اکتشاف و پردازش داده‌های ژئوفیزیک به روش (IP-RS) در محدوده سیاه‌معدن

علی علیجانی همراهلو[۱] -سید سعید قنادپور[۲] -مصطفی اسماعیلی وردنجانی[۳]
[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی معدن، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (Alijani11@aut.ac.ir)
[۲]عضو هیئت علمی، دانشکده مهندسی معدن، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
[۳]مدیر پروژه اکتشافات، شرکت اتین معدن میدیا

چکیده

محدوده اکتشافی پلی‌متال سیاه‌معدن در جنوب استان کرمان، شهرستان جیرفت و بخش اسماعیلی واقع شده است. این محدوده از لحاظ متالوژنی بخشی از زون اکتشافی اسفندقه - دولت‌آباد در جنوب استان کرمان را در بر می‌گیرد.

هدف از این پژوهش، شناسایی مناطق امیدبخش کانه‌دار از جمله سولفید مس جهت بررسی موقعیت توده‌های سولفیدی زیر سطحی و یافتن مواد معدنی در ژرفا می‌باشد. مطالعات ژئوفیزیکی به روش پلاریزاسیون‌القایی و مقاومت‌ویژه، با استفاده از آرایه دو قطبی- دو قطبی نقطه‌هایی جهت حفاری در واحدهای توفی با پلاریته بالا پیشنهاد گردید، که می‌توانند حاوی سولفیدهای فلزی یا مالاکیت باشند. پشنهادات ارایه شده همگی به لحاظ جنس سنگ یکی بوده و صحت‌سنجی مطالعات منوط به انجام حفاری‌های اولیه گردید.

واژه‌های کلیدی: مقاومت‌ویژه، پلی‌متال، پلاریزاسیون‌القایی، سیاه معدن و ژئوفیزیک.

Processing of geophysical data by (IP-RS) method in the Siyah Madan range

Ali Alijani Hamrahloo [1] -Seyyed Saeed Ghannadpour[2] -Mostafa Esmaily Vardanjani[3]

[1]Master student, Faculty of Mining Engineering, Amirkabir University of Technology (Alijani11@aut.ac.ir)
[2]Faculty of Mining Engineering, Amirkabir University of Technology
[3]Exploration Project Manager Atin Madan Media Company

Abstract

Siyah-madan polymetallic exploration area is located in the south of Kerman province, Jiroft city and esmaili section. Metallurgically, this area includes part of Esfahan-Dolatabad exploration zone in the south of Kerman province. The aim of this study is to identify promising mineralized areas such as copper sulfide to investigate the location of subsurface sulfide masses and find minerals in the depths. Geophysical studies were proposed by induction polarization and resistivity, using a 5-point bipolar-bipolar array for drilling in high-polarity tuff units, which can contain metal or malachite sulfides. The proposals presented were all the same in terms of rock material and the validation of the studies was subject to initial excavations.

Keywords: (Resistance, Polymetal, Induction Polarization, Geophysics and Siyah Madan)

۱ مقدمه

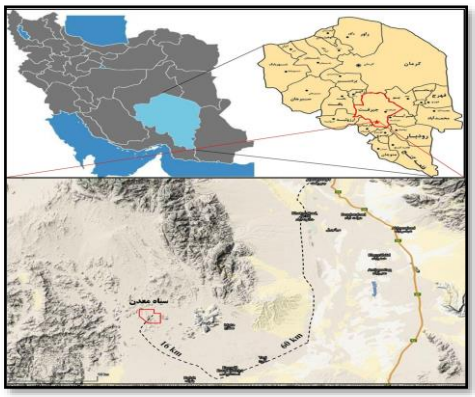
روش‌های ژئوفیزیکی از جمله روش‌های مناسبی هستند؛ که در پی‌جویی و اکتشاف ذخایر معدنی کاربرد وسیعی دارند. استفاده از دو یا چند روش اکتشافی در کنار یکدیگر و ترکیب آنها با اطلاعات دیگری هم چون مطالعات زمین‌شناسی، می‌تواند احتمال و امکان کشف دستیابی به مناطق امیدبخش را افزایش دهد. روش‌های ژئوفیزیکی معمولاً برای بدست آوردن نتایج بهینه در اکتشاف کانسارها مورد استفاده قرار می‌گیرند (Tveten and Gautneb 2000), روش‌های ژئوالکتریکی یکی از مهم‌ترین زیر مجموعه روش‌های ژئوفیزیک اکتشافی هستند، که بر مبنای مطالعه میدان‌های الکتریکی زمین یا ویژگی‌های الکتریکی پیکره‌های زمین‌شناسی و معدنی استوارند (Ramazi and, Jalali M,2015). روش‌های ژئوالکتریکی کاربردهای گستردهای دارند که اکتشاف کانسارها، مطالعه آبخوان‌ها و مطالعات عمرانی از اصلی‌ترین کاربردهای آن

می‌باشد (Gupta and Niwas,2012) پلاریزاسیون القایی یکی از روش‌های معمول و کارآمد در تشخیص کانی‌های سولفیدی مخصوصاً سولفیدهای پراکنده است.

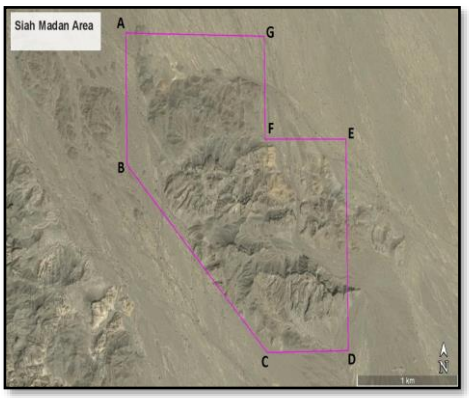
۱-۱ زمین‌شناسی و معرفی محدوده مورد مطالعه

محدوده اکتشافی سیاه‌معدن در نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ پاگُدار و نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ سبزواران واقع شده است. موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی در (شکل۱) و موقعیت محدوده پلی‌متال سیاه‌معدن بر روی تصویر ماهواره‌ای نشان داده شده است (شکل۲).

منطقه اکتشافی سیاه‌معدن بخشی از پهنه ساختاری سنندج- سیرجان و به طور مشخص بخش جنوبی آن را در بر می‌گیرد. کمربند سنندج - سیرجان با طول حدود ۱۵۰۰ کیلومتر و پهنای ۱۵۰ تا ۲۵۰ کیلومتر از غرب دریاچه ارومیه آغاز می‌شود و در یک راستای شمال‌غربی - جنوب‌شرقی تا گسل میناب، در شمال بندرعباس، ادامه می‌یابد. تکامل زمین‌ساختی این زون را در ارتباط با بسته شدن اقیانوس نئوتتیس از کرتاسه تا ترشیر دانسته‌اند (Ghasemi and Talbot, 2005 Mohajjel and Fergusson, 2003;).



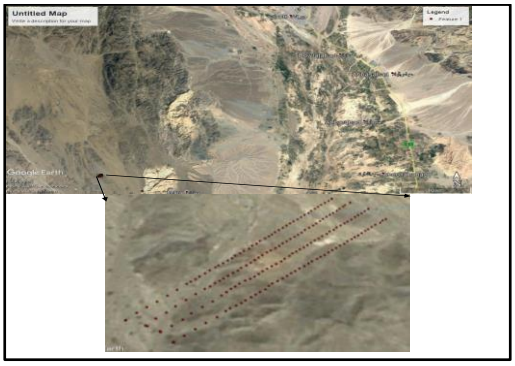
شکل ۱: موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به محدوده پلی‌متال سیاه‌معدن



شکل ۲: موقعیت محدوده پلی‌متال سیاه‌معدن بر روی تصویر ماهواره‌ای

۲ روش تحقیق

همانطور همانطور که در مقدمه مقاله عنوان گردید هدف از انجام مطالعات IP/RS در محدوده مورد بررسی ویژگی‌های زمین‌شناسی و ساختاری منطقه، بررسی کانی‌زایی سولفیدی و ... می‌باشد. برای این منظور۱۴۴۹ ایستگاه اندازه‌گیری IP/RS در امتداد ۴ پروفیل موازی با هم و با امتداد شمالی-جنوبی برداشت گردید (شکل۳). در همه پروفیل‌ها شبه مقطع مقاومت ویژه ظاهری داده‌های برداشت شده، شبه مقطع مقاومت ویژه ظاهری محاسبه شده و شبه مقطع مقاومت ویژه حاصل از وارون‌سازی محاسبه و برداشت شد و همچنین شبه مقطع بارپذیری القایی ظاهری داده‌های برداشت شده و محاسبه شده و شبه مقطع بارپذیری القایی حاصل از وارون‌سازی محاسبه شد.



شکل ۳: موقعیت پروفیل‌های برداشت در محدوده سیاه معدن

۲-۱ تجهیزات و نحوه عملیات ژئوالکتریک

درعملیات صحرایی ژئوالکتریک، سیستم اندازه‌گیری شارژپیلیته و مقاومت سنج ساخت شرکت GDD کانادا متشکل از یک‌دستگاه ترانسمیتر مدل TXII با توان ۵۰۰ وات و یک دستگاه رسیور مدل GRX8 و یک دستگاه موتور برق ژاپنی با توان ۷۶۰۰ وات استفاده شده است. همچنین ازسامانه تعویض ده کاناله به همراه کابل‌های ۱۲ رشته برای پتانسیل‌ها استفاده شده است. قرقره‌های بکار رفته در این پروژه نیز با ویژه‌گی‌های منحصر به فرد هستند

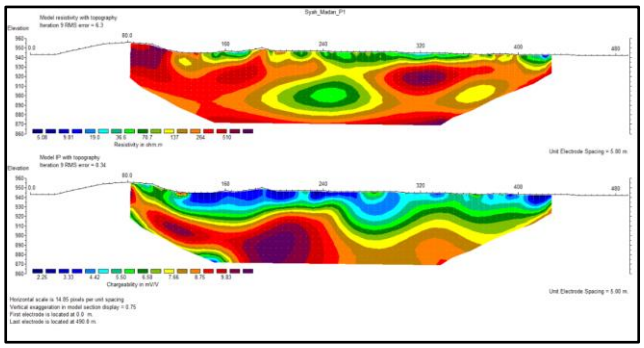
۲-۲ روند مطالعات مقاومت ویژه و پلاریزاسیون القایی انجام شده در محدوده:

۱- بررسی اولیه جهت مکان‌یابی محل برداشت‌های ژئوفیزیکی با توجه به شرایط کانی‌سازی در محدوده، عوامل کنترل‌کننده کانی‌سازی، محل رخنمون‌ها و بررسی اثرات پارازیت‌های احتمالی ۲- طراحی شبکه بهینه برداشت بر اساس گسترش و پراکندگی رخنمون‌ها ۳- برداشت مقاومت ویژه و پلاریزاسیون القایی و نیز اصلاح شبکه بر اساس نتایج به دست آمده در طول برداشت ٤-پیش پردازش داده‌های خام شامل حذف داده‌های خارج از ردیف و انجام تصحیحات توپوگرافی ٥- انجام پردازش‌ها و ترسیم نقشه‌های شبه مقطع مقاومت ویژه و پلاریزاسیون القایی ٦- انجام مدل سازی معکوس جهت ترسیم مدل مقاومت ویژه و پلاریزاسیون القایی در عمق ۷- تفسیر نقشه‌ها و در نهایت یافتن بهترین مدل هندسی برای کانی‌سازی ۸- تلفیق نتایج حاصل از مطالعات ژئوفیزیکی با سایر نتایج و اطلاعات زمین‌شناسی به منظور انتخاب مناسب‌ترین نقطه جهت حفاری ۹- برداشت‌ها به روش آرایش دایپل – دایپل و با پرش ۱۰ متر مورد پیمایش قرار گرفت. تقریباً تمامی پروفیل‌ها دارای روندی شمالی جنوبی بوده‌اند. جمعاً ۱٤٤۹ایستگاه به روش IP/RS برداشت گردید.

۲-۳ پروفیل شماره ۱

این این پروفیل به طول ۴۹۰ متر با فواصل ایستگاهی ۴۰ متر با فواصل پرش ۱۰ متر در جهت شمال شرقی- جنوب غربی و در مجموع ۳۶۰ نقطه با روش دوقطبی-دوقطبی برداشت شد.

مقادیر مقاومت ویژه بین کمترین مقدار ۵ و مقدار بیشینه ۸۳۰ اهم متر تغییر می‌کنند. مقادیر IP بین مقدار کمینه ۲ و مقدار بیشینه ۱۱ تغییر می‌کنند. در (شکل4) نقشه مقاومت ویژه و بارپذیری القایی با در نظر گرفتن توپوگرافی پروفیل برداشت ارائه شده است. همانطور که در این مقطع قابل مشاهده است، دو بی‌هنجاری ضعیف در فاصله ۱۸۰ تا ۲۱۵ متر و در فاصله ۱۰۰ تا ۱۳۰ متر از ابتدای پروفیل قابل مشاهده است.



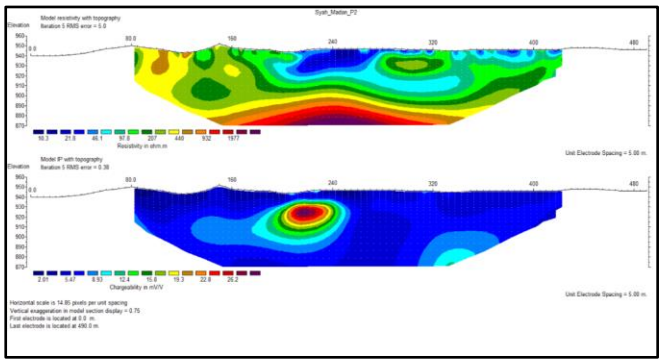
شکل4: شبه مقطع مقاومت ویژه و بارپذیری القایی با لحاظ کردن توپوگرافی پروفیل ۱

۲-۴ پروفیل شماره ۲

این این پروفیل به طول ۴۹۰ متر با فواصل ایستگاهی ۴۰ متر با فواصل پرش ۱۰ متر در جهت شمال‌شرقی- جنوب‌غربی و در مجموع ۳۶۳ نقطه با روش دوقطبی-دوقطبی برداشت شد.

مقادیر مقاومت ویژه بین کمترین مقدار ۱۰ و مقدار بیشینه ۲۰۰۰ اهم متر تغییر می‌کنند. مقادیر IP بین مقدار کمینه ۲.۰ و مقدار بیشینه ۲۸ تغییر می‌کنند.

در (شکل5) نقشه مقاومت ویژه و بارپذیری القایی با در نظر گرفتن توپوگرافی پروفیل برداشت ارائه شده است. همانطور که در این مقطع قابل مشاهده است یک بی هنجاری خوب در فاصله ۲۱۰ تا ۲۲۵ متر از ابتدای پروفیل قابل مشاهده است. با توجه به قرارگیری این بی‌هنجاری بر بی‌هنجاری با مقاومت پایین در شبه مقطع مقاومت ویژه، می‌تواند ناشی از کانی‌زایی فلزی باشد. انتظار می‌رود این توده در عمقی بین ۲۰ تا ۳۰ متر از سطح زمین قرار گرفته باشد.



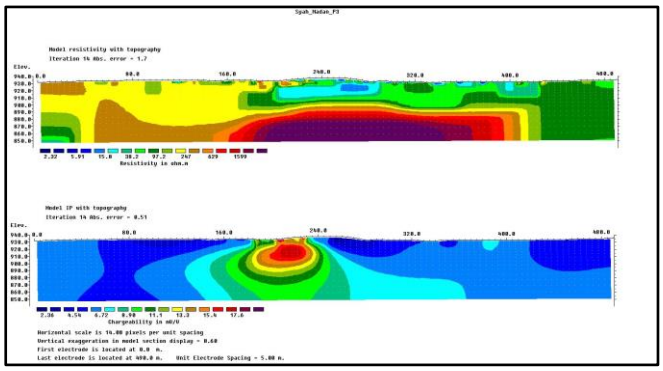
شکل5: شبه مقطع مقاومت ویژه و بارپذیری القایی با لحاظ کردن توپوگرافی پروفیل ۲

۲-۵ پروفیل شماره۳

پروفیل شماره ۳ به طول ۴۹۰ متر با فواصل ایستگاهی ۴۰ متر در جهت شمال‌شرقی- جنوب‌غربی انجام شد. پرش الکترودها در این برداشت ۱۰ متر و در مجموع ۳۶۳ نقطه با روش دوقطبی-دوقطبی برداشت شدند.

مقادیر مقاومت ویژه بین کمترین مقدار ۲ و مقدار بیشینه ۲۰۰۰ اهم متر تغییر می‌کنند. مقادیر IP بین مقدار کمینه ۲.۰ و مقدار بیشینه ۱۸ میلی ولت بر ولت تغییر می‌کنند.

(شکل6) مقطع‌های مقاومت ویژه و بارپذیری مدل شده را با در نظر گرفتن توپوگرافی محل برداشت نشان می‌دهد. همانطور که در این شکل دیده می‌شود در فاصله ۲۰۵ تا ۲۱۵ متری از ابتدای پروفیل یک بی‌هنجاری متوسط دارای بارپذیری بیش از ۱۸ میلی ولت بر ولت در عمق حدودی ۱۰ تا ۲۵ متر قرار دارد. این بی‌هنجاری بر بی‌هنجاری مقاومت ویژه پایین تقریباً منطبق است، که می‌تواند ناشی از کانی‌سازی فلزی باشد.



شکل6: شبه مقطع مقاومت ویژه و بارپذیری القایی با لحاظ کردن توپوگرافی پروفیل ۳

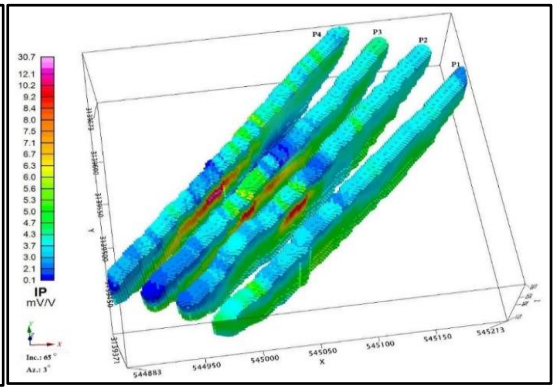
۲-۶ پروفیل شماره ۴

این پروفیل به طول ۴۹۰ متر با فواصل ایستگاهی ۴۰ متر با فواصل پرش ۱۰ متر در جهت شمال‌شرقی- جنوب‌غربی و در مجموع ۳۶۳ نقطه با روش دوقطبی-دوقطبی برداشت شد.

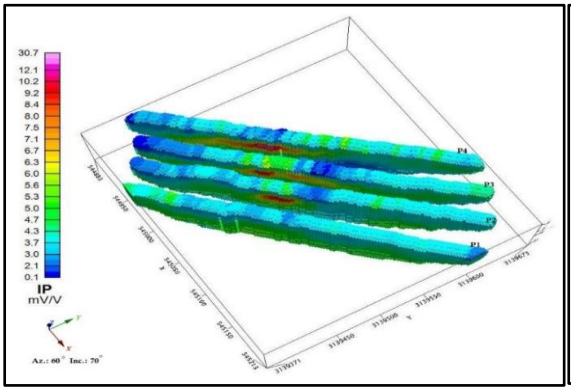
که مقادیر مقاومت ویژه بین کمترین مقدار ۱ و مقدار بیشینه ۱۴۰۰ اهم متر تغییر می‌کنند. مقادیر IP بین مقدار کمینه ۱.۲ و مقدار بیشینه ۲۸ میلی ولت بر ولت تغییر می‌کند.

۲-۷ نمای سه بعدی از مقاطع پروفیل‌ها در کنار هم

برای بررسی ارتباط بین پروفیل‌ها و درک بهتر گسترش آنومالی در محدوده بین پروفیل‌ها، پروفیل‌ها را در کنار هم ترسیم شدند. (شکل۷ و شکل۸) نتایج مدل‌سازی به روش حداقل مربعات از دو نمای مختلف است.



شکل۷: نمای سه بعدی بارپذیری پروفیل‌ها تهیه شده با روش حداقل مربعات



شکل۸: نمای سه بعدی بارپذیری پروفیل‌ها تهیه شده با روش حداقل مربعات

۳ پیشنهادات ونتیجه گیری

پس از انجام مطالعات پلاریزاسیون القایی و مقاومت ویژه غالب محل‌های پیشنهاد شده برای حفاری محل‌هایی از توف‌های ماسه سنگی و توف‌های ریولیتی است که پلاریته بیشتری داشته و می‌تواند حاوی سولفیدهای فلزی بوده و شاید مالاکیت نیز باشد. به طور کلی نتایج زیر از برداشت‌ها حاصل شد.

۱-پروفیل شماره ۱ به طول ۴۹۰ متر شامل دو بی‌هنجاری ضعیف در طول پروفیل می‌باشد. ۲- پروفیل شماره۲ به طول ۴۹۰ متر شامل یک بی‌هنجاری خوب در طول پروفیل می‌باشد. با توجه به قرارگیری این بی‌هنجاری بر بی‌هنجاری با مقاومت پایین

در شبه مقطع مقاومت ویژه، می‌تواند ناشی از کانی‌زایی فلزی باشد. ۳-پروفیل شماره ۳ به طول ۴۹۰ متر شامل یک بی‌هنجاری متوسط در طول پروفیل می‌باشد این بی‌هنجاری بر بی‌هنجاری مقاومت ویژه پایین تقریباً منطبق است که می‌تواند ناشی از کانی‌سازی فلزی باشد. ۴- پروفیل شماره۴ به طول ۴۹۰ متر شامل یک بی‌هنجاری نسبتاً قوی در طول پروفیل می‌باشد این بی‌هنجاری بر بی‌هنجاری مقاومت ویژه پایین انطباق خوبی دارد که می‌تواند دلیلی بر کانی‌سازی در محدوده باشد. با توجه به نمای سه بعدی پروفیل‌ها می‌توان نتیجه گرفت یک توده دارای بارپذیری بالا وجود دارد که توسط سه مقطع ۲، ۳ و ۴ قطع شده است. این توده در سمت جنوب‌شرقی بین پروفیل شماره ۱ و ۲ بسته می‌شود ولی در سمت شمال‌غربی توده بیرون از پروفیل شماره ۴ ادامه می‌یابد، و برای بررسی بیشتر نیاز به ادامه برداشت‌ها می‌باشد.

منابع

۱-مصطفایی، ک. نوروزی، غ. عسکری، م.ص. شیوا، م. (۱۳۸۹" . (تحلیل آماری و مدلسازی داده‌های ژئوفیزیکی SR و IP اندیس معدنی همیچ"، اولین همایش انجمن زمین‌شناسی اقتصادی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، شهریور ۱۳۸۹

1-Ghasemi, A. and C.J. Talbot, A new tectonic scenario for the Sanandaj–Sirjan zone (Iran). Journal of Asian Earth Sciences, 5, 1-11, 2005.

2-Mohajjel, M., Fergusson, C.L., and Sahand, M.R., Cretaceous–Tertiary convergence and continental collision, Sanandaj–Sirjan Zone, western Iran. Journal of Asian Earth Sciences, 21, 397–412, 2003.

3-Ramazi, H, Jalali M., 2015. “Contribution of geophysical inversion theory and geostatistical simulation to determine geoelectrical anomalies”, Studia Geophysica et Geodaetica, Vol.59, (1), p. 97-112.

4-Niwas,S., Gupta, P K., 2012. “Combined straightforward inversion of resistivity and induced polarization (time-domain) sounding data”, Journal of Applied Geophysics, 75, p. 319–326.

5-Gautneb, H., Tveten, E,. 2000.” The geology, exploration and character-ization of graphite deposits in the Jennestad area”, Vesteralen,northern Norway. Norges geologiske undersΦkelse Bulletin, 436, p.67-74.