

مطالعات زیست محیطی دپو باطله‌های زغال‌شویی البرز شرقی با استفاده از برداشت و مدل‌سازی

سه‌بعدی داده‌های ژئوالکتریک

علی مرادزاده^۱ فرامرز دولتی اردجانی^۱ و مهندی زارع^۱

^۱ دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

چکیده

در سال‌های اخیر، روش‌های ژئوفیزیکی الکتریکی خصوصاً روش‌های سه‌بعدی ژئوالکتریک، به‌طور موفقیت آمیزی در بررسی‌های زیست‌محیطی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. باطله‌های تولید شده از کارخانه زغال‌شویی، اغلب حاوی مواد سولفیدی می‌باشند. حضور این مواد در مجاورت آب و اکسیژن هوا، زمینه‌ای برای تولید پساب اسیدی می‌باشد که باعث بروز مشکلات زیست محیطی می‌شود. در این مقاله هدف بر این است تا آلودگی‌های ناشی از دپو باطله‌های ایجاد شده از کارخانه زغال‌شویی البرز شرقی با استفاده از برداشت سه‌بعدی داده‌های ژئوالکتریک مورد بررسی قرار گیرد. نتایج مدل‌سازی سه بعدی با نرم افزار RES3DINV نشان می‌دهد که آلودگی در پایین دست محل دپوی باطله‌ها از عمق ۲۰ تا ۶۰ متری در بخش‌هایی از منطقه وجود دارد.

Abstract

In recent years, the geoelectrical methods in particular three-dimensional (3D) resistivity technique have been successfully used for environmental studies. The waste dumps produced by coal washing plants often contain sulfide materials. The presence of such materials in the atmospheric condition and water generates acid mine drainage (AMD) which produces many environmental problems. This paper aims to take into consideration the pollution potential associated with waste dumps in Alborz Sharghi coal washing plant using a 3D geoelectrical survey. The results obtained from a 3D modeling using RES3DINV computer model show a few polluted zones in the downstream of waste dumps in depths between 20 to 60 m.

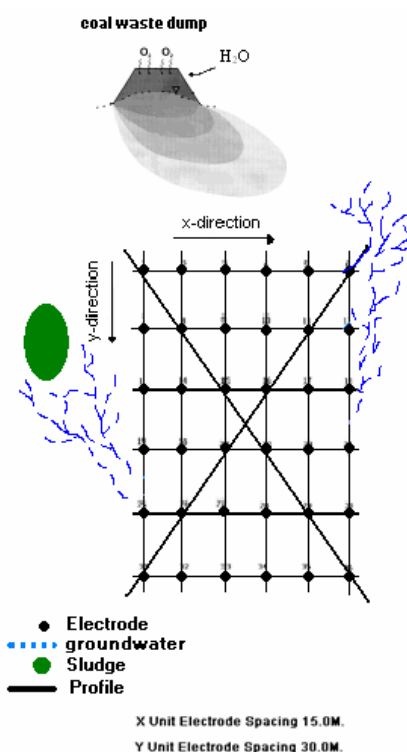
مقدمه

یکی از مهمترین سوخت‌های فسیلی زغال می‌باشد. حضور گوگرد در زغال به عنوان یک عنصر مزاحم، ضرورت مرحله شستشو را ایجاد می‌کند. در اثر شستشوی زغال، باطله زغال که اغلب حاوی مواد سولفیدی و اکسیدی (FeS₂) می‌باشد، ایجاد می‌شود. مواد سولفیدی موجود در باطله زغال در مجاورت آب و هوا، تولید پساب اسیدی (AMD) می‌کند. یکی از ویژگی‌های پساب ناشی از زغال، اسیدی بودن آن است که می‌تواند اثرات مخربی روی آب‌های سطحی، زیرزمینی و خاک داشته باشد. در سال‌های اخیر، روش‌های ژئوفیزیکی الکتریکی خصوصاً روش‌های سه‌بعدی ژئوالکتریک، به‌طور موفقیت آمیزی در بررسی‌های زیست‌محیطی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. با بررسی‌های سه‌بعدی در اطراف منابع آلودگی، می‌توان شدت، وسعت و گسترش آلودگی را در زیر سطح زمین مشخص نمود. علی‌رغم اهمیت موضوع، متأسفانه در ایران تا کنون چنین برداشت‌هایی صورت نگرفته است. نتایج یکسری برداشت‌های دوبعدی ژئوالکتریک از محل دپوی باطله ایجاد شده از کارخانه زغال‌شویی البرز شرقی، نشان از حضور و گسترش آلودگی در منطقه می‌باشد. بنابراین در این مقاله سعی خواهد شد تا برای اولین بار در ایران، آثار احتمالی این نوع باطله‌ها با استفاده از روش برداشت سه‌بعدی ژئوالکتریک، مورد بررسی قرار گیرد.

موقعیت منطقه

منطقه زغالی البرز شرقی در ۴۵ کیلومتری غرب شاهرود و در حدفاصل جاده اصلی تهران- مشهد قرار گرفته است. کارخانه زغال‌شویی البرز شرقی که زغال منطقه را تغلیظ می‌کند در شمال شرقی دامغان و در ۵۷ کیلومتر ۵۷ شاهرود، بین مناطق مهماندوست و طزره

قرار گرفته است (شکل ۱). این منطقه دارای آب و هوای کوهستانی و حداکثر ارتفاع ۲۶۰۰ متر است. که دارای زمستانی سرد و تابستانی معتدل تا گرم می‌باشد. از نظر زمین شناسی در این منطقه سیلت به صورت پادگانه‌های آبرفتی بیشتر به چشم می‌خورد.



شکل ۲. موقعیت پروفیل‌ها نسبت به دپو باطله.



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه و راههای دسترسی به آن.

برداشت‌های سه‌بعدی

هر چند تمام ساختارهای زمین‌شناسی در طبیعت بصورت سه‌بعدی می‌باشند، ولی برداشت‌های سه‌بعدی در حال حاضر در مقایسه با برداشت‌های سونداژزنی مقاومت ویژه الکتریکی یک‌بعدی (1D)، یا حتی برداشت‌های توموگرافی دوبعدی (2D) به ندرت انجام می‌شود. امروزه با توجه به اثرات زیست محیطی فعالیت‌های معدنی بر روی آب‌های زیرزمینی، توجه به چنین برداشت‌هایی ضروری می‌باشد. نحوه قرارگیری الکترودها در برداشت حاضر در شکل ۲ نشان داده شده است.

آرایه‌های مورد استفاده در برداشت‌های سه‌بعدی

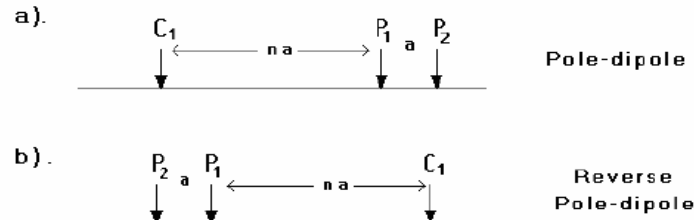
آرایه‌های قطبی - قطبی، دو قطبی و دو قطبی - دو قطبی بیشتر اوقات برای برداشت‌های سه‌بعدی مورد استفاده قرار می‌گیرند، این بدین دلیل است که آرایه‌های دیگر پوشش ضعیفی در شبکه برداشت دارند.

برداشت با آرایه قطبی - دو قطبی

این آرایه پیشنهاد مناسب‌تری نسبت به آرایه قطبی - قطبی برای برداشت شبکه‌های متوسط و بزرگ‌تر می‌باشد. قدرت تفکیک بهتری نسبت به آرایه قطبی - قطبی دارد و الکترودهای موجود در شبکه در معرض نویز کمتری قرار می‌گیرند. در مقایسه با آرایش دو قطبی - دو قطبی دارای قدرت سیگنال بالاتری می‌باشد. نحوه قرارگیری الکترودها در این نوع آرایه در شکل ۳ آورده شده است.

آرایه قطبی - دو قطبی نیاز به یک الکتروود خارج از محدوده دارد (الکتروود C₂). که باید خارج از شبکه برداشت و دورتر از پروفیل‌های برداشتی قرار بگیرد. برخلاف دیگر آرایه‌های رایج در برداشت‌های سه‌بعدی، آرایه قطبی - دو قطبی یک آرایه نامتقارن می‌باشد. بالای ساختارهای متقارن آنومالی مقاومت ویژه ظاهری نیز نامتقارن می‌باشد. در بعضی مواقع، بی‌تقارنی در مقادیر مقاومت ویژه ظاهری اندازه‌گیری شده، باعث تأثیر در مدل معکوس شده می‌شود. اولین روش در رفع این اثر بی‌قارنی، تکرار اندازه‌گیری با آرایش الکتروودی در حالت عکس می‌باشد (شکل ۳b). با تلفیق داده‌های اندازه‌گیری شده با آرایش‌های رفت و برگشتی (شکل ۳a)، و همچنین ارزیابی

می توان اثر نامتقارنی طبیعی را در این نوع اندازه گیری ها حذف کرد. مقدار مقاومت ویژه ظاهری برای آرایه دوقطبی-دوقطبی از رابطه زیر بدست می آید:



شکل ۳. ترتیب قرار گیری الکترودها برای اندازه گیری (a) در راستای "مستقیم" (b) در راستای "معکوس".

$$\rho = 2\pi n(n+1)aR \quad (1)$$

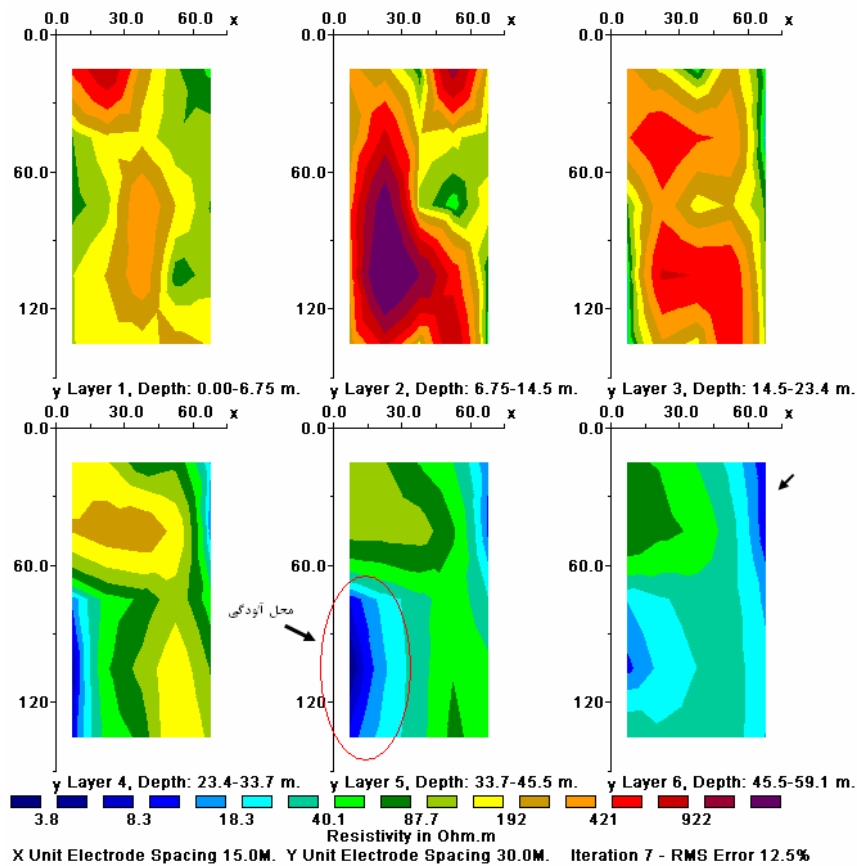
در این بررسی برداشت های سه بعدی با آرایش قطبی-دوقطبی در یک شبکه مستطیلی 6×6 از الکترودها و با فواصل الکترودی متفاوت در دو راستای عمود بر هم ($x=15$ و $y=30$ متر) انجام گرفت. به دلیل اهمیت آلودگی ناشی از دمپ باطله زغال، آرایه قطبی-دو قطبی به صورت رفت و برگشت و هم چنین به صورت اریبی بر روی پروفیل های طراحی شده، انجام گرفت (شکل ۲). این کار به دلیل افزایش دقت و کاهش خطا در نتایج مدل سازی بود. تعداد نقاط برداشتی برای هر پروفیل در حالت رفت و برگشت، ۲۰ نقطه و کل داده های برداشتی برای کل شبکه ۲۸۰ نقطه می باشد.

مدل سازی و تفسیر نتایج

داده های اندازه گیری شده توسط نرم افزار RES3DINV به صورت سه بعدی مورد مدل سازی معکوس هموار قرار گرفت. نتایج به صورت مقاطع افقی از عمق زمین در آورده شد (شکل ۴). با توجه به مقاطع حاصل، لایه های سطحی به دلیل هوازگی رسوبات آبراهه ای مقاومت بالایی را از خود نشان می دهند که این نواحی با رنگ های قرمز تیره به خوبی مشخص می باشند. با توجه به حضور آب های زیرزمینی و رودخانه های فصلی در منطقه (شکل ۲)، از مقطع سوم به سمت عمق در قسمت شمال شرقی و جنوب غربی از شبکه برداشت، کاهش مقاومت را مشاهده می کنیم که این نواحی در مقطع سوم با رنگ سبز فسفری با مقاومتی بین ۵۰-۴۰ اهم متر شروع و در مقاطع ۴، ۵ و ۶ با رنگ آبی تا آبی تیره که دارای مقاومتی کمتر از ۱۸ اهم متر می باشند به خوبی مشاهده می شود. تمرکز آلودگی در مقطع پنجم در عمق ۳۳/۷ تا ۴۵/۵ متری بیشتر به نظر می آید که این می تواند به دلیل تأثیر نفوذ آب از طریق حوضچه لجن باشد.

نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان می دهد که در اغلب موارد زون های انومال مربوط به انواع آلودگی ها به صورت سه بعدی است و به همین جهت برداشت دو بعدی داده های ژئوالکتریک و مدل سازی آنها فقط می تواند ایده کلی از وضعیت منطقه را ارائه دهد. در چنین مواردی برای تعیین گسترش سطحی و عمقی زون آلوده باید داده ها به صورت سه بعدی برداشت و مدل سازی شوند تا نتایج با واقعیت ها سازگاری بیشتری داشته باشند. بنابر نتایج بدست آمده از مدل سازی می توان حضور آلودگی و همچنین گسترش آلودگی به سمت عمق را در منطقه مورد مطالعه پیشنهاد کرد.



شکل ۴. مقاطع افقی بدست آمده از مدل سازی داده های مربوط به برداشت سه بعدی زغال شویی البرز شرقی.

منابع

- اصانلو، م. (۱۳۷۸). مهندسی زغال سنگ، انتشارات ناقوس، چاپ اول.
- جدیری شکری، ب. (۱۳۸۵). تلفیق مدل سازی ریاضی و مطالعات ژئوفیزیکی زیست محیطی مواد حاصل از شستشوی کارخانه زغال شویی البرز شرقی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شاهرود.
- سهرابی، وحید، قادری، مرتضی، سالاری راد، محمد مهدی، (۱۳۸۳)، بررسی پتانسیل تولید زهاب اسیدی از باطله های زغال شویی کارخانه البرز شرقی با استفاده از آزمایش ABA اصلاح شده، کنفرانس مهندسی معدن، جلد دوم، فصل پنجم، ۱۴۲۷-۱۴۱۱.
- Jaynes, D.B., Rogowski, A.S. and Pionke, H.B., 1984, Acid mine drainage from reclaimed coal strip mines, 1, Model description. *Water Resources Research*, 20 (2), pp.233-242.
- Moyle, P.R., Fay, J.M., Friedel, M.J., Integrated Geophysical Characterization of Mine-Waste Sites in the Coeur d'Alene Mining District, IDAHO, 857-867.
- Loke M.H. and Barker R.D., 1996b, Practical techniques for 3D resistivity surveys and data inversion. *Geophysical Prospecting*, 44, 499-523.
- Lock, M.H., (1999). Electrical imaging surveys for environmental and engineering studies, A practical guide to 2-D and 3-D surveys, 1-58.
- Sasaki, Y. 1992. Resolution of resistivity tomography inferred from numerical simulation. *Geophysical Prospecting*, 40, 453-464.