

تحديد الانطقة الجيوكهربائية وعمق خزان المياه الجوفية باستخدام المسح الكهربائي والاستقطاب الحثي ثنائي الابعاد لمنطقة مختارة من بحر النجف/ العراق

حيدر عبدالزهرة الدباغ فراس صبحي حميد فراس كاظم عبد الكريم

وزارة العلوم والتكنولوجيا/ دائرة الفضاء والاتصالات

بغداد -العراق

الخلاصة

استخدمت طريقتي المسح الكهربائي والاستقطاب الحثي ثنائي الابعاد في تحديد عمق المياه الجوفية والانطقة الجيوكهربائية ضمن منطقة الدراسة الواقعة في بحر النجف. تم اجراء القياسات الحثية بثلاثة مسارات باستخدام ترتيب شلمبرجر للاقطاب الكهربائية وبطول نشر 400 متراً للمسار بفاصلة 10 متراً بين قطب وآخر. بينت مقاطع المقاومة الكهربائية وجود ثلاث انطقة جيوكهربائية وهي: طبقة التربة السطحية وطبقة غطائية غير نفوذة علوية المتمثلة بصخور المارل للعضو الاعلى لتكوين الدمام فضلا عن الطبقة الحاملة للمياه الجوفية المتمثلة بصخور الكربونات للعضو الاوسط لتكوين الدمام. أما مقاطع الاستقطاب بالحث فقد بينت وجود نطاقين اللذان يمثلان الطبقة الغير نفوذة والطبقة الحاملة للمياه. تراوحت قيم المقاومة النوعية الظاهرية لطبقة التربة السطحية بين 2-9 اوم. متر ولطبقة الغير نفوذة بين 10-20 اوم.متر ، اما الخزان الجوفي فتراوحت بين 20-40 اوم.متر . اما قيم الاستقطاب الحثي فتراوحت بين 0- 700 ملي ثانية في عموم المقاطع. وتراوح عمق المياه الجوفية بين 20-30 متر حيث يمتد الخزان الجوفي الى عمق اكثر من 70 متر من مستوى سطح الارض.

الكلمات المفتاحية: التصوير الكهربائي ثنائي الابعاد ، الاستقطاب الحثي وترتيب شلمبرجر .

Determination of the Geo-electrical Zones and the Depth of Groundwater Aquifer by Using 2D Electrical and Induced Polarization Surveys for A Selected Area in Bahar Al-Najaf Region/Iraq

Hayder Abdul Zahra Al-dabbagh Firas Subhy Hameed

Firas Kadhim Abdul Kareem

Ministry of Science and Technology / Directorate of Space and Communication

Baghdad-Iraq

E-mail: dr.Haider_aldabbagh@yahoo.com

Abstract

The electrical survey method along with the 2D induced polarization method were used to determine the depth of the Groundwater table and to locate the geo-electrical zones within the area of interest in Bahar Al-Najaf region . The surveys were conducted in three lines using Schlumberger protocol . The lines were 400 m in length. Data analysis showed three Geo-electrical zones, these are: The top soil layer, an upper confining layer which belongs to upper member of Dammam Formation, and a water bearing layer that belongs to middle member of Dammam Formation. The induced polarization sections showed the presence of two zones that represent impermeable layer and the water-bearing layer . The resistivity values were in the range of 2-9 Ω .m. for the upper soil layer, 10-20 Ω .m for the impermeable marlstone layer and 20-40 Ω .m for the carbonate water-bearing layer. While induced polarization values ranged from 0- 700 milliseconds. Ground water depth ranging between 20-30 m and extends the aquifer to a depth of more than 70 m from the ground level.

Key Words: 2D Electrical Imaging, Induced Polarization and Schlumberger Array.

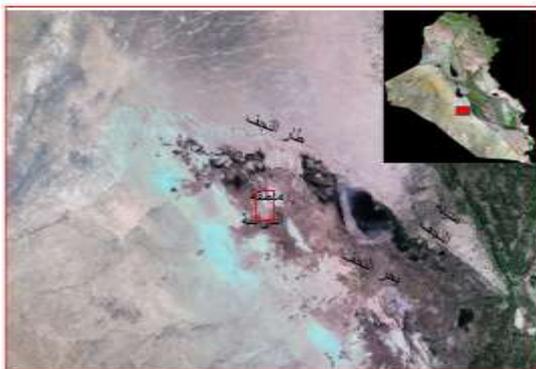
المقدمة

يهدف البحث الى تحديد الانطقة الجيوكهربائية والخرزان الجوفي باستخدام المسح الكهربائي والاستقطاب الحثي ثنائي الابعاد.

المواد وطرائق العمل

جيوولوجية منطقة الدراسة

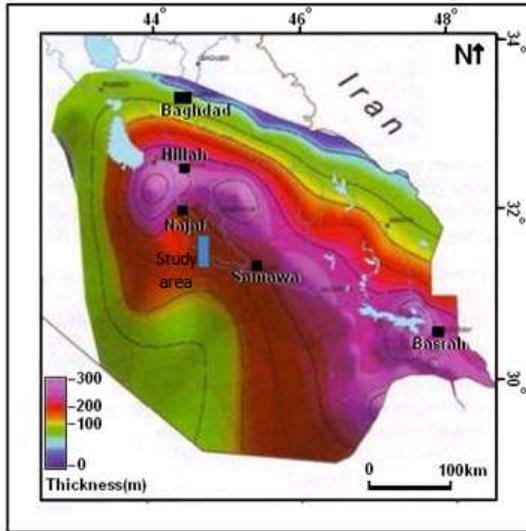
تقع منطقة الدراسة شكل (1) ضمن خطي طول ("44°2'20"-44°3'37") شرقاً وخطي عرض ("31°58'39"-32°1'24") شمالاً على بعد 35 كم غرباً عن مركز محافظة النجف الاشرف باتجاه بحر النجف ضمن نطاق السلطان في منطقة الرصيف المستقر Stable shelf الذي يمثل منطقة تحول بين الرصيف المستقر والرصيف غير المستقر. وينكشف فيها تكوين الدمام (الايوسين الاوسط والاعلى) الذي يعتبر بمثابة طبقة المياه الجوفية الهامة في مناطق الصحراء الغربية شكل (2). وتمثل اجزاه المنكشفة غرب وجنوب غرب العراق مناطق التغذية فيه (Al-Hashimi, 1973). وتبعاً الى التتابع الطباق فان تكوين الدمام يقع تحته تكوين الرص و فوقه تكوين الفرات بحدود لاتوافقية Unconformable . يتراوح سمك التكوين بين 150-200 متراً في أو بالقرب من منطقة الدراسة كما هو مبين في خط تساوي العمق من الشكل (3) (Jassim and Goff, 2006) وقد يصل الى 250 متراً في المقطع النموذجي له في العراق في بئر الزبير-3 (Al-sayyab, et al., 1982)



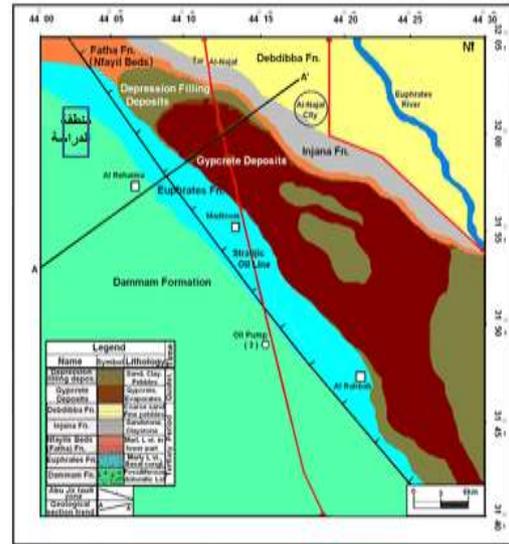
شكل (1) موقع منطقة الدراسة

تعتبر المياه الجوفية من أهم المصادر المائية، إذ تعتمد عليها الكثير من الدول بوصفها مصدراً مائياً يلبي نسباً عالية من احتياجاتها للماء . وتزايد احتياجات الشعوب للماء بأزدياد التقدم الصناعي والزراعي والعمراني، مما جعل اهتمام معظم الدول ينتج منذ عقود طويلة إلى المياه ، وكما هو معروف ان الموارد المائية المتاحة للاستخدام في تناقص مستمر نتيجة لزيادة معدلات الطلب المتزايد للمياه، ولذلك أصبح لزاما التوسع في الدراسات والأبحاث في الكشف عن المياه الجوفية واستثمارها والتي تحتاج إلى تحريات متنوعة لغرض التعرف على الخزير الجوفي وكيفية تجددته وأسلوب استخراجه.

تعتبر المسوحات الجيوفيزيائية من طرق الاستكشاف السريعة للمياه الجوفية، وذات الكلف الرخيصة مقارنة بكلف حفر الآبار (Kosinski and Kelly, 1981). وتعتبر طريقة المقاومة النوعية الكهربائية أكثر الطرق الجيوفيزيائية استعمالاً في مجال الدراسات الهيدروجيولوجية (Keller, 1967)، وذلك لكلف مسوحاتها الواطئة وسهولة تطبيقها وسرعتها في إعطاء النتائج بالمقارنة مع بقية الطرق الجيوفيزيائية كالطريقة الزلزالية . ان اهم ما يميز هذه الطريقة هو تعدد الاساليب في المسح الكهربائي السطحي بطريقة المقاومة النوعية الكهربائية؛ ولهذا يتم اختيار الاسلوب المناسب في العمل الحثي لحل المشاكل الجيوولوجية والتوصل الى نتائج جيدة .



شكل (3) خارطة توزيع السمك لتكوين الدمام داخل الحدود العراقية



شكل (2) خارطة جيولوجية لمنطقة الدراسة عن (Barwary and Nasira, 1996).

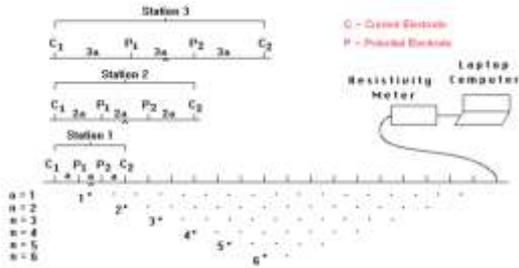
بين (115-159م) ، ويتسم بوجود الشقوق والفجوات ، لذلك أصبح حامل جيد للمياه الجوفية .
ج- العضو السفلي Lower Member : يتشكل من الشيل الرمادي المخضر Grayish Green Shale والمارل مع المتبخرات . يوجد هذا العضو فقط في عينات الآبار المحفورة في الأجزاء الشرقية من صحراء العراق كما في المنطقة قيد الدراسة . ويعتبر أحيانا جزءا من تكوين الرص الذي يقع تحت تكوين الدمام. (Tamar Agha, *et al.*, 1997).

تغطي اجزاء كبيرة من منطقة الدراسة بالترسبات الحديثة المتكونة من عمليات التجوية للصخور المنكشفة ويتراوح سمكها بين 0,5-1,5 متراً ومتكونة من خليط من السلت والرمل والحصى الناعم. استخدم جهاز المسح الكهربائي نوع LS- Terrameter المصنع من قبل شركة ABEM السويدية المبين في شكل (4) في جمع البيانات الحقلية وتم معالجتها باستخدام برنامج RES2DINV والمتخصص في معالجة البيانات الثنائية الأبعاد.

يمتد التكوين على مسافات كبيرة في الصحراء الغربية و الجنوبية. يتكون أساسا من صخور كربونائية (الحجر الجيري و الدولوميت) مع أنواع من متحجرات النيوملايت (Al- Nummulite Species (Al- sayyab, *et al.*, 1982) وفقا للتسلسل الطباقى لجيولوجية منطقة النجف يمكن تقسيم التكوين من الأعلى إلى الأسفل الى الأعضاء التالية: (Barwary and Nasira, 1996)

أ- العضو العلوي Upper Member : يتكون بصورة رئيسية من الحجر المارلي ، والحجر الجيري الطباشيري معاد التبلور Recrystallized Chalky Limestone في معظم الأجزاء. يحتوي على فجوات وبالوعات اذابة Sinkholes ناتجة عن تخلل مياه الامطار من خلال الكسور السطحية.

ب- العضو الأوسط Middle Member : يتألف من الدولوميت الحاوي على المتحجرات (Fossiliferous Dolomite) ومن الحجر الجيري المتدلتمت (Dolomitic Limestone) تتخللها طبقات من المارل والصوان العقدي (Nodular Chert) في بعض الاعماق. يتراوح سمك هذا العضو



شكل (6) ترتيب الأقطاب الكهربائية في المسح ثنائي الأبعاد (Loke,2001).

أول من استخدم هذا الترتيب والمسمى باسمه هو شلمبرجر عام 1912 وهو الأسلوب الأكثر استخداماً في التحري الكهربائي لغرض تحديد التغيرات الشاقولية في قيم المقاومة النوعية الكهربائية تحت نقطة الجس، وتتم القياسات بهذا الأسلوب من أخذ قراءات متتالية للمقاومة الكهربائية مع زيادة المسافة بين قطبي التيار وثبوت المسافة بين قطبي الجهد لعدة قياسات إلى أن يصبح فرق الجهد بين القطبين (M, N) صغيراً جداً لا يمكن قياسه عندئذ يتم زيادة المسافة بينهما بحيث تبقى $\frac{1}{5} AB \geq MN$ (Bhattacharya and Patra , 1976 ;Telford ,1976) ;Dobrin ,1968 ,

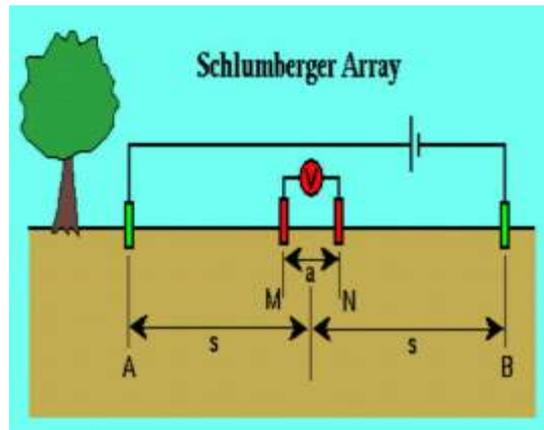
العمل الحقلية

تضمنت الأعمال الحقلية الموضحة في الصورتين (1,2) إجراء القياسات الكهربائية على طول ثلاثة مسارات متوازية بطول 400 م وبفاصلة 10 م بين قطب وآخر وتفضل بين هذه المسارات مسافة 50 م بهدف التعرف على التغيرات العمودية والجانبية في قيم المقاومة النوعية فضلاً عن قياس التغيرات العمودية والجانبية في قيم الاستقطاب المستحث (Chargeability) للطبقات الصخرية وهو قابلية الاحتفاظ بالشحنات التي تظهرها المواد الموصلة كهربائياً في طبقات التربة. ويتم قياسها بالتزامن مع



شكل (4) جهاز المسح الكهربائي نوع LS-Terrameter ABEM

استخدم المسح الكهربائي ثنائي الأبعاد أو مايسمى بالتصوير الكهربائي واستخدم ترتيب شلمبرجر لنشر الأقطاب الكهربائية وكما مبين بالشكلين (6,5) لكونه أكثر فاعلية خصوصاً في استكشافات المياه الجوفية، ويحقق عمق اختراق أكبر من ترتيب فتر (Kunetz, 1966)، كون التيار الكهربائي يخترق مسافات أعمق مع ازدياد التباعد بين قطبي التيار، حيث تؤخذ قياسات عدة للمقاومة النوعية لكل مسافة جديدة بين الأقطاب، مع ثبوت مركز واتجاه النشر (Telford *et.al.*, 1976).



شكل (5) ترتيب شلمبرجر لنشر الأقطاب الكهربائية

ان هذه القيم السالبة لم يكن لها تأثير واضح على تفسير النتائج لذا لم يتم حذفها من البيانات الحقلية . لقد كانت مقاطع المقاومة الكهربائية للمسارات الثلاثة متشابهة الى حد ما حيث بينت في العموم وجود ثلاثة وحدات تزداد فيها المقاومة مع العمق . اما مقاطع الاستقطاب الحثي فكانت غير متشابهة فيما بينها وعكست في العموم وجود وحدتين تزداد فيهما قابلية الطبقات الصخرية بالاحتفاظ بالشحنات الكهربائية (Chargeability) مع العمق وربما يعكس ذلك زيادة المحتوى الطيني والاملاح في المياه الجوفية.

المسار الاول

أظهرت النتائج بعد تحليل المقاطع ، ان مدة الاحتفاظ بالشحنة الكهربائية (Chargeability) في عموم هذا المقطع وهذه النتائج مبينة في الشكل (7) وتتراوح بين 0-300 ملي ثانية عدا منطقة صغيرة ذات قيمة عالية تصل الى 700 ملي ثانية فسرت على انها عدسة من الطين او قناة مطمورة حيث ان زيادة المحتوى المائي وزيادة المعادن الطينية من المسببات المهمة في زيادة قيم (Chargeability). يعكس هذا المقطع وجود وحدتين صخريتين العليا تمثل الطبقة الكاتمة والثانية تمثل الخزان المائي. اما قيم المقاومة الكهربائية تراوحت بين 2-40 اوم.م وكان معدل الخطأ للقراءات (RMS) 0.99% للمحاولة (7) وعمق الاختراق 70 متراً يوضح هذا المقطع الطبقات التالية والمبينة في الشكل(8).

• الطبقة الحيوكهربائية الاولى: والتي تمثل الطبقة السطحية (Top soil) المكونة من (Gypsiferous soil) والمارل الاخضر (Green Marl) وتمتد من مستوى الارض الطبيعية الى عمق 11 متراً ويقوم مقاومة كهربائية تتراوح بين 2-9 اوم. متر . وتظهر هذه الطبقة في بداية المقطع وتضمحل عند مسافة 150 متراً من بدايته لتظهر بشكل متقطع ومتباعد.

قياس المقاومة الكهربائية. حيث تعمل المعادن الموصلة المنتشرة في الأرض على تصريف الطاقة الكهربائية المخزنة خلال فترة ايقاف امرار التيار فيتم قياس زمن اضمحلال الشحنات المخزونة في الطبقات الارضية.

اخذت القياسات باتجاه N30E بموازاة ميل الطبقات بهدف الحصول على سمك حقيقي للطبقات، ففي حالة كون ميل الطبقات كبيراً ولا يمكن إهماله، فإن النشر باتجاه الميل يسبب زيادة في السمك المخترق من قبل التيار الكهربائي (Zohdy, 1974; Sharma, 1976).

النتائج والمناقشة

استخدم في معالجة بيانات المقاومة الكهربائية وبيانات الاستقطاب الحثي برنامج RES2DINV حيث تم اعتماد المقاطع ذات قيم ال RMS% اقل ما يمكن . وقد احتوت مقاطع ال (Chargeability) على قيم سالبة قد تعزى الى ضعف الاتصال بين الاقطاب والارض في بعض النقاط او اسباب اخرى متعلقة بالتأثيرات بين التيار ودوائر الجهد (Martinho et al., 2004).



صورة (1) الاعمال الحقلية لجمع البيانات



صورة (2) الاعمال الحقلية لجمع البيانات

(Green Marl) وتمتد من مستوى الارض الطبيعية الى عمق 11 متر ويقوم مقاومة كهربائية تتراوح بين 1-10 اوم. وتظهر هذه الطبقة في بداية المقطع وتضمحل عند مسافة 160 متراً من بدايته لتظهر بعدها منكشفة وبشكل متقطع ومتباعد ومتناوب مع الطبقة الصماء التي تدنوها.

• الطبقة الجيوكهربائية الثانية: طبقة كاتمة شبه نفاذة وتمثل العضو الأعلى لتكوين الدمام (مكونة من المارل والحجر الجيري معاد التبلور) بسمك يتراوح بين 2-20 متراً وتكون منكشفة على السطح عند المسافة 160 متراً الى نهاية المسار.

• الطبقة الجيوكهربائية الثالثة: الخزان الجوفي الرئيسي المتمثل بتكوين الدمام (Dammam Fn.) ويظهر من عمق 20 الى 70 متراً بمقاومية كهربائية بحدود 20-40 اوم. متر. ان التغير الجانبي في مدة الاحتفاظ بالشحنات (Chargeability) والتغير الجانبي في قيمة المقاومة يعزى ذلك الى احتمالية وجود فائق ضمن الخزان الجوفي.

المسار الثالث

أظهرت النتائج بعد تحليل المقاطع ، ان مدة الاحتفاظ بالشحنات للطبقات الصخرية (Chargeability) في عموم المقطع تتراوح بين (0-350 ملي ثانية). الشكل (11) يعكس وجود وحدتين صخريتين العليا تمثل الطبقة الغير نفوذة والثانية تمثل الخزان المائي. اما قيم المقاومة الكهربائية فأنها تراوحت بين 1-41 اوم. متر وكان معدل الخطأ للقراءات (RMS) بحدود 0.77 % للمحاولة (7) وعمق الاختراق 70 متراً ويوضح المقطع (شكل 12) الطبقات التالية:

• الطبقة الجيوكهربائية الاولى: والتي تمثل الطبقة السطحية (Top Soil) المكونة من (Gypsiferous Soil) والمارل الاخضر (Green Marl) وتمتد من مستوى الارض

• الطبقة الجيوكهربائية الثانية: طبقة غير نفوذة أو صماء وتمثل العضو الأعلى لتكوين الدمام (مكونة من المارل والحجر الجيري معاد التبلور) بسمك يتراوح بين 2-20 متراً وتكون منكشفة على السطح عند المسافة 150 متراً الى نهاية المسار وبشكل منقطع ومتباعد ومتناوب مع طبقة التربة السطحية.

• الطبقة الجيوكهربائية الثالثة: الخزان الجوفي الرئيسي المتمثل بالعضو الأوسط من تكوين الدمام المؤلف من Perforated Limestone من عمق 20 الى 70 متراً أو أعمق من ذلك الذي يمتاز بمقاومية كهربائية بحدود 20-40 اوم. متر. ومن الجدير بالذكر ان المسح الكهربائي لم يصل الى قعر الخزان الجوفي والمتمثل بالعضو الاسفل لتكوين الدمام المؤلف من صخور صماء غير نفوذة من المتبخرات والمارل والشيل. وعلى الرغم من ذلك فان المسح قد غطى الأعماق المطلوبة من الناحية الاقتصادية لغرض تحديد اماكن حفر الآبار المائية وبأقل كلفة ممكنة.

المسار الثاني

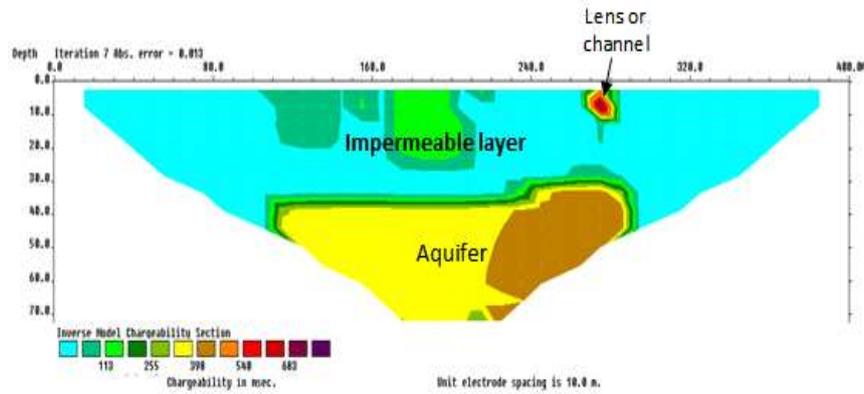
أظهرت النتائج بعد تحليل المقاطع ، ان مدة الاحتفاظ بالشحنة الكهربائية (Chargeability) في عموم المقطع تتراوح بين 0-300 ملي ثانية وكما مبين في الشكل (9) عدا منطقة صغيرة ذات قيمة عالية تصل الى 700 ملي ثانية فسرت على انها عدسة من الطين يعكس هذا المقطع وجود وحدتين صخريتين العليا تمثل الطبقة الكاتمة والثانية تمثل الخزان المائي. اما قيم المقاومة الكهربائية فقد تراوحت بين 400-2 اوم. متر وكان معدل الخطأ للقراءات (RMS) بحدود (1.04 %) للمحاولة (7) وعمق الاختراق 70 متراً ويوضح مقطع المقاومة الكهربائية الطبقات التالية وكما مبين في الشكل (10)

• الطبقة الجيوكهربائية الاولى: والتي تمثل الطبقة السطحية (Top Soil) المكونة من (Gypsiferous soil) والمارل الاخضر

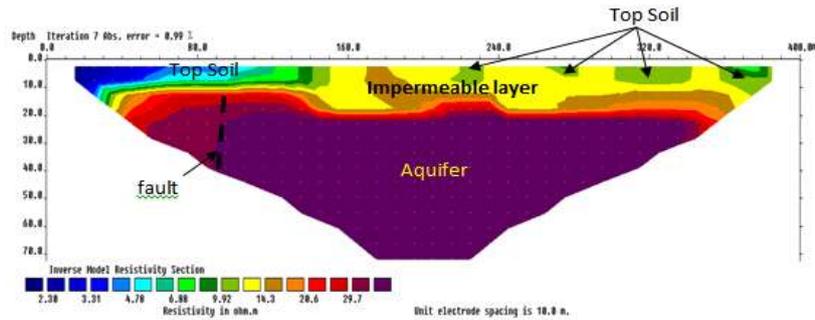
الطبقة الجيوكهربائية الثالثة: الخزان الجوفي الرئيسي المتمثل بتكوين الدمام (Dammam Fn.) من عمق 20 الى 70 متراً مقاومة كهربائية بحدود 20-41 اوم. متر. ان التغير الجانبي الحاد في مدة الاحتفاظ بالشحنات (Chargeability) والتغير الجانبي في قيمة المقاومة من 20 أوم الى 40أوم يدل على احتمالية وجود فائق ضمن الخزان الجوفي.

الطبيعية (N.G.L) الى عمق 11 متراً ويقوم بمقاومة كهربائية تتراوح بين 1-10 اوم. متر. وتظهر هذه الطبقة في بداية المقطع وتضمحل عند مسافة 200 متراً من بدايته وتظهر مرة ثانية عند المسافة 310 م الى نهاية المسار ويشكل منقطع ومتباعد ومتأوب مع الطبقة الصماء التي تندوها.

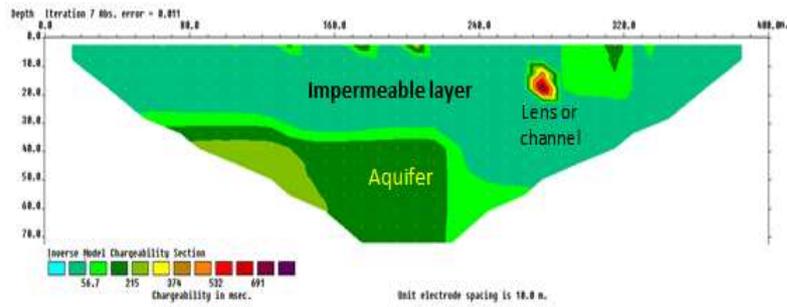
- الطبقة الجيوكهربائية الثانية: طبقة كاتمة شبه نفاذة وتمثل العضو الاعلى لتكوين الدمام (مكونة من المارل والحجر الجيري معاد التبلور) بسمك يتراوح بين 2-20 متراً وتكون منكشفة على السطح عند المسافة 200 متراً الى المسافة 310 متراً من المسار.



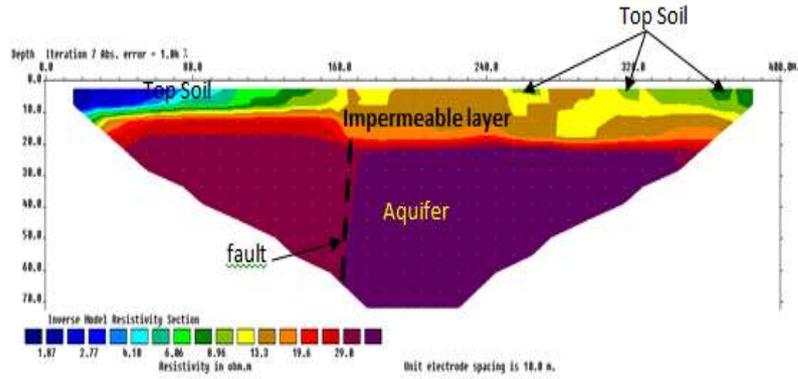
شكل (7) مقطع الاستقطاب بالحث للمسار الاول.



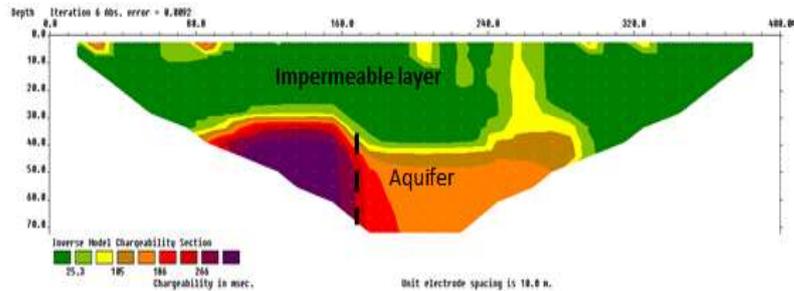
شكل (8) مقطع توزيع المقاومة الكهربائية للمسار



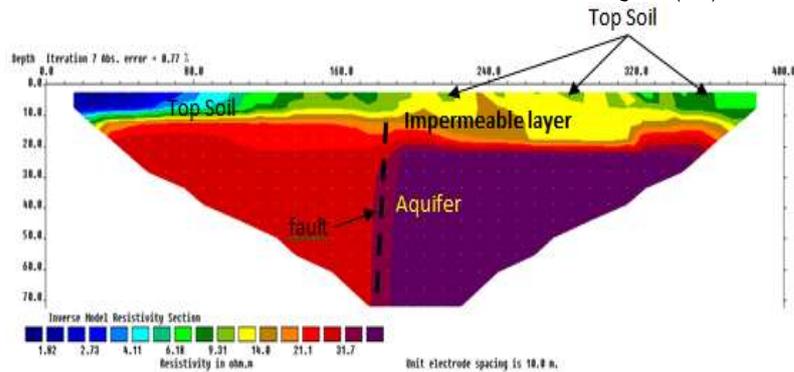
شكل (9) مقطع الاستقطاب بالحث للمسار الثاني.



شكل (10) مقطع توزيع المقاومة الكهربائية للمسار



شكل (11) مقطع الاستقطاب بالحث للمسار الثالث.



شكل (12) مقطع توزيع المقاومة الكهربائية للمسار

الاستنتاجات

4- اثبتت طريقة الاستقطاب الحثي كفاءتها في دعم نتائج المسح الكهربائي لتحديد الطبقات الحاملة للمياه الجوفية فضلاً عن تحديد العدسات الطينية والقنوات القديمة ومواقع الفوالق في المنطقة.

اعتماداً على نتائج تفسير نقاط الجس الكهربائي ثنائي الابعاد ونتائج الاستقطاب بالحث فضلاً عن المعلومات الجيولوجية والهيدروجيولوجية المتوفرة يمكن استنتاج ما يأتي:

References

Al- Sayyab, A.; Al- rawi, D.; Al- jassim, J. and Al- shaikh, Z. (1982). Geology of Iraq, Mousul Univer. Print, 277.

Al-Hashimi, H.A.J. (1973). The Sedimentary Facieses and Depositional Environment of the Eocene Damman and Rus Formation, Jour. Geol. Soc. of Iraq. (6), 7-18.

Barwary, A.M.; and Nasira, A.S. (1996). Geological Map of Al Najaf uadrangle Sheet NH-38-2 of Scale 1:250 000, 1st. ed. GEOSURV. Baghdad.

Bhattacharya, P. K., and Patra, H. P. (1968). Direct Current Geoelectric Sounding, Principles and Interpretation. Elsevier Pub. Co., New York, 135

Dobrin, M. B. (1976). Introduction to Geophysical Prospecting , 3th Edition, Mc Graw-Hill, New York, 630.

Jassim, S. Z.m. and Goff, J. C. (2006) Geology of Iraq, First Edition Dolin, Prague and Moravian Museum, Brno, 341.

Keller, G. V. (1967). Application of Resistivity Methods in Mineral and Groundwater Exploration Program. In: Mining and Groundwater Geophysics, Geological Survey of Canada, (26), 51-66.

Kosinski, W.K. and Kelly, W.E. (1981). Geoelectric Soundings for Predicting Aquifer Properties. Groundwater (19), 163-171.

1- وجود ثلاث طبقات جيوكهربائية الى عمق 70م

الطبقة الاولى والتي تمثل الطبقة السطحية (Top Soil) والمكونة من (Gypsiferious

Soil) والمارل الاخضر وتمتد من مستوى

سطح الارض الى عمق 11 متراً. الطبقة

الجيوكهربائية الثانية وهي الطبقة الكاتمة شبه

النفاذة وتمثل العضو الاعلى لتكوين الدمام

بسمك يتراوح بين 2- 20 متراً. الطبقة

الجيوكهربائية الثالثة وهي طبقة حاملة للمياه تمتد من

عمق 20 م الى اكثر من 70 م بمقاومية كهربائية

بحدود 20-40 اوم. متر.

2- وجود خزان جوفي رئيسي من النوع المحصور الذي

يمكن ملاحظة ذلك من التدفق التلقائي للمياه الجوفية

من الآبار المحفورة في المنطقة

والمتمثل بالعضو الاوسط لتكوين الدمام (حجر

جيربي ودولومايت). يظهر في المسح الكهربائي

بسمك حوالي 50 متراً في منطقة الدراسة ولم يتم

الوصول الى حدوده السفلى . وقد امتازت مقاومته

بتغيرات جانبية تراوحت بين 20-41 اوم. متر.

ويعتقد ان سبب تلك التغيرات الجانبية هو تأثير

الفوالق في المنطقة.

3- بلغ منسوب مستوى المياه الجوفية

Groundwater table في منطقة الدراسة

(منسوب السطح العلوي للخزان الجوفي 20-30

م عن مستوى سطح الارض).

Kunetz, G. (1966). Principle of Direct Current Resistivity Prospecting. Berlin, Gebruder Borntraeger, Serial No.1, Berlin Nekolassee. 106.

Loke, M.H. (2001). Tutorial 2D and 3D Electrical Imaging Survey, Geotomo Software, Malaysia.

Martinho, E; Almeida, F; and Senos Matias, M.J. (2004). Time-domain Induced Polarization in the Determination of the Salt/Freshwater Interface (Aveiro-portugal), 18 SWIM. Cartagena, Spain.

Sharma, P. V. (1976). Geophysical Methods in Geology, Amsterdam, Elsevier Scientific Pub. Co. Netherland.

Tamar Agha, M. Y; Al- mubarak, M. and Al- hashimi, (1997). The Jil Formation, A New Name for the Early Eocene Lithostratigraphic Unit in South of Iraq, Iraq Geol. Jour, (30), (1), 37-45.

Telford, W. M.; Sheriff, R. E. and Keys, D. A. (1976). Applied Geophysics, First Edition, Cambridge University Press, 548.

Zohdy, A. A. R. (1974). Electrical Methods Application of Surface Geophysics to Ground Water Investigations, Techniques of Water Resources Investigations of the United States Geological Survey (USGS), Chap. D1, Book 2, 66.