------ المجلة العراقية لعلوم الارض المجلد 6، العدد 1، ص 64-73، 2006 ------

دراسة استطلاعية للكشف عن الكهوف والقنوات تحت السطحية باستخدام التحري الكهربائي الأفقي

منيف محجوب المحجوب بسام محمد الديوه جي طه حسين السالم
علي حسين عليوي محمد فوزي خطاب

مركز التحسس النائي
جامعة الموصل

(تاريخ الاستلام 2005/8/24 ، تاريخ القبول 2006/1/26)

الملخص

تضمن البحث الحالي تطبيق طريقة المقاومة النوعية الكهربائية (ترتيب فنر) للكشف عن الكهوف والقنوات تحت السطحية في منطقة المغر (جنوب الموصل). أخذت قياسات المقاومة النوعية عبر (19) مسارا ممتدة باتجاه شمال–جنوب.

أمكن من خلال خرائط المقاومية الظاهرية تحديد شواذ طولية ذات قيم متوسطة تتراوح بين (300–500) اوم.متر. ومن خلال مقارنة هذه الشواذ مع مواقع الكهوف والقنوات الظاهرة على السطح تبين أن هناك تطابق بين الاثنين مما يدل على إن هذه الشواذ تعكس وجود القنوات تحت السطحية والكهوف.

A Reconnaissance Detection of Caves and Subsurface Channels by Horizontal Electrical Profiling

Muneef M. Al–Mahjoob Bassam M. Al–Dewachi Taha H. Al–Salim
Ali H. Elewi Mohammed F. Khattab

Remote Sensing Center
Mosul University

ABSTRACT

The present study has applied Wenner's resistivity profiling for the investigation of caves and subsurface channels in the Al-Mogher area/south of Mosul. The measurements were carried out through nineteen traverses with N-S trending.

The apparent isoresistivity showed the presence of elongated anomalies with moderate values (300–500) ohm.m. By comparing the longitudinal anomalies with the positions of the caves and the underground tunnels that appear on the surface, it has been

concluded that there is a coincidence between these positions and the anomalies. This indicates that the anomalies reflect the position of subsurface tunnels and caves.

المقدمة

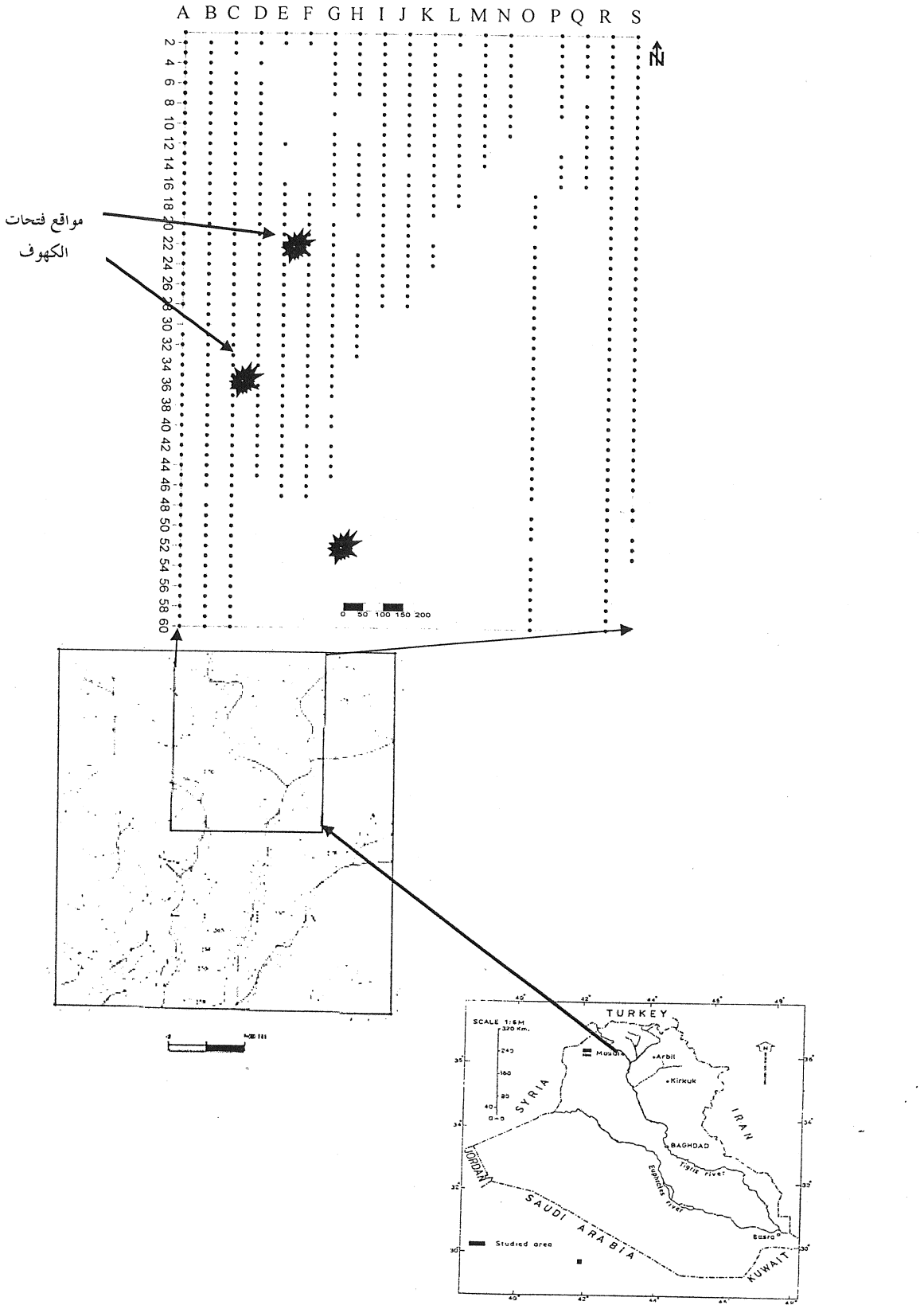
تمتاز مدينة الموصل والمناطق المحيطة بها بتواجد ظواهر الكارست (Karst) كالحفر البالوعية (Sinkholes) والكهوف (Caves)، نتيجة لوجود الصخور الجبسية والجيرية القابلة للذوبان بالمياه والعائدة لتكوين الفتحة (Al-Fat'ha Fm.). تعتبر كهوف المغر إحدى اكبر الظواهر الكارستية الموجودة في محافظة نينوى، حيث تقع هذه الكهوف على بعد حوالي (30) كم جنوب مدينة الموصل، والى الشرق عن طريق موصل-بغداد السريع عبر الطريق الترابي المؤدي إلى قرية أبو فشكة، (شكل 1). وتحتوي الكهوف على قنوات تحت سطحية تمتد من الشمال نحو الجنوب مع وجود بعض الالتواءات فيها، وتحتوي هذه القنوات على ثلاث فتحات جانبية كبيرة إضافة إلى فجوات سطحية. يبلغ طول كهوف المغر بحدود (2.5) كم، وعرضها يتراوح بين (15–10) متر، أما ارتفاعها فيتراوح بين (6–2) متر (Al-Salim and Thabit, 2001).

تعد طريقة المقاومة النوعية الكهربائية إحدى الطرق الجيوفيزيائية التي تستخدم في دراسة الكهوف والفجوات تحت السطحية، واعتمادا على التباين في قيم المقاومة النوعية بين الفجوات والصخور المحيطة بها. فقد قام (العاني، 1993) بدراسة الفجوات تحت السطحية في منطقة حمام العليل باستعمال طريقة المقاومة النوعية الكهربائية، وأشار إلى أن هذه الطريقة أعطت نتائج جيدة حول اكتشاف الفجوات. أيضا تم تطبيق هذه الطريقة من قبل (Al–Rawi and Al–Yasi, 1995) في تحديد القنوات تحت السطحية. وهناك أساليب حديثة في استعمال طريقة المقاومة النوعية في اكتشاف الفجوات والكهوف مثل (Two dimensional resistivity imaging) حيث اعطت هذه الطريقة نتائج جيدة في تحديد هذه الظواهر (Gibson et al., 2004).

يهدف البحث الحالي إلى إمكانية تطبيق التحري الكهربائي الأفقي في الكشف عن امتدادت الكهوف والقنوات تحت السطحية الموجودة في منطقة المغر.

جيولوجية وجيومورفولوجية منطقة الدراسة

تغطي منطقة المغر ترسبات صخرية عائدة إلى تكوين الفتحة (المايوسين الأوسط)، ويمتاز هذا التكوين بتعاقب الوحدات الصخرية وتغايرها الأفقي والعمودي. وتشمل هذه الوحدات على الصخور الجبسية والكلسية والطينية، إذ تكون بهيئة دورات منتظمة أو غير منتظمة. ويغطي هذه الصخور نطاق من التربة (Soil) يتراوح سمكه بين (5-0) متر.



شكل 1: خارطة تمثل موقع وطوبوغرافية منطقة الدراسة إضافة الى مواقع نقاط المسح الجيوفيزيائي الكهربائي ومواقع الفتحات الجانبية للكهوف.

من الناحية التركيبية، تقع منطقة الدراسة ضمن الطية المقعرة الواسعة الموجودة بين طية قليان المحدبة في الشمال وطية الشورة المحدبة في الجنوب، وتكون صخور المنطقة ذات ميل قليل جدا (شكل 2).

أما طبوغرافية المنطقة فهي بصورة عامة مستوية، يتخللها وادي رئيسي يمتد إلى الجنوب، والمنطقة قليلة الارتفاع عن مستوى سطح البحر، حيث إن أعلى نقطة فيها لاتزيد عن (300) متر عن المستوى المذكور (شكل 1).

وتمتاز المنطقة بوجود الظواهر الكارستية المختلفة وبأحجام واطوال متباينة، والناتجة عن عملية الإذابة للصخور الجبسية بواسطة المياه الجوفية والسطحية، وتظهر بشكل بالوعات أو كهوف وقنوات تحت سطحية.

لوحظ من خلال المسح الاستطلاعي لمنطقة الدراسة ان هناك تغاير في نوعية الترسبات المنكشفة على السطح، ففي الجزء الشمالي الغربي من المنطقة يلاحظ انكشاف الصخور الجبسية على السطح، وقد يصل سمكها الظاهر إلى (15) متر. أما الأجزاء الوسطى من منطقة الدراسة يلاحظ تواجد الترب الجبسية والتي تمثل مناطق غير صالحة للزراعة بسبب زيادة تركيز الأملاح فيها. أما الأجزاء الجنوبية، الشرقية والغربية من المنطقة فتمثل أراضى زراعية مستغلة لزراعة محصولي الحنطة والشعير.

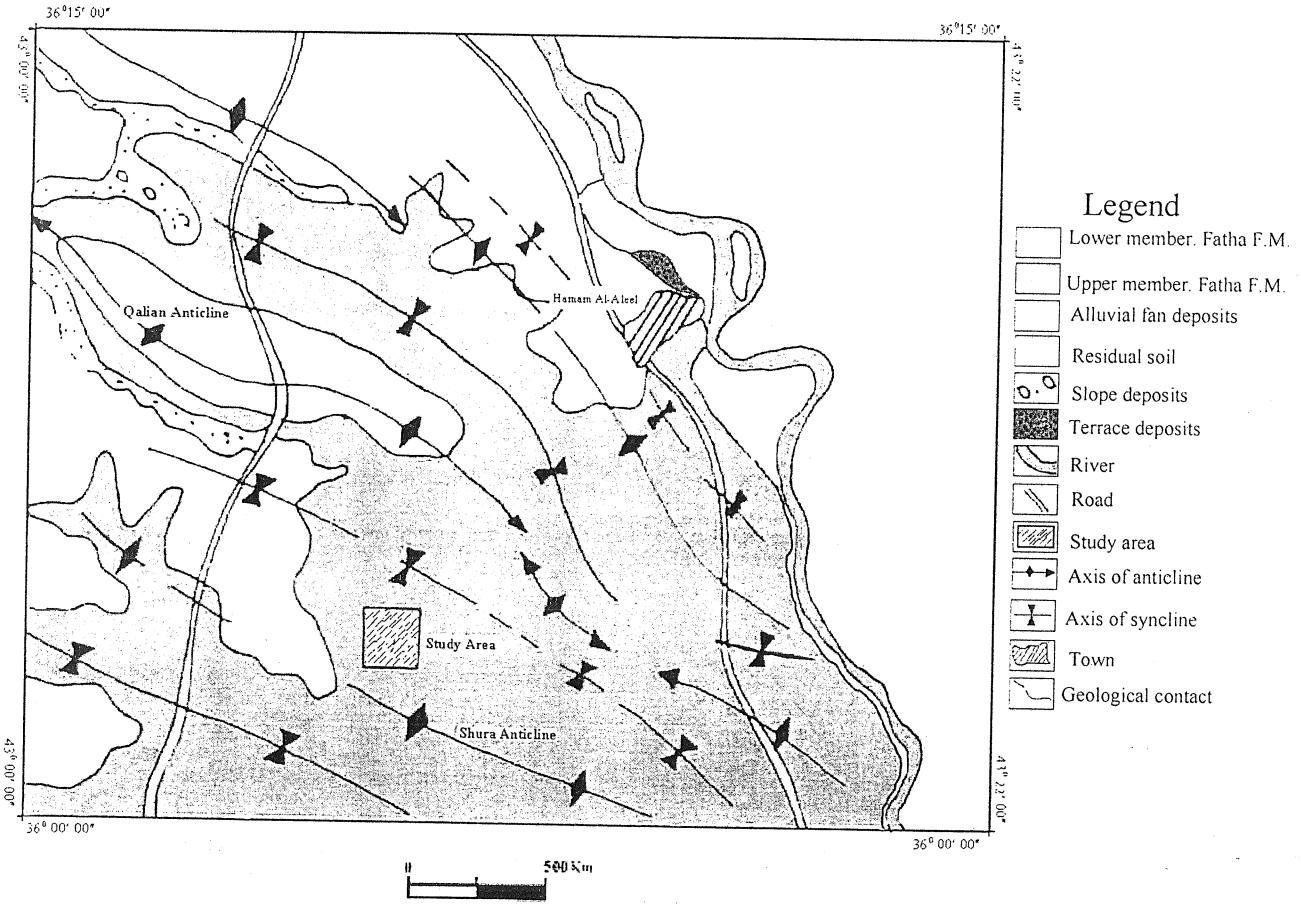
تم القيام بمسح تفصيلي لمواقع الكهوف والفجوات الظاهرة على السطح، إذ تضمن قياس أعماق هذه الكهوف والتي وجد أنها تتراوح بين (8-4) متر، أما ارتفاعها فيصل في بعض المواقع إلى (15) متر. لوحظ ان هذه الكهوف حاوية على مياه راكدة ربما تشكلت بفعل الأمطار ومستويات المياه الجوفية، ولوحظ ايضا وجود ترسبات طينية على قيعان هذه الكهوف.

العمل الحقلي

تضمن المسح الجيوفيزيائي الكهربائي لمنطقة الدراسة تطبيق طريقة المقاومة النوعية الكهربائية في المسح، وباستخدام التحري الكهربائي الأفقي (ترتيب فنر)، وقد استعمل جهاز قياس الكهربائية (ABEM Terrameter SAS_300 System) في القياس. اعتمادا على أعماق الكهوف التي تم قياسها سابقا، وتم تحديد ثلاث مسافات قطبية في إجراء المسح الكهربائي، وهذه المسافات هي (a=6,8,12 m.).

بعد ذلك تم القيام بإجراء المسح الكهربائي التفصيلي لمنطقة الدراسة، حيث تم اخذ قياسات المقاومة النوعية الكهربائية باستعمال ترتيب فنر للأقطاب وبفاصلة قطبية (a) مساوية إلى (a=6,8,12 m.) متر. توزعت نقاط القياس على طول (19) مسارا ممتدة باتجاه شمال–جنوب وبأطوال مختلفة، وقد تم تحديد اتجاه المسارات وأطوالها اعتمادا على طبوغرافية المنطقة ومواقع الكهوف والفجوات الظاهرة على السطح (شكل 1). وبلغت المسافة الفاصلة بين مسار وأخر (50) متر، أما المسافة الفاصلة بين نقطة

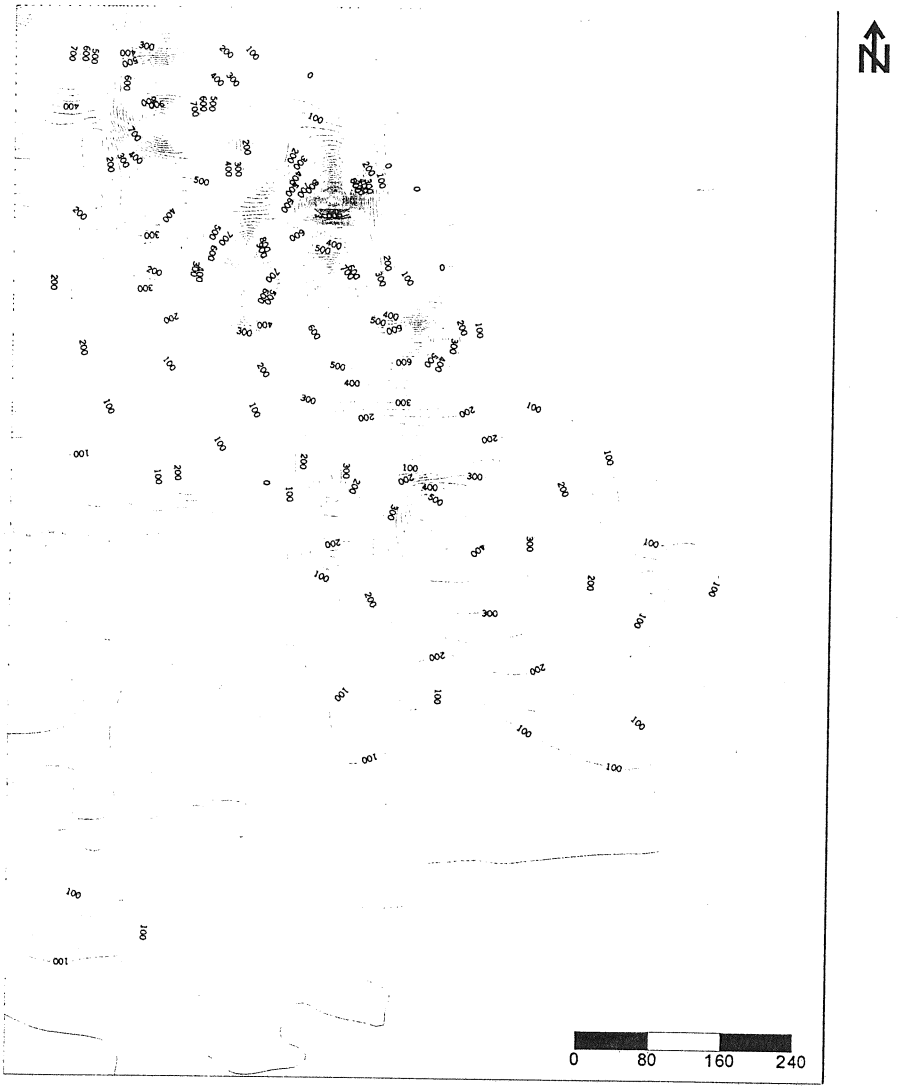
وأخرى على نفس المسار فبلغت (20) متر، وقد تم اختيار هذه المسافات الفاصلة اعتمادا على عرض الكهوف التي تم قياسها سابقا.



شكل 2: خارطة جيولوجية منطقة الدراسة وما حولها عن (GEOSURV, 1995).

تفسير النتائج

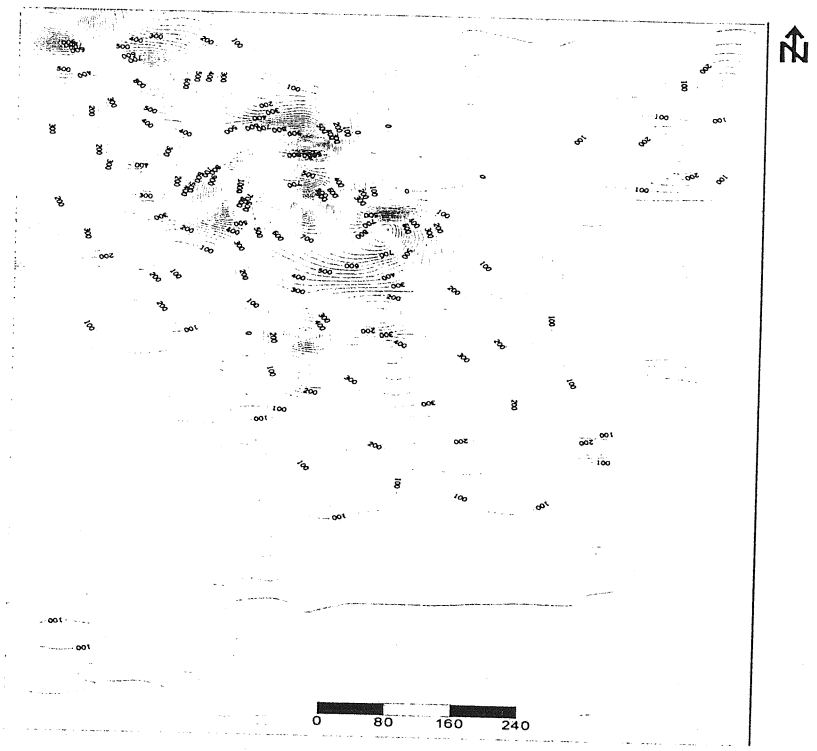
تم رسم ثلاثة خرائط كنتورية لقيم المقاومية الظاهرية وللمسافات القطبية (a=6,8, 12 m.) (الأشكال 3، 4 و 5). وقد لوحظ على الخرائط الثلاث أعلاه وجود مجموعة من الشواذ ذات قيم مقاومة نوعية عالية جدا تصل في بعض النقاط إلى (2000) اوم.متر واقعة في الجزء الشمالي الغربي من منطقة الدراسة وممتدة بشكل قطري باتجاه شمال غرب–جنوب شرق، وهذه الشواذ على الأرجح تعكس وجود فجوات تحت سطحية واقعة ضمن نطاق الصخور الجبسية والتي تنكشف على السطح في هذه الأجزاء من المنطقة. ويعزز هذا وجود مجموعة من الحفر البالوعية (Sinkholes) ضمن هذا الجزء من منطقة الدراسة. والقيم العالية لهذه الشواذ تدل على ان الفجوات فارغة. أيضا أظهرت الخرائط وجود شواذ ذات قيم واطئة (اقل من 100) اوم.متر واقعة في الجزء الجنوبي من المنطقة، وهذه تمثل المناطق الزراعية حيث تزداد فيها نسبة الترسبات الطينية.



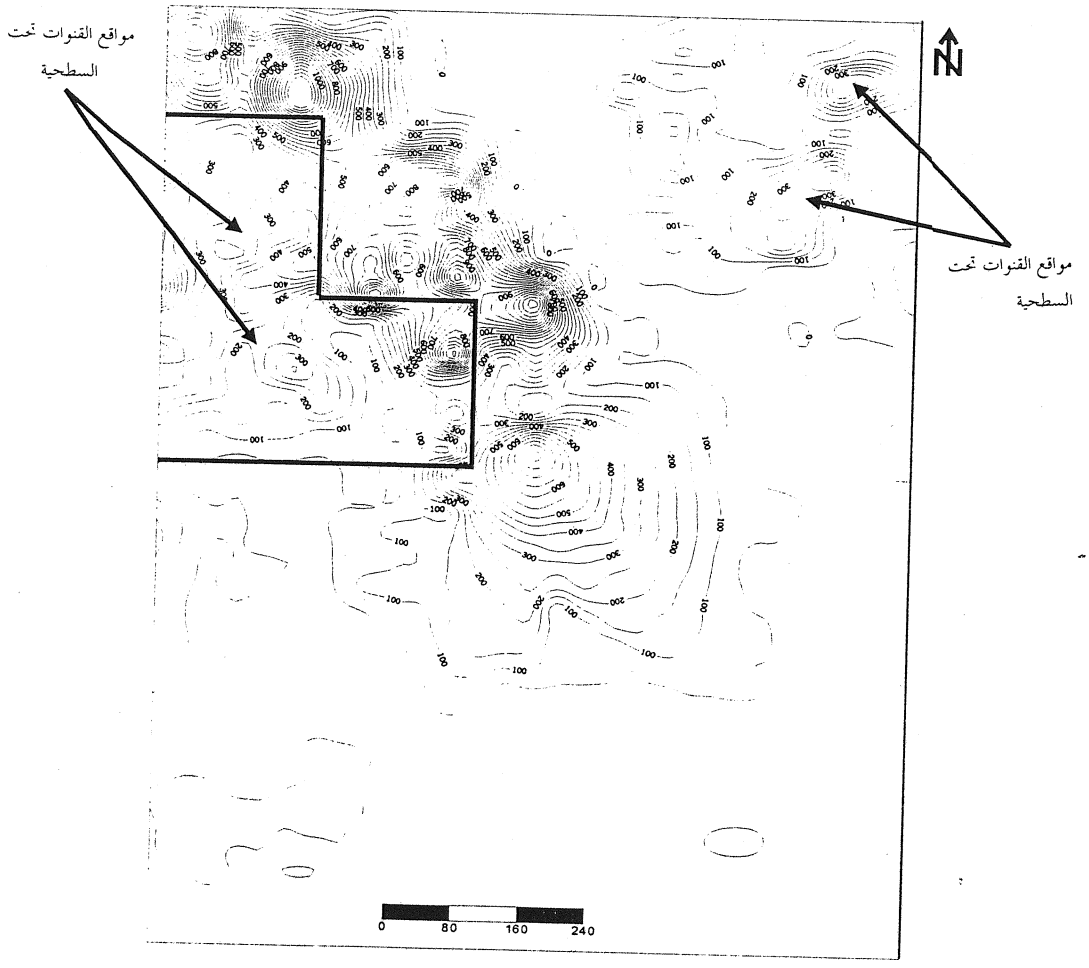
شكل 3 : خارطة المقاومة النوعية الكهربائية (a=6 m.).

بينت الخرائط الثلاث، وخصوصا خارطة المقاومة النوعية للمسافة القطبية (a=12 m.) وجود شواذ طولية ذات قيم متوسطة تتراوح بين (300-500) اوم.متر تمتد باتجاهات مختلفة واقعة في الجزء الغربي والشمال الشرقي من منطقة الدراسة. بالنسبة للشواذ الواقعة في الجزء الغربي، فمن خلال مقارنة مواقع هذه الشواذ مع مواقع الكهوف والفجوات الظاهرة على السطح في هذا الجزء من المنطقة، لوحظ أن هناك تقارب كبير بين الاثنين مما يدل على إن هذه الشواذ تعكس وجود كهوف وقنوات تحت سطحية. أما في الجزء الشمالي الشرقي من المنطقة فلا توجد هناك كهوف وفجوات ظاهرة على السطح، وإنما يغطي هذا الجزء نطاق من التربة، لذلك فاعتمادا على قيم الشذوذ نتوقع انه يعكس وجود قنوات تحت سطحية.

إضافة إلى الخرائط الكنتورية، تم رسم أربعة مقاطع جانبية لتساوي المقاومية الظاهرية على المسارات (A, B, C, D) (الأشكال 6 و 7) على التوالي. لوحظ على المقاطع الأربعة وجود انغلاقات كنتورية ذات قيم مقاومة ظاهرية عالية جدا ممتدة إلى السطح واقعة في الجزء الشمالي من المقاطع، وهذه الشواذ تعكس وجود فجوات تحت سطحية واقعة ضمن نطاق الصخور الجبسية والعائدة لتكوين الفتحة. أما

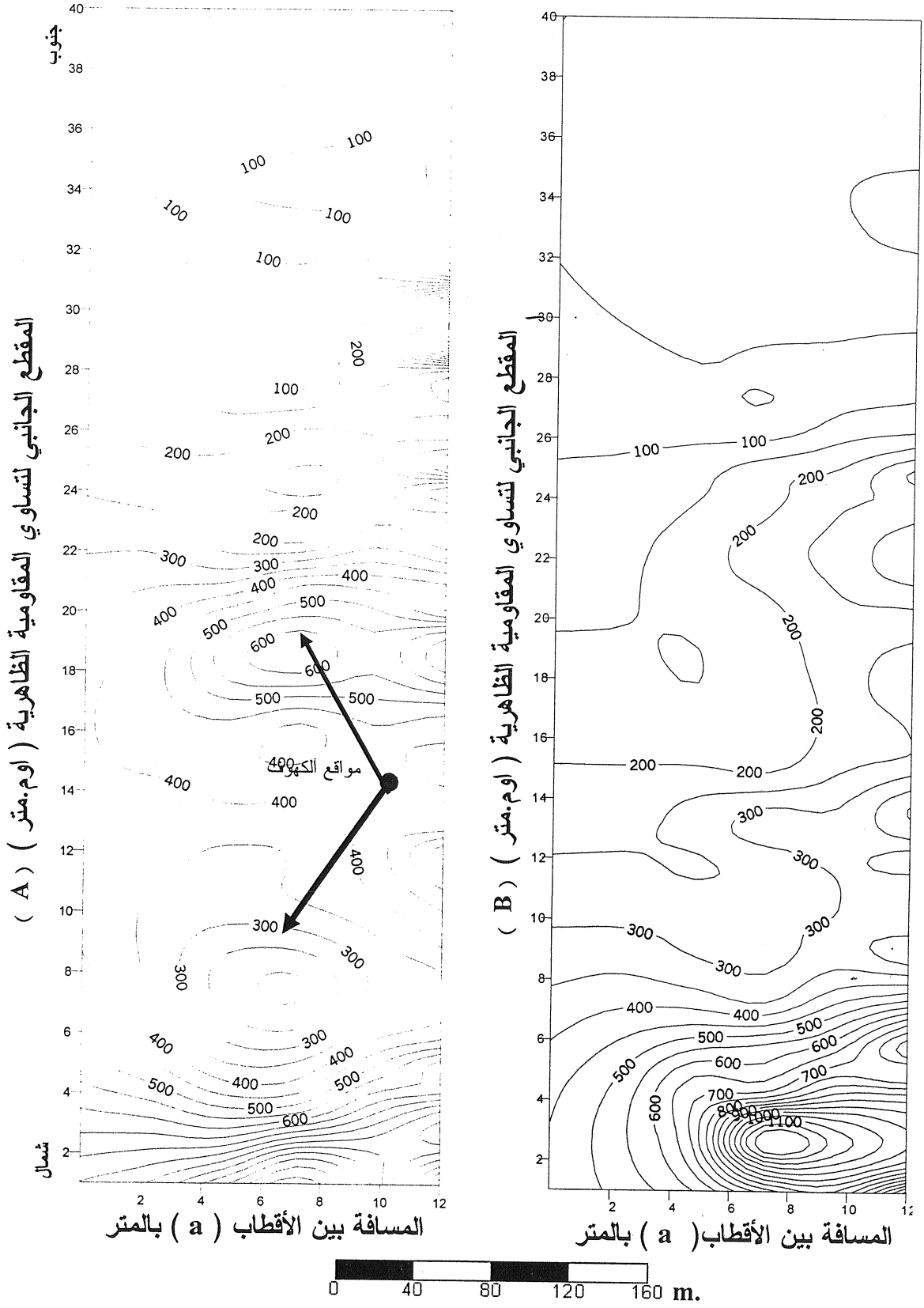


شكل 4 : خارطة المقاومة النوعية الكهربائية (a=8 m.).

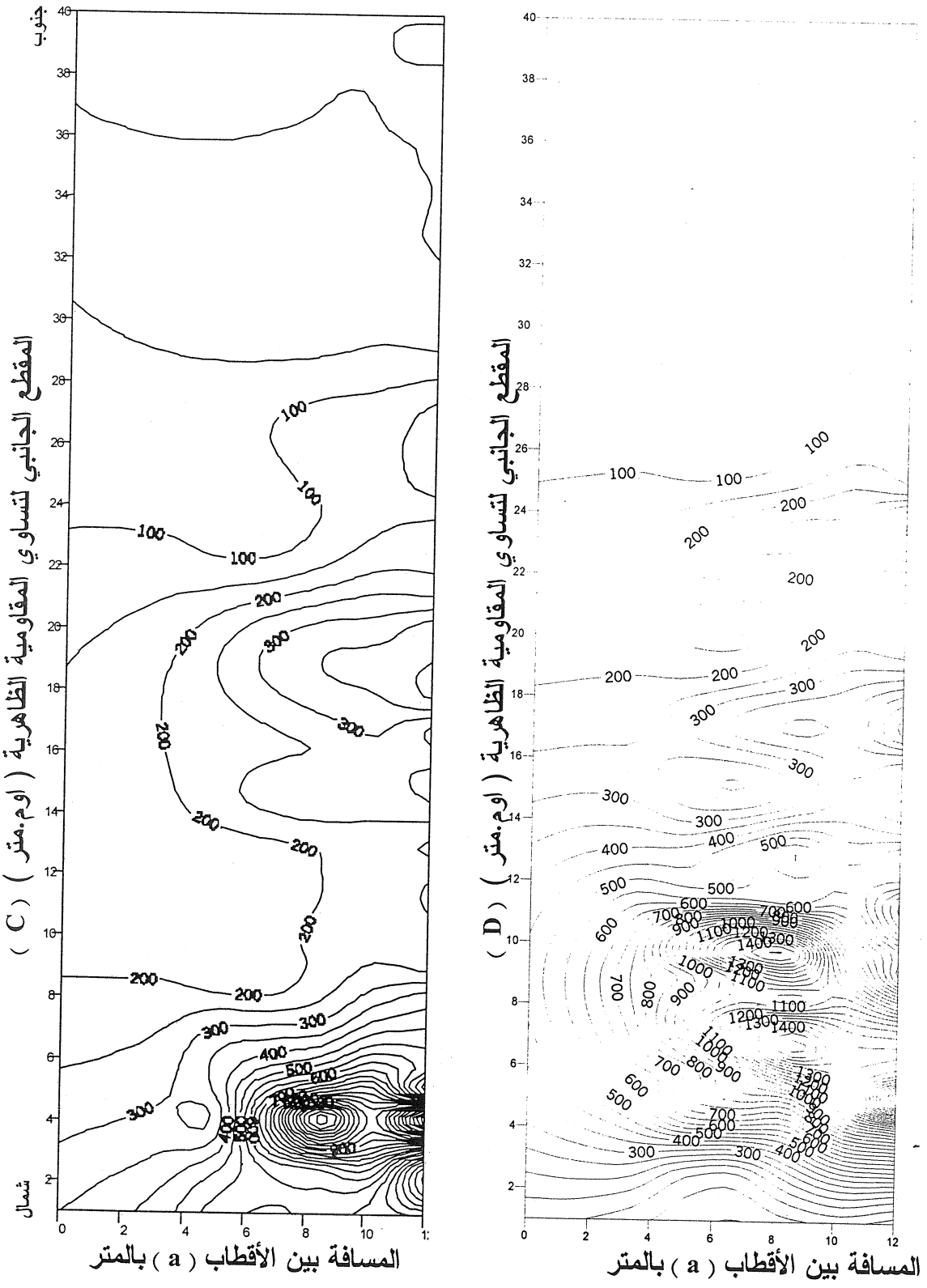


شكل 5 : خارطة المقاومة النوعية الكهربائية (a=12 m.).

في الأجزاء الوسطية من المقاطع فيلاحظ وجود مرتفعات كنتورية ذات قيم متوسـطة (200–600) اوم.متر، وهذه الشواذ تعكس وجود الكهوف والقنوات تحت السطحية.



شكل 6: المقاطع الجانبية لتساوي المقاومية الظاهرية على المسارين (A, B).



شكل 7: المقاطع الجانبية لتساوي المقاومية الظاهرية على المسارين (C , D).

الاستنتاج

اظهر المسح الجيوفيزيائي الكهربائي كفاءة جيدة في تحديد الكهوف والقنوات تحت السطحية في منطقة المغر، إذ عكست الشواذ الطولية لقيم المقاومية الظاهرية معظم الكهوف والفجوات الظاهرة على السطح.

أعطت القنوات تحت السطحية قيم مقاومة نوعية كهربائية اقل من قيم المقاومة للصخور الجبسية المحيطة بها، والسبب ربما يعود إلى احتواء هذه القنوات على مياه راكدة وترسبات طينية أدت إلى تقليل قيم المقاومة النوعية.

يوصي الباحثون بضرورة إجراء مسح جيوفيزيائي أدق تفصيلا وباستخدام أكثر من طريقة جيوفيزيائية، وذلك لغرض تحديد الفجوات والقنوات ذات الأبعاد الأقل والتي لها مخاطر هندسية حيث اقتصر البحث الحالي على القنوات والفجوات تحت السطحية ذات الامتدادات الواسعة.

المصادر العربية

العاني، جاسم محمد ثابت، 1993. اكتشاف الفجوات تحت السطحية باستعمال طريقة المقاومة النوعية الكهربائية في منطقة حمام العليل. المجلة الجيولوجية العراقية، المجلد 26، العدد 1، ص 13-26.

المصادر الاجنبية

Al-Rawi, F.R. and Al-Yasi, A.I., 1995. Delineation of subsurface channels by geophysical methods. 5th Jord. Geol. Conf. and GEOCOME III, pp.399–412.

Al-Salim, T.H. and Thabit, K.M.A, 2001. Underground cavities in Al-Mogher/south Mosul city- A case study. Raf. Jour. Sci., Vol. 12, No. 3, pp.66-75.

Geological map of Mosul Quadrangle, 1995. Scale 1: 250,000 printed and published in the Establishment of Geological Survey and Mining (GEOSERV), Baghdad, Iraq.

Gibson, P.J., Lyle, P. and George, D.M., 2004. Application of resistivity and magneto-metry geophysical techniques for near-surface investigations in Karstic terranes in Ireland. Journal of Cave and Karst Studies, Vol.66, No.2, pp.35-38.