

## دراسة الخزان الجوفي وحساب الخواص الهيدروليكية بامتداد مسار جيوكهربائي في منطقة تلؤل الخام شرقي، جنوب مدينة الموصل

طه حسين السالم ، أيمن محمود أحمد

مركز التحسس النائي ، جامعة الموصل ، الموصل ، العراق

( تاريخ الاستلام: ٣ / ٥ / ٢٠٠٩ ، تاريخ القبول: ٢٥ / ١٠ / ٢٠٠٩ )

### الملخص

لقد تم استخدام المسح الجيوكهربائي (طريقة الجس الكهربائي العمودي) لمنطقة الدراسة وواقع (٥) نقاط جس ضمن المقطع الجيوكهربائي هو (A'-A)، حيث فسرت النقاط كمياً بكلتا الطريقتين اليدوية (طريقة النقطة المساعدة) والبرنامج الحاسوبي (IPI. win2.0). أظهر المسح تواجد لمقاومات عالية ضمن الأنطقة الجيوكهربائية (١ و ٢) تراوحت بين (٥٠-٢٠٠ أوم.متر) للنطاق الأول وبين (١٧-٣٨ أوم.متر) للنطاق الثاني وهي للترسبات الحديثة و صخور الطين السلتية على التوالي، ومن ثم مقاومات واطئة ضمن النطاقين الجيوكهربائيين (٣ و ٤) تراوحت بين (٦-١٤ أوم.متر) لصخور الرمل الطيني وبين (٧-٦ أوم.متر) لصخور الرمل مع إمكانية تواجد محتوى مائي في النطاقين الجيوكهربائيين (٣ و ٤) ولعمق يتراوح بين (١٣,٥-١١٥ متر).

تم حساب الخواص الهيدروليكية للخزان الجوفي من خلال الضخ الاختباري للبرنر المحفور لاحقاً في منطقة الدراسة، وتحليلها باستخدام طريقتي (حنتوش) و (وولتن) وطريقة (ثابس) لعودة المنسوب حيث كانت قيم الناقلية المائية (T) تتراوح بين (3.46 - 2.51 m<sup>2</sup>/day) والتوصيلية الهيدروليكية (K) تتراوح بين (0.0437 - 0.0353 m/day).

أظهرت نتائج المسح الجيوكهربائي توافقاً مع النتائج الطباقية للبرنر المحفور والتحليلات الهيدروكيميائية لنموذج المياه الجوفية لنفس البرنر من حيث التوصيلية الكهربائية (Ec= 5200μ mhos) ومجموع الأملاح الذائبة (TDS= 3800 ppm)، والتي عكست تواجد المقاومات الواطئة جداً (٢,٧ أوم.متر) بسبب المحتوى الملحي للمياه الجوفية.

### ١. المقدمة: Introduction

مغطاة بترسبات العصر الرباعي (تربة سطحية حمراء إلى قهوانية اللون)، وتقع إلى الجنوب الغربي من قبتي القيارة ونجمه المحبتين والذي ينكشف فيهما تكوين (الفتحة) (Fatha Fn.) (من عمر المايوسين الأوسط)، وبالاستناد إلى الدراسات الجيولوجية والتركيبية تقع منطقة الدراسة ضمن نطاق الطيات وأقدام الجبال (Numan and Al-Azzawi, 1993). طباقياً وبالاعتماد على المعلومات الحقلية المتوفرة من عدد من الآبار الضحلة المحفورة يدوياً وبأعماق لا تتجاوز (١٥-٢٠ م) يتبين أن الصخور المغطاة بالتربة السطحية للعصر الرباعي هي لتكوين (إنجانة) (Injana Fn.) من (عمر المايوسين) الأعلى والذي يتكون من تعاقب طبقات الحجر الرملي والحجر الطيني والغريني (السلتي)، وتكون الصخور الطينية ذات لون بني إلى غامق، أما الصخور الرملية فتكون رمادية (فؤاد 1983)، أما ترسبات العصر الرباعي والتي تغطي مساحة واسعة من منطقة الدراسة فتتكون من تعاقب طبقات الحصى والرمل والغرين والطين والتي تعتبر منطقة تغذية بشكل مباشر للخزان الجوفي من الأمطار الساقطة.

### ٢. الهدف من الدراسة: Purpose of the Study

بالنظر للحاجة الماسة للمياه في مجالات الزراعة والرعي والاستهلاك البشري وبالأخص في المناطق الجافة وشبه الجافة والبعيدة عن مصدر مائي دائم، تهدف الدراسة للتحري عن المياه الجوفية باستخدام المسح الجيوكهربائي وتعيين الخزان الجوفي لمناطق صغيرة المساحة وبأقل عدد من نقاط المسح مع ربط نتائج المسح الجيوكهربائي بمعلومات الآبار والفحوصات الهيدروجيولوجية لاستنباط بعض الخواص الهيدروكيميائية

إن الدراسات الهيدروجيولوجية والبحث عن المياه الجوفية هو نتيجة للطلب والحاجة الماسة لتغطية الاستخدامات البشرية والاروائية وهناك تقنيات عديدة يمكن توظيفها للتقيب والاستكشاف عن المياه الجوفية ومنها الطرائق الجيوفيزيائية والتي تميزت بأنها من التقنيات التي تعاملت مع مصادر المياه الجوفية بشكل واسع وعلى الصعدين الوصفي والنوعي، وخاصة طريقة المقاومة النوعية الكهربائية (Resistivity Method). استخدمت طريقة المقاومة النوعية الكهربائية بشكل واسع في مجال التحري والاستكشاف الضحل عن المياه وذلك لتميزها في:

- ١- تقليل الحاجة للتقنيات باهظة الثمن.
- ٢- تعتبر تقنية رخيصة ومن الممكن استعمالها في دراسة ومراقبة مناطق واسعة مع ربط ذلك مع الآبار المحفورة.
- ٣- تعتبر خاصية التوصيلية الكهربائية (معكوس المقاومة) إحدى الأدلة المهمة على كيميائية المياه الجوفية. (Ebraheem et al., 1990; Ebraheem et al., 1997 and) ومن خلال ربط المسوحات الجيوكهربائية مع الدراسات والفحوصات الهيدروليكية يمكن تحديد الأنطقة للتكوينات الحاملة للمياه الجوفية ونوعية وكمية المياه الجوفية في مناطق صغيرة وكبيرة بنفس الوقت ومقارنة ذلك كله مع معلومات الآبار المحفورة في منطقة الدراسة. استخدم هذا النوع من الدراسات من قبل الكثير من الباحثين وعلى سبيل المثال كما في (Al- Tarazi et al. 2006).

وفي العراق بالقرب من منطقة الدراسة كما في ( متعب والموالي ، ٢٠٠٥ ) و ( متعب وسعيد ، ٢٠٠٥ ) و (محمود ، ٢٠٠٦).

تقع منطقة الدراسة إلى الجنوب من مدينة الموصل وعلى بعد حوالي (٦٠ كم)، شكل (١). جيولوجياً المنطقة تمتاز بطبوغرافية شبه منبسطة

تم إجراء الضخ الاختباري للبئر الجوفي المحفور ضمن منطقة الدراسة كما في الشكل (1)، ويتصرف قدره ( $123,43 \text{ m}^3/\text{day}$ ) وكان العمق إلى مستوى الماء في البئر هو ( $10,9 \text{ m.}$ ) واستمرت عملية الضخ لمدة ( $120$  دقيقة) وتم قياس الهبوط في مستوى الماء (s) ومن ثم تم إيقاف الضخ عندما أصبحت التغذية تساوي التصريف وقياس عودة منسوب الماء (Recovery) كما موضح في الجدول (2)، حيث كان الهبوط الكلي لمستوى الماء هو ( $14,89 \text{ m.}$ ).

#### ثانياً- التحليل الهيدروكيميائي: Hydro Chemical Analysis

تم أخذ وجمع نماذج من مياه البئر المحفور وإجري التحليل الهيدروكيميائي لها من خلال حساب قيمة التوصيلية الكهربائية والتي أعطت ( $Ec= 5200$   $\mu\text{mhos}$ ) ودالة الحمضية التي كانت ( $\text{pH}=7.86$ ) وكذلك مجموع الأملاح الذائبة ( $\text{TDS}= 3800 \text{ ppm}$ ).

#### 4. التفسير: Interpretation

##### أ- معلومات المسح الجيوكهربائي: Geoelectrical Interpretation

بين (Koefoed,1979) أن شكل المنحني الحقلي لنقاط الجس الجيوكهربائي له علاقة مع التتابع والجيولوجية تحت السطحية حيث تم رسم المعلومات الحقلية لنقاط الجس الكهربائي العمودي (VES) كما في الشكل (3)، ومقارنتها وتفسيرها بالطريقة اليدوية (طريقة النقطة المساعدة Auxiliary Point Method) المذكورة في (Orellana and Mooney, 1966)، وإعطائها التفسير الوصفي (أشكال المنحنيات) والكمي لاستنباط قيم المقاومة النوعية ( $\rho_a$ ) والسلك ( $h$ ) للانطقة الجيوكهربائية الجدول (1) والاستفادة منها كخفاص سيطرة في مرحلة التفسير الكمي من خلال البرنامج الحاسوبي (IPI, win 2.0., 2002). أظهرت جميع نقاط الجس منحني خماسي الطبقة أو النطاق من نوع (QQH) وقيم التفسير الكمي النهائي لكلتا الطريقتين عكست تقارب وتوافق كبيرين وكما مبين في الجدول (1) أدناه:

للخزان الجوفي المحلي وكذلك الصفات الهيدروليكية للوحدات الصخرية الحاملة للمياه من خلال معطيات الضخ الاختباري للآبار.

#### 3. العمل الحقلية: Field Work

##### أ- المسح الجيوفيزيائي الجيوكهربائي:-

تم إجراء المسح الجيوكهربائي خلال شهر مايس من عام (1998) وبواقع خمس نقاط جس كهربائي عمودي (Vertical Electrical Sounding)، الدراسة شكل (1)، حيث استخدم جهاز الـ (VES-1, 2....., 5) (Terrameter SAS 300 c) في منطقة لشركة (ABEM) السويدية موديل عام (1991). استخدم ترتيب (Schlumberger) المتناظر للأقطاب وبفاصلة قطبية لنصف مسافة النشر ( $AB/2$ ) لأقطاب التيار تراوحت بين ( $250-350 \text{ m.}$ ) والمسافة الفاصلة بين نقاط الجس تراوحت بين ( $150-200 \text{ m.}$ ) على طول المقطع الجيوكهربائي وبطول كلي ( $700 \text{ m.}$ )، حيث أخذت نقاط الجس وبشكل موازي للاتجاه العام لمضرب الطبقات (شمال غرب - جنوب شرق)

(Numan and Al-Azzawi, 1993).

##### ب- حفر البئر المائي: Drilling Well

بالنظر للظروف الاقتصادية الصعبة تأجل حفر البئر المائي ضمن منطقة الدراسة شكل (1) حتى عام (2004)، حيث تمت المباشرة بحفر البئر خلال شهر أيلول من عام (2004) وإلى عمق ( $90 \text{ m.}$ ) باستخدام الحفارة المطرقية (Jack Hammer Method) وبقطر حفر ( $12,5 \text{ inch}$ ) مع تطيين البئر بقطر ( $8 \text{ inch}$ ) مع عمل غلاف حصوي للبئر (Gravel back)، شكل (2)، حيث أظهر التتابع الطباق والصخاري للنماذج المأخوذة من حفر البئر تواجد (تكوين إنجانة Fn. Injana) المغطى بترسبات العصر الرباعي من التربة السطحية والحصى والقطع الصخرية.

##### ج- الفحوصات الهيدروليكية والهيدروكيميائية: Hydraulic and

##### Hydro chemical Tests

##### أولاً- الضخ الاختباري: Pumping Test

جدول (1): يبين نتائج التفسير الكمي لنقاط الجس الكهربائي العمودي.

VES No.	Curve type	Elev. (m.)	$\rho 1$ (ohm.m)	h1 (m)	$\rho 2$ (ohm.m)	h2 (m)	$\rho 3$ (ohm.m)	h3 (m)	$\rho 4$ (ohm.m)	h4 (m)	$\rho 5$ (ohm.m)
VES-1	QQH	223.5	73.08*	1.37*	19.22*	2.75*	6.65*	5.33*	4.12*	80.55*	24*
			72.0**	1.30**	19.1**	2.65**	6.6**	5.3**	4.1**	80.5**	24**
			T.S		S.C		C.St		St		C
VES-2	QQH	223.75	200*	1.38*	30.56*	2.76*	11.65*	9.8*	6.2*	86.06*	35*
			195**	1.34**	30**	2.6**	11.5**	9.7**	6.2**	86**	34**
			T.S		S.C		C.St		St		C
VES-3	QQH	224	45*	2.9*	18.8*	10.64*	5.97*	47.9*	2.74*	51.33*	20*
			40**	2.8**	18**	10.5**	5.9**	47.7**	2.73**	51.1**	20**
			T.S		S.C		C.St		St		C
VES-4	QQH	224.25	50*	2.25*	17.44*	1.6*	9.15*	5.0*	6.12*	71.2*	23*
			48*	2.25**	16.5**	1.6**	9.0**	5.0**	6.1**	71.1**	23**
			T.S		S.C		C.St		St		C
VES-5	QQH	224.5	71.5*	1.0*	38.7*	3.0*	14.16*	8.86*	4.8*	62.1*	32*
			70*	1.0**	37**	3.0**	14. **1	8.8**	4.7**	62**	31**
			T.S		S.C		C.St		St		C

(\* ) تمثل قيم التفسير الكمي بالطريقة اليدوية (طريقة النقطة المساعدة).

(\*\* ) تمثل قيم التفسير الكمي باستخدام برنامج (IPI, win 2.0).

قيم المقاومة الظاهرية =  $\rho$  (ohm.m) ، سمك النطاق الجيوكهربائي = h(m.) ، S= Top Soil. ، S.C= Silty Clayst. ، C.St= Clayey Sandst. ، C= Clayst. ، St= Sand with some clayst.،

## ب- معلومات الحفر والمعلومات الهيدروجيولوجية: Hydrogeological and Well Drilling Interpretation

### 1. الوضع الهيدروجيولوجي: Hydrogeological Setting

التكوين المائي (Aquifer) هو بيئة جيولوجية تمتاز باحتوائها على كمية كافية من الماء بحيث يتم استغلالها من الناحية الاقتصادية (Raghunath, 1992) ومن خلال دراسة جيولوجية المنطقة والتتابع الصخري للبئر يتبين أن التكاوين الحاملة للمياه في منطقة الدراسة هي كلاً من:

أولاً:- تكوين إنجانة (Injana Fn.)، الذي يتكون من طبقات الحجر الرملي والحجر الطيني والغريني وتكون طبقات الصخور الرملية لهذا التكوين حاوية على الماء وذات نفاذية عالية.

ثانياً:- ترسبات العصر الرباعي المتكونة من تعاقب الحصى والرمل والغرين والطين وتتغذى هذه الترسبات من الساقط المطري بشكل مباشر لتشكل خزان مفتوح (Unconfined Aquifer).

أما ترسبات تكوين إنجانة في منطقة الدراسة فيمكن اعتبارها خزان شبه محصور (Semi confined Aquifer) وذلك لوجود طبقات من الطين ذات نفاذية واطئة في مواقع متعددة على امتداد التكوين (Aquiclude).

### 2. طرق تحليل معطيات الضخ الاختباري:-

إن الغاية من عملية الضخ الاختباري هي إيجاد وحساب الخواص الهيدروليكية (الناقلية المائية (T) و التوصيلية الهيدروليكية (K)) عن طريق قياس انخفاض مستوى الماء الجوفي في آبار المراقبة وفي الحالات التي ينعقد فيها وجود آبار للمراقبة يمكن الاعتماد على بئر الضخ نفسه لقياس الهبوط في مستوى الماء لإجراء التحليلات المطلوبة لحساب هذه الخواص الهيدروليكية (Hamill&Bell,1986).

الجدول (2) أدناه يبين المعلومات الحقلية لعملية الضخ التجريبي والتي تم قياسها من بئر الضخ ضمن خزان انجانة الجوفي ، حيث تستمر القياسات وصولاً إلى حالة الانخفاض المستقر مع الزمن (ثبوت المنسوب) ويتوقف عملية الضخ يقاس ارتفاع الماء في البئر مع الزمن أي (عودة المنسوب) ، حيث استخدمت معطيات عودة المنسوب لغرض التغلب على مشكلة تذبذب الماء الجوفي خلال عملية الضخ .

ومن خلال تمثيل توزيع المقاوميات العمودي على طول المقطع (A'-A) وبشكل مقطع وهمي(كاذب) للمقاومة النوعية الظاهرية ( Apparent Resistivity Pseudo section)، شكل (4) نلاحظ تواجد وتدرج المقاوميات من عالية القيم ضمن المناطق القريبة من السطح إلى قيم واطئة في مديات أعمق متوافقة مع التفسير الكمي لنقاط الجس الكهربائي العمودي .

بالإضافة إلى ما ذكر أعلاه فقد تم رسم وتمثيل معطيات التفسير الكمي الواردة في الجدول (1) بشكل مقطع جيوكهربائي (A'-A)، شكل (5) يبين التتابع والتغاير الأفقي والعمودي للأنطقة الجيوكهربائية، وأسفل كل نقاط الجس وربط ذلك مع معلومات التتابع الطباق للبيئر المحفور ضمن منطقة الدراسة وبالقرب من نقطة الجس (VES-3) ، وبالرجوع إلى التفسير الكمي نلاحظ أن الأنطقة الجيوكهربائية الأولى والثاني تعطي مقاوميات عالية مقارنة مع بقية الأنطقة والتي فسرت على أنها أنطقة التربة السطحية وصخور الطين السلتني ومن ثم يظهر لنا النطاقين الثالث والرابع بمقاوميات واطئة قد تصل إلى حدود (2.74 أوم.متر) فسرت على أنها مقاوميات لصخور الرمل الطيني والرمل بتوصيلية عالية سببها المحتوى المائي والأأيوني (الملحي) للمياه الجوفية ضمن هذه الأنطقة ومن ثم قيم لمقاوميات أعلى فسرت على أنها لصخور الطين ضمن النطاق الخامس.

حيث نلاحظ أن الخزان الجوفي يقع ضمن تكوين الإنجانة (Injana Fn) وبالأخص النطاق الرابع المتكون من تتابعات صخور الرمل بشكل رئيسي مع صخور الطين. ومن ما تقدم نلاحظ أن المسح الجيوكهربائي قد أعطى صورة ومدلولات على تواجد المياه الجوفية ضمن منطقة الدراسة مع ظهور قيم لمقاوميات واطئة والتي تعكس توصيلية كهربائية عالية ممكن أن يكون سببها ظهور تراكيز أيونية عالية ضمن الماء الجوفي، ولذلك تم اقتراح حفر بئر مائي أسفل نقطة الجس العمودي (VES-3) لضمان أكبر سمك من النطاق الرابع المشجع من الناحية الهيدروجيولوجية.

مما تقدم نلاحظ أن ربط معلومات التفسير الكمي للمسح الجيوكهربائي مع معلومات الحفر مكننا من اقتراح وعمل موديل (مقطع) جيولوجي تحت سطحي وعلى طول المقطع الجيوكهربائي (A'-A) ، شكل (1).

جدول (2):- يوضح معلومات الضخ الاختباري لبئر الضخ في منطقة الدراسة.

S.W.L = 10.9m Total drawdown = 14.89m		Q = 85.7 L/min = 123.43 m <sup>3</sup> /day			
Pumping Test		Recovery			
t (min)	Drawdown(s) m.	t' (min)	S (m.)	t/t'	s'(m.)
0.08	0.07	0.68	0.49	1500	14.61
0.16	0.65	0.16	0.79	750	14.17
0.33	1.02	0.33	1.04	363.6	13.86
0.66	1.23	0.66	1.33	181.8	13.61
1	2.54	1	1.89	120	12.67
2	3.1	2	3.21	60.6	11.73
5	7.65	5	6.46	24	7.83
10	9.75	10	9.86	12	5.08
20	12.56	20	12.33	6	2.44
30	13.42	30	13.38	4	1.49
45	14.25	45	13.86	2.66	0.83
60	14.41	60	14.25	2	0.56
75	14.57	75	14.89	1.6	0.16
90	14.74	90			
105	14.80	105			
120	14.89	120			

$\Delta sp$ : مقدار الانخفاض في منسوب الماء خلال دورة لوغارتمية كاملة (m).

وقيم الدالة (e) يتم إيجادها من المعادلة التالية :-

$$e^{-r/L} \quad Ko(r/L) = 2.3 \, sp / \Delta sp \dots\dots\dots (2)$$

و  $sp$  : يمثل نصف قيمة أكبر انخفاض في منسوب الماء للبيئر المفحوص (m).

والقيمة التي نحصل عليها من المعادلة (2) نستخدمها للحصول على قيمة (x) وهي نفسها (r/L) من جداول خاصة (Bouwer, 1978).

والتوصيلية الهيدروليكية (K) من المعادلة التالية:-

$$K = T/b \dots\dots\dots (3)$$

حسب (Kruseman & Deridder, 1979) أيضا.

حيث  $K$ : التوصيلية الهيدروليكية (m/day).

$T$ : معامل الناقلية (m<sup>2</sup>/day).

$b$ : السمك المشبع بالمياه (m).

حيث كانت قيمة الناقلية المائية هي (2.8 m<sup>2</sup>/day) والتوصيلية

الهيدروليكية هي (0.0353 m/day) حسب طريقة حنتوش .

استخدمت طريقتي حنتوش (Hantush method) و وولتن (Walton method) لتطبيقها على معطيات الضخ التجريبي الحالية وذلك لحساب كل من الناقلية المائية (T) والتوصيلية الهيدروليكية (K) ومن شروط وفرضيات استخدام الطريقتين إن يكون التكوين من النوع شبه المحصور (Semi-confined Aquifer)، الجريان في الحالة غير المستقرة (Unsteady state flow)، التكوين متجانس وذو سمك منتظم، قطر البيئر صغير ومعدل التصريف ثابت (Kruseman & Deridder, 1979) وطريقة ثايس لعودة المنسوب (Theis's recovery method) لحساب الناقلية المائية من خلال تحليل معطيات عودة المنسوب.

أدناه وصف موجز للطرق الثلاث المذكورة أعلاه:-

١- طريقة حنتوش: **Hantush Method**

تم حساب الناقلية المائية (T) بطريقة حنتوش حسب Kruseman (& Deridder, 1979) ومن خلال المعادلة التالية:

$$T = (2.3Q / 4\pi \Delta sp) e^{-r/L} \dots\dots\dots (1)$$

ومن خلال العلاقة الموضحة في الشكل (7) أدناه.

حيث أن:

$T$ : يمثل معامل الناقلية (m<sup>2</sup>/day).

$Q$ : التصريف (m<sup>3</sup>/day).

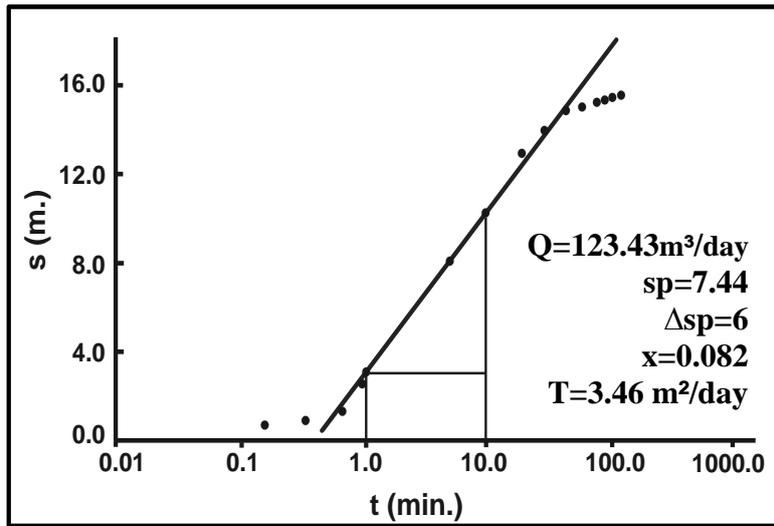


Fig (٧): Hantush Method

$S$ : يمثل مقدار الانخفاض في منسوب الماء (m).

$W(u,r/B)$ : تمثل دالة يتم الحصول عليها من منحني وولتن (Walton type curve).

وحساب التوصيلية الهيدروليكية حسب نفس المعادلة رقم (3) المذكورة أعلاه.

حيث كانت قيمة الناقلية المائية (3.46 m<sup>2</sup>/day) والتوصيلية الهيدروليكية (0.0437 m/day) حسب طريقة وولتن.

٢- طريقة وولتن: **Walton Method**

استخدمت هذه الطريقة لحساب الناقلية المائية (T) ضمن هذا الخزان الجوفي وذلك لعدم مطابقة منحني البيانات الحقلية مع منحني ثايس النموذجي مما يدل على وجود تسرب (Leakage) في خزان انجانا ضمن منطقة الدراسة الحالية، وعليه تم استخدام هذه الطريقة (Walton, 1970) وحسب المعادلة التالية والموضحة بالعلاقة شبه اللوغارتمية بالشكل (8).

$$T = (Q / 4\pi s) W(u,r/B) \dots\dots\dots (4)$$

حيث أن

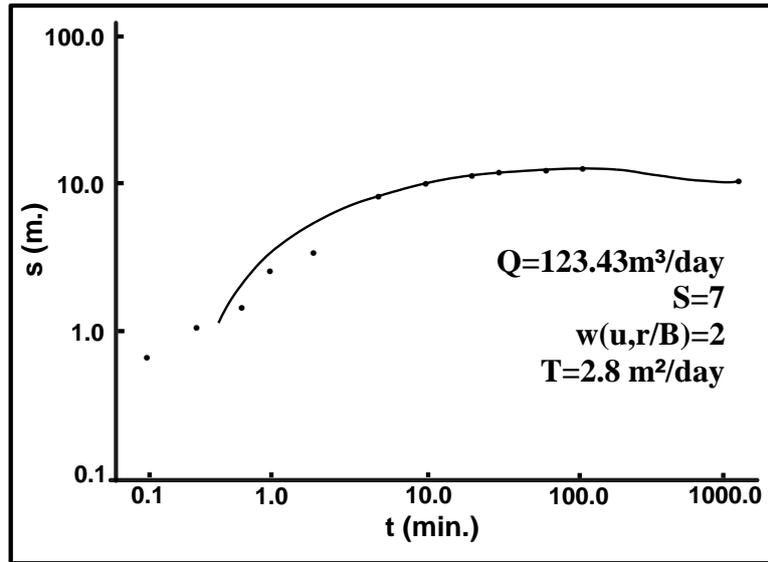


Fig (8): Walton Method

وقد تم حساب الناقلية المائية (T) من خلال المعادلة التالية:-  

$$T = (2.3Q / 4\pi\Delta s) w(u) \dots\dots(5)$$
 حيث كانت قيمة الناقلية المائية هي ( 2.51 m<sup>2</sup>/day ) .

٣- طريقة ثايس لعودة المنسوب: Thies's recovery method  
 تتلخص هذه الطريقة برسم علاقة شبه لوغاريتمية بين الانخفاض المتبقي (Residual Drawdown) والزمن (t/t') الموضحة في الشكل (9) أدناه

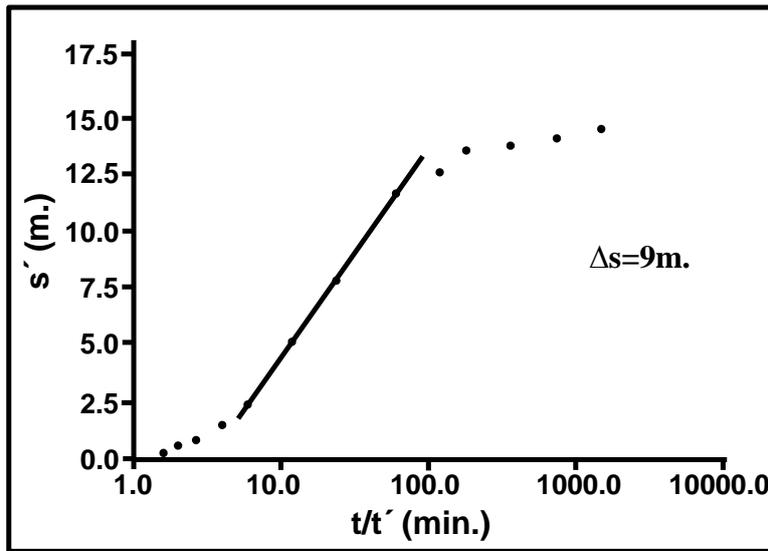


Fig (9): Thies's Recovery Method

ملوحة المياه الجوفية لنموذج المياه للبيئر المحفور لتقييم المنطقة من الناحية الهيدروجيولوجية .  
 حيث أظهر المسح الجيوكهربائي نتاجا لتكوين الانجانة ( Injana Fn. ) متوافقا مع ما ظهر لنتابع الحفر و بأنطقة جيوكهربائية (١و٢) للتربة السطحية والطين السلتى وبمقاوميات (٥٠-٢٠٠ أوم.م) للأول ، (١٧-٣٨ أوم.م) للثاني أعلى من مقاوميات النطاقين (٣و٤) ، (٦-١٤ أوم.م) للثالث و (٧،٢-٦ أوم.م) للرابع وهما لترسبات الرمل الطيني والرمل على التوالي ومن ثم ترسبات الطين بمقاوميات (٢٠-٣٥ أوم.م) للنطاق الخامس .

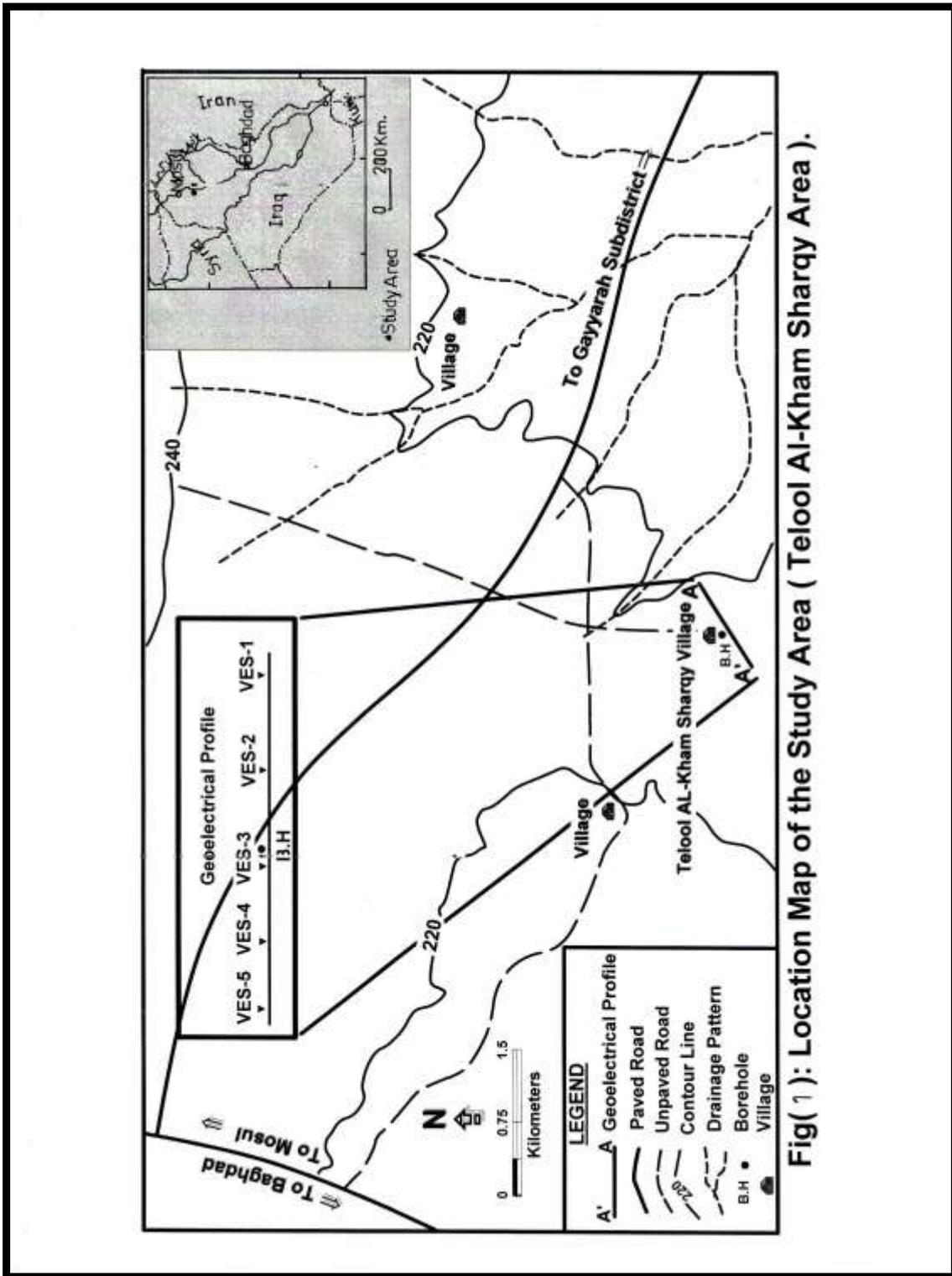
مما تقدم نلاحظ أن السلوك الهيدروليكي للخزان الجوفي يتغير بشكل طفيف بسبب اختلاف وتباين الترسيبات المكونة للتكوين الجيولوجي الحامل للمياه حيث أن هذا التكوين يتألف من صخور الرمل و الصلصال و الطين وبسماكه مختلفة ، عليه فأن هذا الاختلاف في نوع الترسيبات يؤدي إلى التغير في الانتاجيه وتوزيع الطبقات الصخرية الحاملة للمياه ( Aquifer Distribution ) .

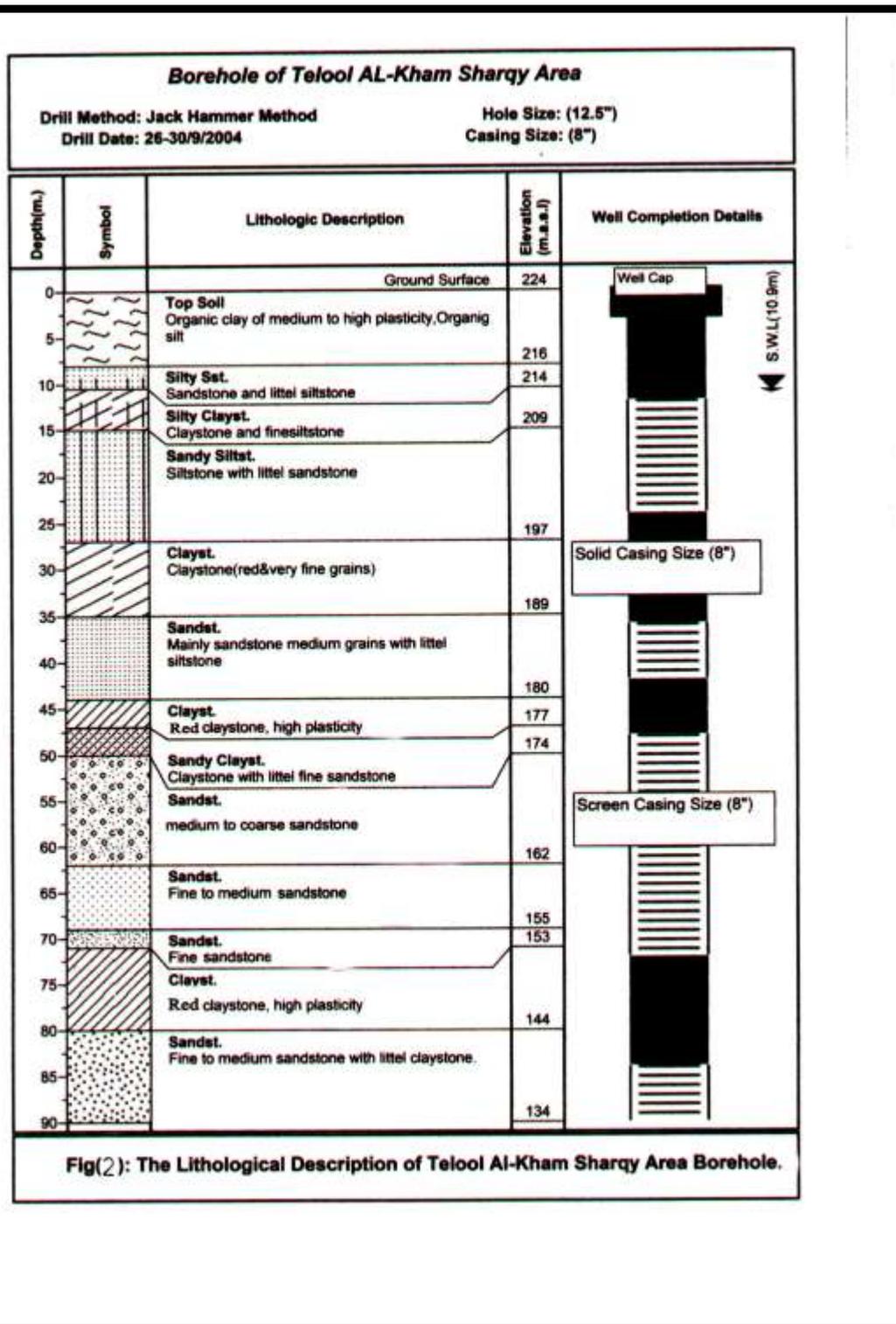
### الاستنتاجات: Conclusions

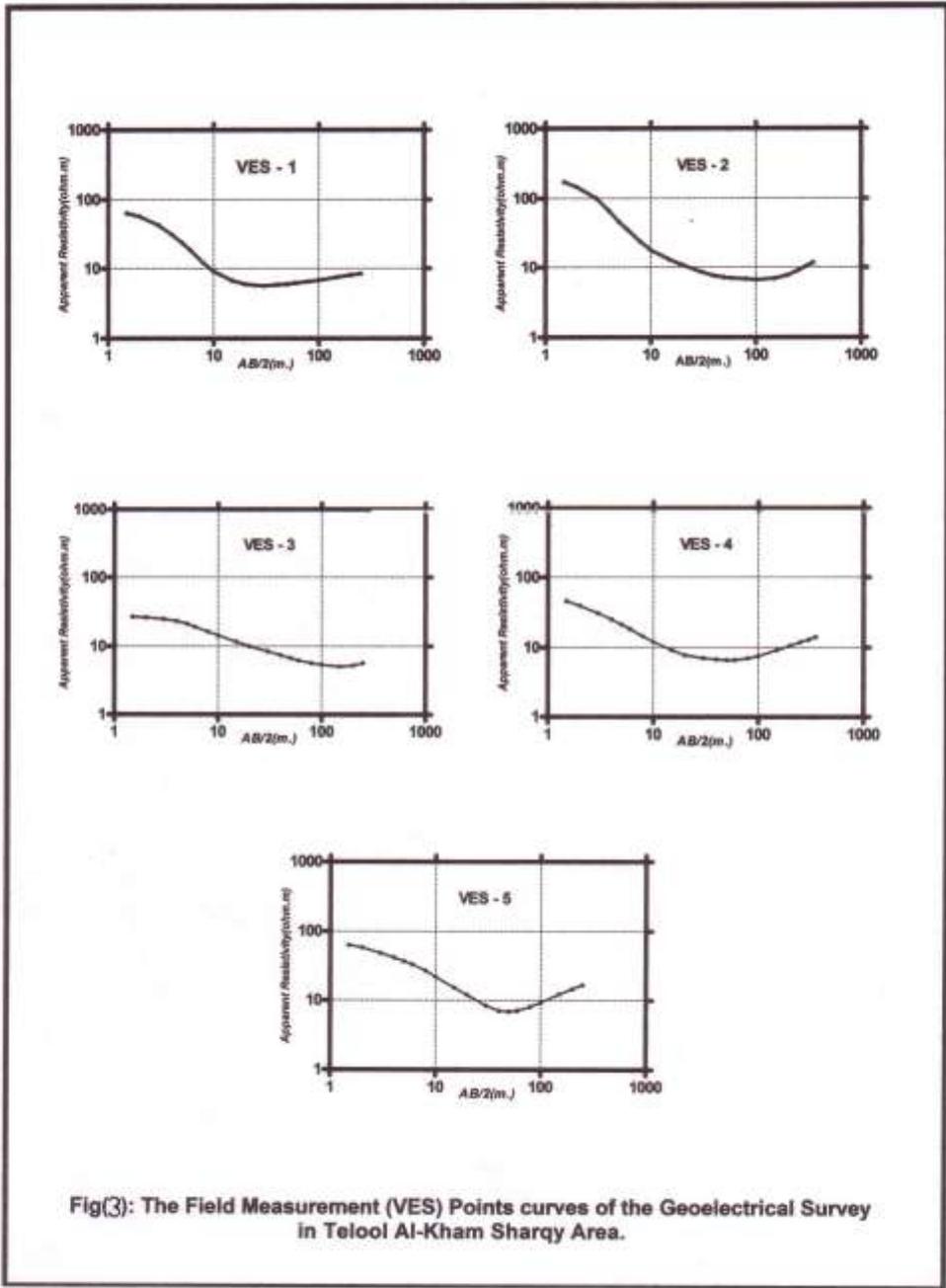
أ- بينت الدراسة الحالية إمكانية الاعتماد على مسح جيوكهربائي بعدد نقاط جس قليل مع نتاج الطباق للبيئر المحفور وتعزيز ذلك بمعلومات

confined) في النطاقين الثالث والرابع لترسبات الرمل الطيني والرمل على التوالي وذلك بسبب وجود طبقات الطين ذات النفاذية الواطئة. د- كانت قيم الناقلية المائية تتراوح بين (2.8 - m<sup>2</sup> /day) ، 3.46 والنوصيلية الهيدروليكية بين (0.0353 - 0.0437 m/day) ، حسب طريقتي حنتوش و وولتن على التوالي أما طريقة ثايس لعودة المنسوب فكانت قيمة الناقلية المائية فيها (T= 2.51 m<sup>2</sup>/day) ، ويتضح من خلال هذه القيم الواطئة بان الخزان الجوفي قليل النفاذية بسبب وجود طبقات الطين.

ب- ظهور مقاوميات واطئة لصخور الرمل ضمن النطاق الرابع تراوحت بين (٦-٢,٧ أوم.م) مثلت الخزان الجوفي الرئيسي في منطقة الدراسة أعزيت إلى المحتوى المائي والأيونية العالية للمياه الجوفية متفقة مع نتائج معلومات ملوحة المياه الجوفية لنموذج المياه الجوفية للبيئر المحفور . ج- تم تحديد الخزانات الجوفية بامتداد مسار المسح الجيوكهربائي الذي توافق مع التتابع الصخري للبيئر المحفور حيث كانت لترسبات العصر الرباعي من النوع المفتوح(Unconfined) في النطاق الجيوكهربائي الأول وتكوين إنجانة (Injana Fn.) من النوع شبه المحصور (Semi-







Fig(3): The Field Measurement (VES) Points curves of the Geoelectrical Survey in Telool Al-Kham Sharqy Area.

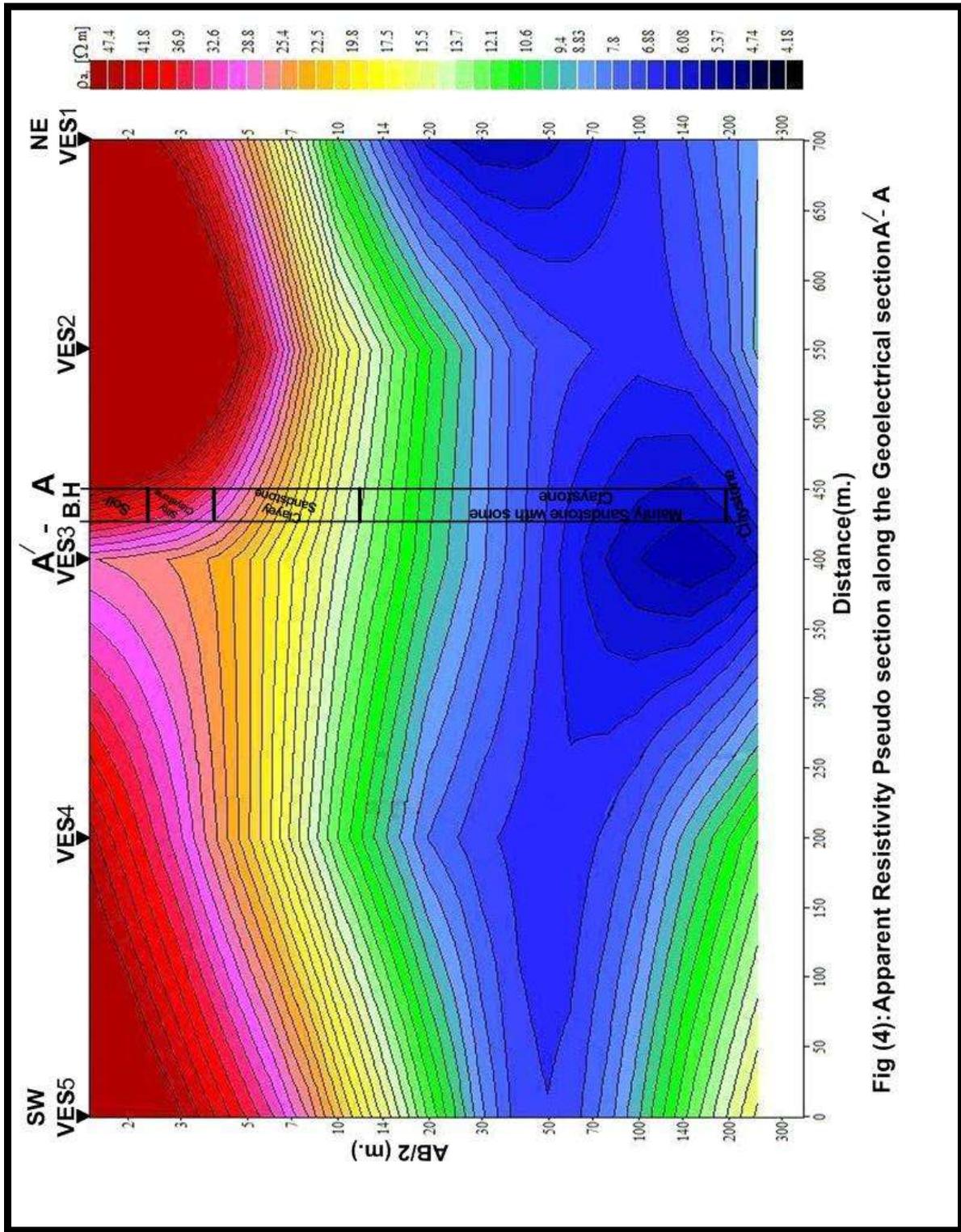
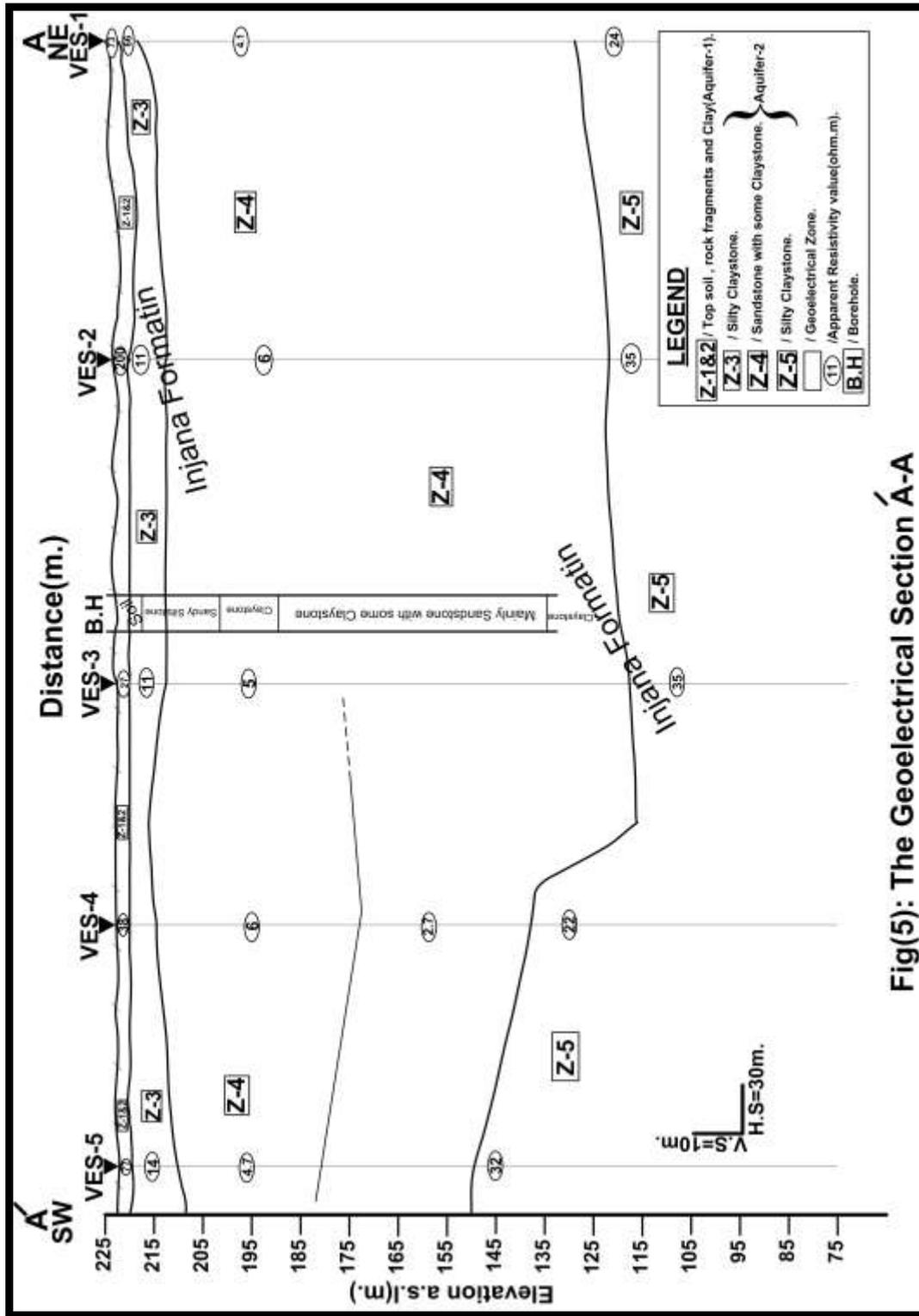
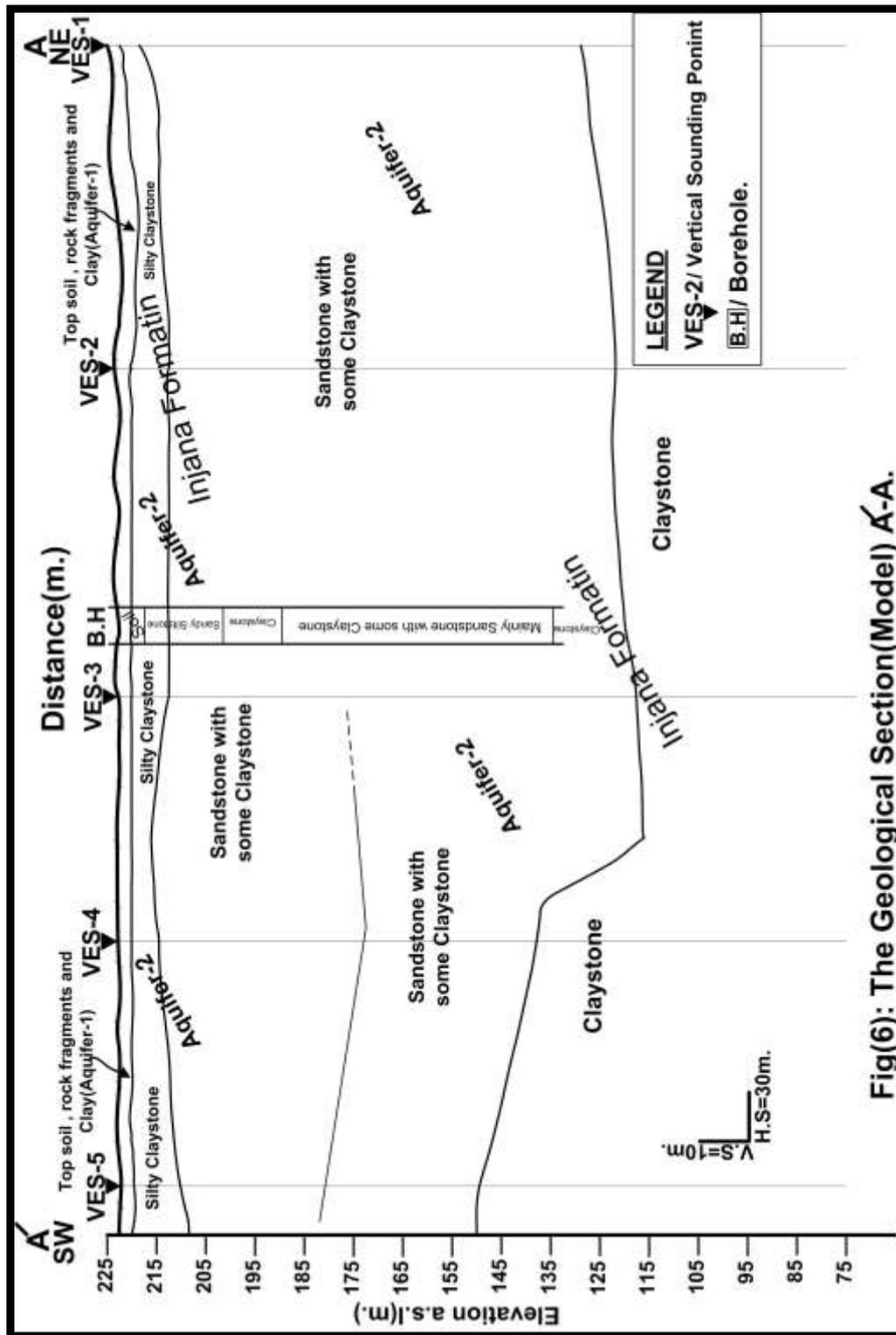


Fig (4): Apparent Resistivity Pseudo section along the Geoelectrical section A'-A





Fig(6): The Geological Section(Model) A-A.

## المصادر

متعب، مروان وسعيد، احمد محمد، 2006. تحريات جيوكهربائية للسهل الواقع بين طيبي عطشان وشيخ إبراهيم / شمال غرب العراق. المجلة العراقية لعلوم الأرض ، المجلد 6 ، العدد 1 ، ص .

محمود، بشار عزيز ، دراسة مقارنة للخصائص الجيوكهربائية لحقل كبريت المشرق ( M-1 ) ، شمال العراق ، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم، جامعة الموصل، (140) صفحہ.

Al-Tarazi, E., El-Naqa, A., El-Waheidi, M. and Abu Rajab, J., 2006. Electrical geophysical and

عبد المجيد، فؤاد صفاء الدين فخري، 1983. دراسة جيولوجية تركيبية لطيات قره جوخ، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، جامعة بغداد (176) صفحة.

متعب، مروان والموالي، علي سعد الدين، 2005. دراسة جيولوجية لسهل علان الجنوبي ، شمال العراق باستخدام الجس الجيوكهربائي. المجلة العراقية لعلوم الأرض ، المجلد 5 ، العدد 2 ، ص 36 - 50.

hydrogeological investigations of groundwater aquifers in Ruseifa municipal landfill, Jordan. Environ Geol. DOI 10.1007/s00254-006-0283-4.

**Bouwer, H.**, 1978. Groundwater Hydrology. McGraw-Hill, London, 480p.

**Ebraheem, A. M.**, Hamburger, M. W., Bayless, E. R. and Krothe, N. C., 1990. A study of acid mine drainage using earth resistivity Measurements. Ground Water, Vol.28, No.3, pp. 361- 368.

**Ebraheem, A. M.**, Senosy, M. M. and Dahab, K. A., 1997. Geoelectrical and hydro geochemical studies for delineating groundwater contamination due to salt water intrusion in the northern part of the Nile Delta, Egypt. Ground Water. Vol.35, No.2, pp. 216- 222.

**Hamill, L.** and Bell, F. G., 1986. Groundwater Resources Development, Butter Werths, London, 344p.

**IPI**, win 2.0 Software, version 2.1., 2002. Moscow State University. Dept. of Geophysics.

**Koefoed, O.**,1979. Geosounding principles 1.Resistivity Sounding measurements, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, 276p.

**Kruseman, G. P.**, and Deridder, N. A., 1979. Analysis of evaluation of Pumping Test Data, Int. Foreland Reclamation and Improvement 209p.

**Numan, N. M. S.** and Al-Azzawi, N., 1993. Structural and geotectonic interpretation of vergence direction of anticlines in the foreland folds of Iraq, (abhath Al-Yarmok) pure science and engineering series2,No.2, pp. 57- 73.

**Orellana, E.** and Moony, H. M., 1966. Master tables and curves of vertical electrical sounding over layered structures. Interciencia , Madrid, 34p.

**Raghunath, H. M.**, 1992. Groundwater, 3<sup>rd</sup> edition., Wiley Eastern Limited, India, 563p.

**Walton, W. C.** 1970. Groundwater Resources Evaluation. McGraw-Hill Int. Book comp. New York, 664p.

## Study of the Aquifer and Hydraulic Properties calculation along geoelectrical section in Telool Al-Kham Sharqy Area, South of Mosul City

Taha Hussein Al-Salim , Ayman Mahmoud Ahmed

Remote Sensing Center, University of Mosul , Mosul , Iraq

( Received 3 / 5 / 2009 , Accepted 25 / 10 / 2009 )

### Abstract

The Geoelectrical survey was carried out in the study area through (5) vertical electrical sounding points along (A-A) Geoelectrical section. The graphical (auxiliary point) and analytical computerized by the (IPI.Win2.0 software) methods were used to interpret the sounding points quantitatively.

The survey showed presence of high apparent resistivities within the geoelectrical zones (1&2) ranged between (50-200  $\Omega.m$ ) and (17-38  $\Omega.m$ ) for the recent deposits and silty calystone rocks respectively and low apparent resistivities within the zones (3&4) ranged between (6-14  $\Omega.m$ ) for the clayey sandstone and (2.7-6  $\Omega.m$ ) for the sandstone rocks. The possibility of water content presence is pointed in the both (3&4) geoelectrical zones within depth ranging between (13.5-115m.).

The hydraulic properties of the aquifer were calculated using the pumping test data of the drilling borehole and analyzed using (**Hantush**) and (**Walton**) methods and (**Thies**) recovery method, were the (water transmissivity) (**T**) values ranging between (2.51 – 3.46  $m^2/day$ ) and the (hydraulic conductivity) (**K**) between (0.0353 – 0.0437  $m/day$ ).

The geoelectrical survey results showed a coincidence with the both borehole stratigraphic sequence and the hydro chemical analysis of the groundwater sample, in terms of the electrical conductivity ( $E_c = 5200 \mu mhos$ ) and the total dissolved salts ( $TDS = 3800 ppm$ ) which reflected presence of low apparent resistivities (2.7  $\Omega.m$ ) because of the saline groundwater content.