Archive of SID

بارزسازی هماتیت گنبد نمکی پل هرمزگان با استفاده از داده های آستِر

هاشمی تنگستانی، مجید[1]؛ آقاسی، امیر[2*]
[1]دانشیار بخش علوم زمین، دانشگاه شیراز
[2]دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی اقتصادی بخش علوم زمین، دانشگاه شیراز

چکیده:
آهن بصورت میان‌لایه در نمک سری هرمز شناخته شده است. آهن سری هرمز در برخی از گنبدهای نمکی زاگرس چه بصورت کانه و چه بصورت خاک سرخ در حال استخراج است. کوه نمک پل مشرف بر خلیج فارس و مجاور جاده بندرپل – قشم دارای موقعیت مناسب تجاریی و دسترسی، بعنوان یکی از گنبدهای نمکی صعب العبور زاگرس برای بارزسازی هماتیت با استفاده از سنجش از دور انتخاب گردید. با توجه به ویژگی جذبی هماتیت در محدوده مرئی، روش پردازش نسبت گیری باندی ۲/۱ استر برای این منظور اجرا شد. نتایج پردازش اجرا شده با بازدیدهای صحرایی، روش اجرا شده را تایید می کند. هماتیت بارز شده با رخنمونهای پتاس آهن دار همپوشانی دارد و می تواند بعنوان یک راهنمای اکتشافی برای پی جویی پتاس آهن دار، مورد استفاده قرار گیرد.

کلید واژه:
نسبت گیری باندی، سری هرمز، گنبد نمکی پل، هماتیت

مقدمه
گنبدهای نمکی زاگرس از نظر زمین شناسی نفت، کانه زایی آهن، مس، کانیهای رادیواکتیو، کانیهای پتاسیم و نمک حائز اهمیت اند. شناسایی و نقشه برداری کانیهای متنوع حاضر در گنبدهای نمکی زاگرس که حاوی بلوک‌های آذرین و رسوبی غیر مرتبط با تبخیر شیمیایی سری هرمز اند، بویژه در آنهایی که صعب العبورند و دسترسی به آنها پرهزینه و یا مشکل است، با استفاده از سنجش از دور می تواند حائز اهمیت باشد. کانی زایی آهن بصورت میانلایه‌های نواری همراه با نمک و ماسه سنگ سازند هرمز شناخته شده است و آهن و خاک سرخ در گنبدهای نمکی تاشکِند، تنگ‌زاغ، هرمز، و لارک در حال استخراج است. آهن سری هرمز بشکل هماتیت، گوتیت، و خاک سرخ همراه با انیدریت می باشد. مورد مطالعه این مقاله، گنبد نمکی پل در استان هرمزگان و در ۵ کیلومتری شمال بندر پل مشرف بر خلیج فارس است. اجرای پردازه‌های مختلف روی داده‌های سنجنده استِر جهت نقشه برداری کانیایی و سنگ شناختی در سازندها و ایالتهای مختلف زمین شناختی بشرط آنکه کانی مورد آشکارسازی دارای ویژگی طیفی قابل شناسایی در محدوده طیفی ۱۴ باندی استِر باشد، موفقیت آمیز بوده است. Rowan و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی داده‌های استِر برای نقشه برداری سنگشناختی کمپلکس اولترامافیک مردر استرالیا، نشان دادند که ویژگی جذبی $Fe,Mg-OH$ در واحدهای مافیک و الترامافیک آن کمپلکس غالب هستند. مطالعات موفقیت آمیز دیگری توسط (Hosseinjani and Tangestani; Oztan and Suzen; Rowan and Mars; Tangestani and Moore; Tayebi et al.) برای تهیه نقشه زمین شناختی مناطق مختلف با استفاده از سنجش از دور انجام شده است. مطالعات زمین شناسی در گنبد نمکی پل به مطالعات زمین شناسی عمومی گنبدهای نمکی زاگرس که طی قرن بیستم توسط

*نویسنده مسئول
Email: amir.aghassi@shirazu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

زمین شناسان شرکت نفت انجام شده و بعضا بصورت موردی سنگ شناسی عمومی و بلوک‌های آذرین غیر تبخیری این گنبدها را تشریح کرده‌اند بعلاوه مطالعات پراکنده از نظر هیدرولوژی، تکتونیک، و زمین شناسی اقتصادی گنبدهای نمکی زاگرس محدود می شود (Talbot et al., 2009; Pilgrim, 1908; Kent, 1979; Gansser, 1992Davoudzadeh, 1990;). در سالهای اخیر مراحل اکتشاف مقدماتی و تفصیلی پتاس در گنبد نمکی پل انجام شده و همراهی آهن با پتاس به ثبات رسیده است (Talbot et al., 2009; فرهادی, ۱۳۸۲). تاکنون نتایج مطالعات سنجش از دور بر اساس ویژگی های طیفی کانیایی گنبد نمکی پل در دسترس نیست. نظر به توپوگرافی خشن و صعب العبور بودن کوهستان نمک پل، آشکارسازی واحدهای مختلف سنگ شناسی بویژه نواحی مرتفع و غیر قابل دسترسی گنبد نمکی پل بعنوان یک نقشه پایه زمین شناسی برای اهداف آتی اکتشافات نفتی، مطالعات هیدرولوژی، و اکتشافات معدنی حائز اهمیت است. هدف این مقاله استفاده از داده‌های سنجنده استرِ بعنوان یک ابزار سودمند دورسنجی زمین شناختی، برای آشکار سازی پراکندگی کانیهای آهن گنبد نمکی پل است. طیف بازتابشی الکترومغناطیسی کانی‌های آهن مثل هماتیت و گوتیت شناخته شده است. با پردازش داده استرِ و بکارگیری روش نسبت گیری باندی[۲]، پراکندگی و فراوانی کانه زایی آهن بصورت هماتیت نمایش داده می شود. برای کنترل نتایج و راستی آزمایی روش اجرا شده، بازدید صحرایی صورت گرفته است.

زمین شناسی

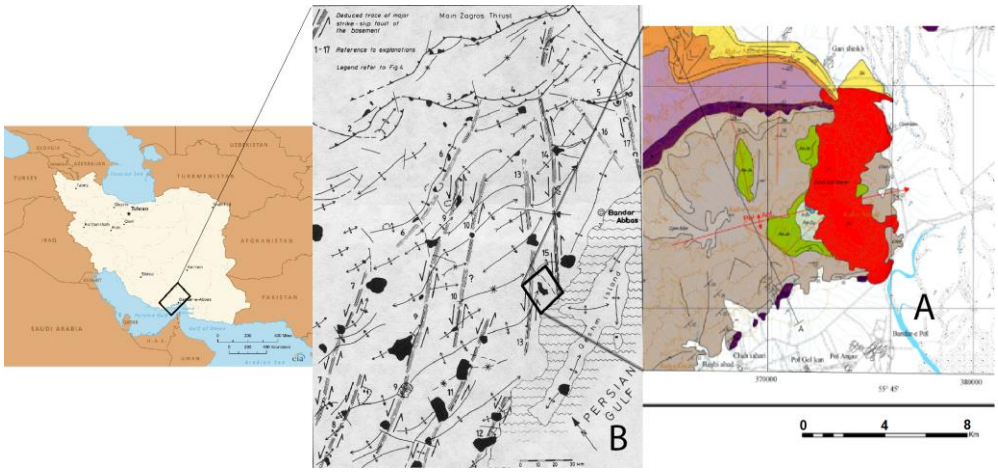
گنبد نمکی پل، کوهستانی از نمک است به ارتفاع قله ۷۲۰ متر از سطح دریا و به شکل بومرنگ به طول ۸ و عرض ۳ کیلومتر که از میان گسلهای امتدادلغز زاگرس چین خورده (Talbot et al., 2009Furst, 1990;)، به سطح زمین فوران کرده است. بر اساس مشاهدات صحرایی، صخره های نمکی سفید تا خاکستری، سرخ، سبز، و سیاه، با میان‌لایه‌های ماسه سنگ ارغوانی آهن دار در بعضی جاها به شکل کانه آهن، انیدریت سرخ آهن دار، سنگ آهک مارنی چرمی رنگ، دولومیتها و بلورهای کلسیت سیاه، و زیر لایه های حاوی کانه اولیه و برون رست های ثانویه پتاس، همراه با بلوکهای آذرین مافیک دلریتی و گرانیتوییدها، سنگ‌شناسی غالب گنبد نمکی پل را تشکیل میدهند. آهن، شکل غالب کانه‌زایی فلزی سری هرمز (Kent, 1979)، و هماتیت، کانی غالب آهن این سری و همچنین گنبد نمکی پل می باشد. آهن پل، لایه های الیژیستی را به ضخامت چند سانتی‌متر، بشکل خالص یا مخلوط با میان‌لایه‌های نمک و یا ماسه سنگ، و بصورت برون رستهای بازماندی بعد از فرسایش نمک، تشکیل میدهد (شکل۱).

شکل ۱. برون رستهای بازماندی هماتیت بعد از فرسایش نمک در دامنه شرقی کوهستان پل.

[۲] Band ratio

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. A. نقشه زمین شناسی گنبد نمکی پل و سازندهای مزو و سنوزوییک زاگرس حومه آن در نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ شرکت نفت. B. نقشه ساختاری چین خوردگی و گسلهای امتدادلغز (Furst, 1990) برای چند گنبد نمکی زاگرس چین خورده و موقعیت گنبد نمکی پل (کادر).

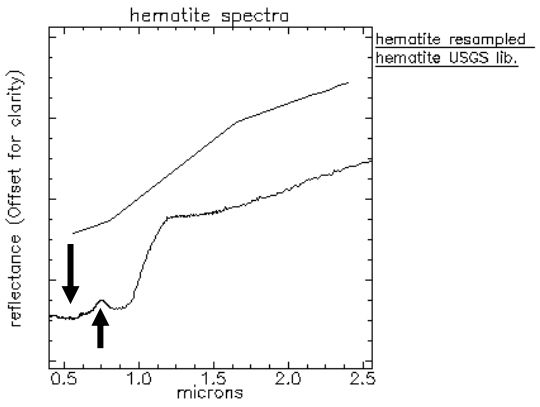
سازندهای مزو و سنوزوئیک زاگرس، بعنوان روباره و ویکی از عوامل محرک دیاپیریسم سری هرمز، در ناحیه گنبد نمکی پل بر اساس نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ شرکت نفت، از قدیم به جدید شامل سازندهای ایلام وسروک از گروه بنگستان، پابده، گورپی، جهرم، آسماری، عضو چهل گچساران، عضو چمپه و مول گچساران، عضو گوری میشان، آغاجاری، و بختیاری می باشند (شکل۲).

پردازش تصویر

سنجنده استر نصب شده روی ماهواره ترا، محدوده مرئی، فروسرخ نزدیک، و فروسرخ گرمایی طول موج الکترومغناطیسی را در ۱۴ باند ضبط می کند. بعد از پرتاب استر با در نظر گرفتن ویژگیهای جذبی طیف کانیها، پردازه های متنوعی برای بارز سازی کانیهای مختلف توسعه پیدا کرد. این سنجنده یکی از پرکاربردترین ابزارهای دورسنجی طیفی فضابرد برای اهداف زمین شناختی است و امکان نمایش هماتیت که سوژه ای شاخص و مهم برای دورسنجی طیفی است، در گنبدهای نمکی سری هرمز زاگرس که بعضا مثل گنبد نمکی پل صعب العبورند یا بدلیل شرایط جوی و اقلیمی منطقه، دسترسی به آنها آسان نیست، با هزینه کم فراهم می کند. اکسیدها، هیدروکسیدها، و سولفاتهای آهن مورد بسیار مناسبی برای سنجش از دور هستند از این جهت که فراوانی و قابلیت تشخیص بالایی دارند (Clarck, 1999). طیف هماتیت با جذب تبادل بار در ۰،۵۳ میکرون شناخته می شود (شکل۳) (Ehlmann et al., 2012). حضور آهن در گنبدهای نمکی زاگرس در منحصر بفرد است. نمایش برون رست ها و میانلایه های هماتیت که در بعضی قسمتهای گنبدنمکی پل ارزش اقتصادی دارند، از نظر توان سنجی معدنی گنبد نمکی پل و دیگر گنبدهای نمکی زاگرس حائز اهمیت است. نسبت استر 2/1 برای آشکار سازی هماتیت (Fe^{3+}) توسط محققین بکار رفته است (Rowan and Mars, 2003Meer et al., 2012 ;). برای آشکارسازی هماتیت گنبد نمکی پل، بعد از اعمال تصحیح هندسی بر اساس نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و Google Earth، روش نسبت گیری باندی بر روی بسته تصویر طیفی استر L1-B که در ۶ نوامبر ۲۰۰۴ میلادی از منطقه گرفته شده، اجرا شده است. تصاویر نسبت باندی برای افزایش تمایز طیفی یک ویژگی جذبی در محدوده ای معین از طول موج طراحی شده اند و بطور گسترده ای در دورسنجی زمین شناختی مورد استفاده قرار گرفته اند. استفاده از این روش باعث حذف اثر سایه و توپوگرافی می شود و ویژگی جذبی کانی مورد نظر در یک منطقه را ارتقا می هد (Mustard and Sunshine, 2004). لیکن در محدوده باندی استر فقط برای معدودی از کانیها کاربرد دارد.

www.SID.ir

Archive of SID



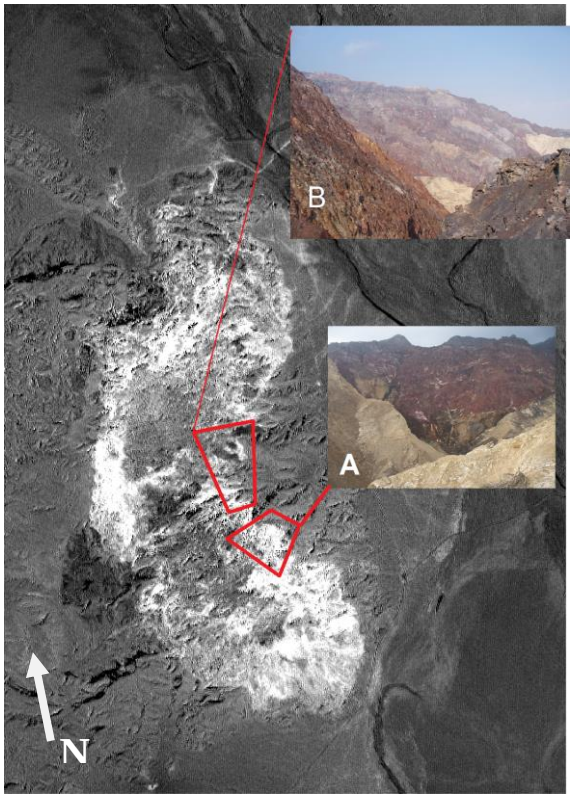
شکل ۳. طیف کتابخانه ای USGS و بازنویسی شده هماتیت روی استرِ ۹ باندی. ویژگی جذبی اصلی هماتیت مربوط به عامل هماتیت در 0.86 و 0.53 میکرون مشاهده می شود. بعد از بازنویسی طیف کتابخانه روی ۹ باند استر اثر جذب در 0.86 خفیف می شود. مناسب ترین نسبت باندی، نسبت انعکاس محدوده 0.6 به محدوده جذب 0.53 است.

نتایج و بحث

اجرای نسبت باند ۲ به باند ۱ استرِ، حاکی از فراوانی متمایز هماتیت در گنبد نمکی پل نسبت به سازندهای اطراف است. نتایج حاصل بخوبی با مشاهدات صحرایی، و گزارشهای قبلی مبنی بر کانه زایی آهن بصورت نواری و میانلایه در سری هرمز سازگار است. نواحی بارز شده شامل هماتیت برنگ سرخ بصورت میانلایه های درون صخره های نمکی و بطور محلی خاک سرخ، آهن موجود در مارنهای بازماندی قهوه ای روی صخره های نمک، و اکسیدهای آهن موجود در سطح هماتیتهای پولکی می باشد. هماتیت دانه درشت بدلیل نداشتن ویژگی جذبی قابل توجه از طریق سنجش از دور به‌راحتی قابل آشکارسازی نیست و هرچه دانه ریزتر باشد آشکارسازی آن دقیق تر خواهد بود. انحلال پذیری اکسیدهای آهن، پایداری آن را در یک محیط طبیعی، بدلیل در معرض قرار گرفتن آبهای اسیدی طی زمان زمین شناسی، محدود می کند. بنابراین شرایط اسیدی و احیایی محیط، می تواند باعث ایجاد شکلهای مختلف یونهای آهن دو و سه ظرفیتی در اثر انحلال هماتیت و مگنتیت شود. در شرایط اسیدی و مستقل از پتانسیل احیا، انحلال هماتیت باعث تشکیل آهن سه ظرفیتی (Fe^{3+}) می شود (Faure, 1998)، و همچنین از واکنش Fe^{3+} آزاد شده بعد از انحلال نمک هرمز، با اکسیژن، هماتیت تشکیل می شود (شکل1). در واقع خاک سرخ، و میان‌لایه‌های سرخ رنگ نمک، نیز صخره های سرخ نمکی کوه پل، هماتیتهای دانه ریزی هستند که بارز شده اند. شکل ۴ نواحی با مقدار هماتیت بالا را برنگ سفید نمایش داده است. رخنمونهای حاوی پتاس آهن دار نیز با استفاده از نسبت گیری باندی در همپوشانی با رخنمون وسیع هماتیت گنبد نمکی پل بارز شده اند (شکل ۴-A).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴. تصویر تک رنگ حاصل از اجرای نسبت گیری باندی برای بارز سازی هماتیت (نواحی با سپیدایی بالا). A و B- نمونه ای از نقاط کنترلی دامنه شرقی کوه پل، نمک سنگی حاوی میانلایه های هماتیت برنگ سرخ، نارنجی، و سیاه دیده می شوند. در وسط-پایین شکل A رخنمونهای پتاس ثانویه آهن دار دیده می شوند. C- تصویر ترکیب رنگی کاذب RGB: 824 استرِ.

نتیجه گیری

نسبت گیری باندی، یک رهیافت سریع و موفق برای نقشه برداری هماتیت گنبد نمکی پل با استفاده از سنجش از دور ارائه می دهد. نواحی بارز شده بیشتر شامل ذرات هماتیت هستند که به مرور زمان و بعد از انحلال نمک دربرگیرنده آنها بویژه در حاشیه کوهستان پل به هماتیت های درشت دانه تر برنگ سیاه تبدیل شده اند. این ذرات هماتیت بصورت خاک سرخ، و خاک قهوه ای مخلوط با مارن و انیدریت، میانلایه های سرخ درون لایه های نمک و ماسه سنگ، و صخره های سیاه و نارنجی حاوی کانه پتاس آهن دار می باشند. بارز سازی هماتیت می تواند یک راهنمای اکتشافی برای پی جویی رخنمون های پتاس آهن دار باشد. زمینه سنجش از دور برای نقشه برداری دیگر کانیهای با ویژگی جذبی قابل شناسایی در محدوده ۱۴ باندی استِر در گنبد نمکی پل که حاوی بیگانه سنگهای آذرین مافیک، فلسیک، رسوبی کربناته و ماسه سنگی، رخنمونهای پتاس، ژیپس و انیدریت، می باشد، پابرجاست.

منابع:

فرهادی ر. ۱۳۸۲. اکتشاف عمومی پتاس در گنبد نمکی پل, سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

Clarck, R. N., 1999, Spectroscopy of Rocks and Minerals, and Principles of Spectroscopy, *in* Rencz, A. N., ed., Manual of Remote Sensing; Remote Sensing for the Earth Sciences Volume 3: the United States of America, WILEY.

Davoudzadeh, M., 1990, Some dynamic aspects of the salt diapirism in the southern Iran: Proceedings of Symposium on DIAPIRISM With special reference to IRAN, v. 2.

www.SID.ir

Archive of SID

Ehlmann, B. L., Bish, D. L., Ruff, S. W., and Mustard, J. F., 2012, Mineralogy and chemistry of altered Icelandic basalts :Application to clay mineral detection and understanding aqueous environments on Mars: Journal of Geophysical Research, v. 117, no. E00J16.

Faure, G., 1998, Principles and Applications of Geochemistry, the United States of America, Prentice-Hall.

Furst, M ,۱۹۹۰ ,.Strike-slip faults and diairism of the south-eastern Zagros ranges: Proceedings of Symposium on DIAPIRISM With special reference to IRAN, v. 2, p. 149-182.

Gansser, A., 1992, The enigma of the Persian salt dome inclusions: Eclogae Geologicae Helvetiae, v. 85, no. 3, p. 825-846.

Hosseinjani, M., and Tangestani, M. H., 2011, Mapping alteration minerals using subpixel unmixing of ASTER data in the Sarduiyeh area, SE Kerman, Iran: International Journal of Digital Earth, v. 4, p. 487-504.

Kent, P. E ,۱۹۷۹ ,.The emergent Hormuz salt plugs of Southern Iran: Journal of Petroleum Geology v. 2, p. 117-144.

Meer, F. D. v. d., Werff, H. M. A. v. d., Ruitenbeek, F. J. A. v., Hecker, C. A., Bakker, W. H., Noomen, M. F., Meijde, M. v. d., Carranza, E. J. M., Smeth, J. B. d., and Woldai, T., 2012, Multi- and hyperspectral geologic remote sensing: A review: International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, v. 14, p. 112-128.

Mustard, J. F., and Sunshine, J. M., 2004, Spectral Analysis for Earth Science: Investigations Using Remote Sensing Data, *in* Rencz, A. N., ed., Mannual of Remote Sensing: Remote Sensing for the Earth Sciences, Volume 3, John Wiley.

Oztan, N. S., and Suzen, M. L., 2011, Mapping evaporate minerals by ASTER: International Journal of Remote Sensing, v. 32, p. 1651–1673.

Pilgrim, G. R., 1908, The geology of the Persian Gulf and the adjoining portions of Persia and Arabia: Mcni. Geol. Sun,. India., v. 34, p. 1-117.

Rowan, L. C., and Mars, J. C., 2003, Lithologic mapping in the Mountain Pass, California area using Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) data: Remote Sensing of Environment, v. 84, p. 350-366.

Talbot, C., Farhadi, R., and Aftabi, P., 2009, Potash in salt extruded at Sarpohl diapir, southern Iran: ore geology reviews, v. 4, no. 23, p. 100-110.

Tangestani, M. H., and Moore, F., 2000, Iron oxide and hydroxyl enhancement using the Crosta Method: a case study from the Zagros Belt, Fars Province, Iran: JAG, v. 2, p. 140-146.

Tayebi, M. H ,.Tangestani, M. H., and Roosta, H., 2013, Mapping Salt diapirs and Salt diapir-affected areas using MLP neural network model and ASTER data: International Journal of Digital Earth, v. 6, p. 143-157.

www.SID.ir