MARINA MESOPOTAMICA 21(2): 301-317 2006

تطبيق طريقة المقاومة النوعية الكهربائية في تحديد اعماق المياه الجوفية والطبقات الضحلة وعمق الطبقة ذات السعة التحميلية لمواقع مختارة في موقع جامعة البصرة /قضاء كرمة علي.

وسام رزاق مطشر

مركز علوم البحار – *جامعة البصرة – العراق*

الخلاصة

اجري مسح كهربائي عمودي للمقاومة النوعية بأستخدام ترتيب شلمبرجر Schlumberger Arrangement في موقع جامعة البصرة في كرمة علي. تضمن المسح خمس نقاط قياس بعمق يصل اقصاه (21) متر. سجلت قراءات المقاومة (R) المقاسة بالاوم بجهاز قياس المقاومة الكهربائية نوع (ABEM Terrameter SAS 300B)، فسرت نتائج المقاومة بالاعتماد على التطابق الكامل وايضا استخدام برنامج (VES) لعمل خمس موديلات، وقد بينت نتائج الموديلات المستحصلة لتظهر منحنيات ثلاثية الطبقة في المحطات (2، 3، 4، 5)، وموديل ثنائي الطبقة ($\rho_2 > \rho_1$). تبين هذه المنحيات ان المقاومة النوعية الكهربائية هي بشكل عام واطئة. كما تعكس الطبقة الاولى عمق مستوى المياه الجوفية في موقع الدراسة. وان الطبقة الثانية تمثل عمق الطبقة الثانوية الطرية (Soft) التابعة للطبقة الرئيسة التماسكية العليا Cohesive Stratum، كما تم تقدير عمق الطبقة ذات سعة التحميل العالية Bearing Capacity في منطقة الدراسة على العمق (21.3) متراً عند المحطة رقم (2).

المقدمة

استخدمت الطرق الجيوفيزيائية في أغلب اعمال المسح الجيولوجي والجيولوجيا الهندسية كالتحري عن اعماق الطبقات الضحلة والعميقة واعماق المياه الجوفية والاعمال الخاصة بالمسح الجيوتكنيكي لما توفره هذه الطرق من الوقت والجهد مقارنة مع اعمال الحفر التقليدية فضلا عن دقة وصحة البيانات المسجلة. ومن اهم الطرق الشائعة المستخدمة في اعمال المسح الجيوتكنيكي والتحري عن الاعماق هي طريقة المسح الزلزالي الانكساري Seismic Refraction Method وطريقة المسح الكهربائي Electrical Methods. تعد الطريقة الكهربائية اداة جيدة في مجال تحديد اعماق الطبقات الضحلة فضلا عن عمق المياه الجوفية وكذلك نوعية المياه الجوفية او المالحة. هنالك الكثير من الدراسات السابقة في مجال الجيوفيزياء الهندسية التي استخدمت الطريقة الكهربائية والزلزالية الانكسارية في اعمال التحريات الجيوتكنيكية، ومنها دراسة المولى (1994) التي قيّم فيها الخواص الجيوتكنيكية لموقع سد العظيم باستخدام الطريقة الكهربائية والطريقة الزلزالية الانكسارية، كما استخدم (Ameen, 1992) الطريقة الجيوفيزيائية بمساعدة الجسات الاختبارية في دراسة جيولوجية وجيوتكنيكية للوحدات الصخرية في منطقة سد بادوش في شمال العراق، فضلا عن اعمال المركز الوطني للمختبرات الانشائية ومديرية المسح الجيولوجي في بغداد بالعديد من الدراسات الجيولوجية والجيولوجية الهندسية. ان من المهم اعطاء الدور الاساسي لاستخدام الطرق الجيوفيزيائية في التحريات الجيولوجية والجيوتكنيكية المطلوبة لاي مشروع هندسي او دراسة اكاديمية وبمساعدة المعلومات المستحصلة من حفر الجسات الاختبارية (Boreholes)، اذ ان معظم الطرق الجيوفيزيائية الشائعة المستخدمة في التحريات البيئية والهيدرولوجية هي طريقة المقاومة العمودية (Resistivity Sounding)، والمقاومة الجانبية (Resistivity Profiling) (Mahler,2000). فقد اهتمت هذه الدراسة بتطبيق طريقة المقاومة النوعية الكهربائية بشكل رئيس من اجل تحديد

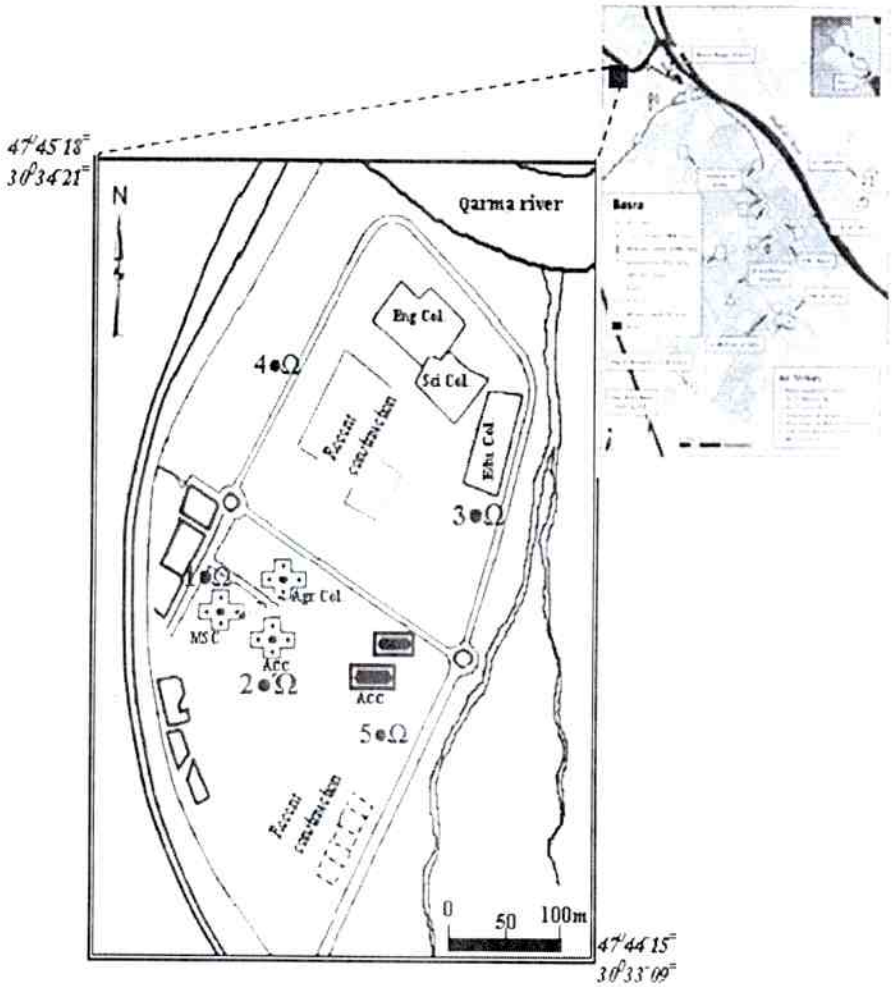
اعماق المياه الجوفية القريبة من اسس البناء Foundations، وتقييم عمق الطبقة الطينية الثانوية الطرية (Soft) الضحلة ذات السمك الكبير المتأثرة بحمل الابنية Constructions Load، وكذلك عمق الطبقة ذات السعة التحملية العالية التي تكون قاعدة اساسية في الاعمال الهندسية الكبيرة.

تقع جامعة البصرة / موقع كرمة علي في شمال مدينة البصرة بين خطي الطول ($47^0 44^- 15^-$) و ($47^0 45^- 18^-$) شرقاً، وخطي العرض ($30^0 34^- 21^-$) و ($30^0 33^- 09^-$) شمالاً، وتقدر مساحتها بـ 200 ألف متر مربع، الشكل (1)، وتشكل نقاط المسح جزءا منها. وتحاط الجامعة من الشمال والشمال الشرقي بنهر كرمة علي، الذي تحيط تفرعاته بموقع الجامعة على طول جانبها الشرقي.

الوضع الترسيبي لمنطقة التحري

ترب البصرة عموما جزء من ترسبات العصر الرباعي الواسع الانتشار، ضمن ترسبات السهل الفيضي لحوض وادي الرافدين الاسفل، التي ممكن تصنيفها الى نوعين رئيسين (محمود، 1997): النوع الاول الرواسب التماسكية Cohesive Soils وهي رواسب الغرين والطين الحديثة ورواسب تكوين الحمار، اما النوع الثاني فيمثل الرواسب غير التماسكية Non-Cohesive Soils وهي الرواسب الرملية لتكوين الدبدبة.

يوضح الشكل (2) المقطع النموذج لطبقات التربة في منطقة الدراسة، والمؤلفة من الطبقتين الرئيستين المكونتين لترب البصرة عموماً ومنها موقع منطقة الدراسة، حيث يظهر المقطع بعض خصائص هاتين الطبقتين وخصوصاً الطبقة العليا التماسكية التي تصل بين (14 – 30) متر في مختلف مواقع مدينة البصرة، وتصل تقريباً بحدود 21 متر عمقاً كمعدل في موقع الجامعة (محمود، 1997)، وهي ضمن اعماق المسح الجيوفيزيائي للمنطقة. والطبقة الثانية تمثل الطبقة الرملية الكثيفة الى كثيفة جداً (Dense –Very. Dense) التي تمثل الطبقة العميقة ذات السعة التحملية العالية لتحمل المنشأت والابنة الكبيرة أذ يتم البحث عنها كأسُس عميقة تستخدم فيها الركائز للوصول اليها.



شكل (1) موقع منطقة الدراسة بالنسبة لمحافظة البصرة، ومحطات المسح الكهربائي، (الخريطة ماخوذة ومعدلة من صورة فضائية لبرنامج Google Earth في الانترنت، 2005).

No.	Layers	symbol	Sub division layer	Grain size distribution			Atterberg Limits	
				% Sand	% Silt	% Clay	Liquid Limit	Plasticity Index
(1)	Clayey Silt & Silty Clay Layer		Stiff 2.5 - 3.5 m depth Soft 11-13 m depth Stiff-Hard 20.5-22.5 m depth	25 - 50	45 - 75	25 - 50	25 - 66	10 - 35
(2)	Silty Sand Layer		Dense- V.dense	65 - 92	8 - 35	-	-	-

شكل (2) المقطع الطباقي النموذجي لتربة جامعة البصرة موقع كرمة علي، (الشكل معدل من معلومات لدراسات سابقة كدراسة (محمود،1997)).

طريقة المقاومة الكهربائية والتقنيات المستخدمة PROCEDURES & TECHNIQUES.

استخدمت طريقة المقاومة العمودية Electrical Sounding method او ترتيب شلمبرجر (Schlumberger Arrangement) لمسح اعماق تتراوح بين 18-21 متر، حيث كانت المسافة بين اقطاب التيار (AB/2) تتراوح بين (1.5 الى 60) متر، واقطاب الجهد (MN/2) بين (0.5 الى 10)، بأستثناء المحطة (2) التي وصلت فيها المسافة (AB/2) الى 100 متراً وذلك من اجل تحديد عمق الطبقة التحميلية، كما مبين في الجدول (1). تعد الاعماق المأخوذة للتحري بطريقة المقاومة كافية للتعرف على اعماق الطبقات والمياه الجوفية.

تُقاس المقاومة الظاهرية bulk Resistivity التحت سطحية لغرض تحديد بعض الخصائص الفيزياوية لطبقات الارض، وعمق امتداداتها، حيث يمرر التيار الكهربائي مباشرة داخل الارض عبر قطبي التيار Current electrodes وبالتالي فأن فرق الجهد المتولد عنه يتم قياسه عبر قطبي الجهد Potential electrodes، ويتم ترتيب اقطاب التيار والجهد بشكل خطي Linear pattern. استخدم نمط ترتيب شلمبرجر (شكل-3) لقياس المقاومة الظاهرية (R) المقاسة بـ(أوم) للتربة بين الاقطاب وما يحيطها. اذ تم اختيار خمس مواضع موزعة بشكل متجانس كمحطات للقياس ضمن موقع الجامعة في كرمة علي كما هو ملاحظ في شكل (1)، وباستخدام جهاز (ABEM Terrameter SAS 300B) الذي يقيس قيمة المقاومة الكهربائية R(Ω) مباشرة، من خلال المعالجة الذاتية لقيم التيار المرسل وفرق الجهد المتولد. استخدمت تقنية برنامج (VES) لرسم موديلات المنحنيات بعد ان زود بالبيانات الخاصة بالمسح الكهربائي العمودي للمحطات الخمسة والمتمثلة بقراءات المقاومة النوعية الظاهرية ومسافات اقطاب التيار (AB/2)، يختص البرنامج برسم موديلات مطابقة للمنحنيات الثنائية والثلاثية. يعالج برنامج،

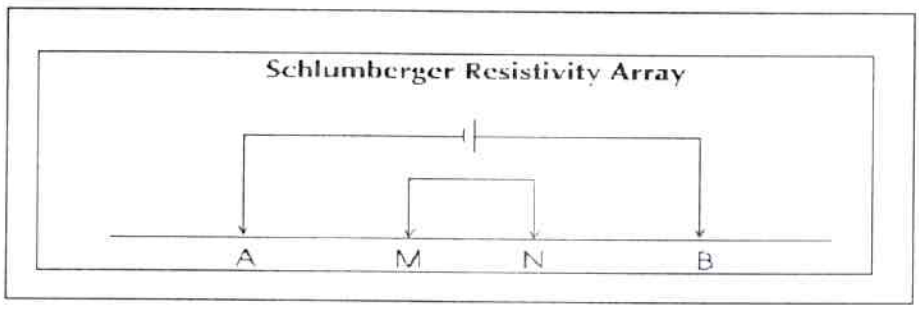
جدول (1) المسافة بين قطبي التيار وقطبي الجهد المستخدمة بالمسح الكهربائي.

No.	AB/2	MN/2	K
1	1.5	0.5	6.28
2	2	0.5	11.78
3	3	0.5	27.5
4	4	0.5	49.5
5	5	0.5	77.78
6	3	1	12.57
7	4	1	23.57
8	6	1	55
9	8	1	99
10	10	1	155.57
11	6	2	25.14
12	8	2	47.14
13	10	2	75.42
14	15	2	173.64
15	20	2	311.14
16	15	5	62.8
17	20	5	117.85
18	30	5	275
19	40	5	495
20	50	5	777.85
21	30	10	125.71
22	40	10	235.71
23	50	10	377.14
24	60	10	550
25	80	10	990
26	100	10	1555.71
27	100	20	754.28

الـ(VES) المعد من قبل (Cooper, 2005)، قيم البيانات المستحصلة بأستخدام ترتيب شلمبرجر، (شكل-3)، حيث يفترض البرنامج التطبيق الافقي للارض horizontally Stratified لعدد من الطبقات تتميز كل طبقة بمقاومة وسمك معين، يعتمد على نظام الـMicrosoft windows. كما استخدمت تقنية برنامج

(SURFER, version 7) في رسم خرائط نتائج الاعماق للمياه الجوفية، فضلاً عن اعماق الطبقة الطينية الثانوية الـــSoft.

في الموديلات المرسومة فأن قيم (S) و (T) الظاهرة تمثل العلاقة بـــين (H/ρ) و (H*ρ) على التعاقب. والتي يفضل ان تكون ضمن حدود نسبة معينة لا تزيد عن (5%) المولى(1994)، حيث تعكس قيمها مستوى الغموض (Ambiguity) فـــي تفسير نتائج الاستكشاف للمقاومة النوعية الكهربائية وهو ما يعرف بمبدأ التكـــافؤ Principle of Equivalence.



شكل (3) ترتيب شلمبرجر المستخدم بطريقة المسح الكهربائي العمودي.

نتائج المسح الكهربائي THE RESULTS

موديلات المسح الكهربائي THE MODELS OF RESISTIVTY

جدول (2) يوضح قيم المقاومة النوعية الحقيقية والسماكات في المحطات المدروسة.

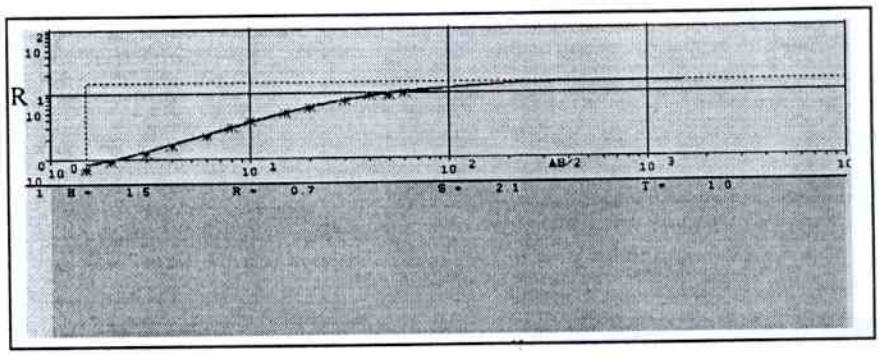
	Resistivity (ρ) ohm-m			Thickness (h) m		
station	ρ_1	ρ_2	ρ_3	h1	h2	h3
1	0.7	14.7	-	1.5	-	-
2	2	108.7	2.2	1	2	17.7
3	4.1	45.1	3.3	1.3	1.9	-
4	0.2	5	0.1	1.5	2.3	-
5	0.7	22	0.6	1.6	0.8	-

النتائج

تم تفسير نتائج الاستطلاع الكهربائي العمودي بدقة من خلال ربط النتائج المستحصلة لقيم المقاومة النوعية والسمك وبالاستعانة بالمعلومات المتوفرة عن الموقع من آبار اختبارية Borholes للدراسات السابقة، الشكل (2)، وذلك لمعرفة الوضع الهندسي للتربة المكونة لطبقات المنطقة.

توضح الاشكال (4)، (5)، (6)، (7)، (8)، منحنيات المقاومة النوعية للمحطات الخمسة، حيث تمثل موديلات العلاقة المرسومة بين المقاومة النوعية الظاهرية (Ohm.m)، والمسافة (AB/2) على ورق اللوغارتم- لوغارتم. وتم ملاحظة ما يلي:

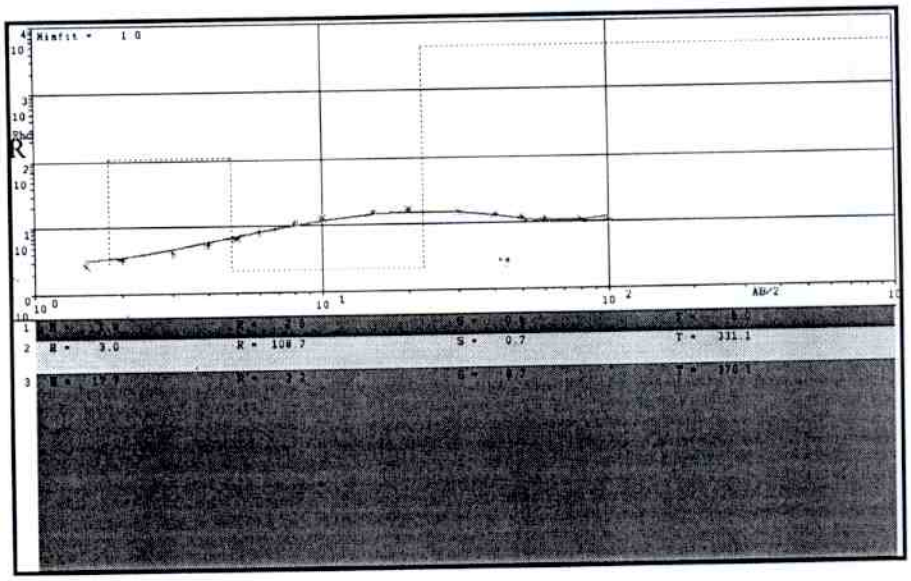
1. المحطة (1) في الشكل (4) تمثل منحني ثنائي الطبقة ($\rho_2 > \rho_1$).
2. المحطات (2)، (3)، (4)، (5)، تمثل منحنيات ثلاثية الطبقة ذات تطابق كامل تقريباً.



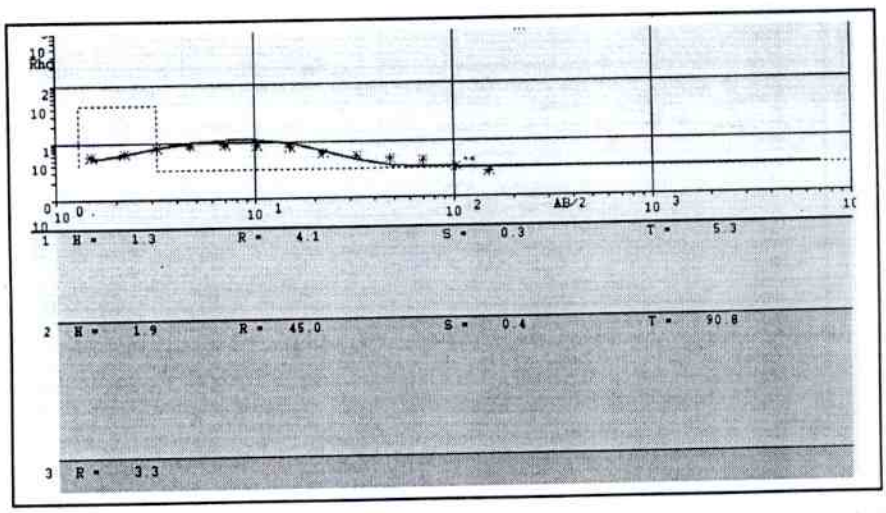
شكل (4) منحني المقاومة النوعية الكهربائية (موديل ثنائي الطبقة) للمحطة رقم (1).

شكل (9) خريطة العمق للطبقة الطينية الثانوية الطرية (Soft).

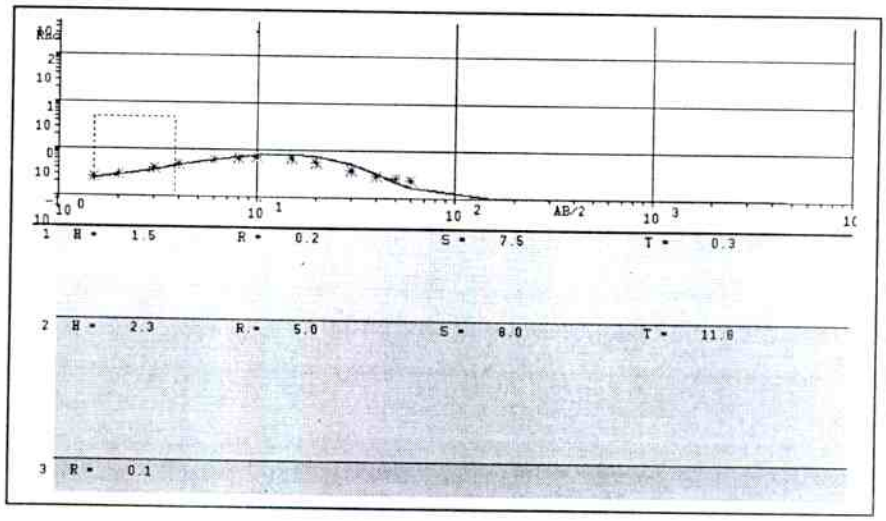
شكل (10) خريطة العمق للمياه الجوفية واتجاه حركتها.



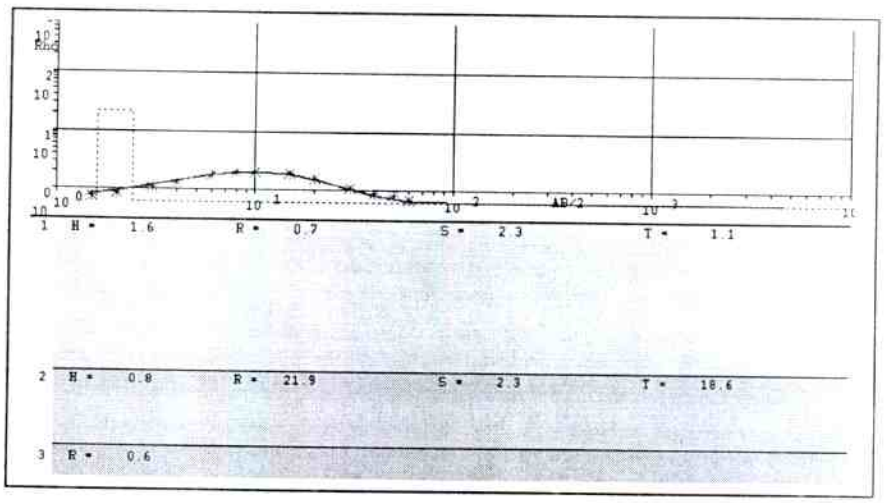
شكل (5) منحني المقاومة النوعية الكهربائية (موديل ثلاثي الطبقة) للمحطة رقم (2) (المسافة (AB/2) بين (1.5–100) متراً.



شكل (6) منحني المقاومة النوعية الكهربائية (موديل ثلاثي الطبقة) للمحطة رقم (3).



شكل (7) منحني المقاومة النوعية الكهربائية (موديل ثلاثي الطبقة) للمحطة رقم (4).



شكل (8) منحني المقاومة النوعية الكهربائية (موديل ثلاثي الطبقة) للمحطة رقم (5).

ومن ربط جميع البيانات المساعدة يتبين ما يلي:

1. تمثل الطبقة الاولى عمق المياه الجوفية، اذ ان جميع الموديلات قد اظهرت سماكات الطبقة الاولى بحدود (1.0 – 1.6) متر عمق أي بمعدل (1.3) متر وهو مطابق لمستوى الماء الجوفي المحسوب بطرق الحفر Boreholes (محمود، 1997)، وتتراوح حدود المقاومة النوعية لهذه الطبقة بحدود (0.2 – 2.0) أوم.متر، باستثناء المحطة (3) ذات المقاومة (4.1) أوم.متر. وبالاستناد الى قيم اعماق المياه الجوفية المستحصلة من قياس المقاومة النوعية تم رسم خريطة لاعماق المياه الجوفية لموقع الجامعة، الشكل (10)، والتي تظهر نزعة لحركة المياه الجوفية بأتجاه نهر كرمة علي وتفرعاته اي ان هناك عملية تغذية لنهر كرمة علي المحاذي للجامعة من الجانب الشمالي والشمالي الشرقي وتفرعاته branches التي تحيط بموقع الجامعة على طول الجانب الشرقي.

2. الطبقة الثانية ذات الاعماق بين (2.4 – 3.8) متر وبمعدل (3.1) متر، وذات المقاومة القليلة جداً بين (0 – 0.6) وبمعدل (0.3) أوم-متر، بأستثناء المحطة رقم (3) والمحطة رقم (2) التي تصل مقاومتها المسجلة الى (45) و (108.7) أوم-متر على التعاقب. هناك احتمال كبير جداً ان هذه الطبقة تمثل الطبقة الثانوية الطرية (Soft) التابعة للطبقة التماسكية العليا الرئيسة Cohesive، (شكل-2)، كونها تتميز بمحتواها الرطوبي العالي الامر الذي يزيد من توصيليتها الكهربائية وبالتالي مقاومة نوعية واطئة جداً كما هي مسجلة في الجدول (1)، فضلا عن مطابقة اعماقها مع الاعماق التي تتروح به هذه الطبقة الثانوية Soft في شكل المقطع النموذجي للمنطقة في (شكل-2). ويظهر الشكل (10) خريطة العمق للطبقة الطينية الثانوية الـ(Soft)، وتعكس هذه الخريطة ايضاً سمك الطبقة الطينية السطحية القوية (Stiff) التي تعلوها.

3. عمق الطبقة الرملية ذات السعة التحميلية العالية في المحطة (2) يصل الى (21.7) متر عمقاً، وهو مطابق مع المدى المتوقع لاعماقها المأخوذة من اعمال الحفر والتي تتراوح بين (20-22.5) متراً.

ان جميع المواد المكونة لطبقات التربة تحت السطح من حبيبات ومواد رابطة وماء تشترك جميعها وتساهم في تمثيل المقاومة الكهربائية الكلية المسجلة (Mahlar, 2000)، ففي منطقة الدراسة عموماً فأن قيم المقاومة الكهربائية المسجلة هي قيم واطئة، الامر الذي يخضع لعدد من المسببات منها ما يرتبط بالحبيبات الناعمة Fine grains المكونة للترب، فالرواسب الغرينية الطينية والطينية الغرينية المكونة للطبقة الرئيسة العليا Cohesion Stratum وذات السمك الكبير، (شكل-2)، تمثل السبب الرئيس الاول في انخفاض قيمة المقاومة الكهربئية، والسبب الاخر لانخفاض قيم المقاومية هو وجود المياه الجوفية وقربها من السطح (1-2) متر عمق تقريباً، والتي تمتلك (المياه الجوفية) ملوحة عالية تتراوح بين (10000-60000) جزء بالمليون (PPm) في جنوب العراق (Buringh, 1960)، حيث يعطي هذا زيادة في المحتوى الايوني او كمية المواد الصلبة المذابة في الماء المسامي. وبالتالي نقصان في المقاومة الكهربائية. تتميز منحيات المقاومة الكهربائية الناتجة في الاشكال (4)، (5)، (6)، (7) (8)، بأن المقاومة النوعية المسجلة للمحطات بشكل عام واطئة وللأسباب المذكورة آنفاً. كما ان المنحنيات الناتجة ثلاثية الطبقة وغالباً تمتلك تطابق كامل تقريبا مع المنحنيات النظرية. وتشير هذه المنحنيات الى وجود الطبقتين الرئيستين والطبقة الثالثة على العمق (1.3-1.6) متر عمق التي تمثل عمق المياه الجوفية في منطقة الدراسة.

كما ان الشذوذ الملحوظ في قيمة المقاومة المسجلة في المحطة (3) للطبقة الثانية التي قدرت بـ(45) أوم.متر اذ يعكس هذا التباين المسجل عن بقية المحطات الى وجود حالة من التغير الافقي في قيمة المقاومة الى تغير خواص الطبقة الثانية افقياً بسبب التغاير الجانبي في نوعية تربة الطبقة، ان القيمة المسجلة تساوي (45)

اوم.متر وهي تدخل ضمن مدى قيم المقاومة النوعية التي تعكس نوعية ترب رملية رطبة (Wet Sand) بحسب (FLHP, 2005)، وهو قد يشير الى وجود عدسات رملية Sand lenses ضمن الطبقة الطينية والغرينية الطينية، وهو احتمال وارد جداً، فحيث ان هذه الحالة غير موجودة في المقطع النموذجي في الشكل (2)، اذ ان الشكل (2) يمثل المقطع المثالي لوضع الترسبات في مدينة البصرة والسهل الرسوبي الجنوبي بشكل عام الا ان الحالة الواقعية لترسبات السهل الرسوبي الفيضي، وبضمنها ترب البصرة تمتاز بوجود ما يعرف بأنطقة الشذوذ Erratic Zones وهي عبارة عن عدسات رملية مختلفة السماكات والامتداد الافقي تتداخل مع طبقات طينية وبالعكس، الامر الذي ممكن ان يفسر حالة التباين المفاجئ بالخواص.

الاستنتاجات

يظهر مما تقدم من منحيات المقاومة النوعية الكهربائية ان الطبقات الظاهرة تتمثل بـــ:

1. ان الطبقة الاولى تمثل مستوى عمق المياه الجوفية في موقع الدراسة.
2. ان الطبقة الثانية تمثل مستوى عمق الطبقة الثانوية الـSoft التابعة للطبقة الرئيسة التماسكية العليا.
3. المقاومة النوعية المسجلة للمحطات بشكل عام واطئة بسبب تشبع الطبقات بالمياه المالحة.
4. قدرت الطريقة الكهربائية عمق الطبقة التحملية الرملية الكثيفة بشكل دقيق وواضح ضمن المدى المتوقع لعمق هذه الطبقة(21.3) متر، وذلك للفرق الواضح في الخصائص المقاومة النوعية المسجلة بين طبقة الرواسب التماسكية الطينية وطبقة الرواسب القديمة التي تمثل الطبقة الرملية التحملية

المصادر

المولى، سلمان زين العابدين (1994). " استخدام الطرق الجيوفيزيائية في تقييم الخواص الجيوتكنيكية لموقع سد العظيم. اطروحة دكتوراه غير منشورة، قسم علم الارض، كلية العلوم، جامعة بغداد.

محمود، رائد عزيز (1997). " دراسة بعض الخصائص الجيوتكنيكية لترسبات العصر الرباعي في مدينة البصرة" رسالة ماجستير غير منشورة، قسم علم الارض، كلية العلوم، جامعة البصرة.

Ameen, M., 1992. "Geology and geotechnical study of the rock units in Badush Dam area", N. Iraq. Unpublished Ph.D. Thesis Dept. of geology University of Baghdad

Buringh, P. 1960. "Soil and Soil conditions in Iraq". Ministry of Agriculture research and project, Baghdad Iraq 322p.

Cooper, G. R. J. 2005." VES Software Program ", Schoole of Geosciences, University of the Witwatersrand, Johamesburg, 2050, South Africa, Web Site: www.wits.ac.za/Science/geophysics/gc.htm.

FLHP, 2005. "Geophysical Methods Manual " to CFLHD Geotechnical Team. Federal Lands Highway Program, US Department transportation – Fedral Highway Adminstration.

Mahler, A. B. 2000."Application of Resistivity in Geotechnical Engineering" project GT-12 of the Hazards Evaluation program. Liquefaction induced Permanent deformations. Georgia Institute of Technology. Mid-America Earthquake Center.

APPLICATION OF ELECTRICAL RESISTIVITY METHOD IN GROUND WATER & BEARING STRATUM DETERMINATION IN SELECTED LOCATION – BASRAH UNIVERSITY – QARMAT ALI

W. R. Mutasher
Marine Science Center, Univ. Basrah, Iraq

ABSRACT

The vertical resistivity investigation is carried out with Schlumbercher arrengment using on basrah university site which locate in north of Basrah city at Qarmatt Ali town. The survey is achieved by (5) Stations distributed over investigated area (university) that up to (21m) depth where is recorded values of bulk resistivity (R) measued (ohm) with device of measurement of Electrical Resistivity (ABEM Terrameter SAS 300B).

The results of the Resistivity values is interpreted owing to the complete matching, also, a computer program named (VES) for creating five of models is applied: The result models show third layer curves in (2, 3, 4, 5) positions, and second layer curve type model ($\rho_2>\rho_1$) in (1) position. These plotted models illusraid the electrical specific resistivity is generally values low. The first recorded diagnosed layer represents a depth of water table in university site, while the second diagnosed layer is a depth level of sub stratum (Soft) for the mean cohesive stratum that extend form ground surface, also the stratum of bearing capacity is detrmined at (21.3m) in (2) station.