جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة بابل –كلية العلوم

قسم علم الأرض التطبيقي

مشروع بحث التخرج

استخدام مسح تصوير المقاومة الكهربائية (ERI) في الكشف عن موقع اثري في محافظة بابل

للطالب

احمد قاسم حسن جبار

بكلوريوس علوم الأرض التطبيقي

للعام الدراسي ٢٠٢٣-٢٠٢٤

بإشراف

د.عامر عطية الخالدي

١٤٤٥هجري.

٢٠٢٤ ميلادي

Public of Iraq

Ministry of Higher education and scientific research

Babylon university- Collage of Science

Geology Department

Project of Research

Using electrical resistivity imaging (ERI) scanning to uncover an archaeological site in Babylon Governorate

By Student

Ahmed qassim Hassan jabar

B.Sc. Geology

Scholar year 2023-2024

Supervised by

Dr. Amir atea Al-Kaledi

2o24 Gregorian 1445 Hijri

اقرار المشرف

أشهد بان موضوع البحث الموسوم..... والمنجز من قبل الطالب .....قد اجري تحت اشرافنا في قسم علم الارض التطبيقي كلية العلوم جامعة بابل كمتطلب جزئي لنيل شهادة البكلوريوس في علوم الارض التطبيقي وذلك للفترة من ٢٠٢٣/١٠/١ ولغاية ٢٠٢٤/٤/١

التوقيع:

الاسم الثلاثي للسيد المشرف

اللقب العلمي:

التاريخ:

{ يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ }.

{صدق الله العلي العظيم}

سورة المجادلة الآية ١١

إهداء

إلى خالق اللوح والقلم وبارئ الذر والنسم وخالق كل شيء من العدم

الى من بلغ الرسالة وادى الأمانة ونصح الأمة الى نبي الرحمة ونور العالمين الى السادات الاطهار وعروته الوثقى اهل بيت النبوة الى مراد قلبي والقريب لي من نفسي المغيب عن الابصار والكامن بعين البصيرة

الى بقية الله العظيم (صاحب العصر والزمان)عجل الله تعالى له الفرج

الى من علمني ان الدنيا كفاح وسلاحها العلم والمعرفة الى الذي لم يبخل علي باي شيء الى من سعى لإجل راحتي ونجاحي الى اعظم واعز رجل في الكون (ابي العزيز)

الى تلك الحبيبة ذات القلب النقي التي من اوصاني الرحمن بها برا واحسانا الى من سعت وعانت من اجلي الى من كان دعائها سر نجاحي. (امي) الحبيبة

الى من اشاركهم لحظاتي الى من يفرحون لنجاحي وكانه نجاحهم (اخوتي) بكل حب اهديكم هذا الجهد المتواضع

الشكر و التقدير

اقدم شكري الجزيل الى عميد وعمادة كلية العلوم جامعة بابل لرعايتهما العلمية والتربوية القيمة طيلة فترة دراستي وإنجازي بحث التخرج شكري وتقديري العميق لأستاذي المشرف على البحث ((البروفسور عامر عطيه الخالدي)) لاقتراحه موضوع البحث و توجيهاته العلمية النظرية القيمة ومساعدته العملية المتواصلة وتعاونه واخذ البيانات من منطقة البحث بشكل صحيح وسليم بالإضافة الى توفير المصادر العلمية المفيدة في البحث. كما أود أن أشكر رئيس قسم علم الارض التطبيقي ((الدكتور مهند راسم عباس الجبوري)) على تشجيعه المستمر ومتابعته مراحل انجاز البحث.والشكر موصول الى جميع أساتذة القسم الذين بذلوا كل جهد ووقت وعلم طيلة فترة اربع سنوات مدة دراستي في القسم، والذي تمكنت من خلالهم انجاز بحث التخرج المتواضع هذا. اقدم امتناني ومحبتي الى جميع زملائي الذين رافقوني فترة دراستي في قسم علم الارض وخاصة الزملاء الذين دعموني في انجاز العمل الحقلي لبحث التخرج. واقدم الشكر والتحية لجميع المعيدين والموظفين في القسم لجهودهم العلمية والعملية الرائعة طيلة فترة دراستي في القسم .

قائمة المحتويات

الفصل الاول		
١-١	**المقدمة**	**١**
١-٢	**موقع وجيولوجية وطوبوغرافية المنطقة**	**٢**
١-٣	**النظرية**	**٤**
١-٤	**سريان التيار الكهربائي ومفهوم المقاومة**	**٦**
١-٥	**القطاع الزائف**	**٩**
١-٦	**الخواص الكهربائية للصخور**	**١٠**
الفصل الثاني		
٢-١	**العمل الحقلي**	**١٣**
٢-٢	**الأجهزة المستخدمة في العمل الحقلي**	**١٥**
٢-٣	**ملحقات جهاز (ABEM Terrameter LS 2\IP)**	**١٧**
٢-٤	**المميزات والمواصفات التقنية لجهاز ABEM (Terrameter LS 2\IP)**	**١٨**
٢-٥	**كيفية اخذ القياسات**	**٢٠**
٢-٦	**جدول القياس**	**٢١**
٢-٧	**الأخطاء المحتملة**	**٢٣**
٢-٧-١	**الأخطاء الناتجة بفعل عدم التجانس القريب من السطح**	**٢٣**
٢-٧-٢	**الخطاء الناتجة بفعل تقليل النسبة الفاصلية (MN\AB**	**٢٥**
٢-٧-٣	**الأخطاء الناتجة بفعل استخدام المقياس اللوغارتيمي**	**٢٥**
٢-٨	**مشاكل العمل الحقلي**	**٢٦**
الفصل الثالث		
٣-١	**تفسير نتائج الجس الكهربائي العمودي**	**٢٩**
٣-٢	**نوعية المنحنيات الكهربائية الحقلية**	**٣٥**
٣-٣	**المقاطع البينية للمقاومة النوعية والمقاطع الجيو كهربائية**	**٣٨**
الفصل الرابع		
٤-١	**الاستنتاجات**	**٤٤**

القائمة الاشكال

رقم الشكل	اسم الشكل	رقم الصفحة
١-١	خارطة العراق ،موقع منطقة العمل (بابل الوردية)	٣
١-٢ A	انتشار التيار الكهربائي في الأرض المتجانسة	٨
١-٢ B	تناقص الجهد بزيادة المسافة	٨
١-٣	الترتيب العام للاقطاب في الجس المقاومي	٩
١-٤	يمثل مقاطع زائفة للمقاومة الكهربائية	١٠
١-٢	احد الأجهزة المستخدمة في قياس تصوير المقاومة الكهربائية ونمذجتها	١٦
٢-٢	يوضح مكونات وملحقات جهاز قياس المقاومة النوعية الكهربائية	١٧
٢-٣	الية إزاحة أجزاء المنحني الحقلي	٢٤
١-٣	يمثل طبيعة المنحنيات المقاومة النوعية الضاهرية في نقاط الجس الكهربائي في منطقة العمل	٣٦
٢-٣	المقطع الجيو كهربائي للمسار الاول	٤٠
٣-٣	المقطع الجيو كهربائي للمسار الثاني	٤٠
٤-٣	المقطع الجيو كهربائي للمسار الثالث	٤١
٥-٣	المقطع الجيو كهربائي للمسار الرابع	٤٢

قائمة الجداول

رقم الجدول	اسم الجدول	رقم الصفحة
١-١	يوضح مقاوميات الصخور الرسوبية	١١
١-٣	قياس المقاومات النوعية لنقاط الجس الكهرباي	٢٩
٢-٣	نتائج التفسير الكمي باستخدام الحاسبة الالكترونية لمنطقة الدراسة	٣٠
٣-٣	قيم المقاومة النوعية الضاهرية وسماكات الطبقات فضلا عن نوعية المنحنيات الحقلية في منطقة العمل	٣٧

الخلاصه :

استخدمت في البحث طريقه مسح وتصوير المقاومه الكهربائيه إذ تم اجراء المسوحات الكهربائيه باستخدام تقنية (VES) حسب ترتيب شلمبرجر في منطقه الدراسه. اجريت عملية النشر بواقع أربع نقاط جس كهربائي موزعه بالتساوي على مسارين متعامدين اثنين بشكل أفقي و اثنين بشكل عمودي بحيث تمثل نقطة تقاطع المسارين نقطة جس كهربائي مشتركه (VES 3,1) بلغ طول كل مسار حوالي (m١٢٠) وتعذر علينا زياده طول المسار بسبب وجود العوائق التي تمنع النشر بشكل واسع . أظهرت منحنيات المقاومة النوعية الكهربائية نوعين من المنحنيات هي(HK-QH)، فقد لوحظ من المنحنيات الحقلية أن الطبقة السطحية تمتلك قيم مقاومة نوعية عالية نوعا ما مقارنة مع الطبقة الثانية التي تكون قيمة مقاومتها النوعية للطبقة السطحية أقل بوصفها طبقة هشة نتيجة تعرضها لعوامل التعرية و التجويه السطحية . تمتاز منطقة الدراسة إنها تحتوي على اربعة طبقات تحت سطحية ، أذ تتكون الطبقة الأولى (الطبقة السطحية) من ترسبات الطين الغريني الرطب مع تواجد ترسبات الرمل بشكل قليل وتتراوح قيم مقاومتها النوعية بين (٣.١٥-٢٩) أوم . مترا وسماكتها بين (١.٧-١.٠٧) مترا ، حيث تتباين قيم المقاومة النوعية في هذه الطبقة بسبب اختلاف نوع ترسباتها وزيادة رطوبتها ، أما الطبقة الثانية فأنها يتكون من ترسبات الرمل الغريني وتتراوح مقاومتها النوعية بين (٣.٥-٤.٧-٦.٩)أوم . مترا وسماكتها تتراوح بين (٨.٣-٣.٦٩)مترا ، أذ نلاحظ تقارب في اغلب قيم المقاومة النوعية لهذه الطبقة بسبب حصول ظاهرة الخاصية الشعرية للمحتوى الرطوبي في هذه الطبقة الأمر الذي أدى الى نقصان التوصيلية الكهربائية بشكل قليل . أما الطبقة الثالثة فتتألف من ترسبات الطين الغريني مع بعض ترسبات الرمل ، حيث تتراوح المقاومة لهذه الطبقة بين (١٨.٤-٤٣.٤) وسماكتها بين (٤.٧-١١.٥) أما الطبقة الرابعة أن الطبقة الرابعة تمتلك قيم مقاومة نوعية منخفضة بالمقارنة مع باقي الطبقات في موقع الدراسة بلغت (5.3-0.2-6.4) (Ves-1, 2, 3)أوم وعلى التوالي ، حيث أنه من الممكن أن تدل على تواجد كميات من ترسبات الطين الغريني (Silty clay) مع ترسبات قليلة من الجبس في هذه الأعماق. عدا النقطة (Ves-4)مترا حيث سجلت قيم مرتفعة للمقاومة بالمقارنة مع باقي النقاط بالمقارنة في الطبقة الرابعة حيث بلغت (٢٣.٢٥)أوم والتي من المحتمل أن تدل على تواجد ترسبات من الطين الغريني (Silty clay) مع تواجد بعض ترسبات الرمل وبسماكة غير محددة .

Abstract :

The research used a method of surveying and photographing electrical resistivity. Electrical surveys were conducted using (VES) technology according to Schlumberger's arrangement in the study area. The deployment process was carried out with four electrical probing points distributed evenly along two perpendicular paths, two horizontally and two vertically, so that the point of intersection of the two paths represents a common electrical probing point (VES 3.1). The length of each path was about (120m). We were unable to increase the length of the path due to the presence of Obstacles that prevent widespread dissemination. The specific electrical resistance curves showed two types of curves: (HK-QH). It was observed from the field curves that the surface layer possesses somewhat high specific resistance values compared to the second layer, whose specific resistance value of the surface layer is lower as it is a fragile layer as a result of its exposure to erosion factors. Surface weathering. The study area is characterized by the fact that it contains four subsurface layers. The first layer (the surface layer) consists of wet silty clay deposits with a small presence of sand deposits, and its specific resistance values range between (15.3-29) ohms. meters and its thickness ranges between (1.7-1.07) metres. The specific resistance values in this layer vary due to the different type of deposits and increased humidity. As for the second layer, it consists of silty sand deposits and its specific resistance ranges between (5.3-4.7-6.9) ohms. meters and its thickness ranges between (8.3-3.69) metres, as we notice a convergence in most of the specific resistance values of this layer due to the occurrence of the phenomenon of capillary action of the moisture content in this layer, which led to a slight decrease in the electrical conductivity. As for the third layer, it consists of silty clay deposits with some sand deposits. The resistivity of this layer ranges between (18.4-43.4) and its thickness ranges between (4.7-11.5). As for the fourth layer, the fourth layer has low specific resistance values compared to the rest of the layers at the study site, amounting to (Ves-1, 2, 3) (5.3-0.2-6.4) ohms and respectively, as it is possible to indicate the presence of quantities of silty clay deposits with small deposits of gypsum at these depths. Except for the point (Ves-4) metres, where high resistance values were recorded compared to the rest of the points compared to the fourth layer, where it reached (23.25) ohms, which likely indicates the presence of silty clay deposits, with the presence of some sand deposits of undetermined thickness. .

الفصل الاول

الفصل الاول

(١_١) المقدمة :

مدينة بابل القديمة لا تزال مجهولة إلى حد كبير، فهي مخبأة تحت الأرض والمياه الجوفية، وهناك جوانب أخرى كثيرة لهذه المدينة العظيمة التي تحتاج إلى مزيد من البحث هناك حاجة ملحة لتسليط الضوء على حضارة بابل وتحسين مدى أهميتها لدولة العراق بقدر أهمية الحضارة المصرية. كما أن الغرض ليس إجراء حفريات مكلفة طالما أن هناك مسوحات جيوفيزيائية دقيقة مثل مسح وتصوير المقاومه وGPR، والتي من خلالها يمكن الحصول على خرائط ثلاثية الأبعاد تظهر الجدران المدفونة بوضوح. في عام ٢٠١٩ تم قبول موقع بابل الأثري من قبل اليونسكو كموقع للتراث العالمي لذلك من المأمول أن يتم إلهام الآخرين لمواصلة كل من المسح العام والعمل الأكثر تفصيلاً لاستكمال الاكتشاف ونتائج التحقيق الألماني والعراقي مع الحاجة إلى التنقيب لاختصار التكاليف والجهد والوقت لذلك نساهم في تقديم تفسيرات وتفسيرات جيوفيزيائية لتوضيح المكتشفات المختلفة في بابل وجعل هذه المناطق القديمة محط اهتمام سياحي بشكل رئيسي.الكشف تحت السطح، هو ممارسة تطبيق التقنيات الجيوفيزيائية لتحديد مواقع الأجسام والهياكل تحت السطح التي لها تأثير على الهندسة. تعتمد الأبحاث في الهندسة والبيئة وعلم الآثار الآن بشكل متزايد على الأساليب الجيوفيزيائية مثل التصوير المقطعي للمقاومة الكهربائية. ويمكنها تكملة وتخفيف القيود المفروضة على الأساليب التقليدية بسبب فعاليتها من حيث التكلفة والوقت وتغطية البيانات. وكانت هذه التحقيقات مثمرة. يمكن للمسح الجيوفيزيائي، عندما يتم بشكل صحيح، أن يعزز عمليات

الاستكشاف من خلال تسريع التغطية الأرضية مع تقليل متطلبات الحفريات، بدلاً من استبدال الحاجة إلى الحفر بالكامل.

(١_٢) موقع وجيولوجية وطوبوغرافية المنطقه :

محافظة بابل تقع في جنوب العراق، وتتميز بتضاريسها الهامة والتي تسهم في طبيعتها الجيولوجية والطبوغرافية حيث تقع على - خط العرض: تتراوح إحداثيات محافظة بابل بين تقاطع خط العرض ٣٢.٠٠١١ درجة شمالًا وخط العرض ٣٢.٧٠١٢ درجة شمالًا. - خط الطول: تتراوح إحداثيات محافظة بابل بين تقاطع خط الطول ٤٤.١٦٧٤ درجة شرقًا وخط الطول ٤٤.٨٢١١ درجة شرقًا. منطقة محافظة بابل الورديّة تتميز بجيولوجيا وطبوغرافيا مثيرة للاهتمام. من الناحية الجيولوجية، تتواجد في المنطقة طبقات ترسيبية متعددة الأنواع تعود إلى فترات زمنية مختلفة، مما يشير إلى تنوع وتطور البيئات خلال العصور. تحتوي هذه الطبقات على صخور رسوبية مثل الطين والحجر الجيري والرملي، وقد تجد فيها أحافير تعود إلى فترات زمنية مختلفة توثق تطور الحياة على مر العصور أما من الناحية الطبوغرافية، فإن المنطقة تتميز بسهول وأراضٍ زراعية واسعة، حيث يُعدّ نهر دجلة المار بالمنطقة من العناصر الطبوغرافية الرئيسية. تعتبر هذه السهول والأراضي الزراعيه مهمة جداً للاقتصاد المحلي وتوفير الغذاء.بشكل عام، فإن تواجد النهر والتضاريس الطبوغرافية الخصبة جنباً إلى جنب مع التاريخ العريق للمنطقة يجعل من محافظة بابل الورديّة مكانًا فريدًا من نوعه يجمع بين الجمال الطبيعي والثقافة العريقة.

شكل رقم (١-١) موقع منطقه العمل (بابل الورديه)

(١_٣) النظرية :

تعتمد طريقة المقاومية الكهربائية على إمرار تيار كهربائي من خلال زوج من أقطاب التيار(Current Electrodes (AB وقياس توزيع فرق الجهد على سطح الأرض باستخدام(Potential Electrodes MN) زوج آخر من أقطاب الجهد إن زيادة المسافة بين قطبي التيار يؤدي إلى اختراق اكبر له وبالتالي يمكن الحصول على معلومات توزيع المقاومة الكهربائية للأنطقة الصخرية لما تحت السطح والتي تعكس التباين في التوصيلية الكهربائية ، إذ تعتمد الأخيرة على متغيرات عديدة من ضمنها حجم وشكل ومسامية المواد وطبيعة وكمية ودرجة حرارة المحاليل(Vertical Electrical Sounding; VES)يستند مفهوم الجس الكهربائي العمودي (Collinear&Symmetrical Schlumberger) بترتيب شلمبرجر المتناظر والخطي(Array) على توسيع فاصلة اقطاب التيار (AB/٢) مع ثبات فاصلة صغيرة لأقطاب الجهد (MN/٢) ثم توسيع الفاصلة الأخيرة وتثبت فاصلة اقطاب التيار . وتكرر هذه العملية للحصول على بيانات حقلية يمكن تفسيرها كمياً لتحديد المتغيرات الطباقية للأنطقة الكهربائية المتباينة التصوير المقطعي للمقاومية الكهربائية (ERI) هو تقنية جيوفيزيائية متقدمة لتصوير التراكيب تحت السطحية من قياسات المقاومية الكهربائية التي يتم إجراؤها على السطح أو عن طريق الأقطاب الكهربائية في حفرة واحدة أو أكثر. إذا تم تعليق الأقطاب الكهربائية في الآبار، فيمكن فحص الأجزاء العميقة. على الرغم من أنها ليست تقنية شائعة كالرادار المخترق للأرض (GPR) إلا أنها تتمتع بمزايا مختلفة، ويمكن أن تكون مفيدة جدا في بعض المواقف يتم جمع بيانات التصوير المقطعي للمقاومية

الكهربائية بسرعة باستخدام مقياس المقاومية الآلي متعدد لأقطاب. تتكون ملفات تعريف التصوير المقطعي من مخطط مقطعي مستعرض ثنائي الأبعاد (٢) للمقاومية مقابل العمق. تمثل تفسيرات التصوير المقطعي للمقاومية الكهربائية المدعومة ببيانات البئر أو بالبيانات الجيوفيزيائية البديلة الهندسة أو الهيدرولوجيا أو علم الصخور للتكوينات الجيولوجية الجوفية بدقة. يتضمن التصوير المقطعي للمقاومية الكهربائية قياس المقاومية الكهربائية الظاهرية للمواد تحت السطحية.أثناء مسح التصوير المقطعي للمقاومية الكهربائية، يتم حقن التيار الكهربائي في الأرض من خلال زوج من أقطاب التيار الكهربائي، ويؤخذ قياس فرق الجهد بين زوج من أقطاب الجهد الكهربائي. ثم ترتب أقطاب التيار الكهربائي وأقطاب الجهد الكهربائي، بشكل عام، في آلية أو ترتيب خطي المقاومية الظاهرية هي متوسط المقاومية الأكبر لجميع المواد الجوفية التي تؤثر على تدفق التيار يتضمن مسح التصوير المقطعي النموذجي للمقاومية الكهربائية عدة قياسات للمقاومية الظاهرية مع تكوينات مختلفة المواقع القطب. تتم معالجة البيانات بعد ذلك ويتم إنتاج خرائط محيطية للمقاومية لإظهار اختلافات المقاومية على طول العمق والمواضع الأفقية. نظرا لأن المقاومية الكهربائية للمواد الجوفية تختلف باختلاف مكوناتها ومحتوياتها المائية، يمكن استخدام الخرائط الكنتورية للمقاومية للحصول على خلفية عامة الحالة باطن الأرض أو للعثور على الأهداف المهمة. على سبيل المثال ولأن التربة وصخور الأساس Bedrock لها عموما مقاوميات مختلفة، فيمكن استخدام التصوير المقطعي للمقاومية. الكهربائية لتحديد الاسطح البينية للتربة والصخور. تماما مثل (GPR)

يمكن لـ (ERI) إنتاج صور ثنائية أو ثلاثية الأبعاد تحت السطح. الفرق هو ان (ERI) تـوفر دقـةً أقـل بالنسـبة لــ (GPR) ولكـن(ERI) تعطـي أعماقًـا أكبر. من ناحية أخرى، يمكن أن يصل عمق التحقي بسهولة إلى ٥٠قدمًا أو أكثر.

تشمل تقنيات(ERI) الكثير من التطبيقات :

١_تحديد مواقع المجاري والفراغات

٢_رسم خرائط العمق إلى صخر الأساس Bedrock .

٣_فحص منسوب المياه الجوفية.

٤_رسم خرائط مناطق الصدوع الصخرية ورسم خرائط المواقع الأثرية

٥_رسم خرائط نطاقات أعمدة الملوثات الموصلة.

٦_تحديد مكبات النفايات.

(١_٤) سريان التيار الكهربائي ومفهوم المقاومه :

أن تـدفق التيـار الكهربـائي بصـورة شـعاعية مـن خـلال قطـب أحـادي مثبـت علـى سـطح وسـط متجـانس ومتماثـل (Isotropic Homogeneous & Medium) يمكـن أن يولـد فـرق جهـد (Voltage Drop : AV) بـين نقطتين على سطح ذلك الوسط أما انحدار الجهد (Potential Gradient dv/dr :) فيمثـل حاصـل ضـرب كثافـة التيـار (Current Density : J) والمقاومية الكهربائية (p) مـع ملاحظـة تنـاقص الجهـد باتجـاه سـريان التيـار وعلى وفق الآتي : -

$$Dv/dr = -p.j \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث تمثل(j) النسبه بين شدة التيار (Current intensity) والمساحه السطحيه(A) التي يتوزع خلالها التيار بشكل نصف كروي الشكل رقم (٢) وبذلك تصبح العلاقه الرياضيه أعلى بالشكل التالي :

$$V\acute{r} = 1/d\acute{r} = -p\ 1/2\pi r^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

وبذلك فإن الجهد بمسافه(r) من مصدر التيار يصبح كالآتي:

$$V\acute{r} = pI/\ 2\pi \{\ 1/r^2\ .dr = pI\ /\ 2\pi r \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

أما الجهد في نقطه (M) الذي يمثل مجموع الجهود الناتجه من مصدر ثنائي للتيار (+I, I-) والموضح في شكل رقم (٣) فيعبر عنه على النحو الآتي:

$$Vm= Va+Vb=pI/2\pi\ [1/AM\ -1/AB]\ ;\ Vn =pI/2\pi\ [1/AN-1/NB] \quad \ldots\ldots\ldots (4)$$

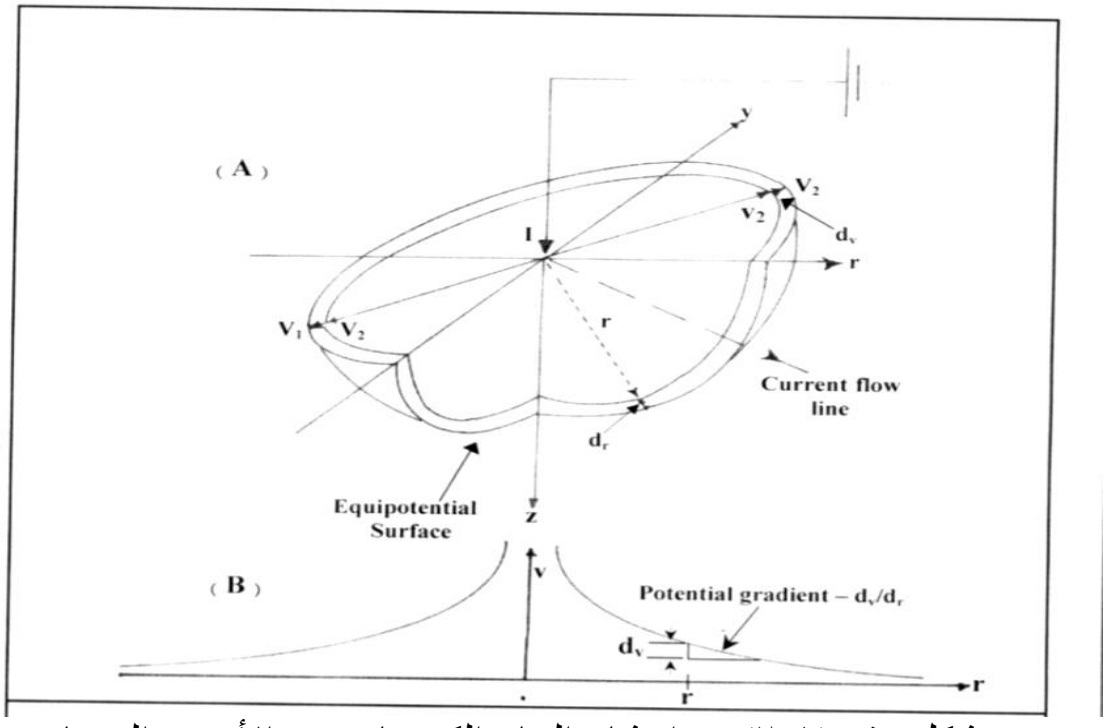
مما تقدم يمكن أن نحدد فرق الجهد الكهربائيdv MN كالآتي:

$$Dv\ MN =Vm-Vn =pI/2\pi\ \{[1/AM\ -1/MB]-[1/AN-1/NB]\}^{-1} \quad \ldots\ldots\ldots (5)$$

وبذلك فإن المقاومه يمكن أن تصاغ على وفق التعبير الرياضي العام الآتي :

$$P= 2\pi[\ 1/AM\ -\ 1/MB\ -1/AN\ –\ 1/NB\ ]^{-1}\ \ dv/I = k * R \quad \ldots\ldots\ldots (6)$$

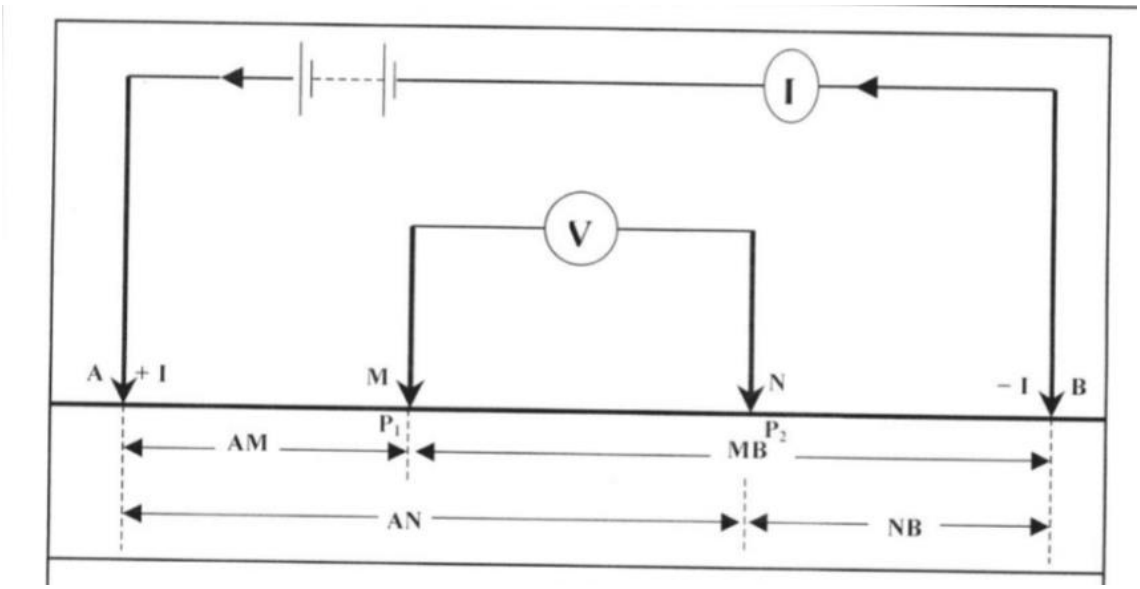
في الطريقة الكهربائية، المقاومة تعبر عن قدرة المواد على مقاومة تدفق التيار الكهربائي خلالها. وتُقاس المقاومة بوحدة تسمى الأوم(Ω) المقاومةتتأثر بعوامل مثل طول السلك، ومساحة مقطع السلك، ونوع المادة، ودرجة الحرارة.



شكل رقم (١-٢) A انتشار التيار الكهربائي في الأرض المتجانسه

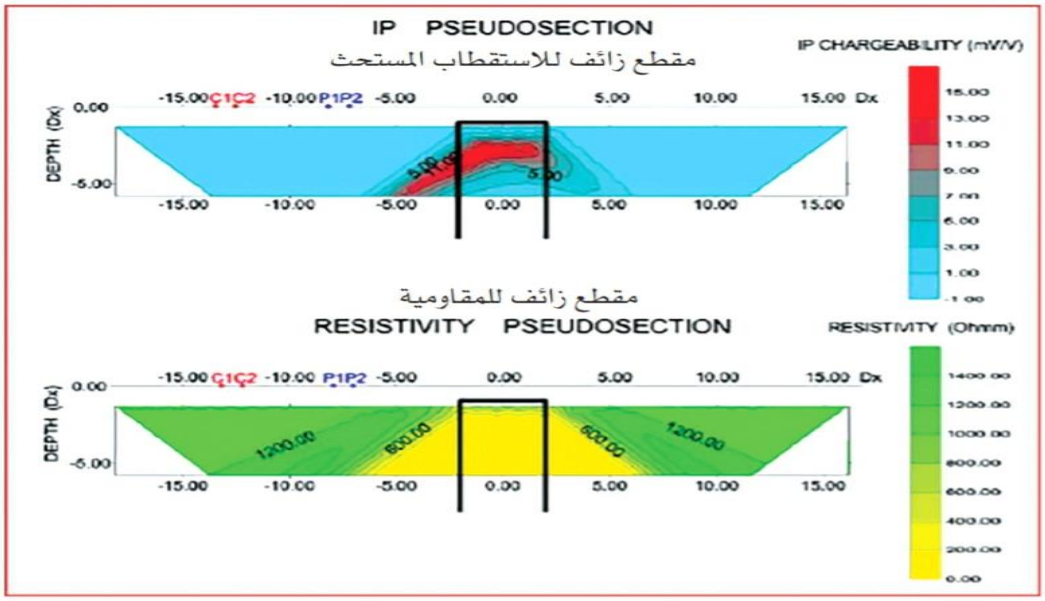
شكل رقم (١-٢) B تناقص الجهد بزياده المسافه وفق رينولندز

الشكل رقم (١-٣) الترتيب العام للأقطاب في الجس المقاومي



(١_٥) القطاع الزائف (Pseudosectior):

رسم البيانات مقابل الموقع على طول خط ممتد، لإنتاج مقطع عرضي للمقاومية أو بيانات الاستقطاب المستحث التي تُعطى فيها القيم لنقطة التقاطع لخطوط ٤٥ درجة، مستمدة من النقاط الوسطى لأزواج أقطاب التيار والجهد العمق في المقطع العرضي الناتج أسفل الصورة لا توجد له علاقة بسيطة بالجيولوجيا الحقيقية، إذ يظهر المقطع المبدئي تباين النقاط المقاسة مع الموقع وبعمق الاختراق الفاعل بدلا من العمق الحقيقي كما في الشكل (٤).يتم استخدام القطاع الزائف على نطاق واسع في عرض بيانات الاستقطاب المستحث والمقاوميات الواضحة التي يتم الحصول عليها من امتداد الفاصل الثابت مع فواصل الأقطاب المختلفة، والتوصيلات الظاهرة من العبور الكهرومغناطيسي مع فواصل ملفات مختلفة.



الشكل (١-٤) يمثل مقاطع زائفه Pseudosection للمقاومه الكهربائيه

(١_٦) الخواص الكهربائية للصخور:

تتغاير مقاومية الصخور الرسوبية بتغير تركيبها السحاني الذي يعتمد على نسب المواد فيها فعلى سبيل المثال أن مقاومية المواد الرملية تقع بحدود ١٠٠أوم .متر وتقل هذه القيمة بزيادة المحتوى الطيني إذ تصل إلى (٤٠أوم .متر) وتستمر المقاومية بالتناقص بزيادة الطين الصافي لتصل إلى (١٠١أوم متر .) (Reynolds, 1998)يعد التوصيل الاليكتروليتي عامل مهما في تحديد مقاومية الصخور ،إذ يعتمد ذلك على المسامية والنفاذية وتركيز ودرجة حرارة المحلول الاليكتروليتي .وتعتمد الحركة النسبية البطيئة للأيونات على نوع الأيونات وتركيزها وسرعة الحركة من خلال المسامات التي تؤدي عمر الصخور دوراً مهماً في نسبتها.

Rock Type	Resistivity Range (Ω . m)
Consolidated shale	$20\text{-}2 * 10^3$
Argillites	$10\text{-}8 * 10^2$
Conglomerates	$2 * 10^3\text{-}10^4$
Sandstone	$1\text{-}6.4 * 10^8$
Limestone	$50\text{-}10^7$
Dolomite	$3.5 * 10^2\text{-}5 * 10^3$
Unconsolidated wet clay	20
Marls	3-70
Clays	1-100
Alluvium and sands	10-800
Oil sands	4-800

الجدول رقم (١-١) يوضح مقاوميات الصخور الرسوبيه حسب تلفورد وآخرون (Telford, et al . 1990)

الفصل الثاني

الفصل الثاني

(٢_١) العمل الحقلي (The fieldwork):

تم خلال هذه المرحلة من العمل الحقلي القيام بأجراء المسوحات الجيوفيزيائية الكهربائية بأستخدام أجهزة قسم علم الارض التطبيقي التطبيقي – كلية العلوم – جامعة بابل، أذ تم أجراء المسوحات الكهربائية باستخدام تقنية VES حسب ترتيب شلمبرجر في محطة الدراسة .اجريت عملية النشر وبواقع ٤ نقاط جس كهربائي موزعة بالتساوي على مسارين متعامدين اثنيين بشكل افقي وواثنيين بشكل عامودي بحيث تمثل نقطة تقاطع المسارين نقطة جس مشتركة بين النقطتين (Ves3, `1) قريبة جدا من البئر رقم-١في محطة الدراسة ونقطة تقاطع المسارين (Ves-2, 4) القريبة من البئر-٢. بلغ طول كل مسار من المسارات المنجزة ١٢٠مترا، وتعذر علينا زيادة طول المسار بسبب وجود العوائق التي تمنع نشر المسارات بشكل اوسع، كما بلغ عدد القياسات في كل نقطة جس ٢٤ قراءة، أذ بلغ الحد الأعلى للمسافة الفاصلة بين قطبي الجهد ١٠ متر والمسافة بين قطبي التيار٦٠ مترا، وتم بلوغ اقصى مسافة لطول AB /٢ هي ٦٠ بسبب العوائق التي ذكرت وصغر مساحة منطقة الدراسة . ومن اجل الحصول على قراءات حقلية جيدة لا بد ان تكون طبيعة عملية القياس دقيقة وجيدة ويتحقق هذا باتباع الخطوات الاتية: -

١_ لا بد من عمل اختبار يومي للبطارية للتأكد من كونها مشحونة قبل البدء بأجراء اية عملية قياس، ونحصل على القياس عن طريق تحويل دائرة انتقاء

المدى الى وضع (BATT) ،ويحول المفتاح الى وضع (ON) ويضغط على زر القياس.

٢_ لابد من معايرة الجهاز (Calibration) يوميا وقبل البدء بعملية القياس؛ وذلك باستخدام وحدة المعايرة (ABEM Tray/Calibration box).

٣_ الاحكام الجيد في ربط اسلاك الجهد وأسلاك التيار بين النهايات (Terminals) للجهاز والاوتاد الفولاذية (Steel electrodes)، والتأكد من عدم وجود قطع في الاسلاك مما يسبب تسرب التيار، كذلك يجب تثبيت الاوتاد الفولاذية بشكل جيد في الارض، ومن الافضل ان تكون الاوتاد مصنوعة من مادة واحدة خلال مدة المسح لتكون تأثيراتها ثابتة في النقاط جميعاً. (Atlas Copco ABEM Instruction manual)

٤_ عدم تعريض الجهاز للمطر لمدة زمنية طويلة او تعريضه للحرارة العالية مثل اشعة الشمس المباشرة وايضا تجنب القياس في اثناء العواصف الرعدية. تتضمن عملية القياس القيام بتثبيت الاوتاد الفولاذية وعددها اربعة عند نقطة الجس الكهربائي اثنان منها لأرسال التيار، والاخرى لاستلام فرق الجهد حيث يوضع الجهاز (SAS400) في منتصف المسافة بين اقطاب الجهد (M) و (N) التي توضع داخل الترتيب وبعدها يتم توزيع الاسلاك وبكرات الاسلاك . وبين اقطاب (A,B) التي تربط مع النهايات (C1,C2) في الجهاز واقطاب الجهد تربط مع النهايات. (P1,P2) ومن المستحسن ان تكون المسافة بين اسلاك التيار والجهد أكبر من (٥m) لكي لا يحدث تداخل بينهم لتجنب عملية الحث(Inductive) في

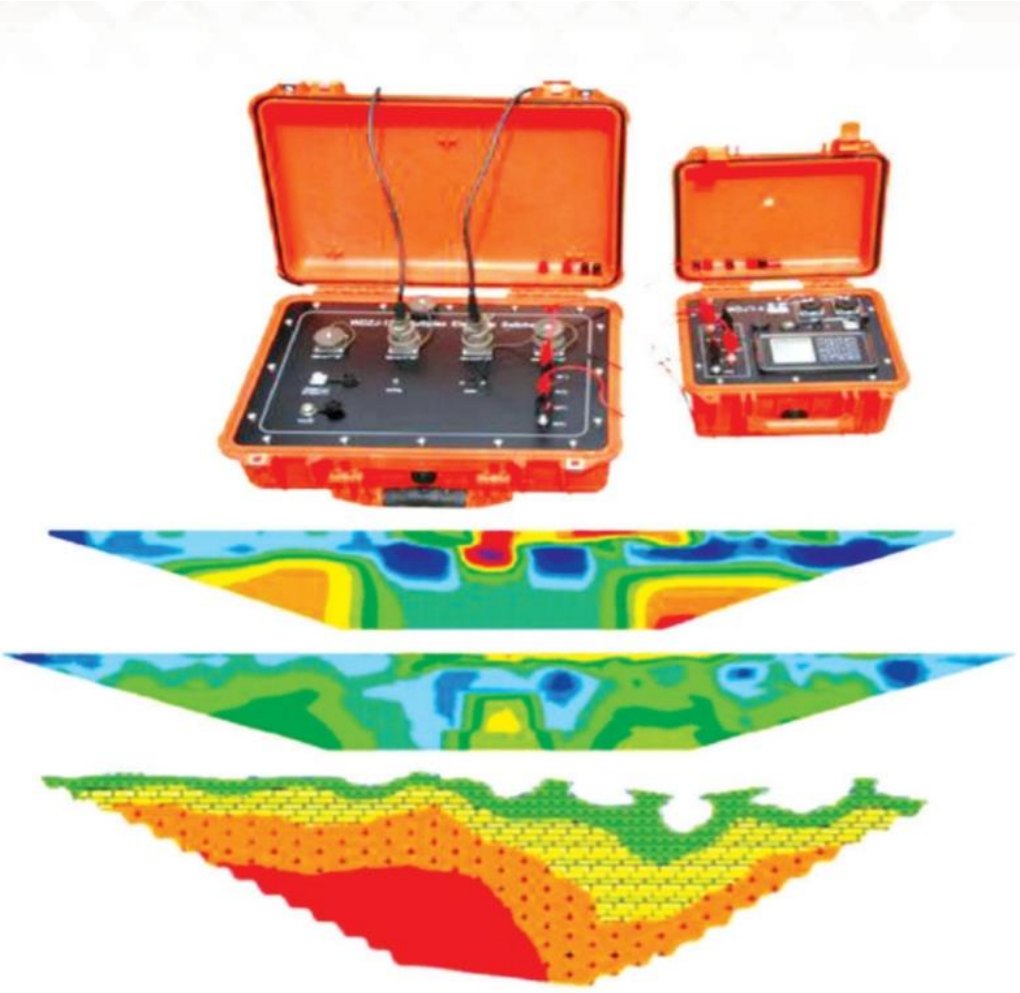
لفات الاسلاك خصوصا عندما تكون المسافة بين اقطاب التيار (A,B) كبيرة؛ لذلك يوضع سلك التيار بعيدا عن خط المسح ويجب ان تكون الاسلاك غير ممتدة بشكل متوازٍ لمسافات طويلة.

(٢_٢) الاجهزه المستخدمه في العمل الحقلي:

تم استخدام جِهاز قياس المقاومة النوعية الكهربائية (ABEM Terrameter LS 2 / IP)في عملية الجس الكهربائي العمودي ، اذ يوفر نظام المقاومة ABEM Terrameter LS 2 / IP نظامًا حديثًا للحصول على البيانات قادرًا على قياسات الإمكانات الذاتية (SP) والمقاومة والاستقطاب المستحث (IP). يتميز بما يصل إلى ١٢ قناة قياس مدمجة لتحسين الكفاءة والإنتاجية، وجهاز إرسال تيار عالي الطاقة، وكمبيوتر سهل الاستخدام وواجهة مستخدم رسومية. يتوافق النظام أيضًا مع مجموعة واسعة من الكابلات البرية والبحرية والبئر، وهو قادر على الاستفادة من أكثر من ١٦٠٠٠ قطب كهربائي، مما يجعله نظامًا متعدد الاستخدامات مع مجموعة متنوعة من التطبيقات بما في ذلك الاستكشاف البيئي والجيوتقني والمعدني و بفضل العديد من الميزات البديهية الأخرى، تم تحسين Terrameter LS 2 لزيادة الإنتاجية، مما يقلل من الوقت الميداني في عمليات.

- الاستقصاء الجيوتقني المسبق
- التنقيب عن المياه الجوفية
- التنقيب عن المعادن وعلم الآثار
- رسم الخرائط ورصد التلوث وفحص السدود والجسور ومراقبتها

- التنقيب عن الطاقة الحرارية الأرضية
- رسم خرائط تحت القاع للبيئات البحرية
- مراقبة التربة الصقيعية



الشكل رقم (٢-١) أحد الاجهزه المستخدمه في قياس تصوير المقاومه الكهربائيه و نمذجتها

(٢_٣) ملحقات جهاز (ABEM Terrameter LS 2 / IP):

- بطارية ١٢ فولت
- شاحن بطاريات سي سي سي ١٠٠-٢٣٠ فولت
- كابل يو اس بي لتحديث الارسال
- برنامج على ذاكرة USB
- كيل (DC)بطارية خارجية
- كابل الشبكة المحلية(RJ45)بطول ٥ متر
- يحفظ الجهاز داخل صندوق من الألمنيوم القوي والمتين بتصنيف IEC IP66 ويسمح باستخدامه في أقسى الظرف.

الشكل رقم (٢-٢)يوضح مكونات وملحقات جهاز قياس جهاز قياس المقاومة النوعية الكهربائية (ABEM Terrameter LS 2 / IP)

(٢_٤)المميزات والمواصفات التقنية لجهاز ABEM Terrameter LS 2

١-الشريك المثالي للمسوحات الجيوتقنية أو المياه الجوفية أو المعدنية أو البيئية وأعمال البحث عن الاثار .

٢-يعد مسح المقاومة طريقة جيوفيزيائية متعددة الاستخدامات مناسبة لمجموعة واسعة من التطبيقات والبيئات مثل التنقيب عن المياه الجوفية ، واستكشاف المعادن ، ورسم الخرائط الجيولوجية ، والتحقيقات الجيوتقنية.

٣-يمكن أن يختلف تصميم النظام حسب التطبيق. يتوفر ABEM Terrameter LS 2 في العديد من التكوينات المختلفة لتلائم تمامًا المتطلبات المختلفة تستفيد الأداة من نظام ترخيص الأجهزة المبتكر، مما يجعلها قابلة للتطوير وسهلة الترقية. تأتي كل أداة مثبتة مسبقًا مع جميع وحدات الأجهزة وميزات البرامج، ولكن اعتمادًا على حزمة المنتج، لا يلزم تنشيط جميع الأجهزة ، وتتراوح حزم المنتجات من الأساسي إلى المتقدم ، وتتم الترقيات عن طريق تنزيل رمز ترخيص من الإنترنت أو عبر USB.

٤_ الأداة عبارة عن حل مستقل يتميز بقنوات قياس مدمجة ، وجهاز إرسال تيار عالي الطاقة ، ومحدد إلكترود ، وجهاز كمبيوتر ، وواجهة مستخدم رسومية. تتراوح تقنيات المسح من D١ إلى D٤ القياسات.

٥_ يحفظ الجهاز بغلاف من الألمنيوم القوي والمتين بتصنيف IEC IP66 ويسمح باستخدامه في أقسى الظروف.

٦_ تتميز قنوات القياس بتصميم مرشح محسّن لتحسين أداء IP، باستخدام دورة العمل بنسبة ١٠٠٪، سيكون جمع البيانات أسرع بمرتين تقريبًا وستكون له ضعف نسبة الإشارة إلى الضوضاء مقارنة بطريقة IP التقليدية (دورة العمل بنسبة ٥٠٪) باستخدام نفس الإعدادات. من خلال استخدام حزم المعالجة مثل Aarhus Workbench من Aarhus GeoSoftware، من الممكن استخراج المعلومات الطيفية من بيانات IP للمجال الزمني ما يصل إلى ١٢ قناة قياس تصميم فريد لقنوات العمل.

القياس وجهاز إرسال تيار عالي الطاقة ، قياسات IP مع دورة عمل١٠٠٪ قياسات D١ و D ٢ وD٣ و D ٤ • تصنيف IEC IP 66 • اتصال Wi-Fi والهاتف المحمول • قابل للتوسع من خلال نظام ترخيص الأجهزة

٧_ سعة تخزين بيانات قابلة للإزالة والتوسيع بسعة ١٦ جيجابايت مزود بشاحن مدمج للبطارية الداخلية الميزات يمكن أن يسمح الاتصال عن بُعد لفريق دعم ABEM بالمساعدة في ترقيات البرامج أو تقديم الدعم أو استكشاف الأخطاء وإصلاحها إذا لزم الأمر.

تضمن هذه الميزة الفريدة أن يكون النظام محدثًا دائمًا، ويعمل بشكل صحيح، مع تقليل مخاطر التوقف عن العمل إلى أدنى حد ممكن.

٨_يتيح الاتصال عن بُعد المساعدة في الموقع وهو قابل للتطوير وسهل الترقية و مُحسَّن للإنتاجية ويقلل من الوقت الميداني مع جودة فائقة من البيانات حتى في أقسى الظروف مزود بGPS مع GLONASS لتحسين الدقة المزايا يوفر ABEM Terrameter LS 2 ما يصل إلى ١٢ قناة قياس لزيادة الكفاءة والإنتاجية في هذا المجال.

(٢_٥) كيفية أخذ القياسات:

لغرض أخذ القياسات لا بد أولاً من ربط قطبي التيار (A) و (B) مع الصندوق(G)، أما قطبي الجهد (M) و (N) فتربط مع الصندوق (V). وعند القياس يربط الصندوق (G) مع الصندوق (V) ويتم أخذ القياسات كما يلي:

١_تنظم حساسية المضخم لإعطاء قراءة تبلغ حوالي ثلاثة أرباع مدى الانحراف على المقياس، وهذا الانحراف يمثل فرق الجهد (Vx) في هذه الحالة يجب أن يكون المفتاح (XR-Switch) على الموقع (X).

٢_يحول المفتاح (XR-Switch) إلى الموقع (R) وبعد ذلك ينظم مقياس الجهد (Potentiometer) لكي يظهر على الأميتر انحراف لفرق الجهد (Vr) يساوي فرق الجهد (Vx).

٣_ وبعد أن يتساوى فرق الجهد (Vr) مع فرق الجهد (Vx)، واستعمال نفس التيار (I) للمقاومة المعرفة (R) والمقاومة الغير معرفة (X)، فإن قيمة المقاومة (X) يجب أن تساوي قيمة المقاومة (R)، وقيمة المقاومة

(X) تمثل المقاومة النوعية بالأوم على تدريجات مقياس الجهد. إن القيمة (X) تمثل المقاومة النوعية الظاهرية مقاسة بالأوم بين قطبي الجهد، وتضرب بالعامل الهندسي (K) الذي يعتمد على ترتيب الأقطاب للحصول على المقاومة النوعية الظاهريه

وتتم عملية اخذ القراءات كما يأتي: -

١_ يوضع مفتاح التيار على وضع٥.٠) ملي أمبير) ويتم زيادة مدى التيار مع زيادة مسافة نشر الاقطاب (A,B) بما يتناسب مع عمق التغلغل.

٢_ عادة ما يتم اخذ معدل القراءات الى (٤) للحصول على قراءة أفضل.

يحول مفتاح القوة من وضع الاطفاء (OFF) الى وضع التشغيل (ON)، ثم يضغط على زر القياس (push)، وتؤخذ القراءات من الشاشة مباشرة التي تمثل قيمة المقاومة Resistance (R)، وهذه العملية تشمل باقي نقاط الجس.

(٢_٦) جدول القياس (Measurement table):

بعد اختيار الأسلوب وترتيب الأقطاب المناسبين لأخذ القياسات لا بد من التفكير في جدول القياسات الملائم لمنطقة الدراسة، وجدول القياسات يتضمن زيادة المسافات بين خطي التيار (AB) وخطي الجهد (MN) مع بقاء المسافة (MN) ثابتة لعدد من المسافات (AB). ويؤخذ بنظر الاعتبار تكرار القياسات للمقاومة النوعية الظاهرية لنفس المسافات (AB)مع تغير

المسافة (MN) للاستفادة منها في معرفة تأثير التغيرات الجانبية للمقاومة النوعية على الأقطاب وكما ورد اعلى .وعند وضع جدول القياسات للمقاومة النوعية الظاهرية يجب أن تكون النسبة (MN/AB ٥/١)، لأن ضمن هذه النسبة يمكن استعمال أي معادلة لحساب العامل الهندسي (K) إضافة إلى أن عملية ربط أفرع المنحني الحقلي تكون أسهل لأن الإزاحة في هذه الأفرع يكون سببها تأثير عدم التجانس فقط، كما تم ذكره في الأعلى لذا تم تجنب القراءات التي تكون فيها النسب (MN/AB٥/١) قدر المستطاع، أي عندما تكون النسبة (٣/١) و (٤/١)، إلا في بعض الحالات وخاصة في بداية أخذ القياسات بسبب نقص حساسية الجهاز، وذلك لأنه عند النسبة (٣/١) تكون دالة العمق (AB/2) لقياس المقاومة النوعية الظاهرية مساوية إلى الدالة (a) لترتيب فنر. في هذه الحالة دالة العمق مساوية إلى (AB ٣/١) وهذا لا يجوز مما يؤدي إلى خطأ في رسم المنحنيات الحقلية لترتيب شلمبرجر. ولكن في بعض نقاط الجس الكهربائي العمودي اضطررنا إلى إجراء تغييرات في الجدول بسبب ظروف المنطقة لتجنب حالات عدم التجانس والبيوت والشوارع مع الأخذ بنظر الاعتبار الإبقاء على النسبة (MN/AB٥/١) قدر الإمكان. لأن هذه النسبة تقلل الإزاحة النظرية بين أجزاء المنحني الحقلي. أما نسبة الزيادة للمسافة (MN/2) فقد كانت بحدود الضعفين أو حتى ثلاثة أضعاف لكي يكون التأثير النظري ثابت لجميع أجزاء المنحني الحقلي كما ورد في العاني (Al-Ane, 1998)، إلا في بعض الحالات التي لم تكن فيها قراءة الجهاز دقيقة، لذا كانت الزيادة أكبر. وتم أخذ ذلك بنظر الاعتبار عند ربط أفرع المنحني الحقلي لنقاط الجس الكهربائي العمودي. ضافة إلى أن المحافظة

على النسبة (MN/AB١/٥) في ترتيب شلمبرجر اللاخطي قد يكون صعباً بسبب ضعف الإشارة، وخاصة عند استعمال الجهاز لذلك لا بد من الإشارة هنا إلى أن دقة الجهاز المستعمل تعتبر أهم العوامل في اختيار الترتيب مناسب

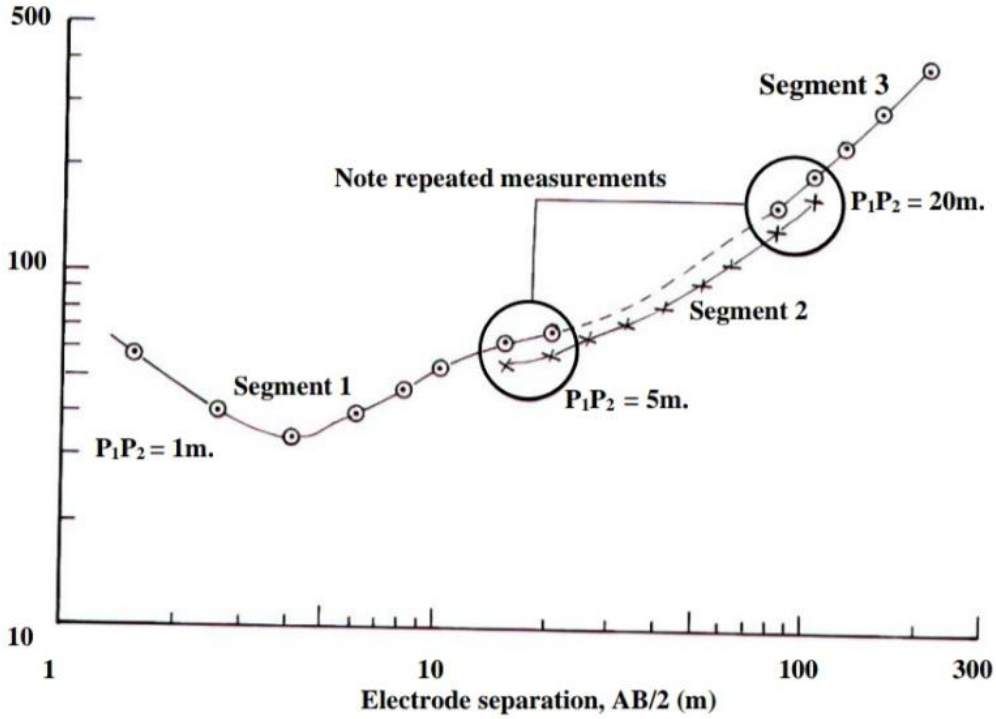
(٢_٧)الاخطاء المحتملة :

يعتمد بناء المنحنيات الحقلية بيانياً على تمثيل قيم المقاومية الظاهرية على المحور الرأسي وقيم فاصلة القياس على المحور السيني بالمقياس اللوغاريتمي المضاعف . ويستثمر هذا المقياس لتمثيل مدى واسع من القيم وتهذيبها في مرتسم واحد حيث يتكون من عدة دورات عشرية بطول ٦٢.٥ ملم للدورة العشرية الواحدة فضلاً عن استخدامه في المنحنيات النظرية القياسية الأغراض التفسير:

(٢_٧_١)لأخطاء الناتجة بفعل عدم التجانس القريب من السطح :

يمكن تعريف مناطق التراكب (Overlapping Regions) بأنها تلك التي تنتج بسبب توسيع فاصلة أقطاب الجهد بثبات فاصلة اقطاب التيار وبدون هذه الخطوة فان فرق الجهد الكهربائي يصبح من الصغر بحيث لا يمكن التعويل عليه في القياسات وبتغيير فاصلة أقطاب الجهد لمرة أو مرتين سوف تتكون بضعة أجزاء (Segments) لمنحني المقاومية الظاهرية الذي يتطابق مع القيم المختلفة لفواصل أقطاب الجهد. لقد أعزا كوفوي (١٩٧٩) Koefoed) الافتراق بين أجزاء المنحني الحقلي في منطقة التراكب إلى حدوث عدم التجانس القريب من السطح والذي يؤثر على نمط انتشار التيار حيث يعتمد التغير النسبي في كثافة التيار على

موقع نقاط القياس نسبة إلى منطقة عدم التجانس لذلك فإن الخطأ النسبي بفرق الجهد المقاس سيتغير عند إزاحة أقطاب الجهد . إن طبيعة عدم التجانس القريب من السطح وهندسيته غير معروفة إذ قد تسبب غموضا في تفسير المنحني الحقلي نتيجة عدم ترابطه .إن ربط أجزاء المنحني



الحقلي الناتجة بفعل عدم التجانس القريب من السطح يتم بإزاحة جزء المنحني ذي فاصلة أقطاب الجهد الكبيرة ليتحد مع جزء المنحني ذي الفاصلية الأصغر ، ويوضح الشكل (٦) آلية إزاحة المنحني إذ يزاح الجزء الثالث إلى الأسفل ليتحد مع الجزء الثاني من المنحني والذي يزاح بدوره إلى الأعلى ليترابط مع الجزء الأول على وفق رينولد

الشكل رقم (٢-٣) آلية ازاحه اجزاء المنحني الحقلي

ً

(٢-٧-٢) الخطأ الناتج بفعل تقليل النسبة الفاصلية (MN/AB) :

إن تقليل النسبة الفاصلية يمكن أن يؤدي إلى ضعف أو توهين الإشارة الجهدية المستلمة بالتالي تضاؤل قيمة المقاومة الأرضية المقروءة في جهاز القياس التي ترتبط بشكل وثيق مع طبيعة الايصالية الكهربائية فضلاً عن صعوبة التعامل مع قيم المقاومة المقاسة برتبة تقل عن بضعة مللي أوم وبمدى قيم للعوامل الهندسية يمكن أن تصل إلى بضعة آلاف مما يؤدي إلى ظهور أخطاء كبيرة في قيم المقاومية الظاهرية المحسوبة . إن صعوبة ثبات واستقرارية الجهد المقاس خاصة في حالات تواجد الجهود المتطفلة من النوعين الطبيعي والاصطناعي يمكن أن يخلق عدداً من الخيارات لقيم المقاومية المقاسة وبالتالي يظهر جلياً مدى الصعوبة في أخذ القراءات المستقرة التي تحدد تصرف المنحني الحقلي في مناطق التراكب وفي نهايته.

(٢-٧-٣) الأخطاء الناتجة بفعل استخدام المقياس اللوغاريتمي :

إن تمثيل قيم المقاومية الظاهرية الملحوظة كدالة الفاصلة أقطاب التيار على المقياس اللوغاريتمي المضاعف يمكن أن يؤدي إلى تفاوت الدقة ضمن مديات الدورات العشرية التعاقبية . إن دقة قيمة المقاومية (٠.١) أوم متر على سبيل المثال والتي تحدد بداية الدورة العشرية الأولى تصبح في نهايتها(٠.٥)أوم متر وتكون عشرة أضعافها في نهاية الدورة الثانية (٥) (أوم. متر) وهكذا الحال في تحديد المتغيرات الطباقية عند مقارنة المنحنيات القياسية والحقلية . وبذلك فقد عولجت هذه المشكلة بإدخال النماذج الطباقية الأولية لضبطها في التفسير العكسي الدقيق .

(٢_٨) مشاكل العمل الحقلي :

تمثل العمل الحقلي اجراء قياسات ميدانية للمقاومة النوعية الكهربائية بطريقة الجس الكهربائي العمودي) (vertical electrical sounding VES – ترتيب شلمبرجر – في نقاط تم تثبيتها على الخارطة في منطقة الحلة بدأ العمل الحقلي في موسم الصيف ٢٠٢٠/١١/١اما بخصوص مشاكل العمل الحقلي فهناك بعض الصعوبات التي ظهرت بالأضافة الى ارتفاع درجة الحرارة خلال العمل التي تم تجنبها بقدر الامكان وهي :

١_ وجود الاسلاك الكهربائية وأسلاك الضغط العالي التي اثرت في القراءات الحقلية في عدد من المناطق؛ مما ادت الى تغيير في قيم المقاومة النوعية الظاهرية للطبقات وذلك بسبب تولد ما يسمى بالحث الكهربائي (Electrical Induction) في الاسلاك؛ مما سبب في توليد فولتية تحث في اسلاك الجهد مولدة تيارات كهربائية ثانوية تحث في الارض حيث تتذبذب قراءات المقاومة في المناطق التي تمر بها اقطاب التيار، او الجهد أسفل اسلاك الضغط العالي.

٢_عدم الاتصال الجيد للأقطاب مع الأرض بسبب صلابة الأرض وجفافها لذلك تم رش الماء المالح (أو الماء العادي) عند مناطق تثبيت الأقطاب في الأرض لغرض زيادة التوصيل مع الأرض.

٣_حركة السيارات القريبة من المنطقة ادت الى توليد جهد ذاتي وتيارات كهربائية طبيعية اثرت في قيم المقاومة النوعية لطبقات الارض التي تؤدي الى تذبذب القراءات الكهربائية.

٤_في الكثير من نقاط الجس لم نتمكن من نشر قطبي التيار إلى مسافة (AB/2) أكبر من (٦٠) متر بسبب قلة المساحة المتوفرة، لوجود المنشآت الهندسية والمباني

٥_وجود بعض الاجسام المعدنية السطحية والمدفونة والمتمثلة بالأسيجة والاكوام الحديدية، وانابيب المياه في اجزاء مختلفة من المنطقة التي اثرت في قيم المقاومة النوعية .

٦_إن حساسية الجهاز لم تكن بالمستوى المطلوب وخاصة عند إجراء الترتيب اللاخطي للمسافات التي تزيد على (١٠٠) متر، إذ توجد صعوبة عند أخذ القياسات، وفي مرات كثيرة لم نتمكن من أخذ القياسات.

٧_وجود المياه السطحية بفعل عمليات السقي في بعض المناطق التي اثرت في قيم المقاومة النوعية حيث نلاحظ ان الطبقات السطحية للمنطقة هي ذات توصيل عالٍ جداً؛ وذلك يؤدي الى توليد فولتية ثانوية بين اقطاب الجهد نتيجة للتيارات الثانوية بامتداد خطوط الاسلاك، هذه الفولتية تسبب شواذا زائفة تشوه الشواذ الحقيقية؛ لذلك يوضع سلك التيار بعيدا عن خط المسح (Telford ,1976). وتم التخلص من هذه الظاهرة عن طريق عملية التهذيب للمنحنيات smoothing)).

الفصل الثالث

الفصل الثالث

(٣_١) (تفسير نتائج الجس الكهربائي العمودي) (Interpretation (of the vertical electrical sounding results

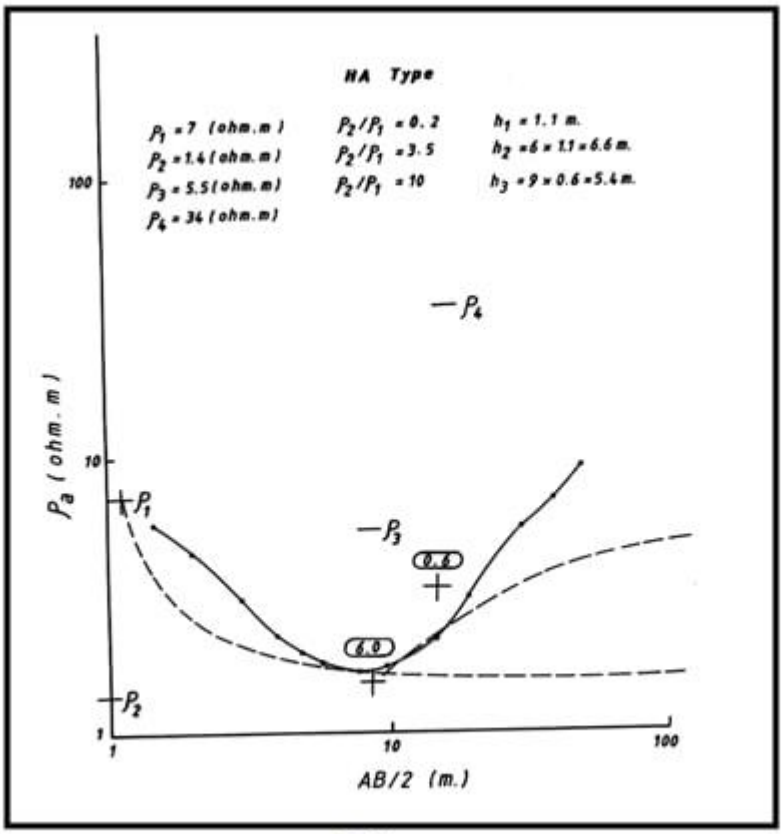
نفذت التحريات الكهربائية لمنطقة الدراسة للكشف عن سمك الطبقات وخواصها الجيوكهربائية وطبيعة الترسبات والكشف عن أنطقه عدم استمرارية الطبقات وبعض التراكيب الجيولوجية تحت السطحية التي من الممكن أن تؤثر في الأساسات الهندسية (Engineering foundation

AB/2	MN/2	.VES Point No									
		B1	B1-1	B1-2	B1-3	B1-4	B1-5	B1-6	B2	B2-1	B2-2
1.5	0.5	158.2	3.661	23.173	54.57	8.12	4.59	17.64	24.178	17.87	17.45
2	0.5	137.26	3.816	24.855	43.7	9.95	4.33	14.37	22.16	16	18.74
3	0.5	98.7	3.828	25.98	54.45	7	4.534	18.97	27	15.34	14.41
4	0.5	88.6	3.326	24.75	49.25	5.61	4.4	18	47.52	15.39	11.88
5	0.5	84.5	3.251	23.37	41.37	3.99	4.1	18.66	30.72	16.41	10.15
3	1	95.2	4.292	27.52	33.43	7.21	4.32	16.59	37	15.71	12.68
4	1	84.3	3.9	26.86	38.65	5.73	4.32	15.414	32.69	14.89	10.48
6	1	80.35	3.883	27.445	34.84	4.21	4.95	16.5	48.4	16.5	9.15
8	1	88.6	3.958	9.335	31.13	4.11	4.31	18	38.8	15.85	9.97
10	1	133.7	3	6.518	22.4	3.82	4	16.64	23	15.75	11.38
6	2	90.17	3.139	24.68	28.1	4	4.93	15.83	45	15.66	8.12
8	2	92	3.276	8.9	28.8	4	5.43	16.45	46.19	15.93	8.51
10	2	71.6	3	5.2	9.653	3.71	5.57	16.44	22.24	15.61	10
15	2	49.4	2.187	4.861	8.5	2.82	5.226	16.47	19	15.41	14.6
20	2	33.94	1.839	4	5.6	2.19	5	17.82	16.59	15.4	12.29
15	5	62.242	2.9	18.52	37	---	---	18.32	---	16.97	8.98
20	5	40.65	2.758	7.81	28.99	---	---	13.47	---	16.92	7.3
30	5	20.76	2.5	---	---	---	---	17	---	16.5	5
40	5	---	1.97	---	---	---	---	14.75	---	15.117	4.63
50	5	---	0.74	---	---	---	---	---	---	---	---

جدول رقم (٣-١) قياسات المقاومه النوعيه لنقاط الجس الكهربائي

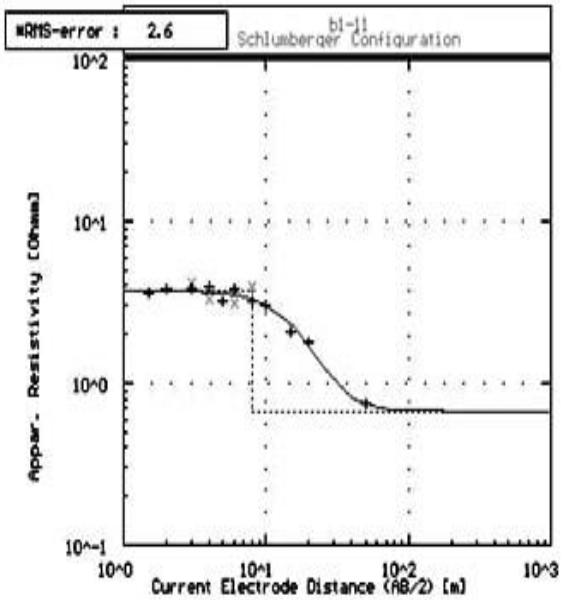
VES NO.	ρ1	ρ2	ρ3	ρ4	ρ5	h1	h2	h3	h4	Curve type
B1	187.2	40.7	131.1	13.2	---	1.2	1.1	4.2	---	HK
B1-1	3.7	0.7	---	---	---	8.0	---	---	---	ρ1> ρ2
B1-2	17.5	62.1	3.6	---	---	0.7	1.2	---	---	K
B1-3	50.0	4.1	---	---	---	4.0	---	---	---	ρ1> ρ2
B1-4	10.4	2.5	5.5	1.1	---	1.5	1.7	4.1	---	HK
B1-5	4.7	---	---	---	---	---	---	---	---	One Layer
B1-6	16.6	---	---	---	---	---	---	---	---	One Layer
B2	21.7	14.2	78.2	10.6	---	0.4	0.5	2.3	---	HK
B2-1	16.0	---	---	---	---	---	---	---	---	One Layer
B2-2	21.4	5	32.9	2.2	---	1.4	2	3.5	---	HK

جدول رقم (٣-٢)يبين نتائج التفسير الكمي باستخدام الحاسبه الالكترونيه لمنطقه الدراسه



(B1)

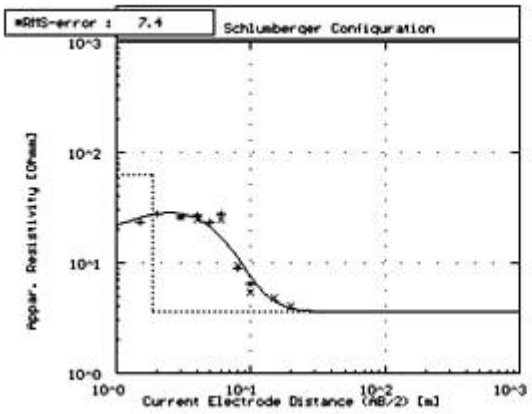
الملحق (B) المنحنيات الحقلية لنقاط الجس الكهربائي العمودي ومقاطع الابار المحفورة



No	Res	Thick	Depth
1	3.7	8.0	8.0
2	0.7	-.-	-.-

* RMS on smoothed data

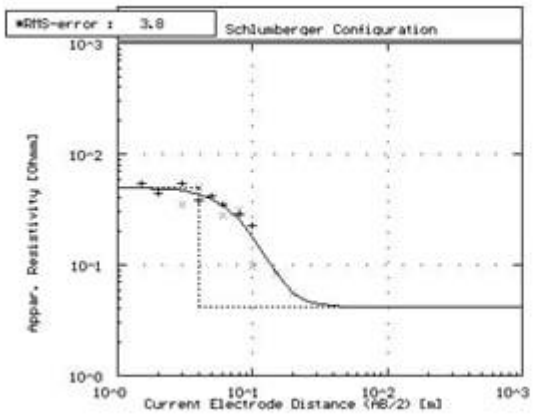
VES B1-1



No	Res	Thick	Depth
1	17.5	0.7	0.7
2	62.1	1.2	1.8
3	3.6	-.-	-.-

* RMS on smoothed data

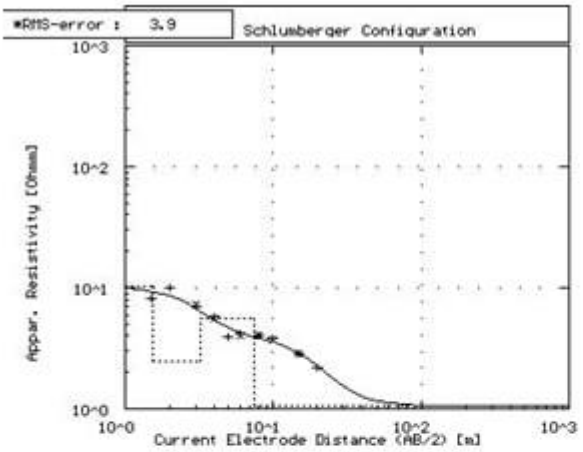
VES B1-2



No	Res	Thick	Depth
1	50.0	4.0	4.0
2	4.1	-.-	-.-

* RMS on smoothed data

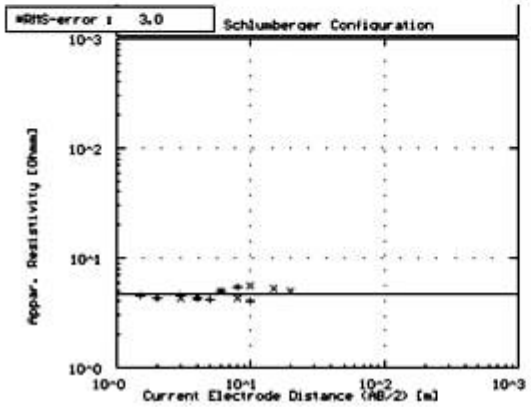
VES B1-3



No	Res	Thick	Depth
1	10.4	1.5	1.5
2	[illegible]	1.7	3.2
3	[illegible]	4.1	7.4
4	[illegible]	-.-	-.-

* RMS on smoothed data

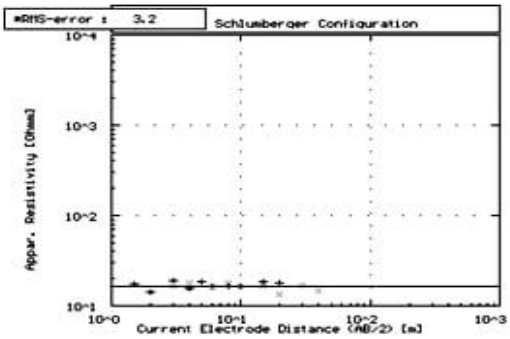
VES B1-4



No	Res	Thick	Depth
1	4.7	-.-	-.-

* RMS on smoothed data

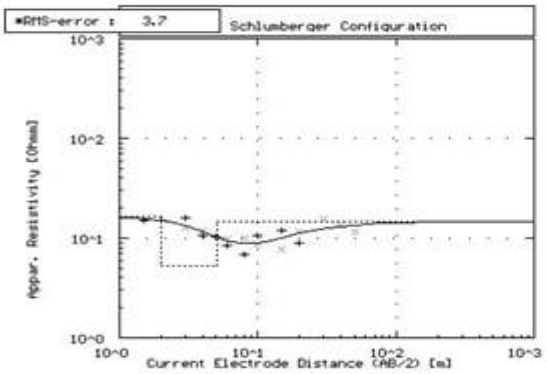
VES B1-5



No	Res	Thick	Depth
1	16.6	-.-	-.-

* RMS on smoothed data

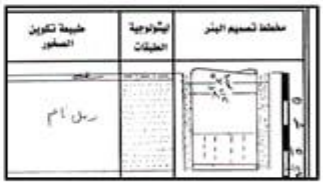
VES B1-6

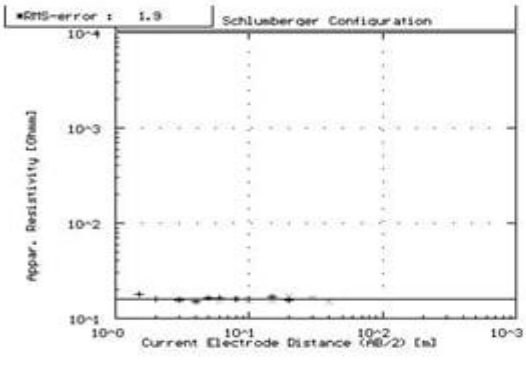


No	Res	Thick	Depth
1	16.2	2.0	2.0
2	8.3	9.1	11.1
3	14.6	-.-	-.-

* RMS on smoothed data

VES B2

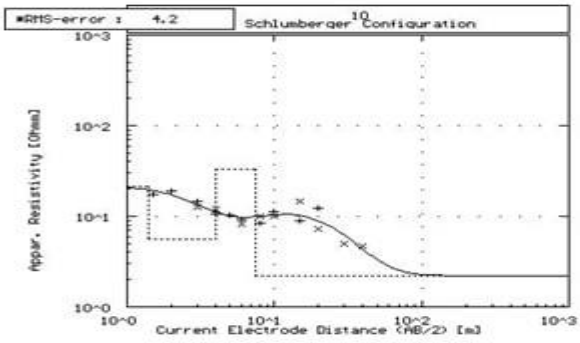




No	Res	Thick	Depth
1	16.0	-.-	-.-

* RMS on smoothed data

VES B2-1



No	Res	Thick	Depth
1	21.4	1.4	1.4
2	3.6	9.0	10.4
3	9.3	-.-	-.-

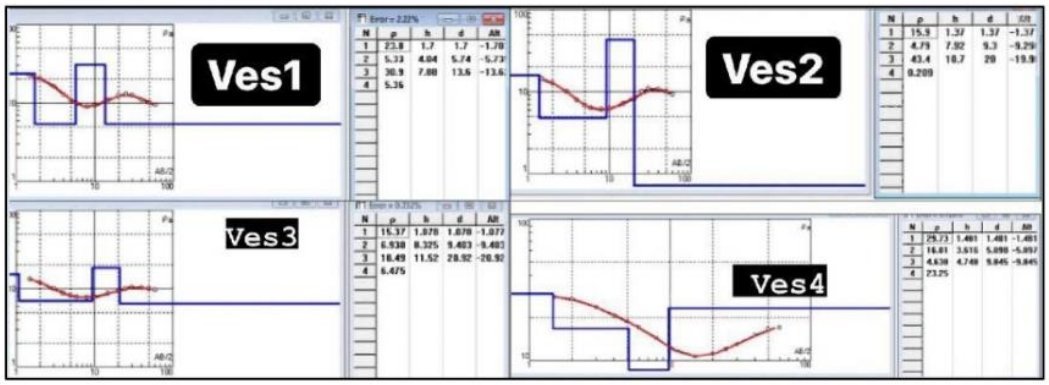
* RMS on smoothed data

VES B2-2

(٣_٢) نوعية المنحنيات الكهربائية الحقلية (Types of the Electrical Field Curves)

تضمن تفسير نتائج الجس الكهربائي العمودي كل من التفسير النوعي والتفسير الكمي ، أذ يمثل الأول دراسة نوعية (وصفية) للمنحنيات الكهربائية الحقلية وبالتالي سوف يعطينا معلومات وصفية عن طبيعة المنطقة التي تشمل مديات قيم المقاومة النوعية للطبقات وعددها وسماكتها فضلا عن أعماق الأسطح الفاصلة بينها ، إذ يتم ذلك من خلال ملاحظة نقاط الانحناء أو الانقلاب (Inflection points) في هذه المنحنيات التي تحدث نتيجة لحصول تغاير في الخواص الكهربائية ((Parasnis, 1972; Griffiths and King, 1981 ، كما ويمكن أن نحصل على تقييم أولي لطبيعة المنطقة بالاعتماد على أشكال المنحنيات وذلك بتصنيف هذه المنحنيات إلى مجاميع مختلفة في الشكل وربطها بما هو متوفر من المعلومات كالآبار والمجسات وبذلك نخرج بتقييم مبدئي لظروف المنطقة الجيولوجية والهيدروجيولوجية (Van Overmeeren, 1989) .تم في هذه الدراسة تفسير ٤ نقطة جس كهربائي عمودي موزعة اثنتين بشكل افقي واثيين بشكل عامودي باستخدام برنامج التفسير الروسي (IPI2Win) ، وقد أمكن تصنيف المنحنيات الكهربائية الحقلية إلى عدة أنواع اعتمادا على شكلها بعد أجراء عملية التهذيب (Smoothing) عليها ، كما تم الاستفادة من التتابع الطباقي لعدد من الآبار المحفورة بالقرب من المسارات الكهربائية المنجزة في تفسير طبيعة التغاير في قيم المقاومة النوعية للترسبات . لوحظ من المنحنيات الحقلية للمقاومة النوعية الظاهرية (ρa) المرسومة لموقع الدراسة ، أن الطبقة السطحية تمتلك قيم مقاومة نوعية

عالية نوعا ما تراوحت بين (١٥.٣-٢٩.٧) أوم . مترا مقارنة مع الطبقة الثانية ، كما أعطت نقاط الجس الكهربائي (Ves-2, 3, 1) قيماً عالية للمقاومة النوعية تراوحت بين (١٨.٤-٤٣.٤) أوم . مترا تمثل الطبقة الثالثة في عموم موقع الدراسة والتي من المحتمل أن تدل على تواجد ترسبات من الطين الغريني (Silty clay) مع تواجد بعض ترسبات الرمل ، عدا نقطة الجس((Ves-4 في حين امتازت هذه الطبقة بقيم مقاومة نوعية قليلة جدا تراوحت بين ٤.٦))أوم . مترا في نقطتي الجس التي من الممكن أن تدل على تواجد كميات من ترسبات الطين الغريني (Silty clay) مع ترسبات قليلة من الجبس في هذه الأعماق .



الشكل رقم (٣-١) يمثل طبيعيه المنحنيات المقاومه النوعيه الظاهريه في نقاط الجس الكهربائي في منطقه العمل

كما لوحظ من منحنيات المقاومة النوعية الظاهرية لموقع الدراسة أن الطبقة الرابعة تمتلك قيم مقاومة نوعية منخفضة بالمقارنة مع باقي الطبقات في موقع الدراسة بلغت ((5.3-0.2-6.4) (Ves-1, 2, 3 أوم وعلى التوالي ، حيث أنه من الممكن أن تدل على تواجد كميات من ترسبات الطين

الغريني (Silty clay) مع ترسبات قليلة من الجبس في هذه الأعماق. عدا النقطة (Ves-4)مترا حيث سجلت قيم مرتفعة للمقاومة بالمقارنة مع باقي النقاط بالمقارنة في الطبقة الرابعة حيث بلغت (٢٣.٢٥)أوم والتي من المحتمل أن تدل على تواجد ترسبات من الطين الغريني (Silty clay) مع تواجد بعض ترسبات الرمل .

الجلة											
		1	23.8	1.7	5.3	4.04	30.9	7.88	5.33		HK
	1	2	15.9	1.37	4.7	7.9	43.4	10.7	0.209		HK
		3	15.3	1.078	6.9	8.3	18.4	11.5	6.4		HK
	2	4	29.7	1.4	16.8	3.6	4.6	4.7	23.2		QH

الجدول رقم (٣-٢)يوضح قيم المقاومه النوعيه الظاهريه وسماكات الطبقات فضلا عن نوعيه المنحنيات الحقليه في منطقه العمل.

من خلال ملاحظة نتائج التفسير النوعي في الجدول أعلاه أمكن استنتاج أن طبيعة المنحنيات الكهربائية الحقلية في موقع الدراسة قد أعطت سلوكا متشابها عند النقاط (Ves-1, 3, 2) وهي من نوع (HK)عدا النقطة (Ves-4)تكون من نوع(QH) حيث تمثل جميع هذه النقاط تواجد اربعة طبقات تحت السطح ذات قيم مقاومة نوعية لم تتجاوز (٤٣.٤) أوم . مترا في جميع مسافات النشر، أذ أن هذه النقاط تقع في وسط وشمال موقع المحطة مع ملاحظة أن نقطتي التقاطع (Ves-1,3) قد أعطت نتائج متقاربة جدا في قيم المقاومات النوعية والسماكات لجميع الطبقات بشكل

كبير مما يعكس دقة نتائج المسح الكهربائي في هذه المحطة . كما أنه من الجدير بالذكر أن نقطتي الجس (Ves-1,2, 3) تمتلكان قيم مقاومة نوعية قليلة جدا (توصيلية عالية) خصوصا عند الطبقة الرابعة حيث بالتالي تستنتج ان الطبقة الثالثة التي من المحتمل ان تحتوي على ترسبات رملية غرينيه جافة يمكن اختيارها لعمل الركائز الكونكريتية التي تستخدم في بناء منشأ نظرا لاحتمالية تواجد الطبقة الأساس (Bed rock) عند هذه الطبقة كونها تمثل ترسبات متماسكة

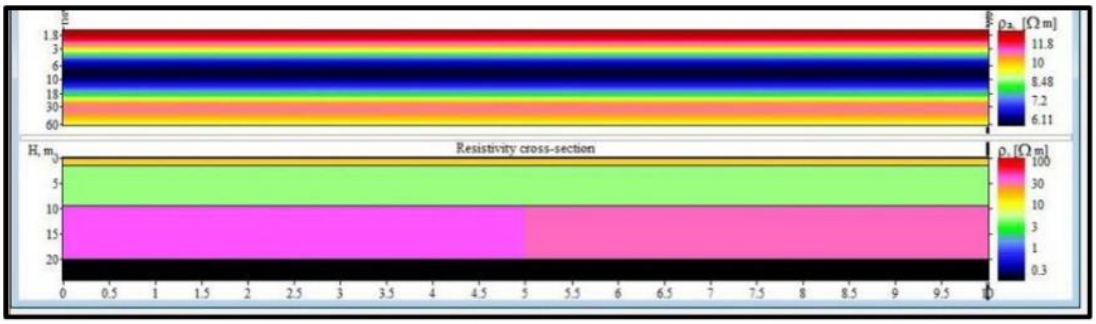
(٣_٣)المقاطع البينية للمقاومة النوعية والمقاطع الجيوكهربائية

(Resistivity space sections and geoelectrical sections)

تم دراسة التغييرات العمودية والأفقية في قيم المقاومة النوعية الظاهرية موضحة على شكل مقاطع بينية وذلك من خلال رسم خطوط كنتورية لقيم المقاوم النوعية المتساوية (Iso-resistivity values) بحيث توضح كثافة التغايرات العمودية والأفقية و في قيم المقاومة النوعية التي بدورها تمثل انعكاسا لطبيعة الترسبات على طول المسار المرسوم ، لذلك فأن هذه المقاطع تمثل إحدى طرائق التفسير النوعي (Qualitative interpretation) للمنحنيات الكهربائية . كما فسرت نتائج المسوحات الكهربائية تفسيرا كميا (Quantitative interpretation) ، أذ تمثل المقاطع الجيوكهربائية المرسومة شكلاً آخراً من أشكال المقاطع الجيولوجية وتختلف عنها ، حيث أن كل طبقة لا تتميز بتركيبها الصخاري فقط ، وإنما تتميز بمقاومتها النوعية أيضاً ، وتعد إحدى أهم وسائل عرض

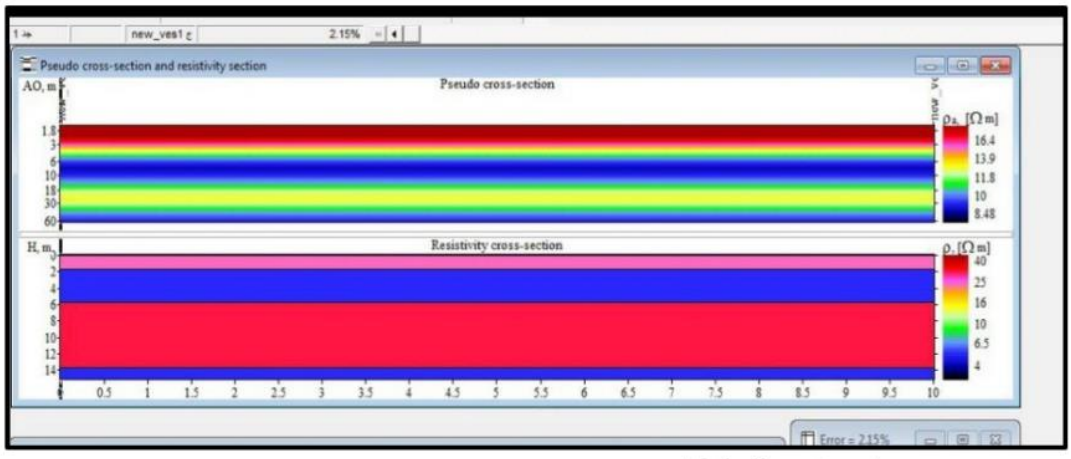
نتـائج التفسـير الكمـي لبيانـات المسـح الكهربـائي العمـودي ، فهـي توضـح التوزيع الأفقي والعمودي للمقاومة الحقيقية وسماكات الطبقات وبوساطتها يمكـن تتبـع الطبقـات ومعرفـة امتـدادها وتمييزهـا عـن الطبقـات الأخـرى (Flathe, 1963) . يعتمد رسم المقاطع الجيوكهربائية على فارق المقاومة النوعية (Resistivity contrast) بين الطبقات المختلفة ، وكلما كان هذا الفارق كبيرا كلما أمكن تحديد الحدود الجيوكهربائية بدقة ، وبالعكس تظهر صعوبة في تمييز الطبقات المختلفة وفصل بعضها عن بعض عندما يكون فـارق المقاومـة النوعيـة بينهـا قلـيلا . أذ تـم الأسـتفادة مـن كـل المعلومـات الجيولوجية المتوافرة مثل مجموعة الآبار التي تم حفرها ولعمق (٧) امتار بهـدف التعـرف علـى الصـخارية والحصـول علـى المقطـع الجيوكهربـائي الموائم (Kosiniski and Kelly, 1981) . تم رسم أربع مقاطع بينية للمقاومة النوعية (أنظر الملحقيات-٦,٧,٨,٩) مع أربع مقاطع جيوكهربائية للمسارات الكهربائية المنجزة بواقع مقطع لكل مسار قيد الدراسة باستخدام نفس البرنـامج الروسـي أعـلاه وذلـك بالاعتمـاد علـى قيم المقاومـة النوعيـة المقاسة في الحقل لجميع نقاط الجس الكهربـائي فضـلا عن معلومـات الآبـار المحفورة في هاتين المحطتين وكما يلي :

يوضح الشكل أدنى المقاطع الجيوكهربائية لجميع المسار الاول في موقع الدراسة التي تضمنت تواجد اربع طبقات .



الشكل رقم (٣-٢)المقطع الجيو كهربائي للمسار الاول

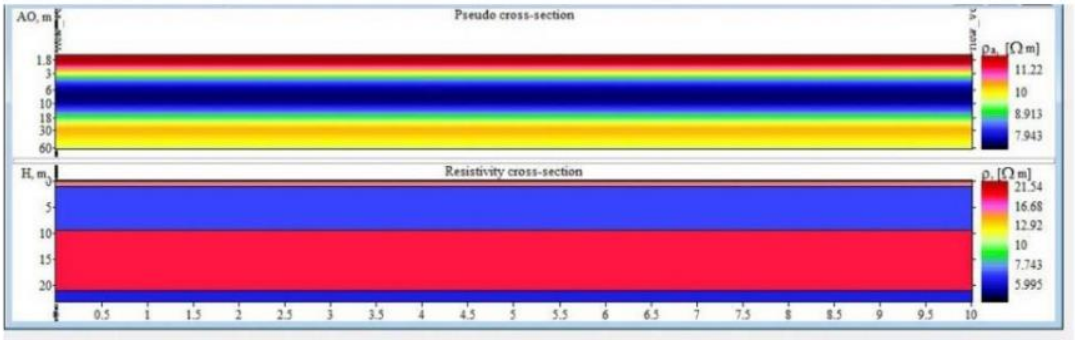
أذ امتازت الطبقة الأولى السطحية في جميع المسارات بتجانسها الجانبي الكبير في قيم المقاومة النوعية وسماكتها بسبب التجانس الحاصل في مكونات الرواسب فيها ، حيث تراوحت قيم المقاومة النوعية بين (٢٣.٨-١٥.٩) و(٢٩.٩-١٥.٣) أوم . مترا وبسماكة تراوحت بين(١.٧-١.٣) و (١.٠٧-١.٤) متراً على التوالي ، أذ تشير الطبقة السطحية الى تواجد رواسب الطين الغريني الرطب مع تواجد ترسبات الرمل بشكل قليل جدا



الشكل رقم (٣-٣) المقطع الجيو كهربائي للمسار الثاني

أمـا الطبقـة الثانيـة التـي تمثـل ترسـبات الرمـل الغرينـي فقـد تراوحـت قـيم المقاومة النوعية فيها للمسارات (Ves-1, 2, 3) علـى التـوالي (٥.٤-٤.٧-٦.٩) أوم . متـرا وبسـماكة٣.٩-٨.٣)- (٥.٧٤ ،كمـا يلاحـظ حصـول زيـادة في قيم المقاومة النوعية في هذه الطبقة كلما أتجهنا باتجاه النقطـة (Ves-2) ، حيث يمكن أن تتصلب ترسبات الرمل مع الغرين المكونـة لهذه الطبقة خلال فترة الترسيب

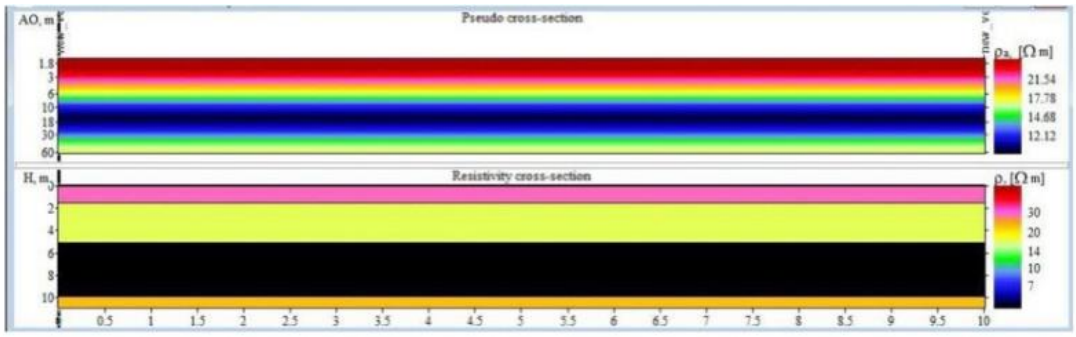
وتبخـر الميـاه مـن مسـاماتها البينيـة بفعـل ظـاهرة الخاصـية الشـعرية التـي حصلت خلال فترات الصيف الحارة لتعطـي بـذلك توصـيلية كهربائيـة أقل من الطبقة السطحية



الشكل رقم(٣-٤) المقطع الجيو كهربائي للمسار الثالث

اما بخصوص الطبقة الثالثة وبسبب زيـادة محتوى الترسبات الرملية فـي هذه الأعماق مـع نقصـان الطين والغرين بشكل ملحوظ فقد امتـازت بقيم مقاومة نوعية أكبر خصوصا تحت نقاط الجس (Ves-1,2,3) لتصل الـى (٣٠.٩، ٤٣.٤,١٨.٤٩) أوم . مترا لكل منهما على التوالي لتدل بذلك علـى

زيادة صلابتها نتيجة ثقل الرسوبيات التي تعلوها (Overburden) ، حيث يمكن أن تمثل الطبقة الأساس (Bed rock) التي من المفضل اختيارها كمواقع للأغراض الهندسية خصوصا عند موقع نقطتي الجس أعلاه عدا نقطة الجس (Ves-4) والتي سجلت قيم مقاومة منخفضة التي تشير الى ترسبات الرمل الغريني في هذا المسار .



الشكل رقم (٣-٥) يوضح المقطع الجيو كهربائي للمسار الرابع

اما بخصوص الطبقة الرابعة فأنها تمتلك قيم مقاومة نوعية منخفضة بالمقارنة مع باقي الطبقات في موقع الدراسة ، حيث بلغت ((Ves-1, 2, 3 (5.3-0.2-6.4) أوم وعلى التوالي ، حيث أنه من الممكن أن تدل على تواجد كميات من ترسبات الطين الغريني (Silty clay) مع ترسبات قليلة من الجبس في هذه الأعماق. عدا النقطة (Ves-4)مترا حيث سجلت قيم مرتفعة للمقاومة بالمقارنة مع باقي النقاط بالمقارنة في الطبقة الرابعة حيث بلغت (٢٣.٢٥)أوم والتي من المحتمل أن تدل على تواجد ترسبات من الطين الغريني (Silty clay) مع تواجد بعض ترسبات الرمل .

الفصل الرابع

الفصل الرابع

(٤_١) الاستنتاجات:- Conclusions

- أظهرت منحنيات المقاومة النوعية الكهربائية نوعين من المنحنيات هي(HK-QH)، فقد لوحظ من المنحنيات الحقلية أن الطبقة السطحية تمتلك قيم مقاومة نوعية عالية نوعا ما مقارنة مع الطبقة الثانية التي تكون قيمة مقاومتها النوعية للطبقة السطحية أقل بوصفها طبقة هشة نتيجة تعرضها لعوامل التعرية والتجوية السطحية .
- لوحظ من المقاطع البينية الأربعة التغاير الكبير في قيم المقاومة النوعية الظاهرية وخاصةً عند مسافات النشر الأولى عندما تكون AB/2 صغيرة والمتمثلة بالطبقة السطحية مما يشير إلى تغاير في المحتوى الرطوبي والرواسب جانبيا مع العمق .
- استخدمت نتائج التفسير الكمي للمنحنيات الكهربائية المستحصلة من برنامج التفسير (IPI2WIN) في رسم أربع مقاطع جيوكهربائية وأوضحت هذه المقاطع إن الأنطقة (الطبقات) الجيوكهربائية لمنحنيات نقاط الجس الكهربائي العمودي لمحطتي الدراسة تتمثل بالطبقات التالية :
- تمتاز منطقة الدراسة إنها تحتوي على اربعة طبقات تحت سطحية ، أذ تتكون الطبقة الأولى (الطبقة السطحية) من ترسبات الطين الغريني الرطب مع تواجد ترسبات الرمل بشكل قليل وتتراوح قيم مقاومتها النوعية بين (٣.١٥-٢٩) أوم . مترا وسماكتها بين (١.٧-١.٠٧) مترا ، حيث تتباين قيم المقاومة النوعية في هذه الطبقة بسبب

اختلاف نوع ترسباتها وزيادة رطوبتها ، أما الطبقة الثانية فأنها يتكون من ترسبات الرمل الغريني وتتراوح مقاومتها النوعية بين (٣.٥-٧.٤-٩.٦)أوم . مترا وسماكتها تتراوح بين ((٣.٨-٦٩.٣ مترا ، أذ نلاحظ تقارب في اغلب قيم المقاومة النوعية لهذه الطبقة بسبب حصول ظاهرة الخاصية الشعرية للمحتوى الرطوبي في هذه الطبقة الأمر الذي أدى الى نقصان التوصيلية الكهربائية بشكل قليل . أما الطبقة الثالثة فتتألف من ترسبات الطين الغريني مع بعض ترسبات الرمل ، حيث تتراوح المقاومة لهذه الطبقة بين (١٨.٤-٤٣.٤) وسماكتها بين (٧.٤-١١.٥) أما الطبقة الرابعة أن الطبقة الرابعة تمتلك قيم مقاومة نوعية منخفضة بالمقارنة مع باقي الطبقات في موقع الدراسة بلغت ((5.3-0.2-6.4) (Ves-1, 2, 3 أوم وعلى التوالي ، حيث أنه من الممكن أن تدل على تواجد كميات من ترسبات الطين الغريني (Silty clay) مع ترسبات قليلة من الجبس في هذه الأعماق. عدا النقطة (Ves-4)مترا حيث سجلت قيم مرتفعة للمقاومة بالمقارنة مع باقي النقاط بالمقارنة في الطبقة الرابعة حيث بلغت (٢٣.٢٥)أوم والتي من المحتمل أن تدل على تواجد ترسبات من الطين الغريني (Silty clay) مع تواجد بعض ترسبات الرمل وبسماكة غير محددة

- تم حساب المعاملات الجيوكهربائية فقد تم حساب المقاومة النوعية الكلية (RT) لطبقات منطقة الدراسة والتي تمثل مجموع المقاومات النوعية للطبقات أسفل نقاط الجس الكهربائي ، أذ تراوحت بين (١٠٤.٣٣٧٧-٥٤٩.٦٣٥) ، حيث تدل على أن الطبقات تمتلك

مقاومة نوعية عالية في الطبقة الاولى بالمقارنة مع الطبقة الاولى بجميع المسارات وذلك بسبب كون الطبقة الاولى جافة وغير مشبعة بالمياه وأن منسوب المياه الجوفية تم رصده في الطبقة الثانية بعد حفر بعض الابار لتدقيق نتائج العمل الجيوفيزيائي حيث كان معدل عمق المياه الجوفية في منطقة الدراسة بحدود (٢.٢م). كما تم حساب المقاومة النوعية المستعرضة (ρT) التي تمثل معدل المقاومة النوعية باتجاه عمودي على سطح التطبق لطبقات التربة ، أذ تراوحت قيمها بين (٢٦.٧٠٤-٤.٩٨٩) حيث أن المقاومة النوعية المستعرضة للطبقات تكون ذات قيمة عالية ولا تسمح بمرور التيار بالاتجاه العمودي على سطح التطبق . أما بالنسبة للمقاومة النوعية الطولية (ρL) التي تمثل معدل المقاومة النوعية باتجاه موازي لسطح التطبق فقد تراوحت بين (٧.٣٧٩-٣٢.٢٦٣) أوم . مترا ، حيث تمتاز بامتلاكها قيم منخفضة بشكل عام وذلك لكون طبقات التربة أفقية او شبه افقية في موقع الدراسة. أيضا تم حساب عدم التماثل الاتجاهي (λالذي تراوحت قيمته بين (١.٧-٢.٣٥) حيث أن طبقات التربة تكون غير متماثلة اتجاهيا تحت أغلب نقاط الجس الكهربائي وذلك لأن أغلب قيم عدم التماثل الاتجاهي تزيد عن (١) ، فضلا عن حساب التوصيل الكهربائي الطولي (SL) وبموازاة سطوح التطبق للطبقات أذ تراوحت معظم القيم بين (١.٨-١.٧) حيث يكون معامل التوصيل الكهربائي خلال طبقات التربة جيد نوعا ما بسبب كونها رطبة وذلك لقرب منسوب المياه الجوفية من سطح

الأرض أذ يصل بحدود (٢-١-٢.٣) مترا في بئري المراقبة التي تم حفرها في هذه المحطة مقاسا من مستوى سطح الأرض الطبيعي

- بينت العلاقات المرسومة بين نسب المكونات الحجمية للتربة (الطين – الغرين – الرمل – الحصى) وقيم المقاومة النوعية الكهربائية الحقيقية لمنطقة الدراسة، إن شكل المنحني يدل على نقصان قيم المقاومة النوعية الحقيقية بزيادة نسبة الحبيبات الناعمة مثل الغرين والطين والموجودة في التربة ، بينما تزداد قيم المقاومة النوعية مع زيادة نسب الحبيبات الخشنة مثل الحصى والرمل الموجودة في التربة ، وهذا يعني أن قيم المقاومة النوعية الكهربائية تقل مع الترب المتماسكة وتزداد مع الترب غير المتماسكة .
- من خلال العلاقات المرسومة بين نسب المحتوى الرطوبي للتربة وقيم المقاومة النوعية الحقيقية غي منطقة الدراسة نلاحظ حصول انخفاض قيم المقاومة النوعية مع زيادة المحتوى الرطوبي للتربة ، وهذا يعني أن زيادة نسبة الرطوبة في التربة تؤدي الى نقصان في قيم المقاومة النوعية الكهربائية .
- تم التوصل من خلال العلاقات المرسومة بين نسب تواجد الجبس في التربة المنطقة أعلاه إلى أن نوع هذه العلاقات يرتبط باحتواء التربة على نسبة من المحتوى الرطوبي فيها، أذ نلاحظ ومن المنحني المرسوم بين نسب تواجد الجبس في التربة وقيم المقاومة النوعية الحقيقية حصول نقصان في قيم المقاومة النوعية في الطبقة الرابعة مع زيادة نسبة الأملاح الجبسية الموجودة فيها نتيجة زيادة المحتوى الرطوبي في التربة .

المصادر :

المصادر العربية :

١_إبراهيم ،آزاد عمر (١٩٨٥)دراسة تكتونوستراتكرافية لألجزاء الجنوبية من قطاع الطيات البسيطة في العراق رسالة ماجستير غير منشورة ،كلية العلوم ،جامعة الموصل ١٢١ص .

٢_الجبوري ،منيف محجوب (١٩٩٥)المسح الجذبي لمنطقة عطشان ونو يقط غرب الموصل ..رسالة ماجستير غير منشورة ،كلية العلوم جامعة الموصل ١٠٢ص .

٣_الديوه جي ،بسام (٢٠٠١)دراسة لنشوء وتطور شبكة الوديان عامة والوديان العمياء والكارستية خاصة في جبل شيخ إبراهيم شمال غرب الموصل /العراق .المجلة العراقية لعلوم الأرض ،المجلد ، ١العدد ، ٢ص . ٢٢ _ ١١

٤_الشيخ ،زهير داؤد والجبوري ،منيف محجوب (١٩٩٧)التركيب السطحي لجبل عطشان ٧٨غرب الموصل من المعطيات الجذبية -مجلة علوم الرافدين ،المجلد ، ٩العدد ، ١ص _ ٥٦

٥_العاني ،جاسم محمد وداؤد ،يعقوب نوح (١٩٩٢)دراسة رواسب العصر الرباعي والتتابع الصخري باستخدام طريقة المسح العمودي للمقاومية النوعية الكهربائية -شمال غرب الموصل .مجلة الجمعية الجيولوجية العراقية ،المجلد ، ٢٦العدد ، ٢ص . ١٥ _ ١الكاظمي ،جاسم ،سازكيان وفاروحان (١٩٩٦)خارطة العراق التكتونية -الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ،بغداد .

٦_الكبيسي ،قصي ياسين (٢٠٠١)الصفات الهيدروليكية لمكمن الجريبي الجبري شمال الموصل .المجلة العراقية لعلوم ألارض ،المجلد ، ٢العدد ، ٢ص . ١٨ ٢٤

٧_المشهداني ،عبد العظيم محمود (٢٠٠٠)أدلة جيوفيزيائية للتراكيب تحت السطحية لمنطقة الجزيرة غرب العراق ،أطروحة دكتوراه غير منشورة ،كلية العلوم ،جامعة الموصل ٢٢١ ،ص

٨_ضيائي أوغلو ، مصطفى محمد أنور)١٩٨٣(دراسة تحليلية للمعطيات الجهدية لمنطقة طوز خرماتو – كفري . رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية العلوم ، جامعة الموصل ص١١٧

٩_عليان ، يونس جاسم)١٩٩٥(مسارات جذبية استطالعية عبر طيتي بعشيقة ومقلوب –شمال العراق . رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية العلوم ، جامعة الموصل ، ١٠٧ ص .

١٠_عمر ، عبد هلال عامر)١٩٨٥(التحليل التكتوني للظواهر الخطية في شمال العراق باستخدام معلومات التحسس النائي. رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية العلوم ، جامعة بغداد ، ٢١٩ ص .

١١_(متعب ، مروان)١٩٩٣(تقييم وتطبيق تقني ثنائي القطب في التحريات الموقعية . مجلة هندسة الرافدين ، المجلد ١ العدد ١ ، ص ٥٠ – ٥٩ .

١٢_(متعب ، مروان)٢٠٠٠(إضافات جديدة حول جيولوجية منطقة الموصل في ضوء التحري الجيوكهربائي. أطروحة دكتوراه غير منشورة ، كلية العلوم ، جامعة الموصل ، ص١٦٣

المصادر الأجنبية:

1-Kadhimy, J., Abass, M.J & Fattah, A.S. (1984) Gravity map of Iraq. .State Organization for Minerals lib., Baghdad, Unpub

2-Al-Mubarak, M.A. & Youkhana, R.Y. (1976) Regional geological ,mapping of Al-Fatha- Mosul area. Geosurv. Baghdad, Unpub

3- Al-Naqib, S.Q. & Aghwan, T.A. (1992) Sedimentological of the study. clastic units of the lower fars formation, Journal of the Geological Society of Iraq, Vol. 26. No. 20, p. 108-121

4-Al-Sayyab, A. & R.Valek, (1968) Pattern and general properties of the gravity field of Iraq. 23rd International Geological .Conference, Czechoslovakia. Vol. 5. P

5-Bhattacharya, P.K. & Partra, H.P. (1968) Direct Current Geoelectric Sounding. Elsevier Publishing Company. .Amesterdam, p. 135.

6- Billings, M.P. (1972) Structural Geology, 3rd Eddetion. By. Prentice Haal, Inc. Englewood cliffs, New Jersey, p. 606.

8-Dittmar, V., Afanasive, J., Brioussou, B., & Shaban, S. (1971) Geological conditions & hydrocarbone prospects of the Republic of Iraq (Northern & Central parts). Technoexport, USSR.

9-Frohlic, R.K., Fisher, J.J. and Summerly, E. (1996) Electric. Hydraulic conductivity correlation In fractured

crystalline. Bedrock of central landfill, Rhode Island. USA. Applied ,Geophysics, Vol. 35, p. 249-259.

10 Geosurv. (1997) Composit lithological section of Alan &. Atshan anticlines State Organization for Minerals, Baghdad.

11 Geovision. (2004) Resistivity methods, Internet review Elsevier Science, Amesterdam.

12 Griffiths, D.H. &

King, R.F. (1981) Applied Geophysics for Geologists & Engineers. Pergamon Press, Oxford, U.K., p. 230.

13 Jassim, S.Z., Karim, A.A., Basi, M.A., Al-Mubarak, M. & Munir, J., (1984), Final report on the regional