیفی به حساب می‌آید. در این مطالعه به بررسی اثر روش MNF به عنوان یکی از روش‌های رفع ناهنجاری‌ها در داده‌های ابرطیفی بر روی پردازش‌های SFF پرداخته شده است. مطالعه بر روی داده‌های هایپرین منطقه گچین انجام و به ارزیابی نتایج پردازش‌ها با مطالعات میدانی شامل: مطالعات میکروسکوپی، طیف‌نگاری الکترومغناطیس و آزمایش XRD پرداخته شده است. نتایج بررسی صورت گرفته از این قرار است که در روش انطباق سیمای طیفی (SFF) اثر کاهش نویز ضریب صحت را از ۷۰ درصد در تصویر MNF نشده به ۸۵ درصد در تصویر MNF شده می‌رساند.

منابع

- طارم، بیست و پنجمین گردهمایی علوم زمین. سایت دانشنامه فضایی ایران www.isa.ir.
سایت سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور www.gsi.ir.
شهاب‌پور، ج (۱۳۹۰) زمین‌شناسی اقتصادی، انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۵۴۷ ص.
علوی‌پناه، س. ک (۱۳۸۲) کاربرد سنجش از دور در علوم زمین، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، ۳۸۳ ص.
علوی‌پناه، س. ک (۱۳۸۸) اصول سنجش از دور نوین و تفسیر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.
عطاپور، ج (۱۳۸۶) کوبین ژئوشیمیایی و متالوژنی سنگ‌های آذرین پتاسیم‌دار در کمر بند آتشفشانی- نفوذی دهج-ساردوئیه، استان کرمان با نگرشی ویژه بر عناصر خاص، پایان‌نامه دکتری، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۴۰۱ ص.
کریم‌پور، م. ح (۱۳۶۸) زمین‌شناسی اقتصادی کاربردی، انتشارات جاوید، ۴۰۴ ص.
یعقوب‌پور، ع. م (۱۳۶۶) مبانی زمین‌شناسی اقتصادی، مرکز نشر دانشگاهی، ۲۶۶ ص.
Alavipanah, S (2004) Application of remote sensing in the earth sciences (soil), University of Tehran press, 964-903.
Bahrambeygi, B., Moeinzadeh, H (2017) Comparison of support vector machine and neutral network classification method in hyperspectral mapping of ophiolite mélanges—A case study of east of Iran, The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, 20: 1-10.
Bahrambeygi, B., Moeinzadeh, H., Ranjbar, H., Shahabpour, J., Esmaily, A, Using spectral unmixing and feature fitting on hyperspectral Hyperion data to map Alteration area in Abdar region.
Bahrambeygi, B., Ranjbar, H., Shahabpour, J (2012) Comparison of data and spectral driven methods for kaolinite-bearing area mapping in Masahim volcano, using Hyperion images. Journal of Economic Geology, 4: 199-215.
Beiranvand Pour, A., and Hashim, M (2011) The Earth Observing-1 (EO-1) satellite data for geological mapping, southeastern segment of the Central Iranian Volcanic Belt, Iran. International Journal of the Physical Sciences, 6: 7638 – 7650.
Bindschadler, R., Choi, H (2003) Characterizing and Correcting Hyperion Detectors Using Ice-Sheet Images, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 41: 1189-1193.
امینیان، ع. ر (۱۳۸۸) ژئوشیمی و پتروژنز منطقه آبدر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۱۵۳ ص.
بهنیا، پ.، کرمی، ج (۱۳۸۵) کاربرد تصاویر هایپراسپکترال در تهیه نقشه پراکندگی کانی‌ها در زون‌های دگرسان

- (Bandar Abbas). M. Sc. thesis, University of Tehran, Tehran, Iran.
- Kruse, F. A., Lefkoff, A. B., Boardman, J. B., Heidebrecht, K. B., Shapiro, A. T., Barloon, P. J., and Goetz, A. F. H (1993) The Spectral Image Processing System (SIPS) - Interactive Visualization and Analysis of Imaging Spectrometer Data, Remote Sensing of Environment, Special issue on AVIRIS, 44: 145 - 163.
- Kruse, F. A., Boardman, J. W., and Huntington, J. F (2002) Comparison of EO-1 Hyperion and Airborne Hyperspectral Remote Sensing Data for Geologic Applications, In Proceedings, SPIE Aerospace Conference, 9-16p.
- Kruse, F. A (2003) Preliminary Results – Hyperspectral mapping of coral reef systems using EO-1 Hyperion, Buck Island, U.S. Virgin Islands: In proceedings 12th JPL Airborne Geoscience Workshop, Jet Propulsion Laboratory, 157 – 173.
- Kruse, F. A., Boardman, J. W., Huntington, J. F (2003) Comparison of airborne hyperspectral data and EO-1 Hyperion for mineral mapping: IEEE Transactions of Geosciences and Remote Sensing, 41: 1388–1400.
- Leverington, D. W (2008) Discrimination of geological end members using Hyperion imagery, Preliminary results, Big Bend National Park, Texas. IEEE International Geosciences and Remote Sensing Symposium, Boston, Massachusetts.
- Pearlman, J. S., Barry, P. S., Segal, C. C., Shepanski, J., Beiso, D. and Carman, S. L (2003) Hyperion, a Space Borne Imaging Spectrometer, IEEE Transactions on Geosciences and Remote Sensing, 41: 1160-1173.
- Perry, E. M., Warner, T., and Foote P (2000) Comparison of atmospheric modeling versus empirical line fitting for mosaicking HYDICE imagery, International Journal of Remote Sensing, 21: 799-803.
- Ramsey III, E., Ragoonwala, A. Nelson, G. Ehrlich, R., Martella, K (2004) Generation and validation of characteristic spectra from EO-1 Hyperion image data for detecting the occurrence of their vase species, Chinese tallow, International Journal of Remote Sensing, 26: 1611-1636.
- San, B. T., Suzen, M. L (2010) Evaluation of different atmospheric correction algorithms for eo-1 hyperion imagery, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science, 35: 392-398.
- Sarup, J (2011) Comparison of QUAC and FLAASH Atmospheric Correction Modules on EO-1 Hyperion Data of Sanch. International Journal of advanced engineering sciences and technologies, 4: 178-186.
- Coops, N. C., Smith, M. L., Martin, M. E., Ollinger, S. V., Held, A. A (2002) Predicting Eucalypt biochemistry from HYPERION and HYMAP imagery. in Proc. IGARSS, Toronto, ON, Canada.
- Datt, B., McVicar, T. R., VanNiel, T. G., Jupp, D. L. B., Pearlman, J. S (2003) Preprocessing EO-1 Hyperion Hyperspectral Data to Support the Application of Agricultural Indexes. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 41: 1246-1259.
- Felde, G. W., Anderson, G. P., Adler-Golden, S. M., Matthew, N. W., Berk, A (2003) Analysis of Hyperion data with the FLAASH atmospheric correction algorithm. Proceedings of the International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS). Toulouse, 90-92p.
- Gersman, R., Ben-Dor, E., Beyth, M., Avigad, D., Abraha, M., Kibreab, A (2008) Mapping of hydrothermally altered rocks by the EO-1 Hyperion sensor, northern Danakil Depression, Eritre. International Journal of Remote Sensing, 29: 3911-3936.
- Goodenough, D. G., Dyk, A., Niemann, K. O., Pearlman, J. S., Hao Chen, Han, T., Murdoch, M., West, C (2003) Processing Hyperion and ALI for forest classification, IEEE Transactions of Geosciences and Remote Sensing, 41: 1321- 1331.
- Ientilucci, E. J (2008) Using MODTRAN Predicting Sensor-Reaching Radiance, Chester F. Carlson Center for Imaging Science, Rochester Institute of Technology WEB site: www.cis.rit.edu/~ejipci/Reports/Modtran_lab
- Honarmand, M., Ranjbar, H., Shahabpour, J (2012) Application of Spectral Analysis in Mapping Hydrothermal Alteration of the Northwestern Part of the Kerman Cenozoic Magmatic Arc, Iran. Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran, 22: 221-238.
- Hubbard, B. E., Crowley, J. K. and Zimelman, D. R (2003) Comparative alteration mineral mapping using visible to shortwave infrared (0.4–2.4 μ m) Hyperion, ALI, and ASTER imagery. IEEE Transactions of Geosciences and Remote Sensing, 41: 1401-1410.
- Khurshid, K. S., Staenz, K., Sun, L., Neville, R., White, H. P., Bannari, A., Champagne, C. M., Hitchcock, R (2006) Preprocessing of EO-1 Hyperion data. Canadian Journal of Remote Sensing, 32: 84-97.
- Kruse, F. A (1988) Use of Airborne Imaging Spectrometer data to map minerals associated with hydrothermally altered rocks in the northern Grapevine Mountains, Nevada and California, Remote Sensing of Environment, 24: 31-51.
- Jafari Sadr, A. R (2001) Geology and petrology of the complex of igneous rocks and the transformation of the salt dome of Gachin

- Staenz, K., Neville, R. A., Clavette, S., Landry, R., White, H. P (2002) Retrieval of Surface Reflectance from Hyperion Radiance Data. IEEE Geoscience and remote sensing letters, 1: 1419-1421.
- Saric, A., Djordjevic, M., Dimitrijevic, M. N (1971) Geological map of Shahr-Babak, Scale 1/100000. Geological Survey of Iran. Tehran, Iran.
- USGS (2004) a- Earth Observing 1, downloaded on May, 2009, from, url: <http://eo1.usgs.gov/>
- Van der Meer, F., and De Jong, S (2003) Imaging Spectrometry. Basic Principles and Prospective Applications, 4. Kluwer Academic Publishers, London, 35p.

Hyperspectral processing on Gachin dome Satellite data, using SFF and MNF to separate geological unites

S. Baniasadi¹ and S. H. Ghafouri^{2*}

1- M. Sc., student. Dept., of computer engineering, Kerman branch, Islamic Azad University, Kerman, Iran

2- Assist. Prof., Dept., of computer engineering, Kerman branch, Islamic Azad University, Kerman, Iran

* ghafoori@iauk.ac.ir

Recieved: 2018/12/15 Accepted: 2019/6/16

Abstract

Identification of clay minerals and associated alteration is considered as an important step in prospecting for the hydrothermal deposits, and using hyperspectral sensors ability is instrumental in this regard. Hyperspectral images of Hyperion sensor are a rich source of information with 242 narrow contiguous spectral bands. of course there are several mechanisms which contaminate the spectral information content of some bands. Identification and removal of the spectral defects is an important issue in hyperspectral remote sensing. MNF (Minimum Noise Fraction) method is anoxia rotation in a direction that minimizes the correlation between data. MNF transformation is composed of two separate PCA rotations that data beyond the mean plus or minus multiplied standard deviation of the histogram of pixels as identified malformed data with a standard PC conversion is cleared. in order to investigate the effect of noise reduction in hyperspectral processing. In this study, at first MNF rotation has been performed on the hyperion data of Gachin region and then based on the provided chart, the data below 10% are rejected and by turning the axis again, reset rotation axis of MNF driven to the first state. A case study was performed on Gachin salt dome and in order to study field results, sampling in different parts of the range was performed and the samples were studied on a manual and microscopic scale, as well as XRD and electromagnetic spectrometer. Investigating the results of processing methods indicates a positive effect of noise reduction in processing methods. Thus, the method of spectral Feature fitting (SFF) method reduces the noise reduction of the factor coefficient from 70% in the MNF image to more than 86% in the MNF image.

Keywords: Minimum Noise Fraction, Hyperion, Gachin, Salt dome