

تحديد نطاقات عدم التجانس في منطقة كفر فوق شمال غرب دمشق باستخدام تكامل طرائق التردد المنخفض جداً والمقاومية الكهربائية

زياد سلوم⁽¹⁾

الملخص

يبين البحث أهمية استخدام طريقة الترددات المنخفضة جداً (VLF) لتحديد نطاقات عدم التجانس (تغيرات ليتولوجية، فالق، تشقق....) ضمن التشكيلات الصخرية. نفذت قياسات كهربائية في منطقة كفر فوق شمال غرب دمشق بطريقة التردد المنخفض جداً، على طول أربعة بروفيلات متوازية وبأطوال متباينة. وبناءً على هذه النتائج أُجريت مجموعة من السور الشاقولية بطريقة المقاومية الكهربائية، في أماكن نطاقات عدم التجانس (نطاقات التشقق...). أظهرت نتائج المعالجة والتفسير التي استخدمت فيها برامج متخصصة، أنّ نطاقات الشقوق تصل إلى عمق 250 متراً، وهي تشكل ممرات جيدة للمياه، وتكون مأمولة لوجود المياه الجوفية، وبناءً عليه حُفرت عدة آبار في المنطقة وكانت غزارتها جيدة.

الكلمات المفتاحية: التردد المنخفض جداً (VLF)، Fraser، الهيدروجيولوجية، السبر الكهربائي.

⁽¹⁾أستاذ مساعد - قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة دمشق

Determination of i homogeneity zones in Kafer Qouq N-W of Damascus by using the an integral technique of (VLF) and Electrical Resistivity methods

Ziad Salloum⁽¹⁾

ABSTRACT

The research demonstrates the importance of using the very low frequency method beside the electrical resistivity method. This helps the determination of inhomogeneity zones (fault, fractures ...) in the rocks formations. Electrical measurements executed along four parallel and different length profiles with very low frequency method in Kafer Qouq north- west of Damascus. Depending on the results of VLF, a group of vertical electrical sounding points were executed in the places of the inhomogeneity zones (fault, fractures ...). The results of processing and interpretation with special software show the inhomogeneity zones (fault, fractures ...) at the depth of 250m, and have a good roll for existing and flowing the groundwater. Several water well have been drilled in the area with good yield results.

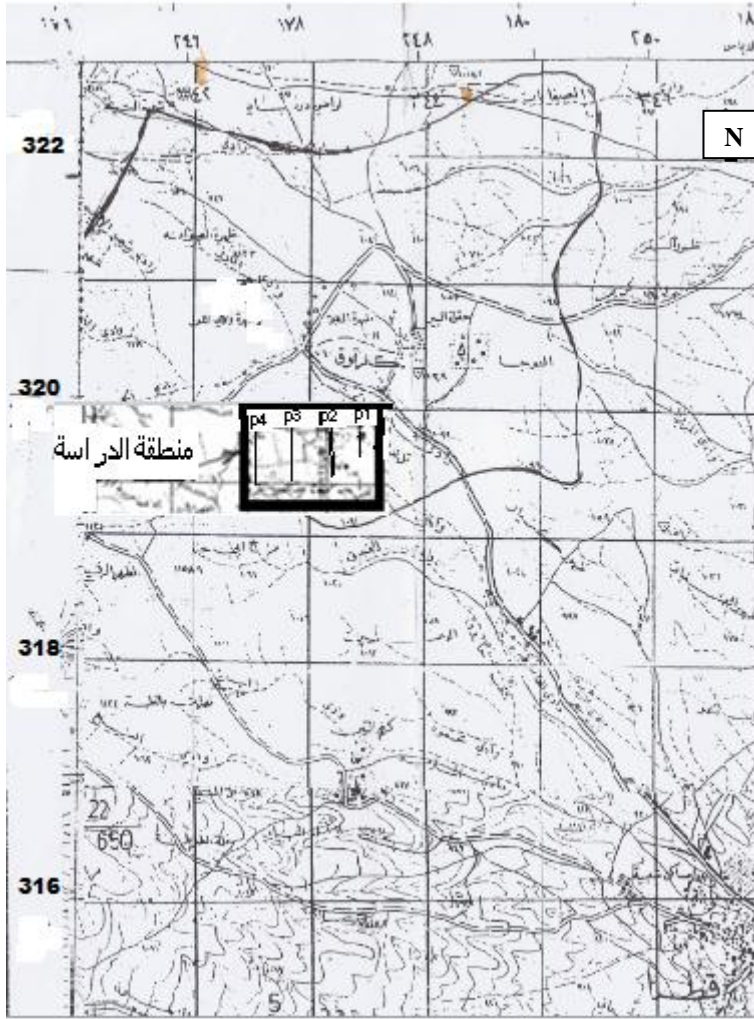
Key words: Very low frequency (VLF), Fraser, Hydrogeology, Electrical sounding.

(1) Associate Professor, Department of Botany, Faculty of science, Damascus University

1- المقدمة:

نُفِّدَ هذا البحث باستخدام تكامل التقنيات الكهرومغناطيسية وطريقة المقاومة الكهربائية، إذ تُعدُّ طريقة التردد المنخفض جداً VLF من الطرائق الكهرومغناطيسية المهمة ومركباتها التي استخدمت على نطاق واسع لتحديد النطاقات التكتونية والفوالق تحت السطحية، كما تشير العديد من المراجع [1]، [2] وتقنية التيار المتواصل، [1] ممثلة بطريقة قياس المقاومة الكهربائية بالسير الكهربائي الشاقولي مما يزيد في دقة تحديد نطاقات عدم التجانس (تغيرات لليتولوجية، فوالق، تشققات.... الخ)، وفي تحديد الأجسام والبنى الجيولوجية تحت السطحية وفي مجالات الهيدروجيولوجيا [3]، [4]، [5]. طبقت هذه التقانات في منطقة شمال غرب دمشق في منطقة كفر قوق، إذ أُجْرِيَ أولاً مسح كهرومغناطيسي لأربعة بروفيلات بطريقة التردد المنخفض جداً (VLF) باستخدام محطتي إرسال عالميتين تعملان بترددين مختلفين، وقيست المركبات الكهرومغناطيسية مثل زاوية ميل إهليلج الاستقطاب وإهليلج الاستقطاب، ورسمت خرائط قيمها، وفسرت هذه القيم بواسطة برنامج تفسير X-VLF، وحصلنا نتيجة لذلك على خراط التدرج (Fraser)، التي أظهرت أماكن التغيرات الليتولوجية والتشققات (نطاقات عدم التجانس). كما نفذت في الموقع قياسات المقاومة الكهربائية (السير الكهربائي الشاقولي) في تسع نقاط (محطات)، وحصلنا على المقاطع الجيوكهربائية، التي أظهرت تغيرات المقاومة الأفقية والشاقولية ونطاقات عدم التجانس بوضوح والتي ساعدت على تحديد مواقع الآبار ضمن نطاقات عدم التجانس المحددة.

2- الموقع والطبوغرافيا: تقع منطقة البحث في الشمال الغربي من مدينة دمشق وشمال غرب مدينة قطنا بمسافة 6/ كم تقريباً، وضمن أراضي كفر قوق. تشمل منطقة الدراسة جزءاً من القسم الشمالي الغربي من السفوح الجنوبية الغربية لمنخفض جبل العرب بالقرب من السفوح الجنوبية الشرقية لجبل الشيخ، وهي منطقة سهلية عموماً تنتشر فيها مجموعة من المرتفعات البازلتية تراوح ارتفاعاتها الطبوغرافية بين (908-1108)م، مثل ظهرة أبي غازي وظهره العبدية. تخترق هذا السهل مجموعة من الأودية المنحدرة من المناطق المرتفعة المجاورة، وتتجه عموماً إلى الجنوب لترفد نهر الأعوج. كما هو موضح في الشكل (1) بين: خطي العرض (N33 2745) (N33 28 07). وخطي الطول (E36 01 58) (E36 03 08).



(الشكل 1) خريطة طبوغرافية لمنطقة الدراسة مقياس 1/50000

3-الوضع الجيولوجي والتكتوني:

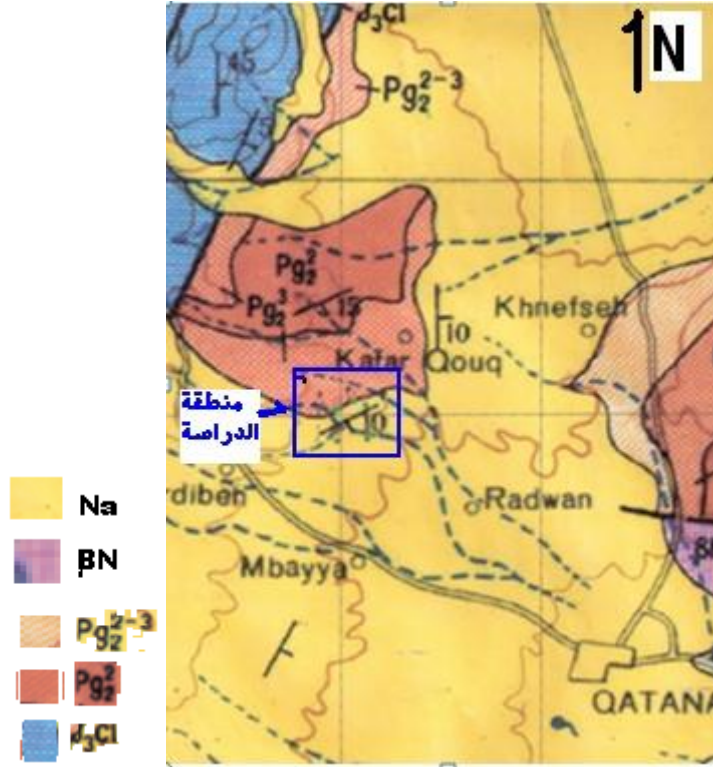
أمكن من خلال الخارطة الجيولوجية لرقعة دمشق والمشاهدات الحقلية ملاحظة التوضعات الجيولوجية الآتية موضحة في الشكل (2):

- **توضعات الرباعي:** تتألف من نوعين: الأول عبارة عن كونغلوмира ورمال وحصى كلسية بازلتية تتوضع في المناطق المنخفضة والمناطق الجبلية عموماً، والثاني عبارة عن مجموعة من الصبات البازلتية المتتالية، التي تتكشف في القسم الشمالي الشرقي من منطقة الدراسة.

توضعات النيوجين: تتألف من نوعين: الأول عبارة عن كونغلوмира وحجر رملي وغضار، تشغل جزءاً من القسم الشمالي والجنوبي من منطقة الدراسة، والثاني عبارة عن صبات بازلتية متلاحقة، تغطي القسم الشمالي الشرقي، يلي التوضعات المذكورة أعلاه طبقات من الحجر الكلسي الحواري والمارن مع مستويات صوانية تعود للبايوجين الأوسط والأعلى ثم توضعات من الحجر الكلسي الغضاري والمارن والغضار وبسماكات كبيرة نسبياً تتجاوز 600 متر (حسب المقطع الجيولوجي) تعود للبايوجين الأسفل وأعلى الكريتاسي (P1-P2 I ar-cr2m-d)، ثم توضعات من الحجر الكلسي الغضاري مع عقد صوانية وحجر كلسي ودولوميت تعود للكريتاسي الأعلى بدءاً من الكامبانيان حتى (السينومانيان-تورونيان (Cr2 cp-cm-t)). من خلال الخارطة الجيولوجية 1/50000 لرقة دمشق لم يلاحظ وجود للفوالق على السطح، ولكن حُدِّد بعضها من خلال الأعمال الجيوفيزيائية المنفذة من خلال هذه الدراسة، ويعتقد أن لهذه الفوالق دوراً مهماً في وجود المياه الجوفية وحركتها في هذه المناطق. ومن خلال الاستطلاع الهيدروجيولوجي المنفذ والمعطيات المتوافرة، أمكن تمييز مستويين مائيين رئيسيين:

المستوى المائي الأول: مؤلف من التوضعات الحصوية والرملية والبازلت العائدين للرباعي والنيوجين والحجر الكلسي الحواري العائد للقسم العلوي من البايوجين، راوحت أعماق الآبار المحفورة على هذا المستوى بين (50-250) متراً، ومستوياتها ما بين (30-60) متراً وتصريفها (5-25) م³/سا ودرجة الحرارة بين (19-22) درجة مئوية، والناقلية الكهربائية للمياه بين (480-720) ميكروموساً.

المستوى المائي الثاني: مؤلف من التوضعات الكلسية الدولوميتية العائدة للكريتاسي الأعلى بدءاً من الكامبانيان حتى السينومانيان-تورونيان، ويتميز هذا المستوى بأعماقه الكبيرة ودرجة حرارته المرتفعة واحتوائه على الكبريت.



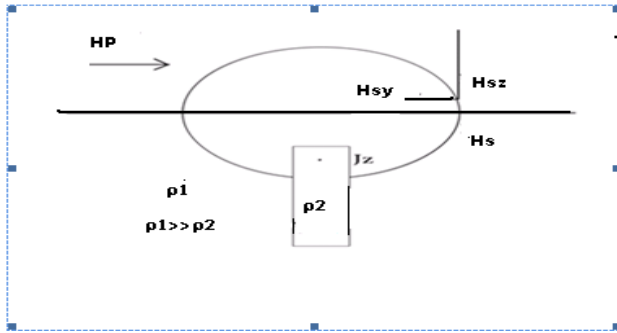
(الشكل 2) خريطة جيولوجية لمنطقة الدراسة مقياس 1/50000

4- أهمية البحث وأهدافه: تكتسب مناطق عدم التجانس (فوالق تشققات.....الخ) أهمية كبيرة في معرفة نفوذية الطبقات والبنى تحت السطحية. ولهذه المعرفة انعكاساتها وتطبيقاتها المهمة، وأهمها معرفة خصائص الحوامل المائية [3]. هَدَفَ البحث إلى تحديد مناطق عدم التجانس وإظهار انعكاساتها على الطبقات الحاملة للمياه، وذلك عن طريق إظهار فعالية تقاطع معطيات الطريقة الكهرطيسية (التردد المنخفض جداً (VLF)) بالتيار المتناوب ومركباتها الكهرطيسية مع طريقة المقاومة الكهربية بالسير الكهربي الشاقولي.

5- طريقة البحث: استخدمت قياسات الطريقة الكهرطيسية (التردد المنخفض جداً (VLF) ومركباتها الكهرطيسية، التي تفيد من الحقول الكهرطيسية الصادرة من محطات إرسال عالمية، تعمل بتيار متناوب ضمن مجال تردد (15-25) kHz [1]، [3]، [4]. تحرض الحقول الكهرطيسية الأولية المتناوبة تيارات تحريضية في الأجسام الشاذة (عدم تجانس) (بنى جيولوجية)، التي تتمتع بناقلية كهربية جيدة مختلفة عن ناقلية الوسط المحيط بها في

الجزء السطحي من القشرة الأرضية، كما هو موضَّح في الشكل (3). يحرض الحقل المغنطيسي الأولي Hp حقلاً مغنطيسياً ثانوياً Hs ومركباتها (Hsz, Hsy)، اللذين يشكلان مع بعضهما إهليلج استقطاب، له زاوية ميل إهليلج الاستقطاب Tilt Angle % ويشكل نسبة Hsz إلى Hp إهليلج الاستقطاب Ellipticity % يحمل في طياته معلومات عن البنى الجيولوجية [5]. تقيس طريقة VLF الحقل المغنطيسي الثانوي Hs ومركباته كما في الشكل (3). نفذت قياسات هذه الطريقة في منطقة كفر قوق على أربعة بروفيلات

P1-P2-P3-P4 باتجاه شمال- جنوب وبأطوال مختلفة موضَّحة في الشكل (1)، باستخدام جهاز T-VLF فرنسي الصنع يعمل بتيار متناوب ضمن مجال تردد kHz (10-30)، وباستخدام الحقل المغنطيسي المتولد عن محطات إرسال عالمية، يقيس الجهاز المركبات الكهرطيسية ومنها (زاوية ميل إهليلج الاستقطاب، و إهليلج الاستقطاب ...) [12] ويعمل بترددين .

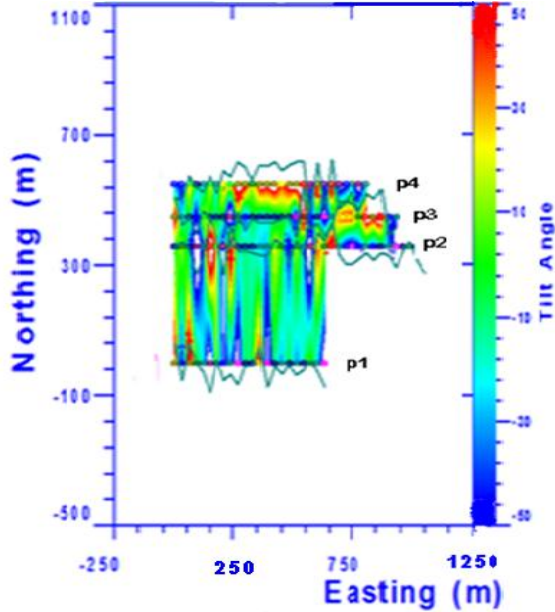


(الشكل 3) مبدأ طريقة (VLF) التردد المنخفض جداً والمركبات المقيسة

نفذت البروفيلات الأربعة المذكورة أعلاه بأطوال مختلفة، وكان التباعد بين نقاط القياس 30م، باستخدام ترددتين الأول 16000 Hz، باستخدام الحقل المغنطيسي المتولد عن محطة الإرسال العالمية (Rugby, Great Britain) GBR، وهي محطة إرسال تصدر من بريطانيا من Rugby وهي عبارة عن سلك شاقولي طاقتها 750kw. والثاني 17100 Hz باستخدام الحقل المغنطيسي المتولد عن محطة الإرسال العالمية (USSR, Moscow) UMS، وهي محطة إرسال تصدر من روسيا (موسكو)، وهي عبارة عن سلك شاقولي طاقتها 1000kw. يفيد استخدام محطتي إرسال عالميتين بترددتين مختلفتين في إعطاء توضيح أكبر بالنسبة إلى أعماق الاستكشاف وتفاصيل أخرى، لأن كل محطة لها حقل مغنطيسي أولي خاص بصفاته واتجاهه، وهذا يسهم في إظهار نطاقات عدم التجانس بأعماق واتجاهات مختلفة.

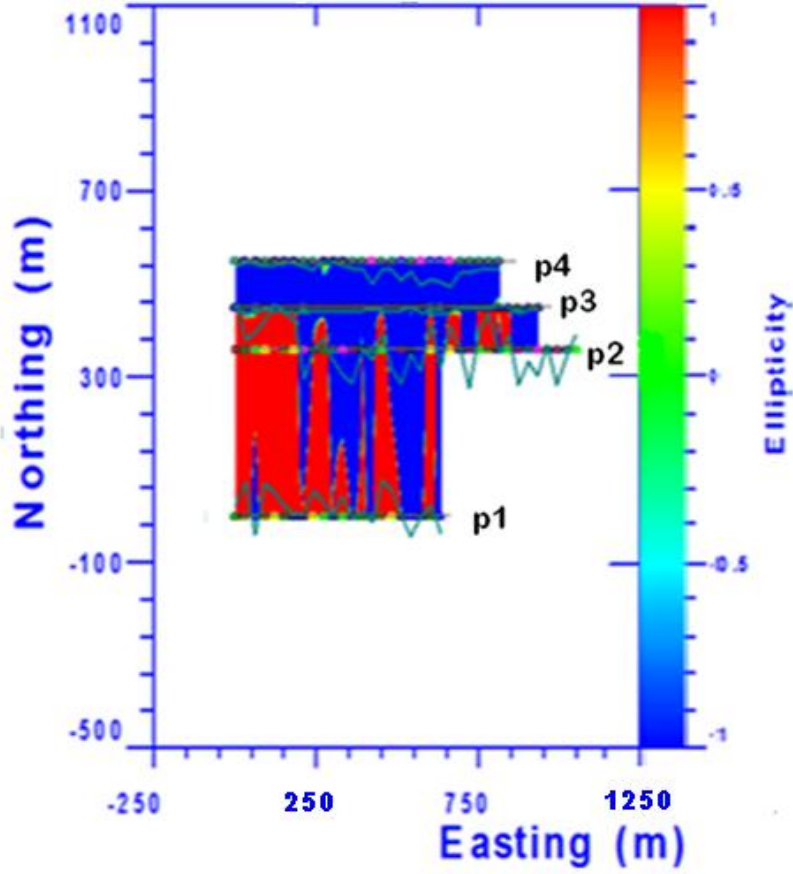
بناءً على الشواذ التي حُدِّثَتْ باستخدام تقانة VLF، نُقِّدَتْ (9) سبور كهربائية شاقولية بطريقة المقاومة الكهربائية [12]، باستخدام تشكيل شلومبرجير المتناظر [1] باتجاهات مختلفة وبطول أعظمي لمساري التيار AB (2000-3000) م.

6. طرائق التفسير والمناقشة: فُسِّرَتْ نتائج القياسات الحقلية على مرحلتين: فُسِّرَتْ في المرحلة الأولى نتائج طريقة التردد المنخفض جداً VLF. حُدِّثَتْ قيم زاوية ميل إهليلج الاستقطاب %Tilt Angle وإهليلج الاستقطاب %Ellipticity، والمركبات الأخرى كنسبة مئوية للبروفيلات الأربعة، باستخدام برنامج تفسير (X-VLF)، الذي يظهر أماكن الشواذ الكهروطيسية، إذ يقوم برنامج التفسير بحساب Fraser [6]، [10] الذي يمثل حساب التدرج (Gradient) للقيم المقيسة كلها بالترددين المذكورين وفق خوارزميات خاصة، وحصلنا بالنتيجة على خارطة لقيم زاوية ميل إهليلج الاستقطاب %Tilt Angle المنفذة بتردد 16000 Hz للبروفيلات الأربعة ومثلت بالشكل (4)، الذي يبيِّن العلاقة بين نقاط القياس وقيم زاوية الميل الممثلة بألوان مختلفة على البروفيلات الأربعة، إذ مثلت القيم المرتفعة باللون الأحمر والقيم المنخفضة باللون الأزرق، والقيم الوسطى باللون الأصفر، وتمثل القيم الانتقالية زاوية الميل إهليلج الاستقطاب (نقاط الانعطاف) أمكنة نطاقات عدم التجانس.



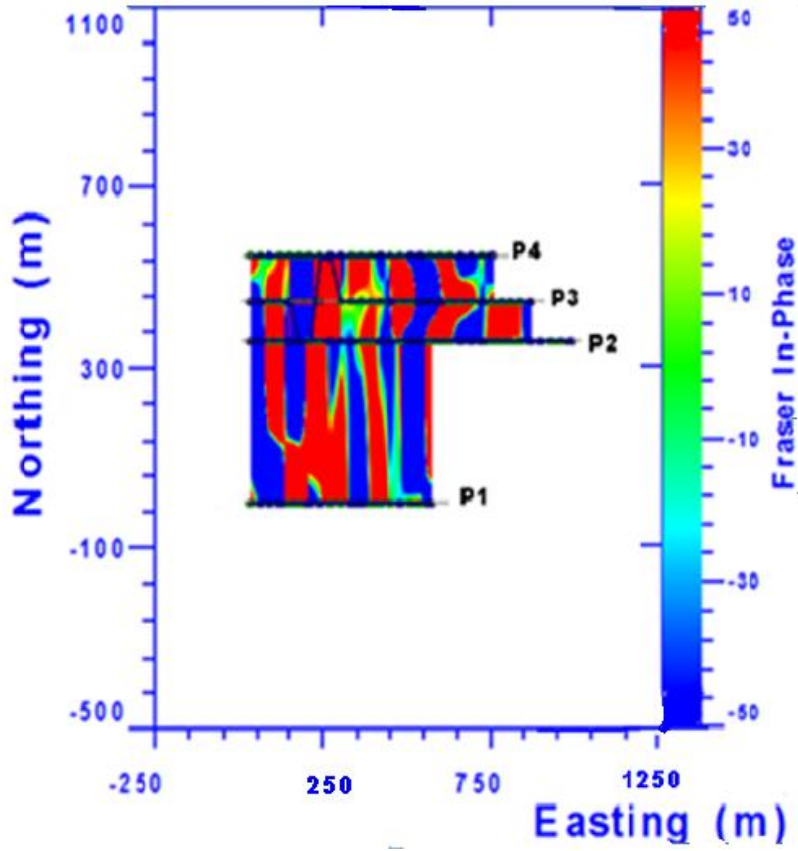
(الشكل 4) خريطة قياسات زاوية ميل إهليلج الاستقطاب %Tilt Angle المقيسة بتردد 16000Hz

وكذلك الأمر لقيم إهليلج الاستقطاب %Ellipticity المنفذة بالتردد نفسه، إذ مثلت النتائج على شكل خارطة (الشكل 5) الذي يبيّن العلاقة بين نقاط القياس وقيم إهليلج الاستقطاب %Ellipticity، وقد مثلت القيم المرتفعة باللون الأحمر والقيم المنخفضة باللون الأزرق، والقيم الوسطى باللون الأصفر (نطاقات عدم التجانس) التي ترتبط بالصفات البتروفيزيائية للصخور.



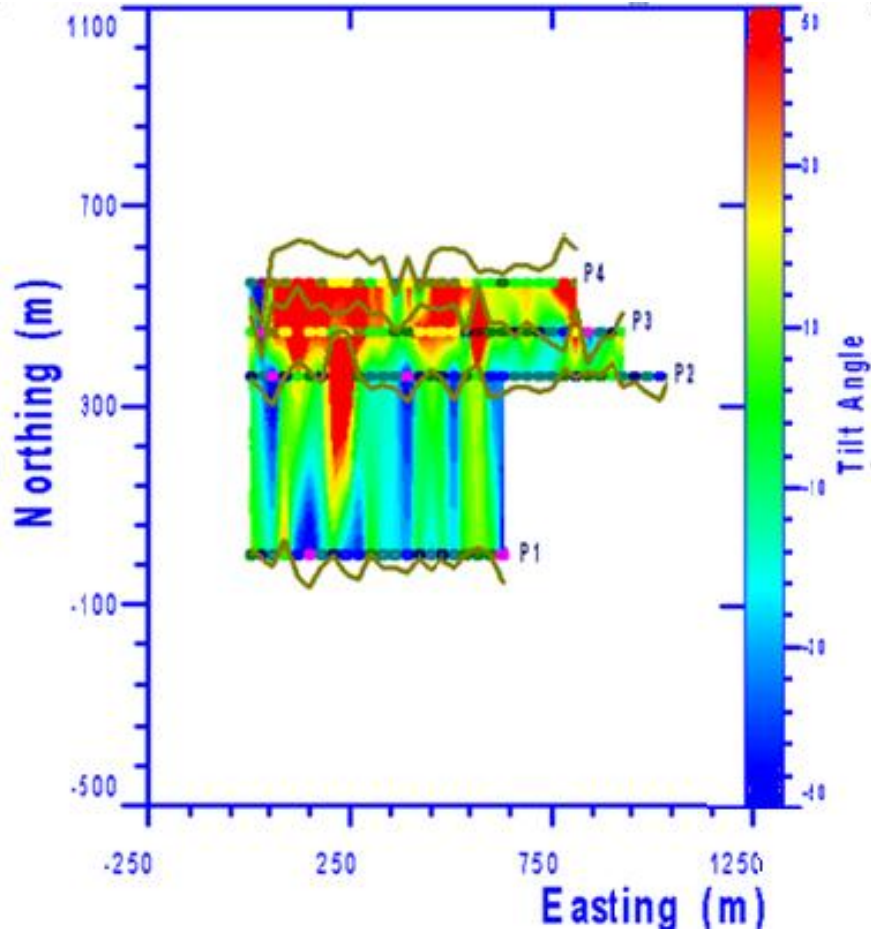
(الشكل 5) خارطة قياسات إهليلج الاستقطاب %Ellipticity المقاسة بتردد 16000 Hz

وكذلك حُدِّدَ التدرج (Fraser) [6] ومثلت النتائج بالشكل (6). تظهر هذه النتائج وجود نطاقات عدم تجانس تمتد باتجاه (N-S)، (E-)؛ وهذا يتوافق مع القيم المرتفعة ل (التدرج) (Fraser) التي تتوافق مع الألوان الحمراء والصفراء التي تظهر بشكل واضح نطاقات عدم تجانس (نطاقات التشقق..).



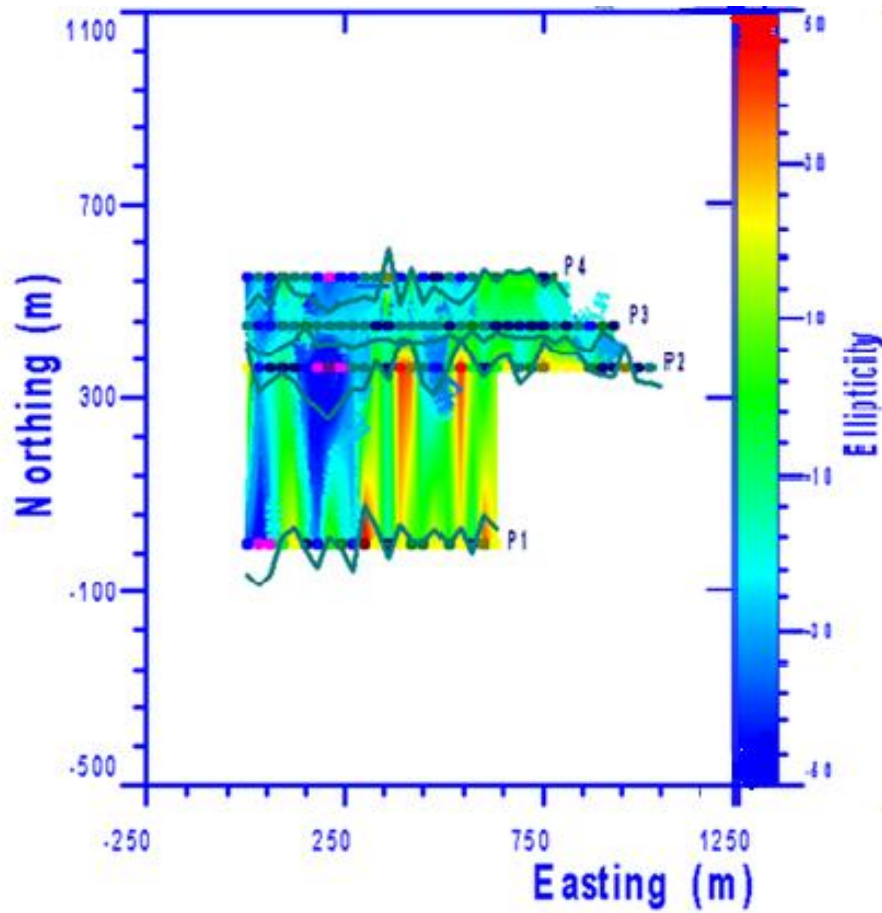
(الشكل6) خريطة تفسير قياسات التردد المنخفض جداً Fraser% المقاسة بتردد 16000 Hz

باتباع الآلية المذكورة نفسها، فُسِّرَتْ ومُثِّلَتْ نتائج القياسات الكهرومغناطيسية المنفذة بالتردد الثاني 17100 Hz، إذ حصلنا بالنتيجة على خارطة لقيم زاوية ميل إهليلج الاستقطاب %Tilt Angle المنفذة بتردد 17100 Hz للبروفيلات الأربعة، التي يمثلها الشكل (7) الذي يبيِّن العلاقة بين نقاط القياس وقيم زاوية الميل الممثلة بالألوان المختلفة على البروفيلات الأربعة.



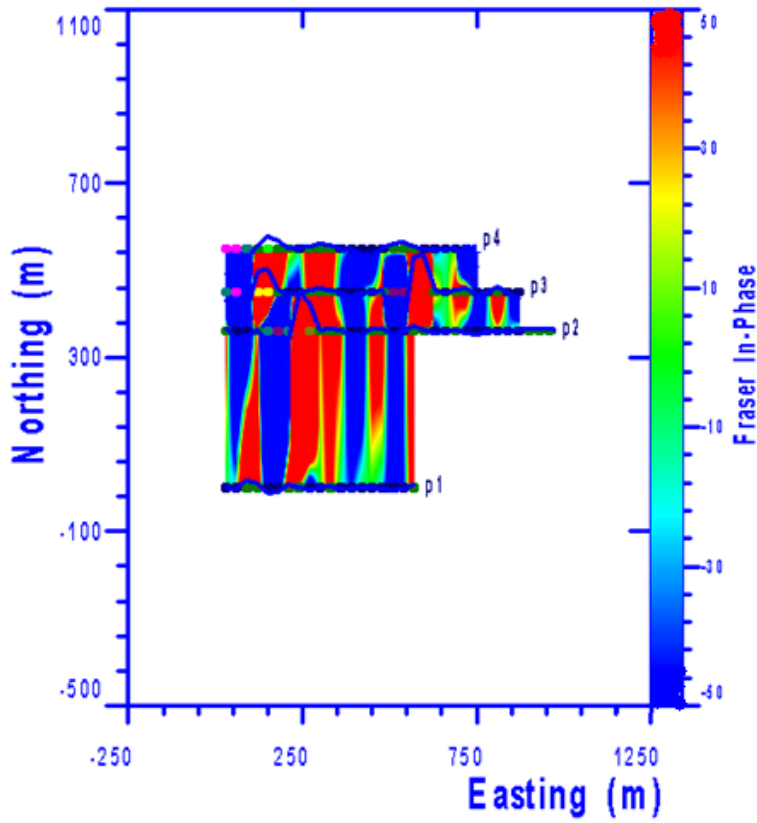
(الشكل 7) خريطة قياسات زاوية ميل إهليلج %Tilt Angle الاستقطاب المقيسة بتردد 17100Hz

وكذلك يبيّن الشكل (8) نتائج قياسات قيم إهليلج الاستقطاب %Ellipticity المنفذة عند التردد نفسه 17100 Hz، الذي يبيّن العلاقة بين نقاط القياس وقيم إهليلج الاستقطاب %Ellipticity.



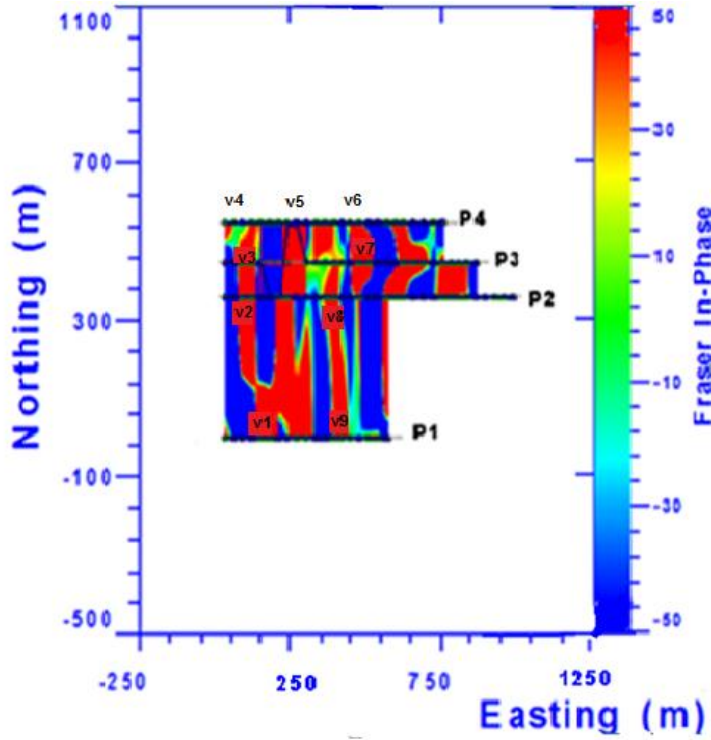
(الشكل 8) خريطة قياسات إهليج الاستقطاب %Ellipticity المقيسة بتردد 17100Hz

يبين الشكل (9) تفسيراً لقيم التدرج Fraser % [6]، بيّنت هذه النتائج وجود نطاقات عدم تجانس تمتد باتجاه (N-S)، (E-W)؛ وذلك يوافق القيم المرتفعة ل Fraser) المقيسة بتردد .17100 Hz



(الشكل 9) خريطة تفسير قياسات التردد المنخفض جداً Fraser المقيسة بتردد 17100Hz

ويموجب نتائج التفسير هذه، اختيرت تسعة مواقع V1-V9 لتنفيذ سبور المقاومة الكهربائية الموضحة في الشكل (10).

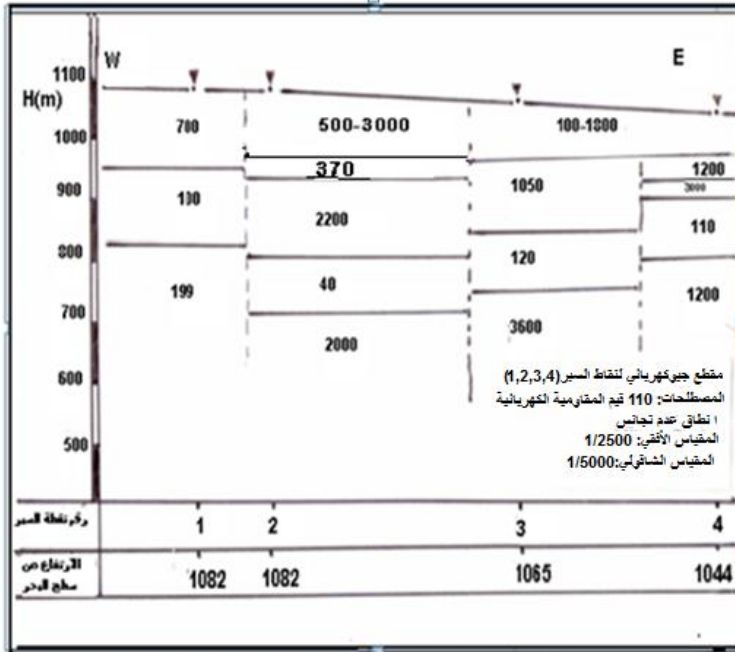


(الشكل 10) مواقع نقاط السبر (V1-V9) الكهربائية موزعة على خريطة نطاقات عدم التجانس يظهر الشكلان (6 و 9) نطاقات عدم التجانس للبروفيلات الأربعة التي تراوح أعماقها بين (25-100) م المحددة باستخدام برنامج تفسير X-VLF.

فُسِّرَتْ في المرحلة الثانية نتائج القياسات المنفذة بطريقة المقاومة الكهربائية [7] [8]، وذلك باتجاهات مختلفة تماشياً مع الوضع الجيولوجي والطبوغرافي في أماكن الشواذ المحددة من نتائج طريقة قياسات التردد المنخفض جداً [9]، [10]. فُسِّرَتْ معطيات السبور الكهربائية باستخدام المنحنيات النموذجية وبرنامج التفسير (Inversion 1D) [1]، ونتيجة لذلك رسمت مقاطع جيوكهربائية بين نقاط السبر باتجاهات مختلفة للمضاهاة بينها، إذ يمثل الشكل (11) مقطعاً جيوكهربائياً بين نقاط السبر (1,2,3,4) باتجاه E-W، يتضمن عدة مستويات، يظهر فيها انقطاع وعدم استمرارية بسبب وجود الفوالق (نطاقات عدم تجانس). ونوه هنا إلى ربط مستويات قيم المقاومة الكهربائية النوعية مع الطبيعة الجيولوجية بالاستعانة بنتائج الحفر المنفذة.

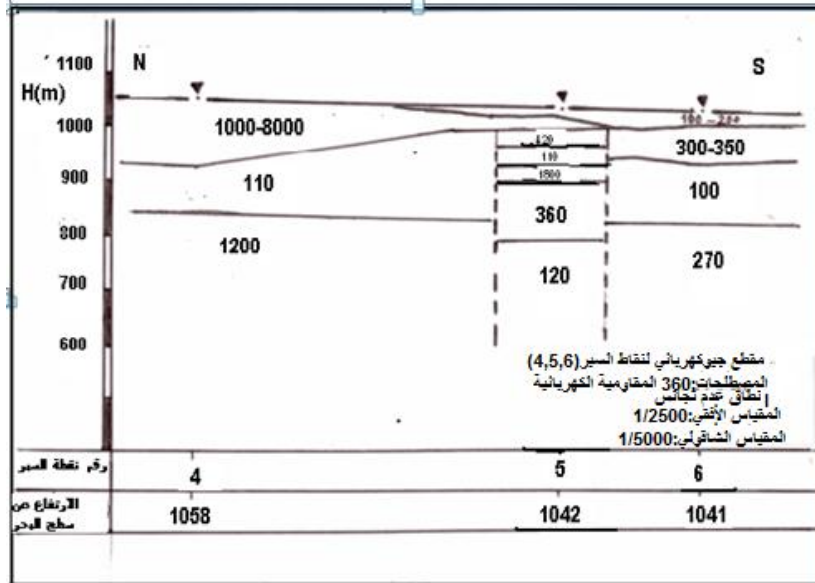
يتألف المقطع الجيوكهربائي في الشكل (11) من:

- 1- مستوي ذي مقاومة كهربائية نوعية (100-3000) أوم.متر يظهر في نقاط السبر جميعها، وهو عبارة عن حجر كلسي حواري مع مستويات صوانية وكونغلوмира أسهمت في رفع مقاومة هذا المستوى مع حجر رملي وبسماكة (20-25) متراً.
- 2- مستوي ذي مقاومة كهربائية نوعية (100-120) أوم.متر يظهر في نقاط السبرين رقم (1) و(2) بسماكة (100-125) متراً، وهو عبارة عن حجر كلسي غضاري مع حجر كلسي حواري مشقق، وهو حامل للمياه.
- 3- مستوي ذي مقاومة كهربائية نوعية (2200) أوم.متر تظهر في نقطة السبر رقم (2) بسماكة 100 متراً وهو عبارة عن حجر كلسي قاسٍ مع صوان.
- 4- مستوي ذي مقاومة كهربائية نوعية (1200-3600) أوم.متر تظهر في نقاط السبرين رقم (3) و(4)، وهو عبارة عن حجر كلسي قاسٍ مع بازلت.



(الشكل 11) المقطع الجيوكهربائي بين نقاط السبر (1,2,3,4) باتجاه E-W

كذلك تم الحصول على مقطع جيوكهربائي بين نقاط السبر (4,5,6) باتجاه N-S الموضَّح في الشكل (12) الذي فرز عدة مستويات جيوكهربائية ذات مقاومات كهربائية حقيقية وسماكات مختلفة، كما هو موضَّح، وهناك انقطاع لهذه المستويات بين نقاط السبر بسبب وجود نطاقات عدم تجانس (فوالق، نطاقات تشقق ..) غير ظاهرة على السطح.

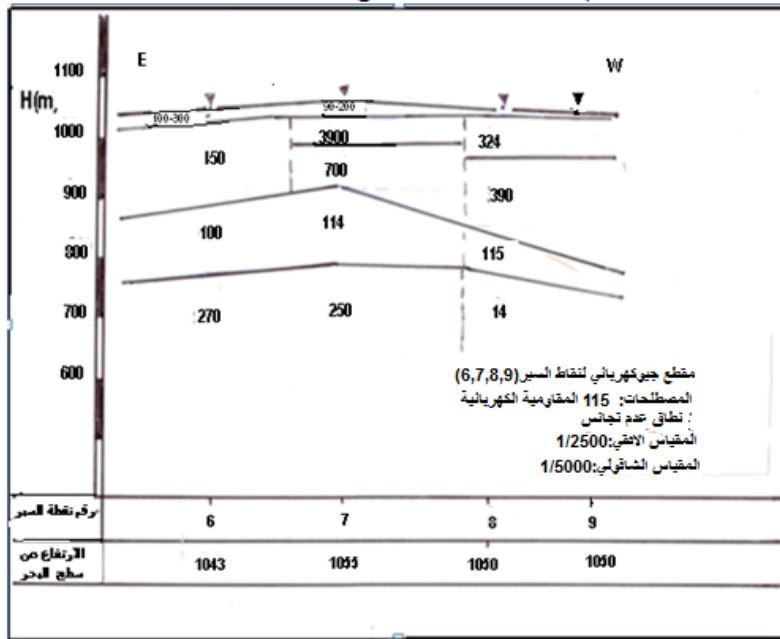


(الشكل رقم 12) المقطع الجيوكهربائي بين نقاط السبر (4,5,6) باتجاه N-S

كما يتألف المقطع الجيوكهربائي في الشكل (12) من:

- 1- مستوى ذي مقاومة كهربائية نوعية (100-200) أوم.متر بسماكة (1-10) متراً تظهر في نقاط السبر جميعها وهو عبارة عن تربة زراعية (حصى مع غضار مع رمال).
- 2- مستوى ذي مقاومة كهربائية نوعية (8000-1000) أوم. متر، وهو عبارة عن كونغلوмира صوانية مع فراغات بسماكة (30-60) متراً تظهر في نقاط السبر جميعها.
- 3- مستوى ذي مقاومة كهربائية نوعية (110) أوم.متر، وهو عبارة عن بازلت مع مستويات كونغلوмира بسماكة (40-100) متراً، تظهر في نقطة السبر (4 و5 و6) وهو حامل للمياه.
- 4- مستوى ذي مقاومة كهربائية نوعية (300) أوم.متر و 420 أوم.متر، تظهر في نقاط السبر (5 و6) بسماكة (25-60) متراً.

- 5- مستوٍ ذي مقاومة كهربائية نوعية (1200) أوم.متر، يظهر في نقطة السبر رقم 4 ، وهو عبارة عن حجر كلسي قاسٍ مشقق .
- 6- مستوٍ ذي مقاومة كهربائية نوعية (360) أوم.متر تظهر في نقطة السبر رقم 5 بسماكة 100 متر، وهو عبارة عن طبقة كونغلو ميراتية كلسية رملية.
- 7- مستوٍ ذي مقاومة كهربائية نوعية (120) أوم.متر تظهر في نقطة السبر 5، وهو عبارة عن حجر كلسي مشقق، وهو حامل للمياه.
- 8- مستوٍ ذي مقاومة كهربائية نوعية (270) أوم.متر تظهر في نقطة السبر رقم 6، وهو عبارة عن تناوب من الحجر الكلسي المشقق مع مستويات صوانية وهو حامل للمياه.
- وتم الحصول على المقطع الجيوكهربائي بين نقاط السبر (6,7,8,9) الموضَّح في الشكل (13). يظهر الشكل (13) عدة مستويات جيوكهربائية ذات مقاومات كهربائية حقيقية وسماكات مختلفة وانقطاع استمرارها بسبب وجود نطاقات عدم تجانس (فوالق نطاقات تشقق ..) غير ظاهرة على السطح .



(الشكل رقم 13) المقطع الجيوكهربائي بين نقاط السبر (6,7,8,9) باتجاه E-W

ويتألف المقطع الجيوكهربائي في الشكل (13) من :

- 1- مستوي ذي مقاومة كهربائية نوعية (25-220) أوم. متر تظهر في نقاط السبر 6، 8، 7، وهو عبارة عن كونغلواميرا (حصوية رملية)، وهو حامل للمياه.
- 2- مستوي ذي مقاومة كهربائية نوعية (300-450) أوم. متر وتظهر في نقاط السبر 6 و 9 بسماكة (150-200) متر وهو عبارة عن حجر كلسي مع كونغلواميرا.
- 3- مستوي ذي مقاومة كهربائية نوعية 3900 أوم. متر تظهر في نقطة السبر 7 بسماكة 25 متراً، وهو عبارة عن بازلت.
- 4- مستوي ذي مقاومة كهربائية نوعية 700 أوم. متر تظهر في نقطة السبر رقم 7 بسماكة 75 متراً وهو عبارة عن حجر كلسي غضاري.
- 5- مستوي ذي مقاومة كهربائية نوعية (100-115) أوم. متر تظهر في نقاط السبر جميعها وبسماكة (50-125) متراً، وهو عبارة عن حجر كلسي مشقق، وهو حامل للمياه.
- 6- مستوي ذي مقاومة كهربائية نوعية (250-270) أوم. متر تظهر في نقاط السبر 6 و 8، وهو عبارة عن حجر كلسي مشقق وهو حامل للمياه مع تناوبات من الحجر الكلسي الغضاري المارلي.
- 7- مستوي ذي مقاومة كهربائية نوعية (14) أوم. متر عبارة عن غضار يظهر في نقطة السبر رقم 9.

وبناءً على نتائج هذا البحث حُفِرَتْ عدة آبار في مناطق نطاقات عدم التجانس حتى أعماق المستوى المائي على عمق (50-250) متراً في المواقع (1، 4)، (5، 6)، (7)، ضمن توضعات الكونغلواميرا والرمال والبازلت والحجر الكلسي الحواري العائدة للرباعي والنيوجين والقسم العلوي من الباليوجين.

وكانت غزارة هذه الآبار المحفورة كبيرة وجيدة وخاصة، تبين ذلك من خلال المعطيات الحقلية، إذا ما قورنت هذه الغزارة مع غزارة الآبار المجاورة والبعيدة عن نطاقات عدم التجانس إذ نجد أنّ الفروق كبيرة .

7- النتيجة والتوصيات:

1. حُدِّدَتْ نطاقات عدم التجانس (نطاقات التشقق) باستخدام تقانة قياسات التردد المنخفض جداً بدقة وظهرت على المقاطع باللون الأحمر والأصفر.

2. أسهمت نتائج VLF في الاختيار الأمثل لأماكن تنفيذ السبور الجيوكهربائية لمعرفة الوضع الجيولوجي وتغيراته مع الأعماق .
3. أدى تقاطع نتائج استخدام طريقة VLF وطريقة السبر الجيوكهربائي إلى توضيح البنية الجيولوجية لمنطقة الدراسة.
4. حُدِّثَت التغيرات الأفقية والشافولية من خلال الشواذ المستنتجة في منطقة الدراسة بشكل خرائط نوعية مختلفة.
5. حُدِّثَت المستويات الجيوكهربائية المختلفة وقيم مقاومتها الكهربائية الحقيقية وسماكاتها.
6. حدد انقطاع المستويات الجيوكهربائية بشكل نطاقات عدم تجانس (فوالق تحت سطحية أو تشققات) التي تؤدي دوراً مهماً من الناحية الهيدروجيولوجية.
7. بناءً على نتائج الدراسة حُفِرَت آبار (ضمن نطاقات الشقوق)، وأعطت غزارة مميزة بالمقارنة بتلك المحفورة بعيداً عنها، وهنا تكمن الأهمية الاقتصادية في تطبيق طريقة التردد المنخفض جداً والمقاومية الكهربائية، فالأولى تساعد على كشف الشواذ الأفقية والعمودية ذات الارتباط الوثيق بالمحتوى المائي للطبقات المدروسة، والثانية تسهم في تحديد المستويات الجيوكهربائية المختلفة ولاسيما الطبقات الحاملة للمياه ومقاوماتها وسماكاتها.
8. كان تطبيق هذه التقانات ناجحاً في منطقة الدراسة، ونأمل تطبيقها تطبيقاً أوسع وأعم في مناطق أخرى مماثلة للوقوف على الوضع الهيدروجيولوجي في المنطقة.

References

- 1- Miltzer,H. und weber, F. (1984). *Angewandtegeophysik band2 geoelektrik-Geothermik-Radiometrie-Aerogeophysik* H. Miltzer und F. weber Akademie- verlag Berlin.
- 2- Sharma, S. p. and V.C.Baranwal (2005). Delineation of ground water bearing fracture zone in hard rock area integrating very low frequency. *Journal of applied geophysics* vol. 57. P155-166 .
- 3- Bernand,j.valla,p.(1991). Ground water exploration in fissured media with electrical and VLF method. *Geoexploration* vol. 27. p81-91.
- 4- Eslam,E. Glwadi, E. and ethers(2006). Integrated geophysical survey for site investigation at new dwelling area. *Egypt journal of Environmental and Engineering Geophysics V.II P. 249-259.*
- 5- Bayrak,M.andCutter,O.F.(2009). A VLF survey using current gathering phenomena for tracing buried faults zone Turkey. *Journal of applied geophysics.* vol.68 p. 437-447.
- 6- Sudararajan, N. and Nadakwar, G. Narsimha, M. and other (2007). VES and VLF an application to groundwater exploration Khamman an India, *Geosciences world* vol.26 p.708-716.
- 7- Bosh,F.P.and Muller, I. (2001). Continuous gradient VLF measurements a new possibility for high resolution mapping of karst, *First break* vol. 19.p. 343-350.
- 8- Paterson,N.Rand,V.Ronka(1971). Five years of surveying with the very low frequency electromagnetic method. *Geoexploration* vol.9 p.7-26.
- 9- McNeill,j. DaufLabson.V.(1990). Geological mapping using VLF radio field, in Nabighian, *Med Electromagnetic method in applied geophysics.* Society of Exploration Geophysicists p.521-640.
- 10- Karlik, Gulcin, Kagamal.(2001). Investigation of groundwater using D.C. and VLF electromag. Of an open Wast-diposal site. Case study from *Enviromentalgeolog.* Vol.40 p. 735-736.
- 11- Benson, A.k. Payne, K.L. and Stubban,m.a.(1997). Mapping groundwater contamination using D.C. resistivity and VLF geophysical method. case study *Geophysics*, 62 (1), p.80-86.
- 12- IRIS Instruments T-VLF system for groundwater Environment and Mining France (2007).