

# شرکت پیشگام تجهیز بنیان

نبض زمین در دست ماست...

## گزارش عملیات مقاومت ویژه و قطبش القایی IP/RS در معدن طلای موته



[www.gddinstrumentation.com](http://www.gddinstrumentation.com)



[WWW.PTBI.IR](http://WWW.PTBI.IR)

**عملیات مقاومت ویژه و قطبش القایی IP/RS در معدن طلای موته**



مهر ۱۳۹۷

شماره: ۹۸۱-۱۱۴۱-۵

تاریخ: ۱۳۹۷-۰۷-۲۱ و ۱۳۹۷-۰۷-۲۲

## فهرست مطالب

|    |                                |
|----|--------------------------------|
| ۲  | موقعیت جغرافیایی               |
| ۲  | زمین شناسی                     |
| ۲  | آموزش عملیات برداشت ژئوالکتریک |
| ۶  | بررسی خواص فیزیکی              |
| ۷  | دستگاه تستر SCIP               |
| ۹  | دستگاه اندازه گیری MPP         |
| ۹  | نتایج MPP                      |
| ۱۰ | نتیجه گیری                     |

## فهرست اشکال

|   |  |
|---|--|
| ۳ | شکل ۱- دوره آموزشی در معدن طلای موته.                          |
| ۳ | شکل ۲- آموزش تئوری اصول ژئوالکتریک                             |
| ۴ | شکل ۳- نمودار منحنی افت پتانسیل                                |
| ۵ | شکل ۴- مقطع مقاومت ویژه و شارژپذیری                            |
| ۶ | شکل ۵- انطباق روش IP (خط آبی) با اطلاعات زمین شناسی (خط قرمز). |
| ۷ | شکل ۶- نمونه‌های جمع‌آوری شده از پیت معدن.                     |
| ۹ | شکل ۷- دستگاه MPP Prob   |

## فهرست جداول

|    |                                  |
|----|----------------------------------|
| ۷  | جدول ۱- نتایج SCIP نمونه ۱       |
| ۸  | جدول ۲- نتایج SCIP نمونه ۲       |
| ۱۰ | جدول ۳- مشخصات مغناطیسی نمونه‌ها |

## عملیات مقاومت ویژه و قطبش القایی IP/RS در معدن طلای موته

### موقعیت جغرافیایی

مجتمع طلای موته در ۲۹۵ کیلومتری جنوب غربی تهران و ۷ کیلومتری شمال غرب روستای موته از توابع شهر میمه واقع در استان اصفهان می باشد. این معدن سالانه حدود ۳۰۰ کیلوگرم شمش طلای خالص تولید می کند.

### زمین شناسی

مجموعه معدنی طلای موته در بخش مرکزی پهنه دگرگونی سنندج - سیرجان قرار گرفته است. واحدهای موجود در این منطقه شامل: دگرگونی های پرکامبرین (رخساره شیست سبز)، هورنفلس، رگه سیلیسی و مینرالیزه و توده های نفوذی گرانیتی می باشند. کانی سازی به طور عمده در امتداد گسل های موجود در منطقه می باشد. عیار طلا در این محدوده همبستگی بالایی با کانی پیریت دارد.

### آموزش عملیات برداشت ژئوالکتریک

آموزش عملیات ژئوالکتریک با همکاری سازمان توسعه و نوسازی معادن ایران (IMIDRO)، شرکت پیشگام تجهیز بنیان (PTB) و شرکت GDD کانادا در دو بخش تئوری و عملیاتی برگزار شد.

- بخش تئوری: در این بخش اصول اولیه ژئوالکتریک، آرایه های برداشت و نکات کلیدی مربوط به برداشت ژئوالکتریک با دستگاه GDD مورد بحث و تبادل نظر قرار گرفت و در نهایت، نرم افزار-IP-POST PROCESS معرفی گردید و با بررسی برخی از مطالعات موردی نشان داده شد که چگونه این نرم افزار به کاربر برای ارتقاء کیفیت داده کمک می کند.
- بخش عملیاتی: عملیات داده برداری در قالب یک پروفیل ۵۰ متری با آرایه دوقطبی - دوقطبی و فاصله الکتروودی ۵ متر بر روی یکی از پله های استخراجی معدن طراحی و اجرا گردید. داده ها با استفاده از دستگاه فرستنده مدل TXII و گیرنده مدل GRx10 برداشت شد.



شکل ۱. دوره آموزشی تئوری و عملیاتی در معدن طلای موته

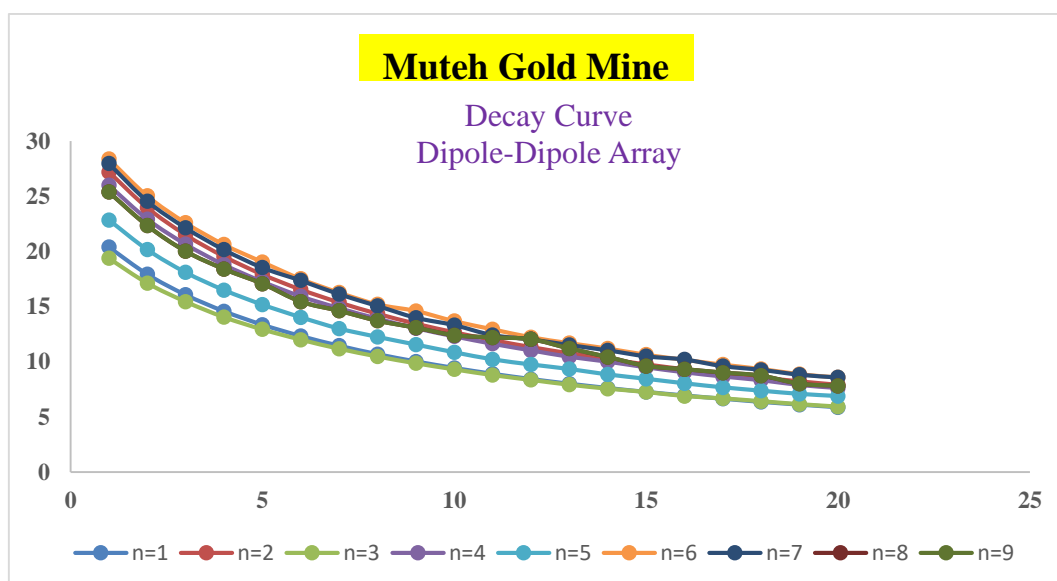


شکل ۲. آموزش تئوری اصول ژئوالکترونیک توسط مدیرعامل شرکت GDD

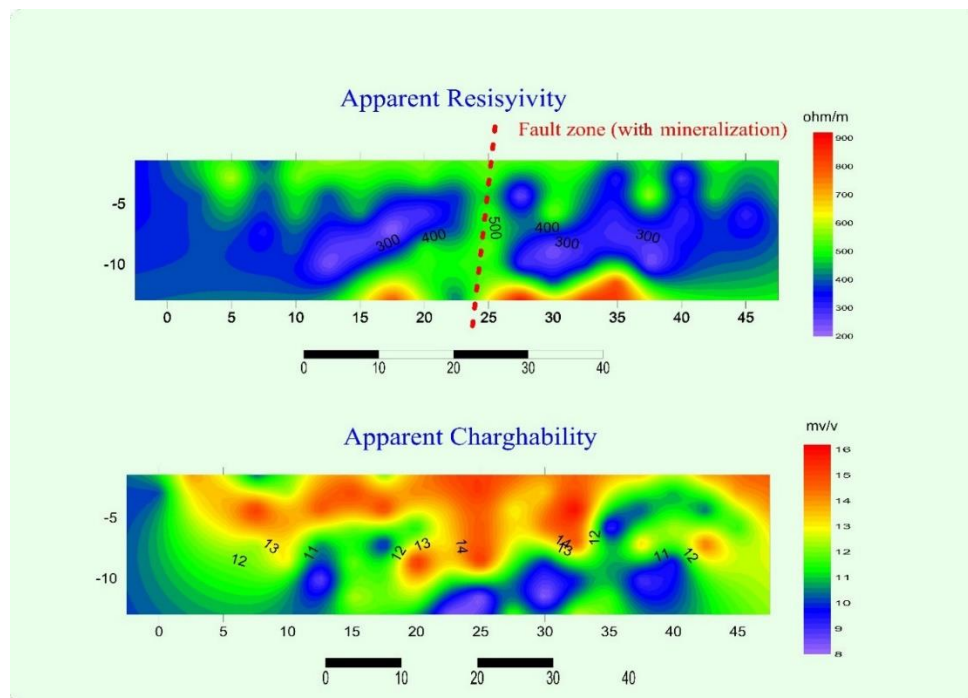
پس از اتمام عملیات صحرایی، داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Res2Dinv مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای یک ایستگاه، منحنی افت پتانسیل ترسیم شد (شکل ۳) که کیفیت داده‌ها را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج به‌دست آمده یک زون گسلی در فاصله حدود ۲۵ متری از ابتدای پروفیل شناسایی گردید. مقادیر بالای شارژپذیری در این محدوده می‌تواند به دلیل وجود زون سولفیدی (پیریت های حاوی طلا) باشد. در امتداد پروفیل برداشت شده حد زمینه شارژپذیری نسبتاً بالاست که این امر ناشی از حضور پیریت به‌صورت پراکنده در واحد دگرگونی منطقه (شیست سبز) می‌باشد.

به منظور شناسایی روش‌های ژئوفیزیکی مناسب برای انجام تحقیقات ژئوفیزیکی جزئی در معدن موته، ۲ نمونه از پیت جمع‌آوری شد. بدین منظور نمونه شماره ۱ و نمونه شماره ۲ به ترتیب از مناطق غیر کانی سازی و کانی سازی شده جمع‌آوری شده است. این نمونه‌ها برای مطالعات بررسی خواص فیزیکی به کانادا فرستاده شدند.

نتایج به‌دست آمده، با نقشه‌های زمین شناسی و آنالیز شیمیایی نمونه‌های برداشت شده از گمانه‌های استخراجی بر روی پله، همبستگی بالایی نشان داد. به‌طوری که محل آنومالی به‌دست آمده از برداشت ژئوالکتریک با زون عیار دار جدا شده با استفاده از نتایج آنالیز شیمیایی مطابقت داشت.



شکل ۳. نمودار منحنی افت پتانسیل



شکل ۴. مقطع مقاومت ویژه و شارژپذیری

همچنین پس از انجام عملیات ژئوالکتریک، مشخص شد که امتداد رگه ای که از مطالعات زمین شناسی به دست آمده و در عکس با علامت قرمز مشخص شده، در امتداد خط آبی می باشد که از عملیات IP به دست آمده است (شکل ۵) و اطلاعات زمین شناسی با اطلاعات به دست آمده از روش IP کاملاً بر هم منطبق اند.

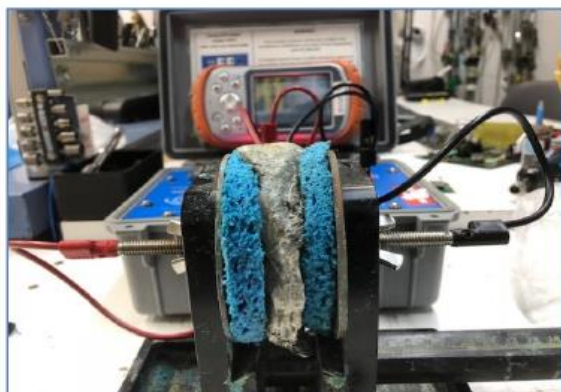


شکل ۵- انطباق روش IP (خط آبی) با اطلاعات زمین شناسی (خط قرمز)

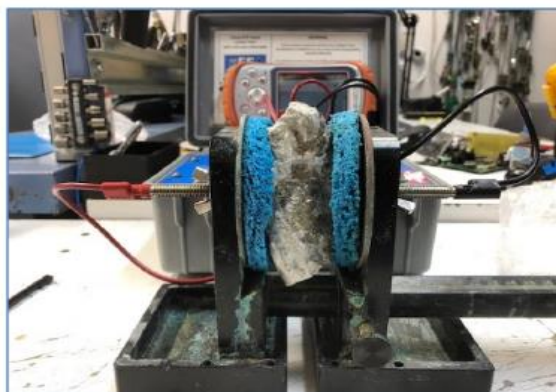
### بررسی خواص فیزیکی

شرکت GDD اندازه گیری خواص فیزیکی را روی دو نمونه سنگ انجام داده است. بدین منظور از دستگاه تستر SCIP و MPP Probe برای بررسی خواص ژئوفیزیکی آنها استفاده شده است.





Sample #1



Sample #2

شکل ۶. نمونه‌های جمع‌آوری شده از پیت معدن

### دستگاه تستر SCIP

این دستگاه که توسط شرکت GDD ساخته شده، یک روش جدید برای اندازه‌گیری خواص الکتریکی مغزه‌های حفاری، نمونه‌ها و رخنمون‌هاست. SCIP یک دستگاه باتری‌دار، قابل حمل و قابل اعتماد بوده و برای ارزیابی خواص مقاومت ویژه و پاسخ IP مغزه‌ها استفاده می‌شود. با استفاده از این ابزار، می‌توان اطلاعاتی را که یک کارشناس ژئوفیزیک جهت طراحی مناسب ژئوفیزیکی به آن نیاز دارد، دریافت کرد. به عبارت دیگر، با این دستگاه می‌توان یک برداشت مقاومت ویژه و قطبش القایی را اعتبارسنجی نمود. دستگاه SCIP به شما کمک خواهد کرد تا مفهوم وارون قطبش القایی را بهتر درک کنید. جدول ۱ و ۲ نتایج دو نمونه را نشان می‌دهد.

جدول ۱. نتایج SCIP نمونه ۱

| Mode    | CoreID | I (mm) | S (mm <sup>2</sup> ) | Contact (kOhm) | Rho (Ohm*m) | M (mv/v) | I (μA) | Vp (mv) |
|---------|--------|--------|----------------------|----------------|-------------|----------|--------|---------|
| 3V      | #1     | 20     | 5000                 | 13.966         | 3563.968    | 12.786   | 196.18 | 2796.75 |
| 6V      | #1     | 20     | 5000                 | 13.609         | 3456.004    | 12.358   | 402.36 | 5562.24 |
| 9V      | #1     | 20     | 5000                 | 13.241         | 3351.966    | 11.852   | 621.86 | 8337.78 |
| 12V     | #1     | 20     | 5000                 | 12.92          | 3251.841    | 11.431   | 852.17 | 11084.5 |
| 0.5μA   | #1     | 20     | 5000                 | 12.536         | 3212.462    | 13.092   | 0.493  | 6.338   |
| 5μA     | #1     | 20     | 5000                 | 12.278         | 3180.272    | 13.38    | 4.968  | 63.197  |
| 50μA    | #1     | 20     | 5000                 | 12.031         | 3097.983    | 13.293   | 50.121 | 621.096 |
| 500μA   | #1     | 20     | 5000                 | 11.765         | 2968.712    | 12.082   | 500.48 | 5943.1  |
| Average |        |        |                      | 12.8           | 3260        | 12.5     |        |         |

جدول ۲. نتایج SCIP نمونه ۲

| Mode    | CoreID | I (mm) | S (mm <sup>2</sup> ) | Contact (kOhm) | Rho (Ohm*m) | M (mv/v) | I (μA) | Vp (mv) |
|---------|--------|--------|----------------------|----------------|-------------|----------|--------|---------|
| 0.5μA   | #2     | 30     | 6400                 | 154.199        | 36416.629   | 38.442   | 0.496  | 84.711  |
| 5μA     | #2     | 30     | 6400                 | 153.597        | 36185.568   | 39.778   | 4.977  | 844.143 |
| 50μA    | #2     | 30     | 6400                 | 151.927        | 33037.932   | 35.735   | 49.272 | 7632.12 |
| 500μA   | #2     | 30     | 6400                 | 149.208        | 31080.345   | 32.426   | 90.073 | 13122.6 |
| 3V      | #2     | 30     | 6400                 | 145.586        | 33595.136   | 37.918   | 18.901 | 2976.43 |
| 6V      | #2     | 30     | 6400                 | 145.982        | 32372.199   | 36.826   | 39.06  | 5927.07 |
| 9V      | #2     | 30     | 6400                 | 144.256        | 30955.437   | 35.022   | 61.341 | 8900.84 |
| 12V     | #2     | 30     | 6400                 | 142.008        | 29900.062   | 33.39    | 84.588 | 11855.5 |
| Average |        |        |                      | 148.3          | 32943       | 36.2     |        |         |

اندازه‌گیری‌ها با یک پایه زمان ۲ ثانیه در پنجره‌های محاسباتی انجام شده‌اند. هر قرائت در حالت جریان و ولتاژ تکرار شد. میانگین شارژپذیری برای نمونه ۱، ۱۲/۵ میلی‌ولت بر ولت و برای نمونه ۲، ۳۶/۲ میلی‌ولت بر ولت بوده است. مقاومت ویژه نمونه شماره ۱ از ۳۵۶۴ اهم‌متر تا ۲۹۶۹ اهم‌متر کاهش پیدا کرده است. دلیل این کاهش مقاومت، وجود سولفات مس است که به آرامی در نمونه مهاجرت می‌کند و باعث تماس بهتر می‌شود. طبق جدول شماره ۱، میانگین مقاومت ویژه ۳۲۶۰ اهم‌متر می‌باشد. نمونه شماره ۲ همانند نمونه شماره ۱ با مهاجرت سولفات مس واکنش نشان می‌دهد. مقاومت ویژه از ۳۶۴۱۷ اهم‌متر به ۲۹۹۰۰ اهم‌متر کاهش می‌یابد. مقدار مقاومت ویژه به طور متوسط ۳۲۹۴۳ اهم‌متر است. یادآور می‌شود که نمونه شماره ۱ نسبت به نمونه شماره ۲ مقاومت ویژه کمتری (تقریباً با ضریب ۱۰) دارد. همچنین نمونه شماره ۱ شارژپذیری کمتری (تقریباً با ضریب ۳ برابر) نسبت به نمونه شماره ۲ دارد.

برداشت مقاومت ویژه برای شناسایی واحدهای زمین‌شناسی که کنتراست مقاومت ویژه دارند، مناسب می‌باشد. همچنین برداشت قطبش القایی برای تشخیص نوع کانی سازی کاربرد دارد.

## اندازه گیری MPP

MPP Prob حساسیت مغناطیسی و همچنین میزان هدایت الکترومغناطیسی نسبی و مطلق (موهو بر متر) اجسام کوچک و بزرگ مانند مغزه های حفاری، نمونه ها، خروجی ها و غیره را اندازه می گیرد.



شکل ۷. دستگاه MPP Prob

با MPP Prob، می توان اطلاعاتی را دریافت کرد که یک کارشناس ژئوفیزیک جهت یک طراحی مناسب ژئوفیزیکی به آن نیاز دارد. علاوه بر این، اجازه می دهد تا همبستگی بین نمونه ها و یک برداشت مغناطیسی و الکترومغناطیسی برقرار شود. همچنین MPP Prob به بهتر مدل کردن صفحات الکترومغناطیسی و وارون مغناطیس سنجی کمک می کند.

## نتایج MPP

نتایج نشان می دهد که این دو نمونه پاسخ مغناطیسی نداشته اند. بنابراین بسیار مشکل است که این نوع سنگ از طریق برداشت زمینی یا هوابرد مغناطیسی قابل تشخیص باشد. نمونه ها اثرات مغناطیسی بسیار ضعیف را نشان می دهند. بنابراین احتمال کمی وجود دارد که یک بررسی مغناطیسی کلی، این نوع سنگ را تشخیص

دهد. حجم قابل توجهی از این سنگ‌ها و همچنین کنتراست بالا با سنگ میزبان لازم است تا بتوان این توده را شناسایی کرد.

جدول ۳. مشخصات مغناطیسی نمونه‌ها

| 12     | Core ID | Date       | Position | u | Diameter | HF-Response | Scpt | Cond:Mhose/m |
|--------|---------|------------|----------|---|----------|-------------|------|--------------|
| Left   | #1      | 31/10/2018 | 0        | m | Wall     | 0           | 0.34 | 0.0          |
| Left   | #1      | 31/10/2019 | 0        |   | Wall     | 0           | 0.35 | 0.0          |
| Center | #1      | 31/10/2020 | 0        | m | Wall     | 0           | 0.07 | 0.0          |
| Center | #1      | 31/10/2021 | 0        |   | Wall     | 0           | 0.05 | 0.0          |
| Right  | #1      | 31/10/2022 | 0        | m | Wall     | 0           | 0.15 | 0.0          |
| Right  | #1      | 31/10/2023 | 0        |   | Wall     | 0           | 0.17 | 0.0          |
| Up     | #2      | 31/10/2024 | 0        | m | Wall     | 0           | 0.08 | 0.0          |
| Up     | #2      | 31/10/2025 | 0        |   | Wall     | 0           | 0.09 | 0.0          |
| Center | #2      | 31/10/2026 | 0        | m | Wall     | 0           | 0.24 | 0.0          |
| Center | #2      | 31/10/2027 | 0        |   | Wall     | 0           | 0.21 | 0.0          |
| Down   | #2      | 31/10/2028 | 0        | m | Wall     | 0           | 0.18 | 0.0          |
| Down   | #2      | 31/10/2029 | 0        | m | Wall     | 0           | 0.19 | 0.0          |

### نتیجه‌گیری

این نمونه‌ها هدایت الکترومغناطیسی ندارند و حساسیت مغناطیسی آن‌ها بسیار ضعیف است. به همین دلیل کانی‌سازی در این محدوده دارای هدایت الکتریکی و مغناطیسی ضعیفی است، از این رو از طریق بررسی الکترومغناطیسی و مغناطیسی تشخیص داده نمی‌شوند. بنابراین، این نوع بررسی برای مشخص کردن کانی‌سازی مورد نظر توصیه نمی‌شود. دستگاه SCIP از تکنولوژی مشابه برداشت مقاومت ویژه/ قطبش القایی استفاده می‌کند. به دلیل کنتراست بالای مقاومت ویژه ظاهری و شارژپذیری، و قابل تفکیک بودن از سنگ بستر، این نوع کانی‌سازی قابل شناسایی می‌باشد.



تارنما: [www.ptbi.ir](http://www.ptbi.ir)

رایانامه: [info@ptbi.ir](mailto:info@ptbi.ir)

تلفن: ۰۲۱-۸۸۶۳۴۹۵۴

نمبر: ۰۲۱-۸۸۶۳۸۴۳۵

آدرس: خیابان کارگر شمالی، بعد از گمنام، بین خیابان

۵ و ۶، پلاک ۱۸۶۷، واحد ۵ کدپستی: ۱۴۳۹۶۳۳۱۶۸