تحت شعار

يزهو الوطن بعلم وإبداع المرأة العراقية

المؤتمر العلمي الوطني النسوي الثاني

البحوث المشاركة في

محور بحوث
العلوم التطبيقية والطبيعية

للفترة

(٨-٩/ كانون الثاني/ ٢٠١٤م) ١٤٣٥هـ

بغداد - العراق

وزارة العلوم والتكنولوجيا - المؤتمر العلمي الوطني النسوي الثاني ٢٠١٤م/ ١٤٣٥هـ . رقم الإيداع في دار الكتب والوثائق في بغداد ١٥٨٧ سنة ٢٠١٤ / محور العلوم التطبيقية والطبيعية العراق بغداد

Titled

Our Country Prespers with the Knowledge and Creativity of Iraqi Women

The Second Scientific National Conference for Women

The Prarticipated Researhces in the

Applied and Natural Sciences Topic

Baghdad - Iraq

2014

Pipes detection by using Induced polarization and electrical resistivity imaging techniques

استخدام تقنية المقاومية الكهربائية والاستقطاب بالحث للكشف عن الانابيب

نادية احمد عزيز زيدون طه عبد الرزاق علاء عزت حسن

الخلاصة

يعد قياس المقاومية الكهربائية من التقنيات الاكثر استخداما في الدراسات الجيولوجية والجيوتكنيكية والبيئية والاثارية. ان استخدام مسح المقاومية الثنائي الابعاد لطبقات التربة يمكننا من عمل الخرائط الجيولوجية والليثولوجية المتقدمة، اكتشاف التكهفات والتراكيب الاخرى من صنع الانسان وهذا مالم يكن ممكنا من قبل باستخدام مسح المقاومية التقليدي احادي الابعاد.

استخدم جهاز (ABEM Terrameter LS) لجمع البيانات ونفذ العمل الحقلي في وزارة العلوم والتكنولوجيا في بغداد/العراق. واعتمد تصميم المسح على اختيار طريقة ترتيب الاقطاب مع الاخذ بنظر الاعتبار المعلومات المتوفرة عن الموقع بالإضافة الى ايجابيات تقنية تصوير المقاومية الكهربائية.

استخدمت طريقتي (Wenner) (Dipole–Dipole) لمسح المقاطع الطولية ثنائية الابعاد بطول 40 متر وبمسافة بين الاقطاب 1 متر وتراوح اقصى عمق للاختراق بين 6–7 متر. تم استحصال مقاطع صور مقاومية كهربائية ثنائية الابعاد وصور الاستقطاب الحثي، وتم تحليل وتفسير البيانات ثنائية الابعاد بواسطة برنامج RES2DINV حيث حللت النتائج وتم تصنيع النموذج ثنائي الابعاد لتحت الارض.

تبين من نتائج العمل الحقلي ان قيم الاستقطاب بالحث توافقت مع قيم المقاومية الكهربائية حيث نلاحظ ظهور نفس المنطقة على مسافة افقية بين مسافة الخط الطولي بين 25–41م وعلى عمق يتراوح بين 1.5الى 3 م وكانت بقيم مقاوميه عالية اي انها مادة عازلة (تم تفسيرها على انها انبوب بلاستيكي)، بينما ظهرت في مقطع الاستقطاب المحتث بنفس العمق وبقيم واطئة جدا تراوحت بين 2–الى 18ملي فولت/فولت مما يدل على عدم تجمع الشحنات ويدعم التفسير على انها مادة عازلة.

الكلمات المفتاحية: المقاومة النوعية، التصوير ثنائي البعد، الاستقطاب بالحث، التصوير الكهربائي.

Abstract

Electrical resistivity techniques are considered to be the most applicable for geological, geotechnical, environmental and archeological studies. The use of 2D and 3D resistivity surveys has enabled us to mapping complex geological, detecting cavities, walls and other man-made structures that were not previously possible with conventional 1D resistivity surveys.

ABEM Terrameter LS was used for data collection. The fieldwork was conducted in Ministry of Since and Technology, Baghdad, Iraq. The survey design is based on choosing the electrode configuration taking into account available information about the site and the advantages of the ERI technique.2D electrical resistivity and IP imaging sections have been obtained. The data analysis comprises of 2D inversions using the RES2DINV software. The obtained data analyzed, and 2D models of the subsurface was generated.For the fieldwork, two-dimensional surveying was carried out along two profiles using Wenner and Dipole-Dipole arrays with length of 40 m and electrode spacing 1. The max depth of penetration is ranged between 6 to 7 m.The IP values for the field site are ranging from (-2 to 18) mV/V with good agreement with resistivity data, where high chargeability are associated with low resistivity.

Key words: Electrical Resistivity, 2D Imaging, Induce polarization, Electrical imaging.

المقدمة

تعتبر الطرق الكهربائية من افضل الطرق الجيوفيزيائية التي تستخدم بشكل واسع في الدراسات الهندسية والبيئية والهيدروجيولوجية لما تعطيه من سرعة في استحصال البيانات ودقة عالية لتحديد الاهداف وخصوصا تلك الاهداف القريبة من السطح، في اغلب المسوحات الحقلية يستخدم المسح ثنائي الابعاد بسبب البساطة في العمل الحقلي (Bentley and Gharibi,2004).

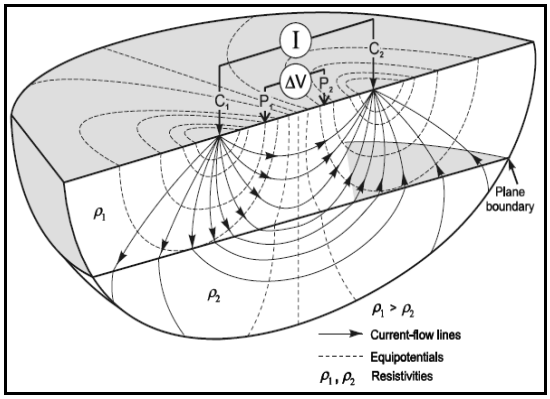
ان عملية الكشف عن الانابيب المدفونة تحت الارض تعد عملية صعبة ومربكة للغاية لكونها مصنوعة من مواد مختلفة (عازلة وموصلة)، حيث تعطي في الغالب قيم متداخلة مع قيم الوسط المدفونة بها بالإضافة الى كون العمل يحتاج الى دقة عالية في اختيار موقع النشر، لذا يتطلب الامر الى اختبار وتجربة أكثر من تقنية واسلوب للحصول على معلومات دقيقة للجسم المدفون وتشخيص موقعه وتخمين نوع المادة المصنوع منها.

ازداد استخدام تقنيات التصوير الكهربائي في العقد السابق من الزمن بسبب تطور الاجهزة متعددة الاقطاب حيث ازدادت سرعة القراءات الحقلية بشكل كبير جدا، كذلك تطور البرمجيات وطرق العرض ساعد على تطور وانتشار التصوير الكهربائي (Slater et al.,2000).

ان استخدام تقنية الاستقطاب بالحث يساعد على فهم الاشارة الفيزيائية مما شجع على زيادة التطبيقات الهندسية في هذا المجال ويجرى في الحقل بالتزامن مع المقاومية الكهربائية بنفس تصميم المسح، معظم المسوحات تجرى باستخدام القنوات الاربعة للجهاز وتستخدم هذه التقنية للكشف عن المعادن والاجسام الموصلة وعن الكبريتات في المركبات الكاربونية (Loke, 2012).

طريقة المقاومة النوعية الكهربائية

هناك عدة طرق لأمرار التيار الكهربائي في الأرض لغرض التحري عن التراكيب التحت سطحية، والشائع هو استخدام قطبين لتمرير التيار ويتم قياس فرق الجهد بواسطة قطبين آخرين، وتكون هذه الاقطاب موزعة بترتيب معين (شكل1) . فالتيار الكهربائي سوف يتدفق بشكل خطوط شعاعية من القطب تنحني كلما تقدمت باتجاه القطب الثاني وتكون عمودية على خطوط تساوي الجهد. وان وجود أي تغير في التوصيل الكهربائي يؤدي الى تغير سريان التيار داخل الارض وهذا بدوره يؤثر على توزيع الجهد الكهربائي اعتماداً على شكل وحجم وموقع ومقاومة الطبقات او الاجسام تحت السطحية، لذلك فمن الممكن الحصول على معلومات عن الطبقات التحت سطحية من قياسات الجهد الكهربائي على السطح (Sharma, 1976) (Kearey and Brooks,1991) (Ward,1990) (Telford,1976).



شكل (1) كيفية تدفق التيار الكهربائي وتوزيع الجهد (Seidel and Lange, 2007)

الخواص الكهربائية للصخور والتربة:

الخاصية الكهربائية المميزة لمعظم الصخور في الطبيعة هي التوصيل الكهربائي والذي يكون على نوعين، النوع الأول يحدث نتيجة حركة الايونات خلال الفلز ويسمى بالتوصيل الفلزي، اما النوع الثاني فهو التوصيل الاليكتروليتي والذي يحدث نتيجة حركة الايونات خلال المحاليل التي تملأ مسامات الصخور، ويمثل هذا النوع التوصيل في معظم الصخور الحاوية على المحاليل، كما انها تكون مترابطة مع بعضها بدرجات مختلفة تاركة فيما بينها فراغات مختلفة في الحجم وتكون مملوءة كلياً أو جزئياً بالماء ولذلك يكون التوصيل عن طريق المياه المحصورة بين الفراغات. حيث تعتمد المقاومة النوعية

للصخر على المقاومة النوعية للاليكتروليت الذي يملأ الفراغات (Keller and Frisch., 1970) (Griffiths and King, 1981).

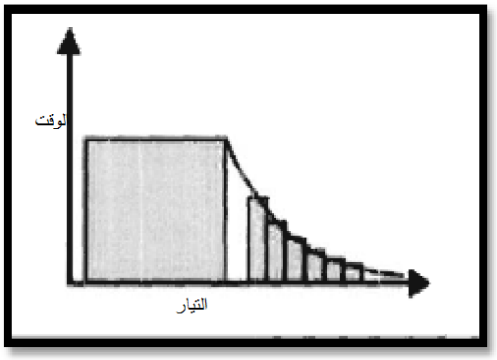
تعتمد المقاومة النوعية للصخور الرسوبية على عدة عوامل منها، المسامية، درجة التشبع، الملوحة وطبيعة المحلول الموجود في الفراغات. وبشكل عام تمتاز الصخور الرسوبية بتوصيلية عالية لمساميتها العالية واحتوائها على المحاليل التي تعمل على زيادة التوصيل الكهربائي، أما الصخور الرسوبية الجافة سواء كانت مسامية او غير مسامية فتمتاز بتوصيلية قليلة. وعلى هذا الأساس فان المقاومة النوعية الصخرية تتغير بدرجة كبيرة ليس فقط من تكوين لآخر ولكن خلال رواسب التكوين الواحد (Keller and Frisch. , 1970) أي انه لا توجد علاقة محددة بين طبيعة الصخور (Lithology) والمقاومة النوعية.

الاستقطاب المستحث Induced Polarization

طريقة الاستقطاب المستحث استعملت لأول مرة في أواخر الأربعينيات وبالرغم من قدمها إلا أنها مازالت تستخدم على نطاق واسع في البحث عن خامات الكبريتيدات المبعثرة (Disseminated sulfide ores) وإلى حد ما فى البحث عن المياه الجوفية. وفيما يلي سيتم مناقشة وعرض الأساس الفيزيائي والجيولوجي لمصدر الاستقطاب المستحث في طبقات الأرض:

1- الاستقطاب القطبي Electrode Polarization: ويصاحب هذا النوع من الاستقطاب الحثي تواجد المعادن الموصلة للكهربائية، و يتناقص مع زيادة المسامية الصخرية. فعند مرور تيار كهربائي خلال صخرة حاوية على معادن فلزية، فإن التوصيل الأيوني يعوق إلى حد كبير من قبل الحبيبات المعدنية والتي يكون انسياب التيار فيها إلكترونيا. إن ذلك يقود إلى تراكم الأيونات في الحد الفاصل بين المعدن والمحلول مؤديا إلى نمو فولتية كهروكيميائية عن سطوح الحبيبات المعدنية كما هو موضح بالشكل التالي (شكل 2).

إن هذه العملية مشابهة لاستقطاب قطب وذلك عند غمس القطب في محلول إلكتروليتى. وعند انقطاع التيار الخارجي المسلط (Applied Field) تتبدد الفولتية الكهروكيميائية ولكنها لا تنخفض إلى الصفر آنيا. ولكن لوحظ أن انحلال الفولتية يتغير مع الزمن.



شكل 2: منحني تلاشي التيار للاستقطاب بالحث (Geophysics GPR International Inc., Mississauga, Ontario, 2009).

ويمكن قياسه كجزء من الفولتية (V) التي كانت موجودة عند مرور التيار. وتعطى النسبة بين السعة للجهد الإضافي بعد توقف التيار مباشرة إلى تلك (قيمة الجهد) بعد التوقف ($\Delta V/V$) تعطى قياس التركيز للمعادن الفلزية في المواد التي يسرى خلالها التيار. وهذا باختصار مبدأ الاستقطاب المستحث أو IP.

الجانب العملي:

الأجهزة المستخدمة:

أنجز العمل الحقلي باستخدام جهاز (Terrameter LS) المصنع من قبل شركة ABEMالسويدية (شكل 3) مع بكرتين فضلاً عن مجموعة من الاوتاد الفولاذية(Steel electrodes).

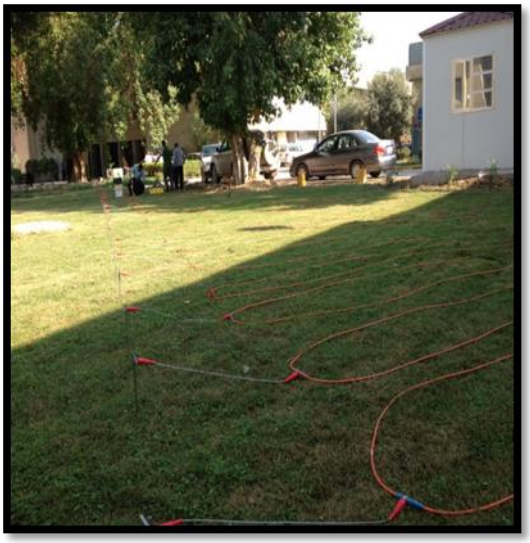
يعد جهاز (Terrameter LS) احد الاجهزة التابعة لمجموعة اجهزة (ABEM) التي تستخدم بصورة واسعة في المسوحات الجيوكهربائية ، حيث يستخدم هذا الجهاز في قياسات المقاومية

الكهربائية(electrical resistivity) والاستقطاب بالحث(Induce polarization) إضافة إلى الجهد الذاتي (Self-potential) من جهود التيارات المباشرة الطبيعية ، وتكون النتائج المستحصلة ضمن مدى يتراوح (0,1 ملي فولت – 500 فولت) كذلك يستخدم في مسوحات المقاومة النوعية الكهربائية حيث يعد الجهاز مقياساً للمقاومة النوعية للأرض اذ انه يولد تياراً مناسباً يمكن إيصاله إلى أعماق كبيرة ولمسافات تحت ظروف مسح جيدة.

شكل 3: جهاز قياس الكهربائية Terrameter LS.

الاختبارات الحقلية:

تم اختيار منطقة الدراسة في وزارة العلوم والتكنولوجيا في بغداد (شكل 4). تم نشر كيبل القياس ذو الأربعين قطب (40 ELECTRODES) بترتيب فنر (Wenner) (Dipole-Dipole) وبطول 40 متر بأربعة مسارات وبفاصلة 1 متر بين مسار وآخر، بعدها تم ضخ التيار الكهربائي لأقطاب الجهاز، ان القياس بهذا لترتيب يعطي الإمكانية لدراسة التغيرات السطحية لقيم المقاومة ويبين مدى انتظام أو شواذ قيمها ضمن معطيات تنصيب الجهاز. يتم جمع البيانات لكل مسار ليجري معالجتها مختبرياً بجهاز الحاسوب وببرنامج معالجة البيانات ثنائية البعد RES2DINV الذي يوفر إمكانية توزيع قيم المقاومات لأعماق الجس ولمختلف طبقات الأرض حيث يمكن مشاهدة توزيع القيم ومقدار شواذها ان وجدت ضمن مخطط توزيع قيم المقاومات الظاهرية مع العمق. يعمل البرنامج على اخذ القيم العكسية لقيم المقاومات الظاهرية وتوزيعها خطيا وبنسبة خطأ مقبولة بحدود (4%)، موضحة نتائج المعالجة باللوحة رقم (3)، بعدها تجري الحسابات التراكمية للتحليل النهائي الحاصلة من نتائج المعالجة.



شكل 4: العمل الحقلي.

مناقشة النتائج:

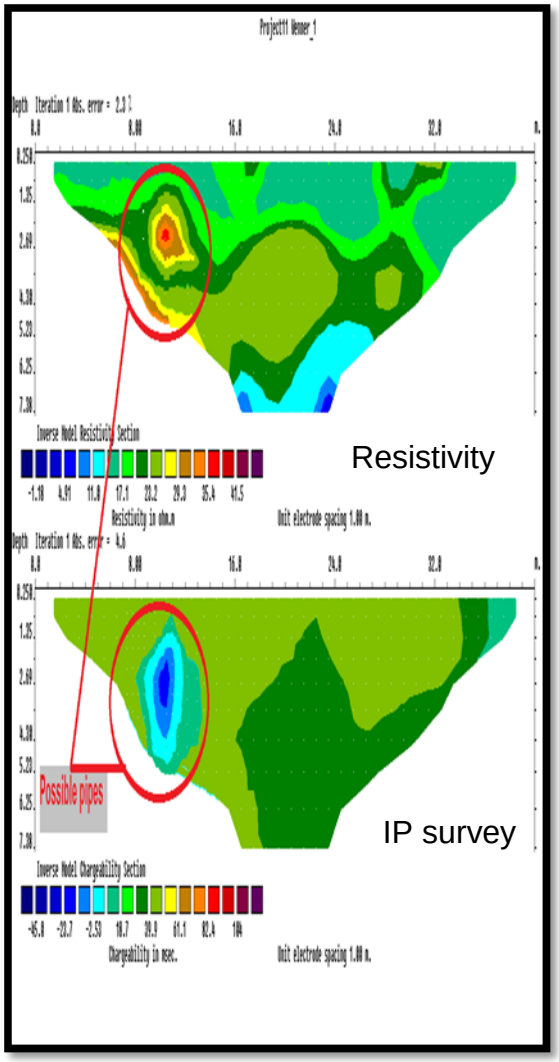
ترتيب فنر:

أظهرت النتائج بعد تحليل المقطع الطولي إن قيم المقاومية الكهربائية تراوحت بين 4-41 اوم.م وكان معدل الخطأ للقراءات (RMS) بحدود 2.3% للمحاولة الأولى وعمق الاختراق بحدود 7.3متر(شكل 5).

بينما تراوحت قيم الاستقطاب بالحث بين 2-82 ملي فولت/فولت وبنسبة خطأ للقراءات بحدود 4% للمحاولة الاولى.

نلاحظ في هذا الشكل ظهور منطقة في كلا المقطعين والتي تم تفسيرها على انها انبوب بلاستيكي وبعد الحفر في المنطقة المحددة تم التحقق من وجوده بعمق مقارب للعمق المحدد ، حيث ظهرت في مقطع المقاومية الكهربائية على مسافة الخط الطولي بين

25–41م وعلى عمق يتراوح بين 1.5الى 3 م وكانت بقيم مقاوميه عالية اي انها مادة عازلة (تم تفسيرها على انها انبوب بلاستيكي) ، بينما ظهرت في مقطع الاستقطاب المحتث بنفس العمق وبقيم واطئة جدا تراوحت بين 2- الى 18 ملي فولت/فولت مما يدل على عدم تجمع الشحنات و يدعم التفسير على انها مادة عازلة.



شكل (5): يوضح للتحليل النهائي الحاصلة من نتائج المعالجة الخطي باستخدام ترتيب الاقطاب (Wenner).

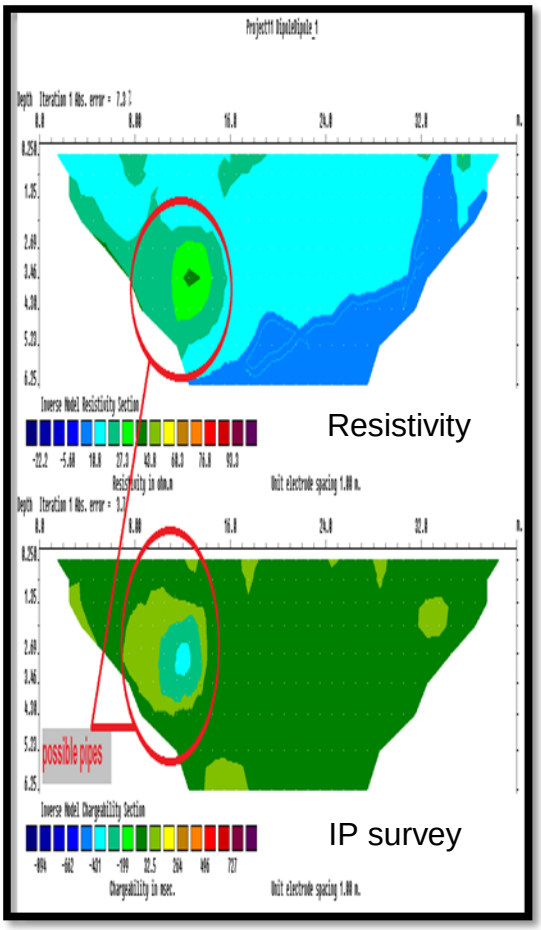
ترتيب ثنائي القطبين:

اظهرت النتائج ان قيم المقاومية الكهربائية تراوحت بين 10 الى 60 اوم.م وكانت نسبة الخطأ RMS بحدود 7.3 للمحاولة الاولى بطريقة المربعات الصغرى (Least square) واقصى عمق للاختراق 6.25 متر (شكل 6).

بينما تراوحت قيم الاستقطاب المحتث بين 32-246 mv/v وكانت نسبة الخطأ في القراءات 3.7%.

نلاحظ في هذا الشكل ظهور منطقة في كلا المقطعين والتي ظهرت في المقطع السابق ولكن بنطاق عمق اوسع قليلا عن المقطع السابق يتراوح بين -4.5 1.25 م وكان العمق الكلي للمقطع اقل من المقطع الثاني بترتيب الاقطاب فنر.

من النتائج اعلاه نستنتج بان ترتيب الاقطاب فنر هو الاكثر ملائمة من ثنائي القطبين لمنطقة وهدف الدراسة.



شكل 6: يوضح للتحليل النهائي الحاصلة من نتائج المعالجة الخطية باستخدام ترتيب الاقطاب. (Dipole-Dipole).

الاستنتاجات

١–بمقارنة مقطع المقاومية الكهربائية مع الاستقطاب بالحث، نلاحظ ان المقاومية الكهربائية تعطي معلومات أكثر للتفريق بين الاهداف المختلفة ولكن الاستقطاب بالحث ممكن ان يساهم في ازالة الغموض في تفسير بيانات المقاومية الكهربائية، ويرى بالتزامن مع المقاومية الكهربائية بدون كلفة او جهد اضافي.

٢–وجد ان ترتيب الاقطاب فنر هو الاكثر ملائمة لمنطقة وهدف الدراسة حيث ان انه يوفر اشارة عالية ونسبة ضوضاء قليلة وعق اختراق أكبر.

٣–ان استخدام الاستقطاب بالحث مع المقاومية الكهربائية للكشف عن الانابيب يعطي نتائج بنسبة خطأ مقبولة نسبيا.

٣–ان قيم الاستقطاب بالحث توافقت مع قيم المقاومية الكهربائية، حيث تزامنت قيم المقاومية الكهربائية العالية مع قيم الاستقطاب المحتث الواطئة، مما يدل على عدم تجمع الشحنات ويدعم التفسير على وجود مادة عازلة (تم تفسيرها على انها انبوب بلاستيكي).

References:

BENTLEY, L.R. and GHARIBI, M. (2004) Two- and three-dimensional electrical resistivity imaging at a heterogeneous remediation site. Geophysics, 69(3), pp. 674–680.

Griffiths, D. H., and King, R. f., (1981): Applied Geophysics for Geologist and Engineers, Pergamon Press, Second Edition, 223P.

GEOPHYSICS GPR INTERNATIONAL INC. (2009) Electrical resistivity survey of the martison site, hearst, Ontario. Presented to: PhosCan Chemical Corp. Canada.

Johnson, W. J., (2003): Application of the electrical resistivity method for detection of underground mine workings. Geophysical Technologies for Detecting Underground Coal Mine Voids, Lexington, KY, July 28-30.

Kearey, P. and Brooks, M., (1991): An Introduction to Geophysical Exploration. Blackwell Scientific Publications.

Keller, G. V., and Frischknecht, F.C., (1970): Electrical method in geophysical prospecting, Pergamon press, Oxford, 517 P.

LOKE, M.H. (2012) Tutorial: 2-D and 3-D electrical imaging. http://www.georentals.co.uk/Lokenote.pdf.

Sharma, P. V., (1976): Geophysical methods in geology. Amsterdam, Elsevier Scientific Pup. Co. Netherland.

SLATER, L., LESMES, D. and KEMNA, A. (2000) Case studies of engineering and environmental applications of induced polarization imaging.In: proceedings of the first international conference on the application of geophysical methodologies & NDT to transportation facilities and infrastructure, December 2000, St. Louis, Missouri.

Seidel, and Lange, G., (2007): Geophysics (Direct Current Resistivity Methods). Handbook of Field Methods and Case Studies. Springer-Verlag, Berlin. PP 205-238.

Telford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E. and Keys, D. A. (1976): Applied Geophysics. Cambridge University Press.

Ward. S.H., (1990): Resistivity and induced polarization methods. In: Ward, S.H. (ed.). Geotechnical and Environmental Geophysics, Vol. II: Environmental and groundwater, Society of Exploration Geophysicists, Tulsa, USA: 147 – 190.