مجله علمی – تحقیقی علوم انجنیری پوهنتون بغلان
د بغلان پوهنتون د انجنيري علومو علمي او څېړنيزه مجله
https://baghlan.edu.af -/ volume (1) , Issue (1), 2024

تشخیص ساحات لیتیم‌دار دشت ناور ولایت غزنی با استفاده از ارقام هایپرسپکترال پریزما

[1]پوهنیار فرید احمد محمدی عضو کادر علمی پوهنحی انجنیری معادن و محیط زیست پوهنتون بلخ
[2]پوهنمل دیپلوم انجنیر سیدشهاب الدین سادات عضو کادر علمی پوهنحی انجنیری پوهنتون بلخ

Abstract
This research is focused on identifying lithium-rich areas in the Dasht-e-Nawor of Ghazni province using hyperspectral prisma data. Lithium, as a rare metal with electrochemical properties, is used in the production of mobile phone batteries, computers, and aircraft manufacturing, and plays an important role in the global economy. Therefore, studying and evaluating lithium-rich areas has special economic and industrial significance. The aim of this research is to identify lithium-rich areas in the Dasht-e-Nawor of Ghazni province using hyperspectral prisma data. The method used in this research is descriptive-analytical and the data collection method is based on library information, reliable websites, and the USGS and JPL spectral libraries using ERDAS Imagine software for analysis.

The research findings show that the Dasht-e-Nawor has an area of approximately 361.6 square kilometers of lithium mineral resources on a dry lake. The most useful bands for identifying the spectral effect of lithium using hyperspectral prisma data were identified at 1372.72 nanometers (NIR) and 1904.06 nanometers (SWIR). The use of hyperspectral data for geological mapping and mineral identification in lithium-rich areas of Dasht-e-Nawor has been very effective.

Keywords: Prisma, Hyperspectral, Dasht-e-Nawor, Lithium.

چکیده
این تحقیق به بررسی تشخیص ساحات لیتم دار دشت ناور ولایت غزنی با استفاده از ارقام هایپرسپکترال پریزما پرداخته شده است. لیتیم منحیث یک فلز نادره با داشتن خاصیت الکتروکیمیاوی در ساختن بطری‌های موبایل،

[1] *Email: faridahmad.mh@gmail.com*
Mob : (0093) 797782884
[2] *Email : sadat786@gmail.com*
Mob : (0093)796656564

کمپیوتر و در صنعت طیاره سازی مورد استفاده قرار گرفته و نقش مهم را در اقتصاد جهانی ایفا می‌نماید. لذا مطالعه و ارزیابی ساحات لیتیم دار از اهمیت ویژه اقتصادی و صنعتی برخوردار است. هدف از این تحقیق تثبیت ساحات لیتیم‌دار دشت ناور ولایت غزنی با استفاده از ارقام هایپرسپکتریال پریزما می باشد. میتود و روشی که در این تحقیق به کار رفته است استفاده از روش توصیفی-تحلیلی می باشد و شیوه گردآوری اطلاعات در این تحقیق با استفاده از اطلاعات کتابخانه ای، استفاده از سایت های معتبر، و استفاده از کتابخانه طیفی سروی جیولوجی ایالات متحده (USGS) و کتابخانه طیفی JPL با استفاده از نرم افزار ایرداس ایمجاین (ERDAS Imagine) جمع آوری و تجزیه و تحلیل گردیده است.

یافته های تحقیق نشان می‌دهد که دشت ناور دارای مساحت تقریبی ۳۶۱,۶ کیلومتر مربع از منابع معدنی لیتیم بر روی دریاچه خشک است. مفیدترین باندها برای شناسایی اثر طیفی لیتیم با استفاده از اطلاعات هایپرسپکترال پریزما در ۱۳۷۲,۷۲ نانومتر (NIR) و ۱۹۰۴,۰۶ نانومتر (SWIR) شناسایی شدند. استفاده از اطلاعات هایپرسپکترال برای نقشه برداری جیولوجیکی و شناسایی منرالها در ساحات لیتیم دار دشت ناور غزنی بسیار مؤثر واقع شده است.

اصطلاحات کلیدی: ارقام، پریزما، دشت ناور، لیتیم هایپرسپکترال

۱. مقدمه

ارقام هایپرسپکترال فضایی به طور وسیعی در اکتشاف معادن مواد مفیده مورد استفاده قرار گرفته است، اگرچه عملکرد آن برای تحقیق در مورد مواد معدنی کاندیشنی هنوز کشف نشده است (Sahoo, 2013, p. 85). این تحقیق بررسی کاربردهای اطلاعات سنجش از راه دور هایپرسپکترال پریزما را در زمینه تشخیص مواد معدنی لیتیم ارائه می‌دهد. از سوی دیگر، ارقام هایپرسپکترال با استفاده از حسگرهای (سنسورهای) هایپرسپکترال یا طیف سنج‌های تصویربرداری، بسیاری از نوارهای طیف را در دامنه وسیعی از طول موج‌ها به دست می‌آورد. پریزما یک سنسور ماهواره‌ای هایپرسپکترال است که دیتاها را در ردیف‌های مختلف طیف جمع آوری می‌کند. بنابراین، دیتاهای هایپرسپکترال پریزما نتیجه اندازه گیری های طیف سنجی انجام شده توسط سنسور است که امکان تجزیه و تحلیل و تفسیر خواص و ترکیب مواد معدنی و سایر مواد را بر اساس اثر طیفی آنها ارائه می‌دهد تا عمدتاً کمیت مواد معدنی بر اساس شکل منحنی طیف شناسایی شود. ساحه مورد مطالعه دشت ناور واقع در ۵۵ کیلومتری شمال ولایت غزنی است که در جنوب شرقی افغانستان دهانه آتشفشانی بزرگی است که در اثر فوران بزرگی شکل گرفته و رسوبات چشمه حرارتی با غلظت بالای مواد معدنی لیتیم را میتوان در این منطقه یافت (فیروز, ۱۳۵۷, ص ۳۳۵). در دشت ناور ولایت غزنی، ساحات لیتیم

دار وجود دارند اما ساحه انتشار آن به شکل دقیق تعیین نشده است. به دلیل اهمیت استخراج این فلز، نیاز به شناسایی و تعیین محل دقیق آن‌ها است که این تحقیق این مشکل را حل می کند. هدف اصلی این تحقیق استفاده از ارقام سنجش از راه دور هایپرسپکترال پریزما برای تشخیص ساحات لیتیم دار در دشت ناور ولایت غزنی می باشد. امواج هایپرسپکترال با فرکانس بالا به سطح زمین فرستاده می‌شود و پس از انعکاس از اجسام زیر سطح، توسط سنسورهایی که روی هواپیماها یا ماهواره‌ها نصب شده‌اند، ضبط می‌شود. سپس با تحلیل اطلاعات به دست آمده، محل و خصوصیات ساحات لیتیم دار تشخیص داده می‌شود.

درین روش علاوه بر تشخیص ساحات لیتیم دار، می‌توان به دقت بالایی در تعیین محل و خصوصیات جیولوجیکی و مواد معدنی منطقه نیز دست یافت (Lisa .et al, 2015. P. 65). این روش باعث صرفه‌جویی در زمان و هزینه و همچنین کاهش خطرات مرتبط با استخراج می‌شود. تحقیق هذا دارای اهمیت علمی و عملی بسیاری است زیرا با ترکیب روش های مختلف نتایج دقیق تر را نسبت به تحقیقات قبلی با نگرش متفاوت رقم میزند.

۲. پیشینه تحقیق

رحم‌الدین مشکور و همکاران (۲۰۲۲) تشخیص پگماتیت‌های حامل لیتیم با استفاده از تکنالوژی جغرافیایی فضایی: منطقه مورد مطالعه جنوب غربی ولایت کنر، شرق افغانستان. این تحقیق بر تشخیص و برجسته کردن پگماتیت های لیتیم با استفاده از تکنالوژی جغرافیایی متمرکز است. در این تحقیق، نویسندگان از تحلیل طیفی برای شناسایی و برجسته کردن پگماتیت‌های لیتیم با استفاده از تحلیل طیفی در جنوب غربی ولایت کنر در شرق افغانستان و ایجاد شاخص‌های طیفی برای تشخیص مواد معدنی غنی از لیتیم استفاده کرده اند. در تحقیق متذکره استفاده از تجزیه و تحلیل طیفی و شاخص‌های طیفی حاصل از اطلاعات ASTER، Landsat 8 OLI/TIRS و Sentinel-2MSI برای تشخیص پگماتیت‌های حامل لیتیم پیشنهاد شده است .(Mashkoor et al., 2022, p. 45)

مک توماس (۲۰۱۵). خلاصه‌ای از اطلاعات جمع آوری شده توسط سروی جیولوجی ایالات متحده در دشت ناور، افغانستان، در حمایت از اکتشاف لیتیم. استیلنگر و همکاران از اطلاعات هایپرسپکترال به دست آمده از سنجش از راه دور فضایی استفاده کردند تا ساحات لیتیم‌دار در دشت ناور را تشخیص دهند. نتایج نشان داد که دشت ناور ولایت غزنی مناطق مناسبی برای استخراج لیتیم

می‌باشد و به دلیل ارزش اقتصادی بالای لیتیم، توسعه معدنی در این منطقه قابل توصیه است (Mack .T. , 2015, p. 34)

ادیب فرهادی و ایمان بکداش (۲۰۲۱). لیتیم افغانستان به عنوان تمرکز استراتژیک ایالات متحده در رقابت قدرت‌های بزرگ. در این تحقیق خلاصه اطلاعات جمع آوری شده توسط سروی جیولوجی ایالات متحده (USGS) در دشت ناور ولایت غزنی، افغانستان ارائه شده است. این تحقیق در مورد پتانشیل افغانستان به عنوان یک مکان استراتژیک برای ایالات متحده در رقابت قدرت های بزرگ به دلیل ثروت معدنی وسیع آن، از جمله لیتیم بحث می‌کند (Farhadi et al., 2021, p. 22)

گاما ادواردو و همکاران (۲۰۱۸). مطالعه‌ای با عنوان "کاربرد تکنالوژی سنجش از راه دور هایپرسپکترال در شناسایی ساحات لیتیم در دشت فومبوتسیتا، برازیل" در دانشگاه فدرال پارانا در برازیل انجام شده است. این تحقیق در سال ۲۰۱۸ منتشر شده است. محققان از اطلاعات هایپرسپکترال به دست آمده از تکنالوژی سنجش از راه دور هایپرسپکترال برای شناسایی ساحات لیتیم دار در دشت فومبوتسیتا استفاده کردند. نتایج نشان داد که این دشت مناطق قابل توجهی برای استخراج لیتیم است و توسعه معادن لیتیم در این منطقه می‌تواند به تحقق اهداف اقتصادی کشور کمک کند (گاما ادواردو، ۲۰۱۸: ص ۱۳۲).

۳. مروری بر روش‌ها

در تحقیق ذیل از روش‌های مختلف کمی و کیفی جهت بدست آوردن اهداف تحقیق استفاده اعظمی شده است که این روش‌ها شامل میتود کتابخانه‌ای، ساحوی و لابراتواری می‌باشد. در قدم نخست از میتود ساحوی را جهت بررسی و ارزیابی ساحات لیتیم دار دشت ناور ولایت غزنی از نزدیک بررسی و مورد ارزیابی قرار گرفته است. با استفاده از تکنالوژی سنجش از راه دور هایپرسپکترال همچنان با استفاده از برنامه سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به صورت حساس و دقت بالا با تحلیل نمودن تصاویر ماهواره‌ای محاسبه گردید.

۳-۱. میتود تحقیقات کتاب خانه یی

از اینکه هیچ تحقیق ساحوی و یا کتابخانه بدون معلومات ابتدایی ناممکن است تا تحقیق شود بناً در تحقیق ذیل از اطلاعات، گزارشات، کتاب‌ها و مقالات داخلی و بین المللی استفاده شده تا معلومات در لیتیم، انواع، انواع ساحات لیتیم دار و پیشنه تحقیق هذا استفاده اعظمی شده است.

۳-۲. میتود تحقیقات ساحوی

برای تثبیت ساحات لیتیم‌دار در گذشته از ساحه مذکور چندین بار توسط محقق ارزیابی و بررسی قرار گرفته است که نتایج آن در بخش نتیجه به طور مفصل بیان می‌گردد.

۳-۳. میتود تحقیقات لابراتواری

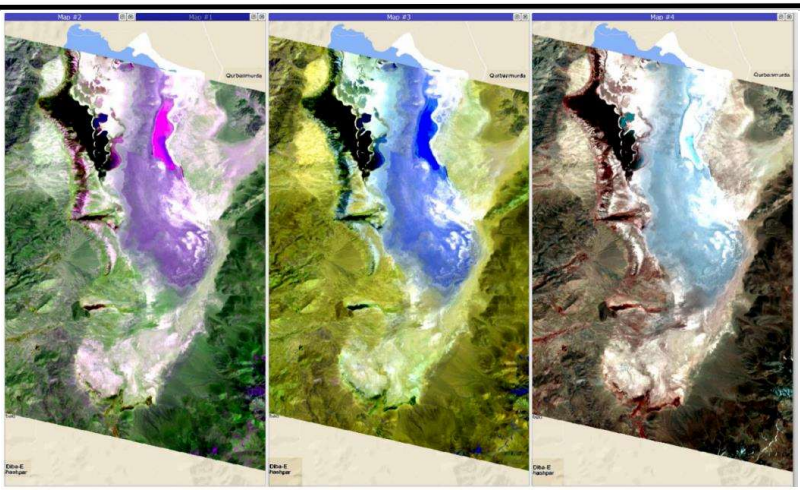
برای تثبیت ساحات لیتیم دار ولایت غزنی در قدم اول ساحات که در گذشته در آن تحقیق صورت گرفته است، عکس برداری نموده، تا علت و عوامل آن مشخص گردد، همچنان برای بلند بردن میزان دقت تحقیق از ساحات مختلف که در آن تحقیق صورت گرفته مدارک (GPS Points) را نیز اخذ می‌نمایم.

در مرحله دوم که عبارت از فعالیت‌های لابراتواری می‌باشد، تصاویر ماهواره‌ای ساحه دشت ناور را با کیفیت مکانی ۳۰ متر و ۵ متر (Resolution) جمع آوری می‌نمایم. و توسط تصاویر ماهواره‌ای به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) نقشه‌های مناطق ساحات لیتیم دار را ترتیب نموده و ساحه آنرا تثبیت می‌کنم.

۴. یافته های تحقیق

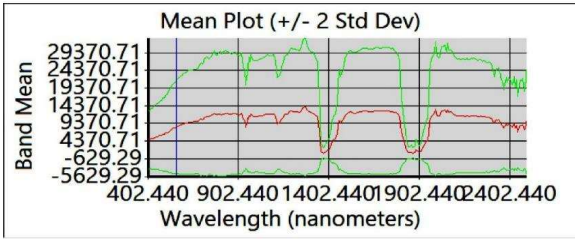
تصویر ماهواره‌ای Prisma منطقه دشت ناور قرار شکل ۱ را در سه باند طیف الکترومقناطیسی متمایز گرفته است: باند مادون سرخ رنگه CIR (Color Infrared)، باند مادون سرخ موج کوتاه (SWIR) و باندهای جیولوجیکی.

این رویکرد چند طیفی امکان تحلیل و تفسیر جامع مشخصات جیولوجیکی منطقه را فراهم می‌کند. مناطق NIR و SWIR مشخصاتی را ارائه می‌کنند که در محدوده بصری قابل مشاهده نیستند.



شکل ۱: تصویر ماهواره‌ای پریزما از دشت ناور در سه باند طیف الکترومقناطیسی مختلف از راست به چپ: باندهای جیولوجیکی، باند مادون سرخ موج کوتاه (SWIR) و باند مادون سرخ رنگه (CIR) ترتیب شده توسط نرم افزار اینمپ باکس (EnMap-box).

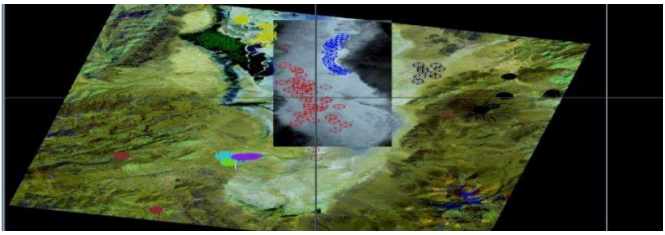
اثرات طیفی هر پیکسل از دشت ناور انجام شد که هدف از آن، تجزیه و تحلیل منطقه دشت ناور غزنی، افغانستان شناسایی خواص طیفی منرال های مختلف لیتیم موجود در این منطقه است. (Mack T. , 2015, pp. 47-48). بعد از انجام مراحل پیش پردازش دیتاها، ایستگاه کاری آنالیز طیفی، نقشه های سطحی منرال‌ها، تجزیه و تحلیل مولفه اصلی، طبقه بندی نظارت نشده، طبق بندی نظارت شده و تجزیه و تحلیل کمی مشخصات طیفی اثر یا امضای طیفی مواد معدنی لیتیم و غیر لیتیم بنابر مشخصات جذب و انعکاس آنها مطابق شکل ذیل با استفاده از نرم افزار ایرداس ایمجاین بدست آمد.



شکل ۲: اثر طیفی لیتیم و غیر لیتیم از منطقه مورد مطالعه دشت ناور

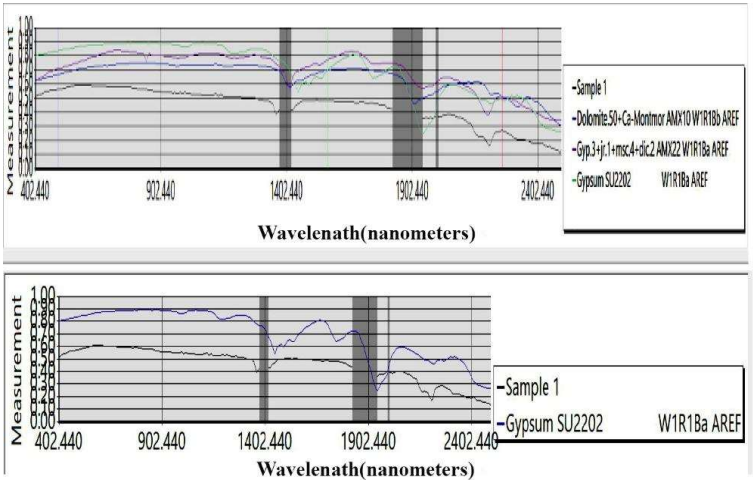
قرار شکل ۲ اثر طیفی لیتیم و غیر لیتیم دشت ناور در انعکاس‌های مختلف نشان داده شده است که خط سبز بالایی اثر لیتیم منطقه مورد مطالعه با انعکاس بالا، خط سرخ اثر لیتیم با انعکاس متوسط

و خط سبز پایینی اثر غیر لیتیمی است. اثر طیفی لیتیم در ذخایر مواد مفیده دشت ناور به سطوح انعکاس بالا، متوسط و پایین طبقه بندی می‌شود. در شکل ۳ و ۴ اثرات مواد معدنی لیتیم به دلیل شباهت مشخصه جذب در طول موج نشان داده شده، یکسان است. در شکل ۴، سه اثر طیفی مختلف نمایش داده شده است که دو اثر نشان دهنده مواد معدنی لیتیم و یکی نشان دهنده مواد معدنی غیر لیتیمی است. نتایج اطلاعات پریزما مقایسه خوبی را بین اثر طیفی منطقه مورد مطالعه و اثر طیفی استندرد سروی جیولوجی ایالات متحده نشان می‌دهد.



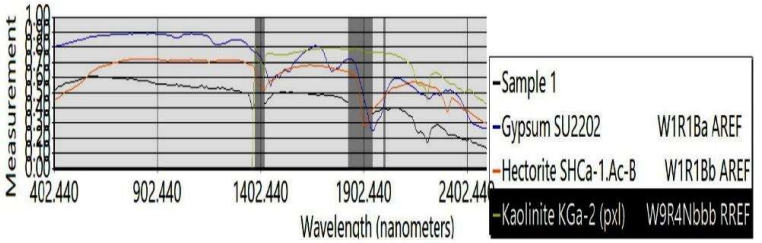
شکل ۳: ایستگاه کاری تجزیه و تحلیل طیفی مورد استفاده در منطقه مورد مطالعه دشت ناور

شکل ۷ ایستگاه کاری تجزیه و تحلیل طیفی مورد استفاده در منطقه دشت ناور غزنی را نشان می‌دهد. چندین پیکسل برای شناسایی مواد معدنی لیتیم نمونه برداری شد. دایره‌های سرخ رنگ نشان‌دهنده اثر منرال‌های لیتیم-بورون هستند، در حالی که دایره‌های آبی رنگ اثر بوراکس را نشان می‌دهند. ترتیب شده توسط نرم افزارا ایرداس امجاین (ERDAS Imagine).



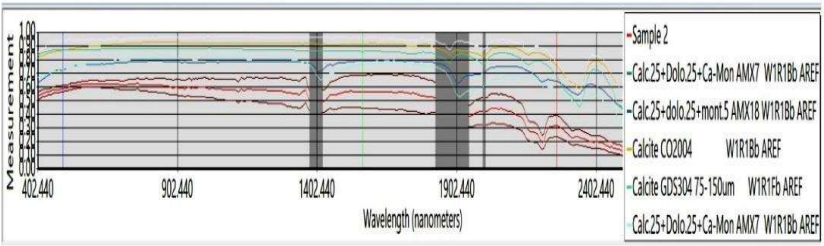
شکل ۴: اثر طیفی لیتیم نمونه ۱، گچ SU2022 از USGS، Gyp-3– و دولومیت –Ca+۵۰ لابراتوار طیفی مونتیمور، انالیز شده توسط نرم افزار ایرداس ایمجاین

مطابق شکل ۴ اثرات طیفی سه نوع مواد مختلف با استفاده از نرم افزار ایرداس ایمجاین بخاطر فهم بهتر اثر طیفی لیتیم مورد تحلیل و تجزیه قرار گرفت. این ارقام از دیتابیس سروی جیولوجی ایالات متحده و لابراتوار طیفی مونتیمور گرفته شده و سپس با همدیگر مقایسه شد. در گراف سه نمونه یی، اثر طیفی لیتیم به رنگ سبز نشان داده شده است و در گراف دو نمونه یی دیده میشود که اثر طیفی لیتیم انومالی بیشتری را نسبت به گچ نشان میدهد. قرار شکل ۵ اثرات طیفی گچ و لیتیم (Li) موجود در دریاچه خشک دشت ناور با نوارهای جذبی آنها مطابقت دارد. با این حال، ویژگی‌های منحصربه‌فرد نمونه لیتیم ۱ و گچ امکان تمایز آن‌ها از سایر منرال‌ها را بر اساس اثرات طیفی‌شان در طول‌موج‌های مختلف تمایز می‌دهد.



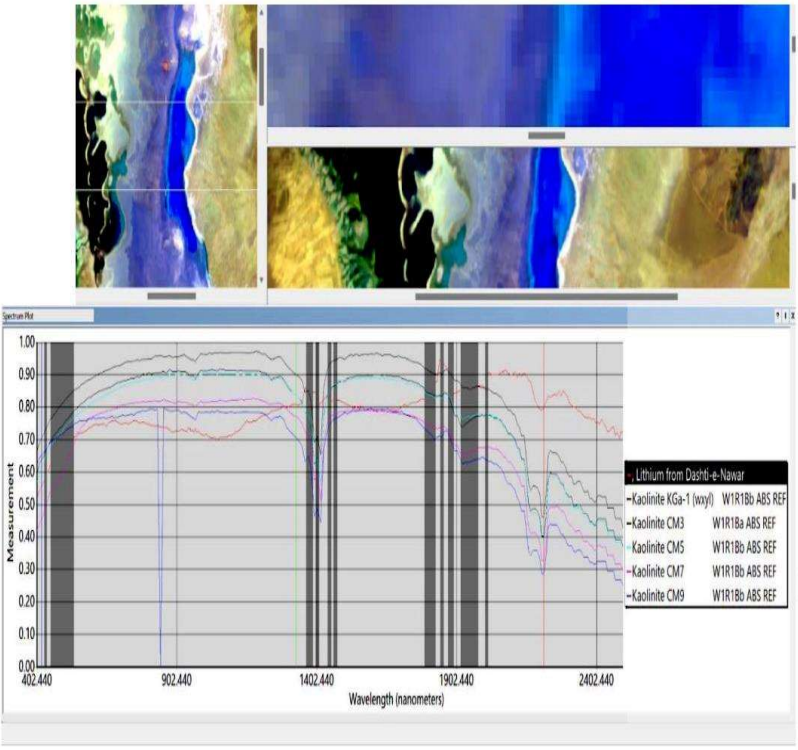
شکل ۵: اثر طیفی نمونه لیتیم (Li). کتابخانه طیفی گچ SU2022، هکتوریت و کاولینیت. از طریق نرم افزار ERDAS Imagine تجزیه و تحلیل شد.

وجود گچ و هکتوریت در دشت ناور برای تولید لیتیم بسیار مهم است؛ زیرا گچ عمدتاً به آب‌نمک‌های لیتیمی مرتبط است. اطلاعات هایپرسپکترال می‌تواند به شناسایی ذخایر بالقوه لیتیم در این منطقه کمک کند همچنان می‌تواند در زمان و هزینه در طول اکتشاف صرفه جویی نموده، اثرات محیط زیستی را کاهش داده و درک جامع‌تری از جیولوجی و منرالوژی منطقه مورد مطالعه ارائه دهد.



شکل ۶: اثر طیفی کالک و کلسیت از کتابخانه طیفی USGS

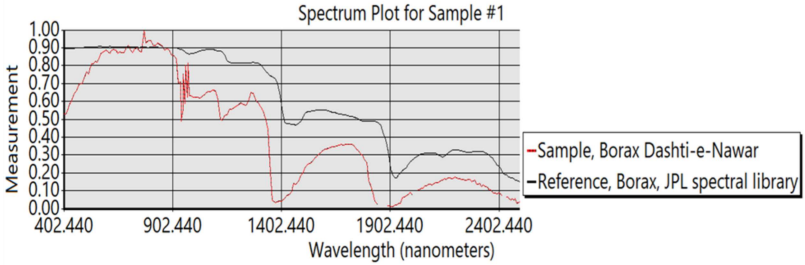
قرار شکل ۶ نمونه ۱ و ۲ اثر طیفی لیتیم (Li) از دشت ناور است که دارای همان مشخصه جذب در کالک با طول موج یکسان است. این گراف توسط نرم افزار ERDAS Imagine ترتیب شد. اثرات طیفی مواد معدنی لیتیم از دشت ناور مشخصه جذب مشابهی را با کالک تبارز می‌دهد که نشان دهنده حضور مواد معدنی کالک سیلیکات در دریاچه خشک دشت ناور است. این تجزیه و تحلیل، با استفاده از نرم افزار ERDAS Imagine، به درک تنوع مواد معدنی و تغییرات پتروگرافیکی بالقوه در منطقه مورد مطالعه کمک می‌کند.



شکل ۷: اثر طیفی پنج منرال کاولینیتی مختلف

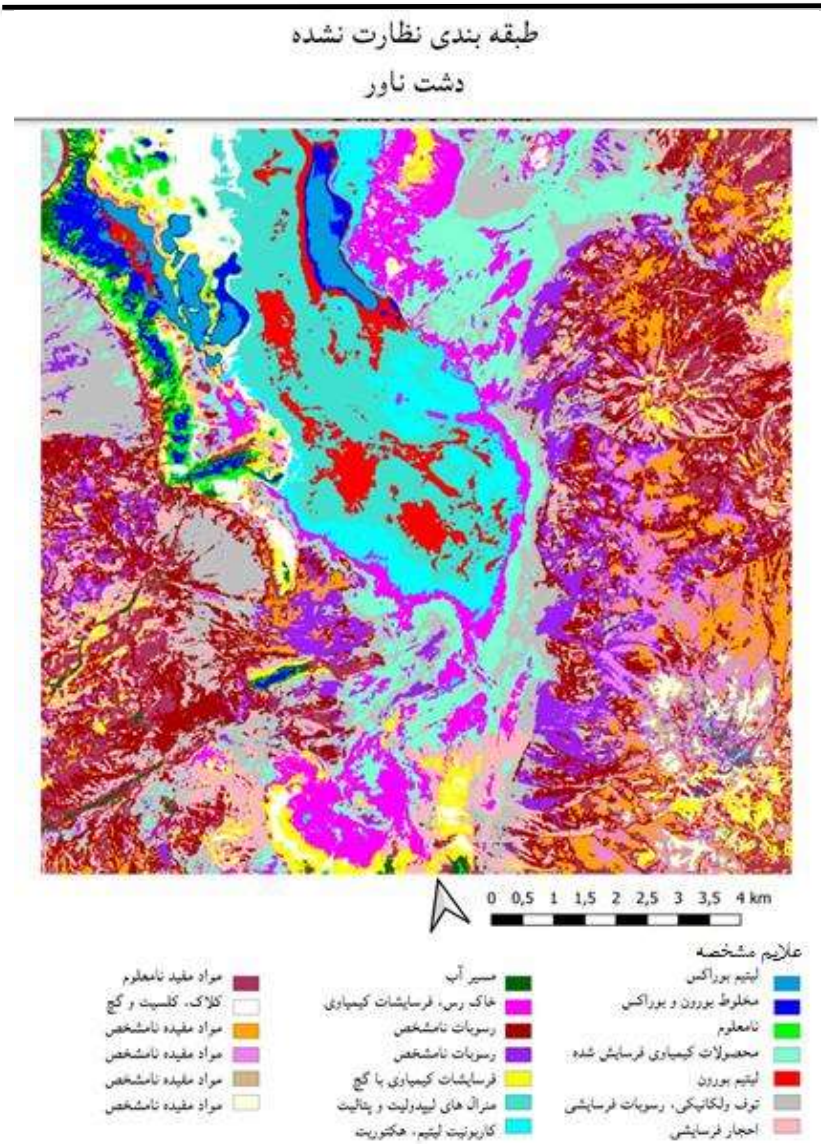
اثر طیفی پنج منرال کاولینیتی مختلف از کتابخانه طیفی USGS و یک نمونه از لیتیم با اثر منرال کاولینیت در دشت ناور با مشخصات جذب مشابه در مناطق NIR و SWIR. این نقشه توسط نرم افزار ERDAS Imagine ترتیب شد. وجود پنج منرال کاولینیتی قرار شکل ۷، از جمله با تشکیل لیتیم و رسوبات چشمه‌های حرارتی خشک در منطقه مرتبط است. این یافته‌ها بینش‌های ارزشمندی

را در مورد ترکیب‌های مواد معدنی و مشخصات منطقه مورد مطالعه ارائه می‌کند و حضور منرال‌های کاولینیت را در کنار تشکیل منرال لیتیم برجسته می‌کند.



شکل ۸: دو اثر طیفی بوراکس به رنگ سرخ از دشت ناور و به رنگ سیاه اثر بوراکس(Source: ERDAS Imagin (software.

اثرات طیفی در شکل ۸ مواد معدنی بوراکس در منطقه دشت ناور را با ترکیب معدنی شناسایی شده نشان می‌دهد. نرم افزار ERDAS Imagine به شناسایی و مقایسه این اثرات کمک می‌کند و تجزیه و تحلیل محتوای مواد معدنی و مشخصات آن را فراهم می‌کند. در این تحقیق از پروفایل‌های طیفی برای نقشه برداری و طبقه بندی غلظت مواد لیتیمی در منطقه مورد مطالعه، با استفاده از اطلاعات بدست آمده از تصاویر ماهواره‌ای دشت ناور استفاده شده است. اطلاعات برای حذف سر و صدا، اثرات اتموسفیری و افزایش کیفیت از طریق عیارسازی رادیومتریک و ثبت تصویر از قبل پردازش شده‌اند. مشخصات مربوطه و باندهای طیف از جمله استفاده از تجزیه و تحلیل اجزای اصلی (PCA) برای کاهش ابعاد استخراج شدند. تجزیه و تحلیل اجزای اصلی (PCA) در منطقه دشت ناور برای شناسایی پیکسل‌های مهم مربوط به شناسایی اثرات طیفی لیتیم انجام شد. اولین ویژگی جذب، باند ۱۰۵ در منطقه NIR و دومین ویژگی جذب، باندهای ۱۵۱–۱۵۸ با طول موج از ۱۸۴۱ تا ۱۹۰۴ نانومتر بیشترین سهم را در اولین جزء اصلی داشتند. این مطالعه پتانسیل استفاده از دیتاهای هایپرسپکترال پریزما را با وضوح بالاتر برای شناسایی رسوبات مواد معدنی نشان می‌دهد.



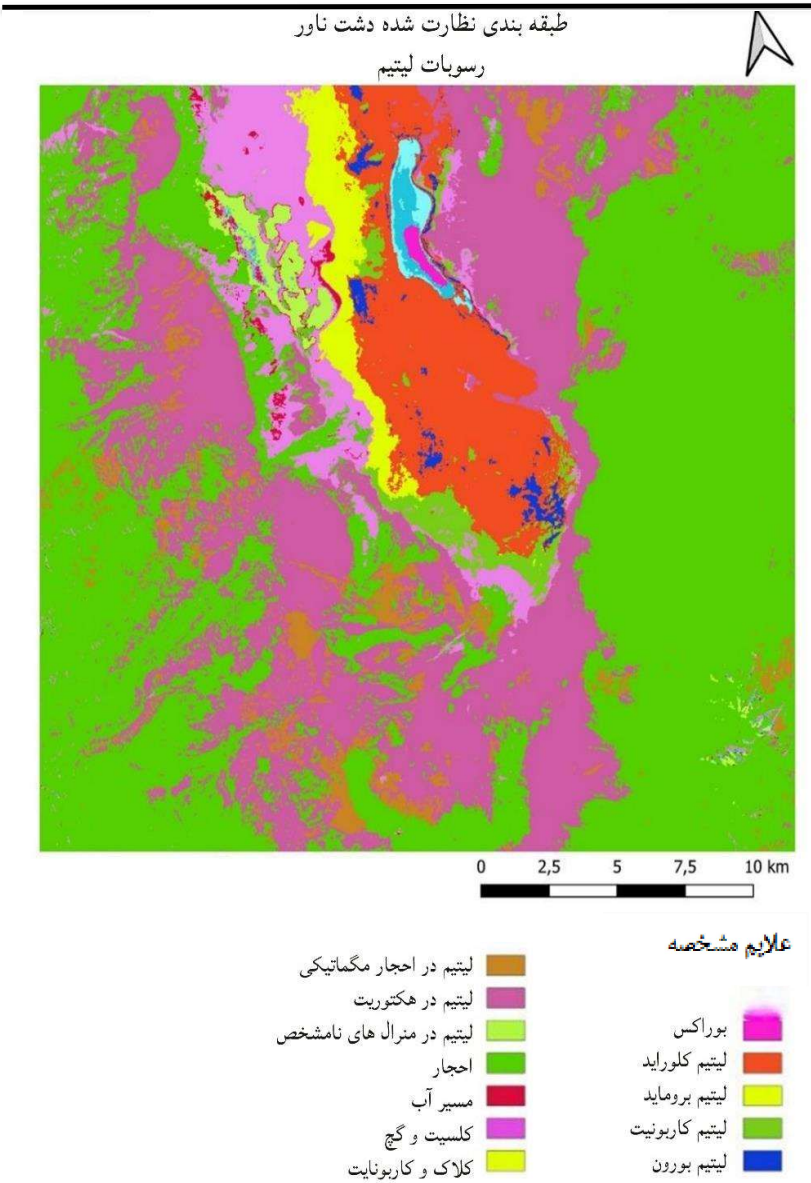
شکل ۹: تجزیه و تحلیل اجزای اصلی (PCA) در منطقه مورد مطالعه

قرار شکل ۹ تجزیه و تحلیل اجزای اصلی (PCA) در منطقه دشت ناور ولایت غزنی توسط میتود طبقه بندی بدون نظارت ارائه شده است و در شکل ۱۰ میتود طبقه بندی با نظارت که مشخصه با رنگ زرد منطقه معدنی لیتیم بوراکس است که از طریق نرم افزار ERDAS Imagine بدست آمده است. در جدول ۱ محاسبه منطقه ذخایر معدنی لیتیم در بالای دریاچه نمکی دشت ناور بر اساس اطلاعات طبقه بندی بدون نظارت ارائه شده است.

جدول ۱ : محاسبه منطقه ذخایر معدنی لیتیم در دشت ناور

شماره	نام	رنگ	پیکسل	مساحت (Km²)
۱	بوراکس	آبی	۱۱۴۶۲	۱۰.۳
۲	بورون و بوراکس و بعضی منرال های مختلط	آبی تیره	۱۲۶۵۹	۱۱.۵
۳	لیتیم کلوراید	فیروزه‌ای	۵۶۷۶۲	۵۱.۱
۴	بورون	سرخ	۲۴۴۶۲	۲۲.۰
۵	کالک و کلسیت ($CaCO_3$)	سفید	۳۹۲۵۵	۳۵.۳
۶	توف ولکانیکی و رسوبات فرسایشی	خاکستری	۲۷۵۰۷	۲۴.۸
۷	گل رس فرسایش شده مرتبط با لیتیم	رنگ رُز	۵۹۰۷۱	۵۳.۲
۸	گل رس و رسوبات فرسایشی	گلابی	۶۷۶۴۳	۶۰.۹
۹	لیتیم کاربونیت (Li_2CO_3)	آبی روشن	۱۰۲۷۴۳	۹۲.۵
	مجموعه مساحت		۳۶۱۶(km²)	

قرار شکل ۱۴ طبقه بندی تحت نظارت منطقه دشت ناور غزنی نشان دهنده ۱۲ صنف مختلف بر فراز دشت ناور که با استفاده از نرم افزار ERDAS Imagine تجزیه و تحلیل شده است.



شکل ۱۴: طبقه بندی تحت نظارت منطقه مورد مطالعه

۵. مناقشه

این تحقیق وجود لیتیم را در سطح دشت ناور نشان می‌دهد که از طریق تجزیه و تحلیل اطلاعات کتابخانه‌های معدنی، جیوکیمیاوی و طیفی USGS شناسایی شده است. ترکیب سنجش از دور و اطلاعات جغرافیایی، موقعیت و نقشه برداری جیولوجیکی لیتیم را در منطقه امکان پذیر کرد. استفاده از پارامترهای باند جذب و PCA می تواند به شناسایی مناطقی با پتانسیل بالا برای استخراج سنگ معدنی لیتیم کمک کند. استفاده از اطلاعات هایپرسپکترال برای مطالعه و اکتشاف ساحات لیتیم دار تأثیرات مثبت قابل ملاحظه داشته است. تحقیقات قبلی از نقشه برداری جیوبوتانیکی، نقشه برداری لیتولوجیکی، نقشه برداری منرالوجیکی و رویکردهای تشخیص مواد معدنی لیتیم استفاده کرده‌اند. با این حال، این تحقیق با موفقیت توانست به سوالات تحقیق پاسخ دهد.

۶. نتیجه‌گیری

اطلاعات هایپرسپکترال می‌توانند مشخصات طیف منحصر به فرد رسوبات لیتیم-بورون را تشخیص نموده و به طور قابل توجهی هزینه‌های اکتشاف را کاهش داده و اثرات محیط زیستی را به حداقل برساند. ترکیب چندین طبقه بندی در یک پیش بینی می‌تواند دقت و عملکرد اکتشاف لیتیم را بهبود بخشد. با این حال، استفاده از سنجش از راه دور هایپرسپکترال در ساحات لیتیم دار دشت ناور با چالش‌هایی هم‌چون دشواری در تشخیص انواع مختلف مواد معدنی لیتیم به دلیل مشخصات مشابه و دسترسی محدود به تصاویر هایپرسپکترال که مناطق طول موج طولانی‌تر را پوشش می‌دهد مواجه است. تعمیم این رویکردها به انواع دیگر رسوبات لیتیم می‌تواند به ایجاد سنجش از راه دور به عنوان یک ابزار اساسی در اکتشاف لیتیم کمک کند.

تجزیه و تحلیل اثر طیفی برای تشخیص عناصر لیتیم و غیر لیتیم، از جمله بورون با بررسی مشخصات جذب و انعکاس متمایز آنها استفاده شد. نتایج نشان داد که مقایسه مطلوبی بین اثر لیتیم در منطقه مورد مطالعه (دشت ناور) و اطلاعات مرجع از کتابخانه طیفی USGS وجود دارد.

مقایسه اثر طیفی ساحات لیتیم دار دشت ناور غزنی با اثر طیفی ساحات لیتم دار منطقه سالار دی ایونی بولیویا برای کسب نتیجه بهتر در مورد شناخت اثر طیفی لیتیم انجام شد که در نتیجه اثر مشابه طیفی در رسوبات لیتیم دار این دو منطقه به علت موجودیت لیتیم در هر دو ساحه تثبیت گردید.

وجود گچ، کلسیت و هکتوریت در ارتباط با لیتیم پتانسیل بالایی برای تولید لیتیم را نشان می‌دهد. بورون و بوراکس عمدتاً در دریاچه و مناطق کوهستانی اطراف موجود می‌باشد. توزیع آنها مطابق طبقه بندی، نقشه برداری شد. غلظت مواد معدنی لیتیم بر اساس اثر طیفی منحصر به فرد آنها تجزیه و تحلیل شد و طبقه بندی بدون نظارت برای محاسبه میزان ذخایر مواد معدنی و عناصر مورد استفاده قرار گرفت. در نتیجه، اطلاعات هایپرسپکترال ابزاری ارزشمند برای شناسایی و کشف مواد معدنی، به ویژه مواد معدنی لیتیم که برای انرژی‌های تجدید پذیر و تکنالوژی بطری‌های لیتیمی بسیار مهم است، ثابت شد. تحقیقات بیشتری برای تأیید نتایج با استفاده از اطلاعات ساحوی و ارزیابی اقتصادی استخراج لیتیم از دشت ناور ضروری است.

۷. فهرست منابع

۱. ادوارد گاما و همکاران .(2018) .*کاربرد تکنالوژی سنجش از راه دور فراطیف در شناسایی ساحات لیتیم در دشت فومبوتسیتا* .برزیل: دانشگاه فدرال پارانا.

۲. فیروز, ن. م .(1357) .*جیولوجی منطقوی افغانستان* .کابل: انتشارات پول تخنیک.

3. Ahmadi, H. Mosazai, A & Yousufi, A. (2017). *The Geological Characteristics and Economical Importance of Pegmatite Belt of Afghanistan.*
4. Bedini, E. (2017). The use of hyperspectral remote sensing for mineral exploration: A review. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing, 7*, 189. Retrieved from https://doi.org/10.29150/jhrs.v7.4.p189-211
5. Bhattacharya, S., Acharya, A., Biswas, D., Das, A. S., & Singh, L. S. (2018). Conductivity spectra of lithium ion conducting glassy ceramics. *Physica B: Condensed Matter, 546*, 10-14. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.physb.2018.07.021
6. Brezini, S. E., & Deville, Y. (2023). Hyperspectral and Multispectral Image Fusion with Automated Extraction of Image-Based Endmember Bundles and Sparsity-Based Unmixing to Deal with Spectral Variability. *Sensors Article 4*, 23. doi:https://doi.org/10.3390
7. Clark, R. N., Swayze, G. A., Livo, K. E., Kokaly, R. F., Sutley, S. J., Dalton, J. B., McDougal, R. R., & Gent, C. A. (2003). Imaging spectroscopy: Earth and planetary remote sensing with the USGS Tetracorder and expert systems. *Journal of Geophysical Res*, 28-31.
8. Farhadi, Adib, Ayman, Bekdash. (2021). Afghanistan's Lithium as Strategic U.S. Focus in the Great Power Competition.
9. Kokaly, R. F., & Clark, R. N. (1999). Spectroscopic Determination of Leaf Biochemistry Using Band-Depth Analysis of Absorption Features and

Stepwise Multiple Linear Regression. *Remote Sensing of Environment, 67(3)*, 267-287. doi:https://doi.org/10.1016/S0034-4

10. Lisa L. Stillings, T. J. (2015). A summary of data collected by the U.S. Geological Survey at Dasht-e-Nawar, Afghanistan, in support of lithium exploration. 65.
11. Mack, T. (2015). A summary of data collected by the U.S. Geological Survey at Dasht-e-Nawar, Afghanistan, in support of lithium exploration. 45-50. doi:10.3133/ofr20151059.
12. Mack, T. (2015). A summary of data collected by the U.S. Geological Survey at Dasht-e-Nawar, Afghanistan, in support of lithium exploration. Retrieved from https://doi.org/10.3133/ofr20151059
13. Mashkoor, Rahmuddin, Hemayatullah Ahmadi, Abdul Baqi Rahmani, Emrah. (2022). Detecting Li-bearing pegmatites using geospatial technology: the case of SW Konar Province, Eastern Afghanistan. *Geocarto International*, 30-50.
14. Miller, R. M., Wnuk, C., & Sabins, F. (2023, june 22). *Technical (43-101) report on the evaporite mineral deposit, Namaksar-e-Herat dry lake, Herat Province, Afghanistan. Mission Selection Form. (n.d.).* Retrieved from http://prisma.asi.it/missionsel
15. Sahoo, R., Pargal, S., Pradhan, S., & Krishna, G. (2013, juanary 21). Processing of Hyperspectral Remote Sensing Data. pp. 80-100. Retrieved from https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1642.9609