

اندازه‌گیری آزمایشگاهی در اکتشاف به روش IP به منظور تفکیک کانی‌سازیهای نوع توده‌ای از افشان

سعید میرزایی

چکیده

مطالعات آزمایشگاهی برای شناخت خواص الکتریکی نمونه‌های سنگی خصوصا تعیین کمیت‌های موردنظر در روش IP از اهمیت ویژه‌ای در اکتشافات معدنی برخوردار می‌باشند. روش ژئوفیزیکی IP امروزه در اکتشافات کانسارهای فلزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. با این وجود تفکیک ناهنجاریهای IP حاصل از کانی‌سازیهای نوع توده‌ای از افشان با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده IP به روشهای معمول میسر نمی‌باشد.

این تحقیق بر اساس اندازه‌گیریهای آزمایشگاهی قابلیت قطبی شدن^۱ ظاهری در سه جهت عمود بر یکدیگر (A, B, C) انجام گرفته و سپس مقادیر میانگین قابلیت قطبی شدن ظاهری در زمانهای مختلف پس از قطع جریان برق بر روی نمونه‌های سنگی مربوط به کانسار مس تکنار محاسبه شده است. در نتیجه این عملیات مدلی ارائه می‌شود که بر اساس آن با اندازه‌گیری مقادیر قابلیت قطبی شدن ظاهری و سپس محاسبه میانگین آنها در دو زمان زود و دیر پس از قطع جریان مثلا یکی ۱۷ ثانیه و دیگری ۰/۵ ثانیه و نیز محاسبه نسبت $\frac{\bar{\eta}_{17}}{\bar{\eta}_{0.5}}$ می‌توان ناهنجاریهای حاصل از کانی‌سازیهای مذکور را از یکدیگر تفکیک نمود. بطوریکه این نسبت در نمونه‌های با کانی‌سازیهای توده‌ای به مراتب بزرگتر از نمونه‌های با کانی‌سازیهای افشان می‌باشد و از این نتیجه می‌توان در اکتشافات معدنی استفاده نمود. لازم به ذکر است که میانگین قابلیت قطبی شدن ظاهری در نیم ثانیه پس از قطع جریان برای نمونه‌های با کانی‌سازیهای توده‌ای و افشان دارای مقادیر نسبتا زیاد و تقریبا نزدیک به یکدیگر می‌باشد و لذا اگر فقط $\bar{\eta}_{0.5}$ اندازه‌گیری شود به هیچ وجه نمی‌توان تفکیکی بین ناهنجاریهای قابلیت قطبی شدن ظاهری از حیث نوع کانی‌سازی فایل شد.

کلیدواژه‌ها: ناهنجاری، قابلیت قطبی شدن ظاهری، توده‌ای، افشان و روش IP

۱ مقدمه

روشهای ژئوفیزیکی امروزه در اکتشافات کانسارهای فلزی به طور روزافزون بکار برده می‌شوند و به منظور تفسیراندازه‌گیریهای ژئوفیزیکی لازم است که خواص فیزیکی سنگها به خوبی شناخته شوند و در اکثر موارد بعلت پیچیدگی شرایط زمین‌شناسی، شناخت این کمیتها

متشکل از کلریت شیست، سیلت استون، ماسه سنگ، کوارتزیت، ریولیت، ریوداسیت، آندزیت و گنایس می باشد که به مجموعه آنها سازند تکنار^۲ گفته می شود. سن این سازند پرکامبرین می باشد.

کانی سازی اولیه متشکل از کانیهای کالکوپیریت، پیروتیت، کالکوسیت، مگنتیت، گالن و اسفالریت به دو صورت توده ای و افشان در سنگهای منطقه مشاهده می شوند. کانی سازی ثانویه شامل کانیهای مالاکیت و آزوریت نیز در محدوده وسیعی در منطقه مشاهده می شوند.

۳ شرح دستگاه و روش اندازه گیری

دستگاه بکار گرفته شده در این تحقیق توسط شرکت چکی ژئوفیزیکا برنو^۳ ساخته شده است. بخش اصلی این دستگاه یک میلی ولت متر بنام IPOR می باشد که تا همین اواخر در اندازه گیریهای IP صحرایی نیز از آن استفاده می شده است.

حساسیت ولتاژ این دستگاه یک میلی ولت و مقاومت ورودی آن 3×10^8 اهم می باشد. قبل از اندازه گیری، حفرات موجود در نمونه های سنگی می بایست از هوا تخلیه و از آب با مقاومت مخصوص $25-20 \Omega.m$ اشباع شوند. سپس نمونه های سنگی مورد نظر باید در جای مخصوصی که توسط آب اشباع شده اند قرار داده شوند. الکترودهای فرستنده جریان AB و همچنین الکترودهای گیرنده MN سطح مقطعی حدود یک سانتی متر مربع دارند که توسط ماده ژلاتینی مخصوصی احاطه شده اند. جریان مدار AB توسط یک پیل خشک $1/5$ ولتی که از یک سری مقاومت $6-15/0$ مگا اهم می گذرد تامین می شود.

فقط از طریق مطالعات آزمایشگاهی میسر می باشد. در میان روشهای ژئوفیزیکی، روش IP از اهمیت ویژه ای در اکتشافات کانسارها برخوردار است و لذا مطالعات آزمایشگاهی IP می تواند عامل بسیار موثری در جهت بهینه کردن روشهای برداشت صحرایی IP و همچنین شناخت روشهای جدید برای تفکیک انواع کانی سازیها از یکدیگر باشد.

در این تحقیق با اندازه گیری قابلیت قطبی شدن ظاهری در زمانهای مختلف پس از قطع جریان برق بر روی ۸۱ نمونه سنگ، سعی شده روشی ارایه شود که با کمک آن بتوان ناهنجاریهای IP حاصل از کانی سازیهای توده ای را از ناهنجاریهای حاصل از کانی سازیهای افشان تفکیک نمود.

قابلیت قطبی شدن ظاهری عبارتست از (گرون توراد و کاروس^۱، ۱۹۸۴)

$$\eta_a = \frac{\Delta v_{IP}}{\Delta v} \times 100 \quad (1)$$

که در آن η_a قابلیت قطبی شدن ظاهری (به درصد)، Δv_{IP} اختلاف پتانسیل در لحظه t پس از قطع جریان (بر حسب میلی ولت)، Δv اختلاف پتانسیل قبل از قطع جریان (بر حسب میلی ولت) می باشد.

۲ موقعیت جغرافیایی و زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

نمونه های سنگی مطالعه شده در این تحقیق متعلق به کانسار مس تکنار می باشند که در فاصله ۱۲۵ کیلومتری جنوب شرقی سبزواری و ۳۱ کیلومتری شمال غرب بردسکن در استان خراسان قرار گرفته است. پتروگرافی سنگهای منطقه

نیم ثانیه پس از قطع جریان برق، ملاک قرار دهیم، مشاهده می‌شود که همه آنها دارای مقادیر نسبتاً زیاد بوده و کم و بیش نزدیک به یکدیگر می‌باشند و لذا ملاکی برای تفکیک نوع کانی‌سازی در دست نداریم. در صورتیکه کمیت مذکور در نمونه‌های با کانی‌سازی افشان (مثلاً نمونه‌های شماره ۵ و B-۱۲) با گذشت زمان به سرعت افت پیدا می‌کند ولی در نمونه‌های با کانی‌سازی توده‌ای (مثلاً نمونه‌های شماره ۶، ۸، B-۹، B-۱۱ و C-۱۱) علیرغم گذشت زمان نسبتاً طولانی پس از قطع جریان برق، هنوز مقدار قابلیت قطبی شدن ظاهری مقدار قابل توجهی می‌باشد. بطوریکه اگر نسبت $\frac{\eta_{17}}{\eta_{0.5}}$ را برای آنها محاسبه کنیم، می‌بینیم که این نسبت در نمونه‌های با کانی‌سازی توده‌ای به مراتب بزرگتر از نمونه‌های با کانی‌سازی افشان می‌باشد.

ضمناً با توجه به وجود خطاهای اتفاقی موجود در اندازه‌گیریها، ده درصد اندازه‌گیریها تکرار شدند و با توجه به نتایج حاصله، مقدار خطای متوسط هندسی محاسبه گردید. مقدار خطای مذکور معادل $\pm 1\%$ درصد محاسبه شد که با توجه به این مقدار خطا، می‌توان گفت که اندازه‌گیریها از دقت کافی برخوردار بوده‌اند.

خطای متوسط هندسی عبارتست از (مارک^۱،

(۱۹۸۴)

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{2n}} \quad (2)$$

که در این معادله m خطای متوسط هندسی (به درصد)، d_i خطای اندازه‌گیری نمونه i ام، n تعداد نمونه‌های تکرار شده، i شماره نمونه‌های تکرار

بطوریکه برای یک نمونه با سطوح صیقلی با سطح 10^{-9} سانتی‌متر مربع چگالی جریان می‌تواند از 10^{-6} تا 10^{-9} آمپر بر سانتی‌متر مربع تغییر کند.

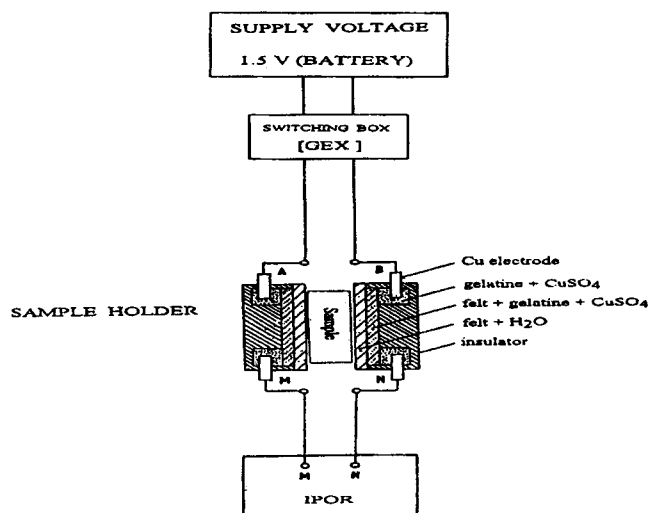
این دستگاه قابلیت قطبی شدن ظاهری را در مقیاس زمانی همانند یک کار صحرایی اندازه‌گیری می‌نماید. در این مطالعه از جریان موجکی شکل استفاده شده است بطوریکه زمان وصل جریان 10^{-6} ثانیه و زمان قطع آن 20 ثانیه انتخاب شده است. رانه ولتاژ الکترودهای M و N بطور خودکار توسط میلی‌ولت‌متر IPOR جبران می‌شود. شمای کلی دستگاه مذکور در شکل شماره ۱ دیده می‌شود.

۴ بحث در مورد نتایج حاصل از اندازه‌گیری

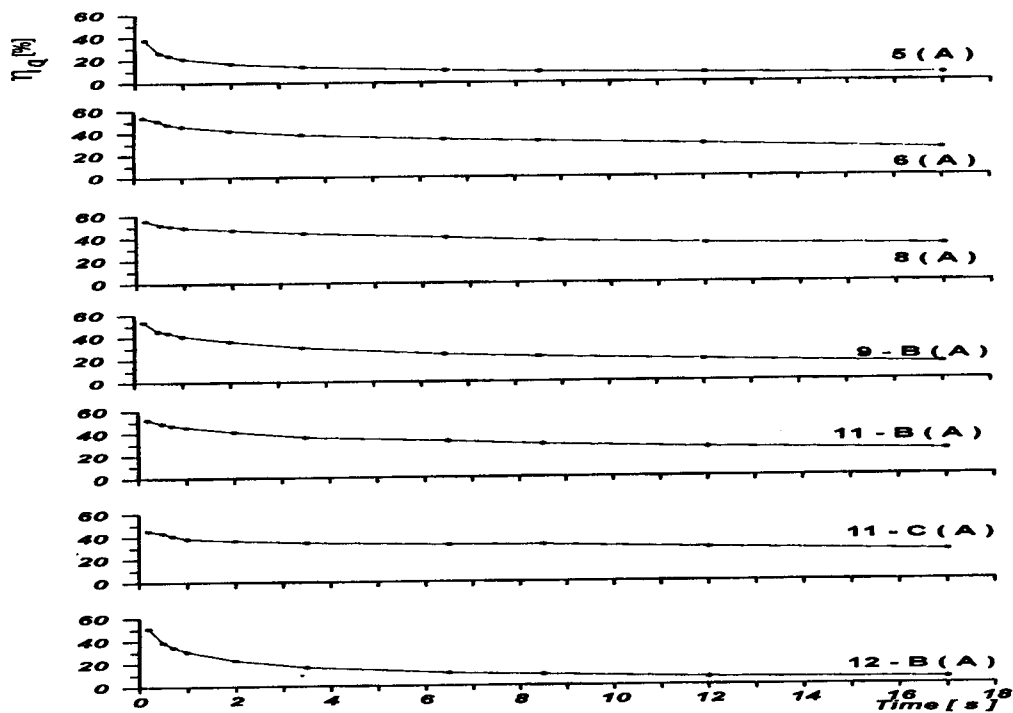
در این تحقیق قابلیت قطبی شدن ظاهری تعدادی نمونه شناخته شده از حیث نوع کانی‌سازی، در زمانهای مختلف پس از قطع جریان برق اندازه‌گیری شد. ضمناً با توجه به اینکه در این نوع اندازه‌گیریها جهت عبور جریان از نمونه‌ها نیز باید مدنظر قرار گیرد، لذا کلیه اندازه‌گیریها در سه جهت عمود بر یکدیگر A ، B و C انجام شده و سپس میانگین آنها محاسبه شده است. پس از آن منحنی تغییرات مقادیر میانگین قابلیت قطبی شدن ظاهری به درصد در مقابل زمان مورد نظر پس از قطع جریان بر حسب ثانیه رسم شده است (شکل شماره ۲).

همانطور که در شکل ۲ می‌بینیم قابلیت قطبی شدن ظاهری در کلیه نمونه‌ها اعم از نوع توده‌ای و افشان در لحظه 0.5 ثانیه پس از قطع جریان برق، نسبتاً بزرگ است. به عبارت دیگر اگر صرفاً بخواهیم ناهنجاریهای IP حاصل از اندازه‌گیری قابلیت قطبی شدن ظاهری این نمونه‌ها را در لحظه

شده می‌باشد. ۵٪ نمونه‌ها باید دوباره اندازه‌گیری شوند که در
برای محاسبه خطای متوسط هندسی حداقل اینجا بیش از ۱۰٪ اندازه‌گیریها تکرار شده که نحوه



شکل ۱. طرح دستگاه آزمایشگاهی برای اندازه‌گیری مقادیر IP و مقاومت ویژه نمونه‌های سنگی (خوداچک^۱، ۱۹۷۹).



شکل ۲. منحنی‌های آزمایشگاهی تغییرات مقادیر قابلیت فطی شدن ظاهری بر حسب زمان‌های مختلف t پس از قطع جریان برق بر روی ۷ نمونه گرفته شده از منطقه مطالعاتی تکتار ۲ (میرزایی، ۱۹۹۸).

جدول ۱. نحوه محاسبه $\sum_{i=1}^{10} d_i^2$ جهت تعیین خطای متوسط هندسی

ردیف	شماره نمونه	اندازه‌گیری اول [٪] $\eta_{.05}$	اندازه‌گیری تکراری [٪] $\eta_{.05}$	خطای اندازه‌گیری [٪] η_i	خطای اندازه‌گیری به توان ۲ (d_i^2)
۱	Π-۵	۲۴/۹	۲۳/۳	۱/۶	۲/۶
۲	Π-۶	۴۹	۴۷/۲	۱/۸	۳/۲
۳	Π-۸	۵۳/۲	۵۵/۱	۱/۹	۳/۶
۴	Π-۹-B	۴۳/۴	۴۲	۱/۴	۲
۵	Π-۱۱-B	۵۱/۴	۵۳/۲	۱/۸	۳/۲
۶	Π-۱۱-C	۴۵/۷	۴۳/۷	۲	۴
۷	Π-۱۲-B	۳۹/۶	۳۸/۴	۱/۲	۱/۴
۸	Π-۲	۲/۴	۱/۸	۰/۶	۰/۴
۹	Π-۳	۱/۶	۰/۹	۰/۷	۰/۵
۱۰	Π-۴	۱/۳	۱/۸	۰/۵	۰/۳

$$\sum_{i=1}^{10} d_i^2 = ۲۱,۲$$

محاسبه در جدول شماره ۱ آورده شده است.

۵ نتیجه‌گیری

با اندازه‌گیری قابلیت قطبی شدن ظاهری در دو زمان زود و دیر پس از قطع جریان برق (مثلاً ۰/۵ و ۱۷ ثانیه) و سپس محاسبه نسبت $\frac{\bar{\eta}_{17}}{\eta_{.05}}$ می‌توان ناهنجاریهای IP حاصل از کانی‌سازی‌های نوع توده‌ای را از افشان تفکیک نمود. بدین ترتیب که این نسبت در سنگهای با کانی‌سازی توده‌ای به مراتب بزرگتر از سنگهای با کانی‌سازی افشان می‌باشد و از این نتیجه می‌توان در اکتشافات معدنی استفاده نمود.

۶ قدردانی

در این مقاله از نتایج اندازه‌گیری آزمایشگاهی مقادیر قابلیت قطبی شدن ظاهری بر روی ۸۱ نمونه سنگی که در آزمایشگاه پتروفیزیک آکادمی علوم زمین جمهوری چک واقع در شهر پروهونیتسه^۱ اندازه‌گیری شده‌اند، استفاده شده است. در این رابطه از همکاری مسئولین محترم دپارتمان ژئوفیزیک کاربردی دانشکده علوم دانشگاه چارلز و آکادمی علوم جمهوری چک و همچنین از مسئولین محترم شرکت زمین کاوگستر (وابسته به جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران)، سازمان زمین‌شناسی ایران و شرکت پارس فدک (وابسته به بنیاد مستضعفان و جانبازان) که امکانات لازم را جهت نمونه‌برداری از سنگهای محدوده معدنی کانسار مس تکنار فراهم نمودند و همچنین

همکاران محترم موسسه نشر جهاد (وابسته به جهاد دانشگاهی) و پرسنل محترم هیئت تحریریه مجله فیزیک زمین و فضا که در تایپ و آماده‌سازی این مقاله قبول زحمت نموده‌اند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

منابع

- Chudacek, S., 1979, Laboratory determination of electric properties of rocks: Sbornik geol. ved, UG. **18**, 179- 181.
- Gruntorad, J., and Karous, M., 1984, Geoelectrical methods, In Mares S. et. al. : Introduction to applied geophysics, Reidel Publ. Co., 263- 388.
- Marek, F., 1984, Magnetometric methods, In Mares S. et. al. : Introduction to applied geophysics, Reidel Publ. Co., 71- 153.
- Mirzaei, S., 1998, Application of geophysical methods and petrophysical for Copper ore prospecting in the Taknar area- Iran, Ph. D. thesis, Charles University, Prague, Czech Republic.