دراسة طبيعة المكمن المائي في حوض لمنطقة الدراسة بين مدينة طوزخورماتو وقرية بيرأحمد باستخدام طريقة الجس الكهربائي العمودي (VES)

حسن شهباز زين العابدين[1] ، صبار عبدالله صالح[1] ، سلمان زين العابدين خورشيد[2]

[1] قسم علوم الارض التطبيقية ، كلية العلوم ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

[2] قسم علوم الارض ، كلية العلوم ، جامعة بغداد ، بغداد ، العراق

الملخص

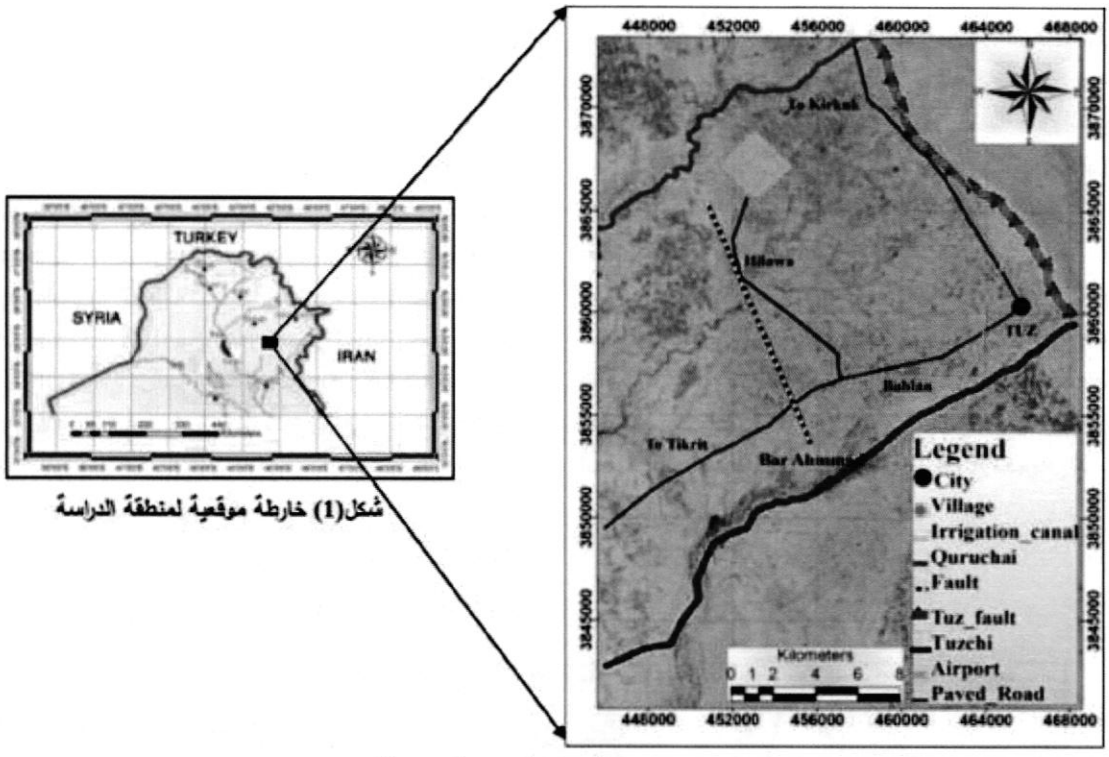
تشغل منطقة الدراسة مساحة ($311m^2$) ضمن الحدود الإدارية لمحافظة صلاح الدين ما بين مدينة طوزخورماتو شرقاً ومدينة تكريت غرباً ، وتنحصر بين احداثيات (448000 – 468000) شرقا و(3870000 – 4500038)شمالاً . تضمنت هذه الدراسة تطبيق طريقة الجس الكهربائي العمودي بترتيب شلمبرجر المتناظر في (25) نقطة موزعة على اربعة مسارات كهربائية. كما ورسمت منحنيات المقاومة النوعية الظاهرية من البيانات الحقلية وتم تفسيرهانوعياً من خلال دراسة طبيعة المنحنيات الكهربائية وصنفت الى (12) نوعاً ،بعد ذلك فسرت المنحنيات الحقلية تفسيراً كمياً بطريقة النقطة المساعدة وبأسلوب إيبرت (Ebret method) لإيجاد قيم المقاومة النوعية والسمك للأنطقة الكهربائية، بعدها فسرت منحنيات الجس تفسيراً آلياً ببرنامج الحاسوب (IPI2win) بأسلوب التفسير المعكوس.

تم ايجاد قيم الناقلية للخزان من نتائج الضخ الاختباري في (4) ابار ضمن منطقة الدراسة والقريبة من نقاط الجس الكهربائي العمودي ومن ثم ايجاد قيم التوصيلة الهيدروليكية (K) للخزان ، كما وحدد اتجاه حركة المياه الجوفية في منطقة الدراسة والتي تكون من جهة الشمال الشرقي الى الجنوب الغربي . وضعت عدة علاقات تجريبية بين المعاملات الجيوكهربائية والمعاملات الهيدروليكية، وهذه العلاقات استخدمت لإيجاد قيم الناقلية (T) مباشرة من تعويض قيم المقاومة المستعرضة (ρt) للخزان وايضا استخدام هذه المعادلات لإيجاد قيم التوصيلة الهيدروليكية من المقاومة النوعية للخزان في منطقة الدراسة او اي منطقة اخرى بشرط ان تكون لها ظروف جيولوجية وهيدروجيولوجية مشابهة لمنطقة الدراسة .

المقدمة

يعد الماء شريان الحياة الذي يدخل في معظم مستلزمات الحياة اليومية للإنسان، وفي ظل تطور الشعوب وازدياد حاجة السكان الى الماء اصبح من الضروري البحث عن وسائل متطورة ورخيصة الكلفة لاستخدامها في التحري عن المياه الجوفية التي تعد واحدة من مصادر المياه المهمة خصوصا في المناطق التي تتوافر فيها المياه السطحية او البحيرات او العيون او الينابيع. وقد لعبت الطرائق الجيوفيزيائية دورا مهما في هذا المجال حيث استخدمت منذ الثلاثينيات للتحري عن المياه الجوفية ، ومن بين هذه الطرائق طريقة المقاومة النوعية الكهربائية التي تعد من أهم الطرائق الجيوفيزيائية في هذا المجال [1] ، حيث استخدمت بشكل واسع في التحريات الهيدروجيولوجية العامة منها وصف الطبقات الحاملة للمياه الجوفية مثل: تحديد سمكها، وعمقها ، وامتداداتها [2] ، وتعيين مستوى المياه الجوفية ونوعية المياه [3] .

تقع منطقة الدراسة ضمن الحدود الإدارية لمحافظة صلاح الدين بين مدينةطوزخورماتو شرقاً ومدينة تكريت غرباً ، حيث تبعد عن مدينة طوز حوالي (15)كم غرباً وتبعد عن مدينة تكريت حوالي (110) كم شرقاً حيث تم تحديدها بالاعتماد على مسقط ماركيتر المعدل (UTM) ضمن نطاق (38) وتنحصر بين الاحداثيات (448000 – 468000) شرقا و(3870000 – 3845000)شمالاً شكل (1) . تحدد هيدروجيولوجياً منالشمال نهر قور ي جاي ومن الشرق فالق طوز ، كما يحدها من الجنوب نهر آق صو ومن جهة الغرب نهر زغيتون.



شكل(1) خارطة موقعية لمنطقة الدراسة

شكل(1) خارطة موقعية لمنطقة الدراسة

لقد حظيت منطقة الدراسة بالعديد من الدراسات الإقليمية التي ضمتها ولكنها كانت عامة كما ان هناك دراسة تضمنت أجزاء من منطقة الدراسة ، كدراسة [4] لتقييم الظروف الهيدروليكية لمكامن الجوفية باستخدام الطريقة الكهربائية ، ودراسة قامت بها [5] [6]،[7] اشار كل من في دراستهم الى تقييم الظروف الهدروجيولوجية و نوعية المياه الجوفية للحوض،و حددوا حركة المياه الجوفية ومناطق التغذية و التصريف ، ودرسوا هيدوركيميائية المياه الجوفية للمناطق الملوثة ومصادر التلوث ، وحددوا اتجاه حركة المياه الجوفية من المناطق الشمالية الشرقية باتجاه المناطق الجنوبية الغربية.

يستهدف البحث الحالي الى :-

1- تحديد الطبقات الحاملة للمياه الجوفية في منطقة الدراسة وذلك بالاعتماد على نتائج الجس الكهربائي العمودي وباستخدام طريقة المقاومة النوعية الكهربائية – ترتيب شلمبرجر المتناظر.

2- تحديد سمك وامتداد الخزانات الحاملة للمياه الجوفية.

3- رسم المقطع الجيوكهربائي وتحديد التركيب التحت سطحي للمسار ات الكهربائية في المنطقة .

4- دراسة العلاقات بين قياسات المقاومة النوعية الكهربائية والخواص الهيدروليكية .

جيولوجية وهيدرولوجية منطقة الدراسة

إن أهم التكاوين الجيولوجية المنكشفة في المنطقة هي تكوين الفتحة ذو تأثير فعال في نوعية المياه الجوفية نظرا لاحتوائه على صخور ملحية، ولذلك يعد هذا التكوين مصدرا للأملاح المذابة وبكميات كبيرة للمياه السطحية والجوفية . اما تكوين انجانة فيمتاز بطبقات صماء حيث تعد أقل تشجيعاً كطبقات حاوية على الماء ، ويليه تكوين المقدادية فهي من اهم الخزانات الجوفية في المنطقة . تستغل الابار الأهلية والآبار الحكومية التي هي قيد الانجاز التي تتركز معظمها في المناطق السهلية للأغراض الزراعية والشرب علاوة على استغلال بعض منها للأغراض الصناعية لغسل الحصى والرمل [8]، شكل (2) .

تكتونياً : تقع منطقة الدراسة ضمن التقسيم الفيزوغرافي المسمى بنطاق الطيات الواطئة (Foothill zone) حزام (حمرين– مكحول) العائد للرصيف غير المستقر(Unstable Shelf) حسب تصنيف [9]، والمتأثرة بالحركات الألبية ، وتتضمن وجود طية حمرين وطية بلكانة المحدبتين الواقعتين ضمن هذا نطاق . من خلال المشاهدات الحقلية التي تشير الى وجود فالق تحت سطحي في منطقة الدراسة وتحديدا في قرية حليوةويعتقد بأن لها تأثيراً على خواص الخزانات في المنطقة كما إنه كان سبباً في صعود المياه الجوفية وحدوث ظاهرة الرشح السطحي (النزيز) إلا أنه لم تجرى دراسات لتحديد وجود هذا الفالق .

جمع المعلومات الحقلية

تم القيام بجولة استطلاعية للمنطقة قبل بداية العمل الحقلي وذلك بتاريخ 2012/11/16 ، كان الغرض منها تحديد ومعرفة الحدود الطبيعية للمنطقة وبيان طوبوغرافية وجيومورفولوجية المنطقة ومطابقة الخارطة الجيولوجية مع الواقع اما بقية خطوات العمل الحقلي فقد أنجز في الدراسة الحالية على جانبين :-

1- الجانب الهيدروجيولوجي

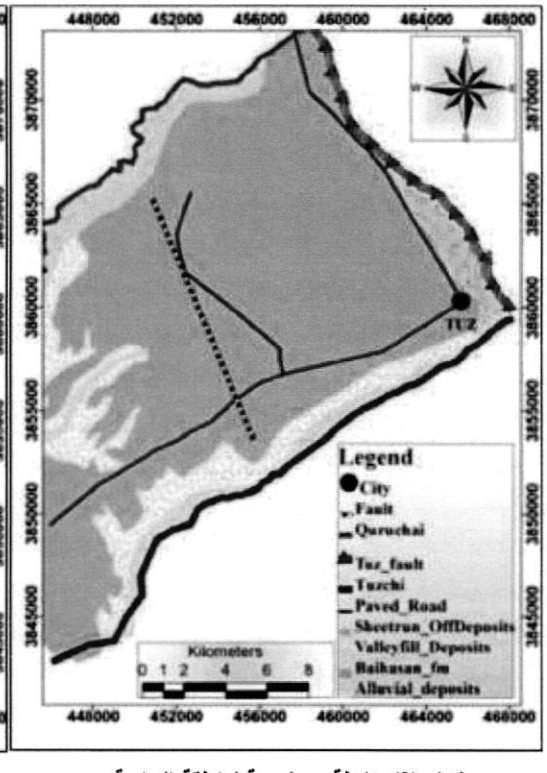
بدأ العمل الحقلي بتاريخ 2012/11/20 واستمر لمدة شهر، حيث تم مسح (160) بئر او نقطة مائية ضمن منطقة الدراسة مع جمع (32)

نموذج مائي من الآبار العميقة والضحلة حيث تم اخذ قنية من الماء من كل بئر.

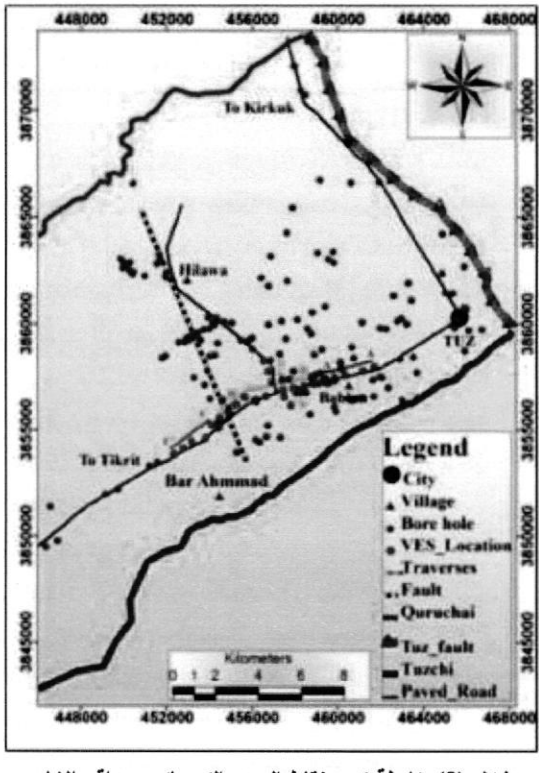
كما تم تحديد مواقع النمذجة المائية بواسطة جهاز (GPS) والمتمثلة بالآبار الأنبوبية العميقة والمتوسطة العمق والآبار الضحلة ثم قياس المستويات الاستقرارية والبيزومترية في الآبار بواسطة جهاز (Sounder) وا إسقاط مواقع الآبار المختارة وعددها (160) بئراً على الخارطة الموقعية للمنطقة شكل (3) ، مع إجراء الفحوصات على النماذج المائية المأخوذة من الابار لغرض معرفة مجموع الاملاح الذائبة (TDS) في كل نموذج والايصالية الكهربائية (EC) ،وإجراء عملية الضخ الاختباري لاربعة ابار ضخ ومراقبة انخفاض المنسوب مع الزمن في اربعة ابار الاخرى .

2- الجانب الجيوفيزيائي

أنجز هذا الجانب خلال مدة فصل الربيع وللفترة من (2012/12/15-12/7)وخصوصاً بعد فترات سقوط الامطار وتم اجراء مسح كهربائي عمودي (VES) بتطبيق طريقة المقاومة النوعية الكهربائية – ترتيب شلمبرجر، كما تم تحديد إحداثيات وارتفاعات نقاط الجس بوساطة جهاز تحديد المواقع الأرضية (GPS). وزعت نقاط الجس الكهربائي العمودي والبالغ عددها (25) موزعة على (4) مسارات جيوكهربائية وهي (AA') ، (BB') ، (CC') ، (DD') ،وبمسافة (500m) بين نقطة وأخرى ، تقع معظم نقاط الجس الكهربائي بالقرب من الابار المحفورة حديثا في المنطقة منها ابار اهلية واخرى ابار حكومية. وبلغ عدد القياسات للمقاومة النوعية الظاهرية في كل نقطة (36) قياس وبلغ الحد الاعلى للمسافة (AB) بين قطبي التيار (500 m) والمسافة (MN) بين قطبي الجهد (40m) ، ويوضح الشكل (3) خارطة لمنطقة الدراسة مبينا عليها المسارات ونقاط المسح الكهربائي العمودي ومواقع الابار .



شكل (2) خارطة جيولوجية لمنطقة الدراسة



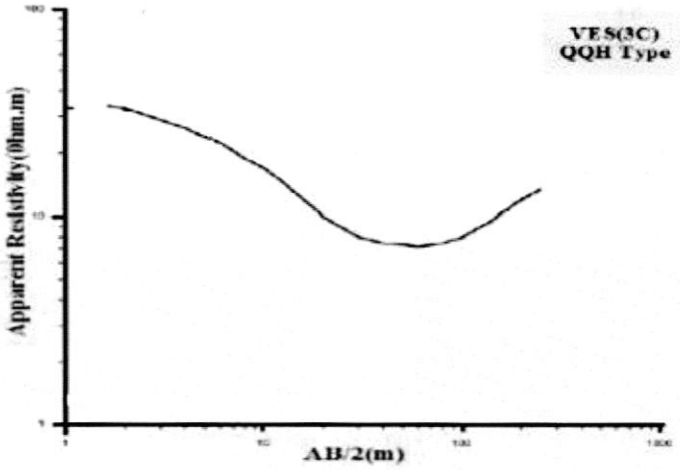
شكل (3) خارطة تبين نقاط الجس الكهربائي ومواقع الابار

تفسير نتائج الجس الكهربائي العمودي

ان الهدف من استخدام الطرائق المختلفة في عملية تفسير منحنيات المسح الكهربائي العمودي بطريقة المقاومة النوعية الكهربائية هو تحديد قيم مقاومة وسمك الأنطقة الكهربائية المختلفة تحت السطح ، وربط نتائج التفسير ومقارنتها مع المعلومات الجيولوجية والهيدروجيولوجية المتوافرة عن منطقة الدراسة لغرض دراسة صفات مكامن المياه الجوفية الموجودة وخواص الصخور وتغايرها عموديا وافقيا لمعرفة الوضع تحت السطحي بصورة دقيقة [10], [3], [11] . يتم في التفسير النوعي ، تصنيف المنحنيات الحقلية إلى مجاميع اعتماداً على أشكالها. يوفر هذا الأسلوب تقييماً أولياً لقيم المقاومة النوعية وعدد الأنطقة الكهربائية والسطوح الفاصلة ، إذ يمكن تقدير هذه المعلومات لأي منطقة بمجرد النظر لأشكال المنحنيات الحقلية ومن ثم تصنيفها الى مجاميع مختلفة، وبالاعتماد على هذه المجاميع

يمكننا الخروج بصورة واضحة عن التراكيب الجيولوجية والمميزات الهيدروجيولوجية للمنطقة [12] .

تم دراسة (25) نقطة جس كهربائي الموزعة على اربعة مسارات كهربائية، شكل (4) ، ومن ثم صنيفت المنحنيات الكهربائية اعتماداً على أشكالها إلى (12) نوعاً (QHA, HKH, KQH, QQQ, QHK, HAA, KHA HQ, HKHK, QH, QHKA, HK) وبالاستفادة من الخارطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة، والتتابع الطبقي للآبار المحفورة في المنطقة تم تفسير طبيعة التغير في المقاومة النوعية للترسبات خصوصاً في نقاط الجس الكهربائي القريبة من هذه الآبار .



شكل (4) يوضح نوع المنحني QQH لنقطة الجس (3C) ونموذجا لبقية نقاط الجس

تبين من الفحص النوعي للمنحنيات الكهربائية اختلافات عدة في قيم المقاومة النوعية في المنطقة اذ اعطت بعض النقاط قيمة عالية للمقاومة النوعية للنطاق الاول ، ويعزى ذلك إلى مكوناتها المتباينة من المواد المختلفة الجافة فضلاً عن تأثرها بعملية سقي المزروعات التي ادت الى زيادة رطوبة التربة ونقصان مقاومتها النوعية في النطاق الثاني، بالنسبة الى النطاقين الثالث والرابع فتميزت بقيمة متوسطة الى واطئة للمقاومة النوعية الذي يمثل الخزان الجوفي ومكونة من ترسبات الحصى الخشن والرمل الناعم العائدة الى ترسبات تكوين المقدادية، كما يلاحظ أيضا قلة المقاومة النوعية للترسبات في بعض المواقع وزيادتها في مواقع اخرى ويرجع سبب ذلك الى اختلاف في نسب ترسبات الحصى والرمل والطين فيها، واختلاف مجموع الأملاح المذابة (TDS) في المياه الجوفية كما يستدل على ذلك من معلومات الابار المتوافرة في المنطقة .

مقاطع المقاومة النوعية الكهربائية

رسمت اربعة مقاطع كاذبة في هذه الدراسة للمسارات الكهربائية وجميعها موضحة في الشكل (3) ، ('AA) ، ('BB) ، ('CC) ، ('DD) ، باستخدام برنامج الحاسوب (IPI2WIN) اذ تراوحت المسافة الفاصلة بين الاقطاب (AB/2) بين (1.5m –250m) وتم ربطها مع جيولوجية المنطقة وكذلك من المعلومات المستحصلة من الابار القريبة من نقاط الجس .

- المقطع (A'-A) تم رسم هذا المقطع الذي يمر بنقاط الجس الكهربائية الاتية (1A, 2A, 3A, 4A, 5A) والذي يمتد بموازاة الشارع الذي يربط بين مدينة طوزخورماتو وقرية (بير أحمد) كما هو موضح في الشكل (5) . ويمكن ملاحظة ما يلي :-

1- اختلاف كبير في قيم المقاومة النوعية الظاهرية للترسبات بشكل عام وكذلك عدم تجانس خطوط تساوي المقاومة النوعية الظاهرية تحت النقاط الكهربائية التي تعكس بصورة عامة تأثير عدسات من الرواسب حيث نلاحظ ارتفاع في قيم المقاومة النوعية الظاهرية تحت النقطة (2A) بسبب وجفاف الطبقة السطحية ، كما وتنخفض قيم المقاومة النوعية الظاهرية اسفل النقطة (3A) ثم يستمر الانخفاض بصورة ملحوظة باتجاه النقطتين (4A,5A)وصولاً الى اقل القيم . ويمكن ايضا ملاحظة اسفل النقطة الكهربائية الرابعة (4A)و الخامسة (5A) وجود عدسة من الترسبات وانخفاض المقاومة النوعية الظاهرية نتيجة وجود كمية من الغرين والرمل وقليل من الحصى ، وتبدأ المقاومة النوعية الظاهرية بالارتفاع مع زيادة العمق ونلاحظ وجود إنغلاقات في الخطوط الكنتورية ، وكما يمكن أن نلاحظ عند أعماق (AB/2=80-140m) تقارب قيم المقاومة النوعية الظاهرية واستمرارها جانبيا تحت جميع النقاط مما يشير الى امتداد وتجانس الترسبات تحتها .

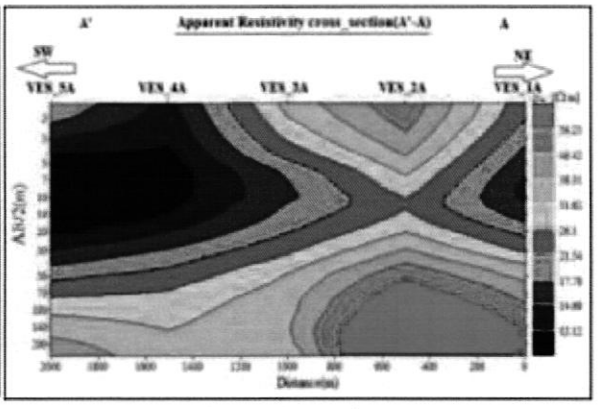
- المقطع (B'-B) رسم هذا المقطع على امتداد المقطع السابق وبنفس الاتجاه كما هو مذكور أعلاه ويمر بالنقاط التالية (1B, 2B, 3B, 4B, 5B, 6B, 7B, 8B, 9B, 10B)، من خلال فحص هذا المقطع شكل (6)يمكن الخو ج بالملاحظات الاتية :-

1- أظهرت جميع النقاط ارتفاع في قيم خطوط تساوي المقاومة الظاهرية قرب السطح بسبب التربة السطحية الجافة وتباين خواص الترسبات واختلاف درجات الرطوبة فيها ماعدا النقطتين (1B, 9B) اللتان تتميزان بقيم منخفضة جداً بسبب وجود ترسبات الحصى او ملوحة المياه الجوفية السطحية او كونها مناطق زراعية فضلاً عن

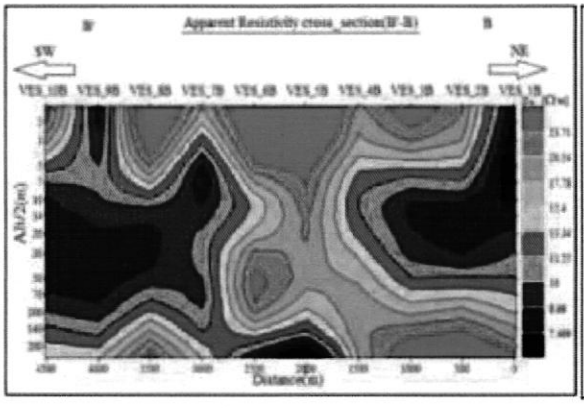
ISSN:1813 – 1662

تأثير المواد الكيميائية المضافة اليها اما بالنسبة الى النقطة (9B) فان انخفاض المقاومة فيها يكون بسبب فالق تحت سطحي في تلك النقطة . ثم تنخفض قيم المقاومة تدريجياً مع العمق خصوصاً عند الاعماق (AB/2=6-140) في جميع النقاط ماعدا النقطتين (5B, 6B) اللتان تستمر المقاومة في ارتفاع مع زيادة العمق ثم ينخفض مع وصول العمق الى (AB/2=160) فما فوق .

2- ظهور تموجات في خطوط تساوي المقاومة الظاهرية في معظم النقاط عند معظم مسافات النشر، وسبب هذا التموج في القيم قد يكون بسبب الاختلاف في سمك الطبقة المشبعة بسبب إزاحات الفوالق التحت السطحية . كما تم ملاحظةوجود العدسات وا ,نغلاقات في قيم خطوط تساوي المقاومة الظاهرية مشيراً بذلك الى وجود بعض التغيرات التي قد تدل على وجود تغير في الصخارية أو الملوحة أو وجود تراكيب تحت سطحية (فوالق) او وجود ترسبات الحصى والرمل وقليلاً من الطين والغرين فضلاً عن تشبعها بالمياه الجوفية معزي ذلك الى انخفاض قيم المقاومة فيها وبخلاف ذلك وجود عدسات تمتلك قيم مقاومة عالية .

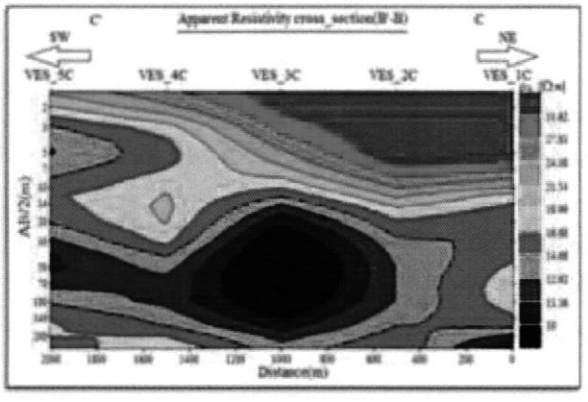


شكل (5) مقطع المقاومة النوعية الظاهرية عبر المسار(A'-A)

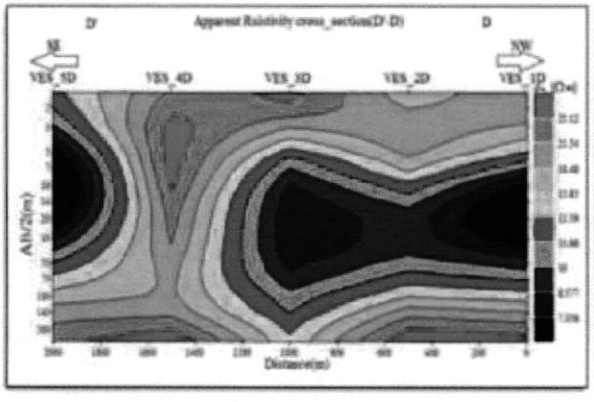


شكل (6) مقطع المقاومة النوعية الظاهرية عبر المسار(B'-B)

إما المساران (CC') و(DD') اللذان يمران بالنقاط الكهربائية (1C, 2C, 3C, 4C, 5C) و(1D, 2D, 3D, 4D, 5D) على التوالي فقد لوحظ من الشكلين (7) و(8) وجود تباين كبير في المقاومة النوعية الظاهرية ووجود الانغلاقات الكنتورية وعدم استمرار الخطوط جانبيا على طول المسارين مما يشير الى وجود تغيرات جانبية ماعدا المسار (C'-C) الذي يستمر فيه الخطوط عند مسافة النشر (1.5 m الى 20m)وتمتد جانبياً على طول المقطع، إذ يدل ذلك على الوصول إلى الطبقة المشبعة بالمياه الجوفية كما يدل أيضاً على وجود تجانس في قيم المقاومة النوعية ضمن المسار الواحد قد يكون سببه سيطرة مقاومة الماء في الخزان ، كما نلاحظ تشابه هذا المقطعين مع المقطعين السابقين (B'-B) (A'-A) من حيث وجود العدسات والتموجات والانغلاقات في خطوط تساوي المقاومة الظاهرية والتي تدل على عدم التجانس في قيم المقاومة الظاهرية او بسبب الاختلاف في سمك الطبقة المشبعة وكذلك بسبب إزاحات الفوالق تحت السطحية .



شكل (7) مقطع المقاومة النوعية الظاهرية عبر المسار(C'-C)



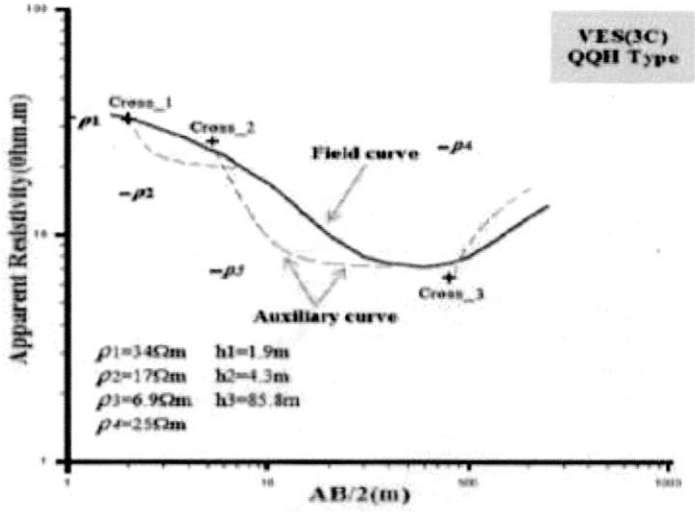
شكل (8) مقطع المقاومة النوعية الظاهرية عبر المسار(D'-D)

التفسير الكمي

بعد اجراء عملية التصحيح والتنعيم (Smoothing) يصبح المنحني الحقلي جاهزاً للتفسير الكمي ، اذ ان الهدف من التفسير الكمي للقيم المستحصلة من المسح الكهربائي العمودي هو تحديد سمك ومقاومة الطبقات المختلفة واستخدام هذه النتائج من خلال ربطها مع المعلومات المتوفرة من الآبار والدراسات الجيولوجية الأخرى[13] ,[14] وذلك للحصول على الصورة الجيولوجية الكاملة لمنطقة البحث . تم رسم منحنيات المقاومة النوعية الكهربائية يدوياً باستخدام طريقة التطابق

ISSN:1813 – 1662

الجزئي للمنحني (Partial Curve matching) اسلوب ايبرت ، وفرت هذه الطريقة تفسيرا مبدئيا للمنحنيات الكهربائية بالحصول على المقاومة النوعية وسمك الطبقات وتم اعتمادها والاستفادة من نتائجها بوصفه تفسيراً أولياً عند استخدام برامج الحاسوب . يظهر الشكل(9) مثالاً لنتائج تفسير المنحنيات الكهربائية لمنطقة الدراسة وباستخدام هذه الطريقة .



شكل (9) يوضح التفسير بطريقة إيبرت لنقطة الجس (3C)

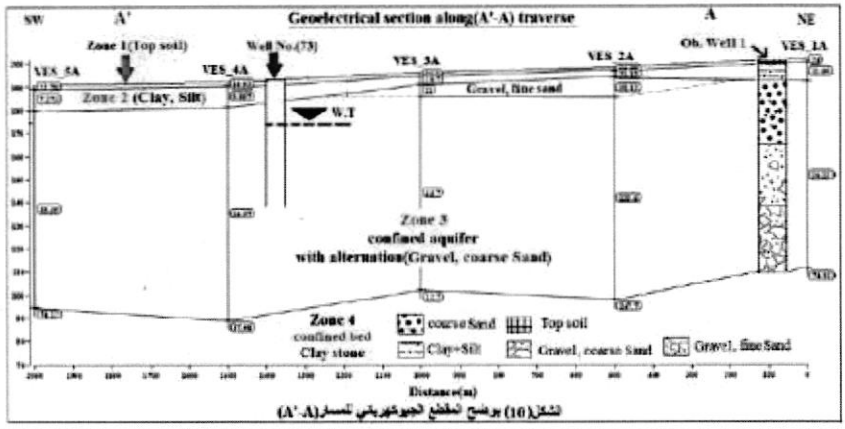
المقاطع الجيوكهربائية في منطقة الدراسة

تتألف المقاطع الجيوكهربائية من تتابع لأنطقة أفقية (Zones) وكل نطاق له سمك ومقاومة نوعية تحت كل نقطة جس كهربائي ، ويعتبر الجس الكهربائي العمودي أفضل طريقة لرسم هذه المقاطع والمتمثلة باتجاهين ، حيث يكون الاتجاه العمودي ممثلاً لسمك الأنطقة أما الاتجاه الأفقي فيمثل المسافة بين نقاط القياس. وتكون هذه المقاطع مفيدة في تحديد التغيرات الأفقية والعمودية في قيم المقاومة النوعية فضلاً عن إن أهمية دراسة هذه المقاطع في التطبيقات الهيدروجيولوجية تبرز في تتبع الطبقات الحاملة للمياه الجوفية ومعرفة امتدادها وتمييزها عن الطبقات الأخرى [15] ، تم رسم اربعة مقاطع جيوكهربائية عبر المسارات وبالاعتماد على نتائج التفسير اليدوي وهي كالآتي :-

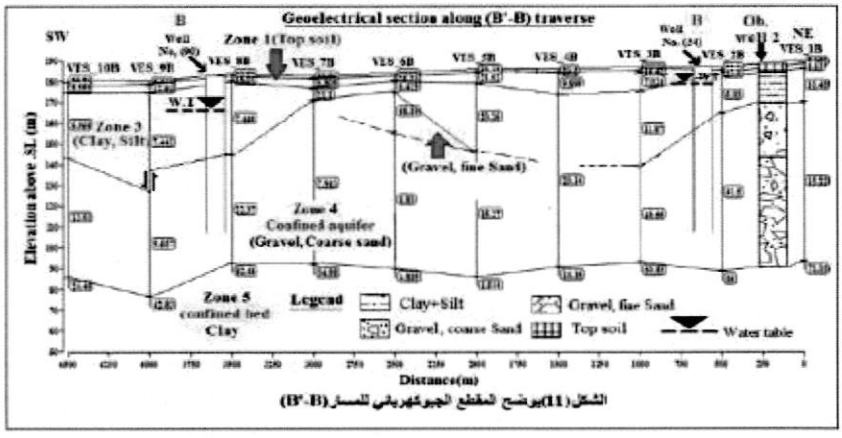
• المقطع الجيوكهربائي (À-A) :- رسم المقطع الجيوكهربائي الاول عبر المسار(A'-A) الذي يمر بالنقاط الكهربائية الاتية وهي (1A, 2A, 3A, 4A, 5A) على التوالي حيث يكون نقطة جس (1A) القريبة من البئر(Ob.Well 1) ، الشكل(10) ، يمثل النطاق الاول التربة السطحية الذي يتميز بمقاومة نوعية عالية نسبيا وسمك متغيران على طول المسار وتعتمد فيه المقاومة النوعية على مقدار رطوبة التربة ونوع مكوناتها وتباين خواصها، اما النطاق الثاني فيتألف من ترسبات غرينية وطينية رطبة العائدة الى ترسبات العصر الرباعي ، اما النطاق الثالث فيمثل الخزان الجوفي في المنطقة وهو من النوع الشبه المحصور، وذلك بسبب وجود طبقة طينية غرينية يحدها من الاعلى ومتمثلة بالنطاق الثاني ، يتألف هذا النطاق بصورة عامة من ترسبات الحصى والرمل ومواد طينية رابطة العائدة الى ترسبات تكوين المقدادية، والتي تم تحديدها بالاعتماد على مقطع الطباقي لبئر المراقبة رقم (Well1) .

• المقطع الجيوكهربائي للمسار(B'-B) :- يمر هذا المسار بعشرة نقاط جس كهربائي كما موضح بالشكل (11) .

ينقسم النطاق الاول إلى نطاقين ثانويين، النطاق الأول يمثل نطاق التربة الغرينية السطحية الجافة ذات المقاومة العالية ، أما النطاق الثاني فيمثل نطاق التربة السطحية ذات المقاومة المنخفضة، ان سبب الاختلاف في قيم المقاومة بالنسبة الى النطاقين الثانويين ضمن نطاق الاول يعود الى اختلاف درجات الرطوبة والجفاف في النطاقين، وتباين خصائص التربة. اما النطاق الثاني فيتألف من ترسبات طينية وغرينية و العائدة للعصر الرباعي (Quaternary) والتي تكون بحد ذاتها طبقة حاصرة (Confined bed) تحد الخزان الجوفي من الأعلى الا ان وجود الغرين يجعلها شبه نفاذة بالتالي فان ظروف الخزان الجوفي يكون محصور الى شبه محصور، اما بالنسبة الى النطاق الثالث يتألف من طبقات متعاقبة من الحصى والرمل الناعم والخشن التي تمثل ترسبات تكوين المقدادية والتي تمثل في نفس الوقت الخزان الجوفي في منطقة الدراسة، إن تواجد المياه الجوفية أدى إلى خفض قيم المقاومة النوعية فيه،نظراً للدور الذي تلعبه الاملاح (كبريتات الكالسيوم ($CaSO_4$)) في التوصيل الكهربائي. كما نلاحظ أن هناك ارتفاعاً في قيم المقاومة النوعية عند نقاط الجس (2A, 3A) ، وذلك لتواجد المياه الجوفية العذبة استناداً الى دراسة [4] .



الشكل(10) يوضح المقطع الجيوكهربائي للمسار(A'-A)

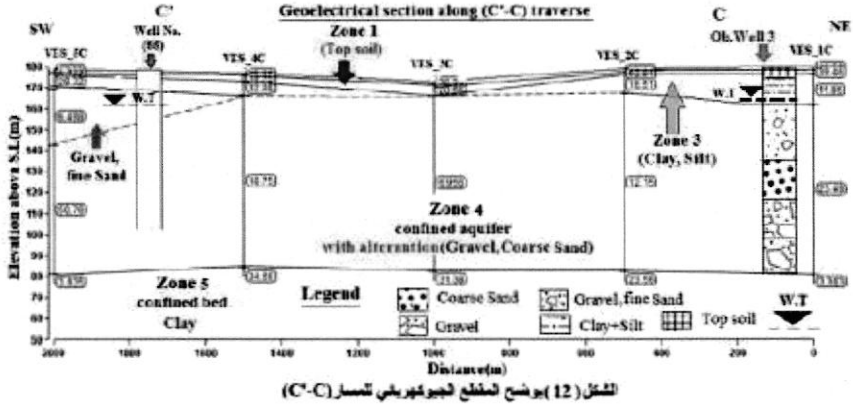


الشكل(11)يوضح المقطع الجيوكهربائي للمسار(B'-B)

المقطع الجيوكهربائي للمسار (C'-C)

يمر هذا المسار بخمسة نقاط جس كهربائي كما موضح بالشكل (12)، وعند دراسة المقطع نلاحظ ما يلي :-

ينقسم النطاق الاول كهربائياً إلى نطاقين ثانويين، الاول تمثل التربة السطحية ذات المقاومة النوعية العالية، بينما مثل النطاق الثانوي الثاني نطاق التربة السطحية ذات المقاومة النوعية متوسطة الى واطئة، إن سبب ارتفاع وانخفاض قيم المقاومة النوعية في نطاق التربة السطحية بشكل عام ناتج عن اختلاف درجات الرطوبة والجفاف ، اما النطاق الثاني يتكون من رواسب طينية وغرينية العائدة الى ترسبات العصر الرباعي وقيم المقاومة النوعية المنخفضة . في حين مثلّ النطاق الثالث الخزان الجوفي في ظروف الخزان المحصور الى شبه محصور بسبب تواجد الغرين مع الطين في الطبقة التي تحد الخزان الجوفي من الاعلى يتألف هذا النطاق من ترسبات الحصى والرمل الخش العائدة الى ترسبات تكوين المقدادية ، إذ تتراوح قيم المقاومة فيه من قيم عالية الى منخفضة (50.76 – 5.96 Ωm) ويعزى هذا التغير في القيم إلى تغير ملوحة المياه الجوفية حيث تنخفض قيم المقاومة النوعية بسبب زيادة الأملاح الناتجة من تفاعل المياه الجوفية بالترسبات المحيطة بها فضلاً عن تواجد المياه الجوفية العذبة الذي يكون سبباً في ارتفاعهانسبياً .

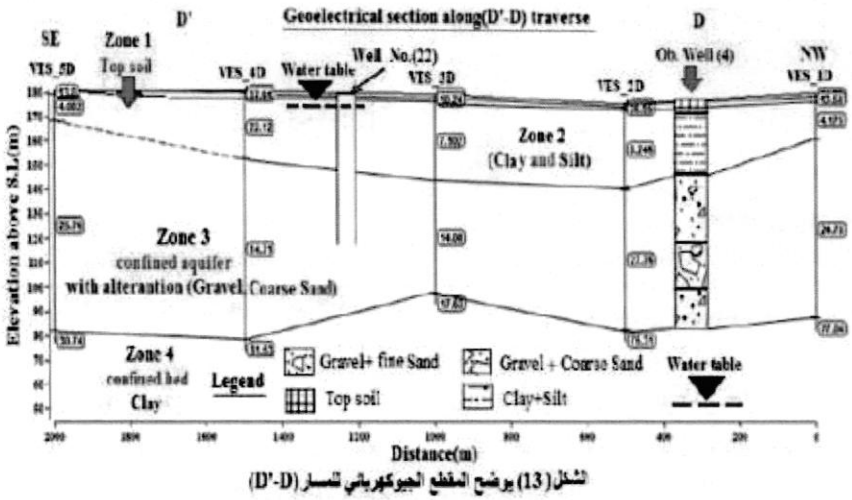


الشكل(12)يوضح المقطع الجيوكهربائي للمسار(C'-C)

المقطع الجيوكهربائي للمسار (D'-D)

يمر هذا المسار بخمسة نقاط جس كهربائي الشكل (13) وعند دراسة المقطع يمكن ملاحظة ما يلي :-

يقسم النطاق الاول إلى نطاقين ثانويين ، الأول يمثل التربة الغرينية السطحية ذات المقاومية العالية، أما النطاق الثانوي الثاني فقد مثل فيها نطاق التربة السطحية ذات المقاومية المنخفضة ان سبب هذا الفرق هو تباين خصائص التربة ، هذا في حين يمثل النطاق الثاني في جميع نقاط الجس الكهربائي بطبقة من الطين والغرين العائدة لترسبات العصر الرباعي ذات المقاومية متوسطة الى الواطئة، اما النطاق الثالث يمثل هذا النطاق الخزان الجوفي في المنطقة بظروف الخزان شبه المحصور وذلك لوجود طبقة طينية وغرينية التي تحد الخزان الجوفي من الأعلى حيث ترتفع فيه قيم المقاومة النوعية ، إذ تراوحت ما بين (27.76 – 14.08 Ω.m) . إن هذا الارتفاع في قيم المقاومة النوعية يدل على قلة ملوحة المياه الجوفية في هذا النطاق ، حيث يتألف هذا النطاق من ترسبات الحصى والرمل الخشن تمثل ترسبات تكوين المقدادية ، كما تم تحديد مستوى المياه الجوفية في هذا النطاق بالاستعانة ببعض الآبار القريبة من نقاط الجس ومقاسة فيه عمق المياه الجوفية حقلياً علماً بأن عمق المياه المقاس من البئر لا يتطابق مع ما استخرج بالطريقة الكهربائية لان المياه في معظم الابار محصور لذا عند حفر الابار يرفع مستوى المياه من الخزان الى الاعلى بسبب انحصار الماء في الخزان الجوفي ، حيث قيست عمق في قسم من الابار اثناء الحفر ووجد بعمق (39m) وبعد الحفر ترفع الماء الى حد (18m) .



شكل (13) يوضح المقطع الجيوكهربائي للمسار (D'-D)

ملوحة المياه الجوفية

تم حساب المقاومة النوعية للمياه الجوفية (ρw) في منطقة الدراسة بالاعتماد على نتائج قياس التوصيلية الكهربائية في دائرة الموارد المائية في قضاء طوز لنماذج مائية مأخوذة من الابار المحفورة فيها وقد استخدمت قيم التوصيلية الكهربائية (EC) بوحدات (µmhos/cm) في الحصول على المقاومة النوعية للمياه الجوفية بوحدات (Ω.m) من المعادلة الآتية :-

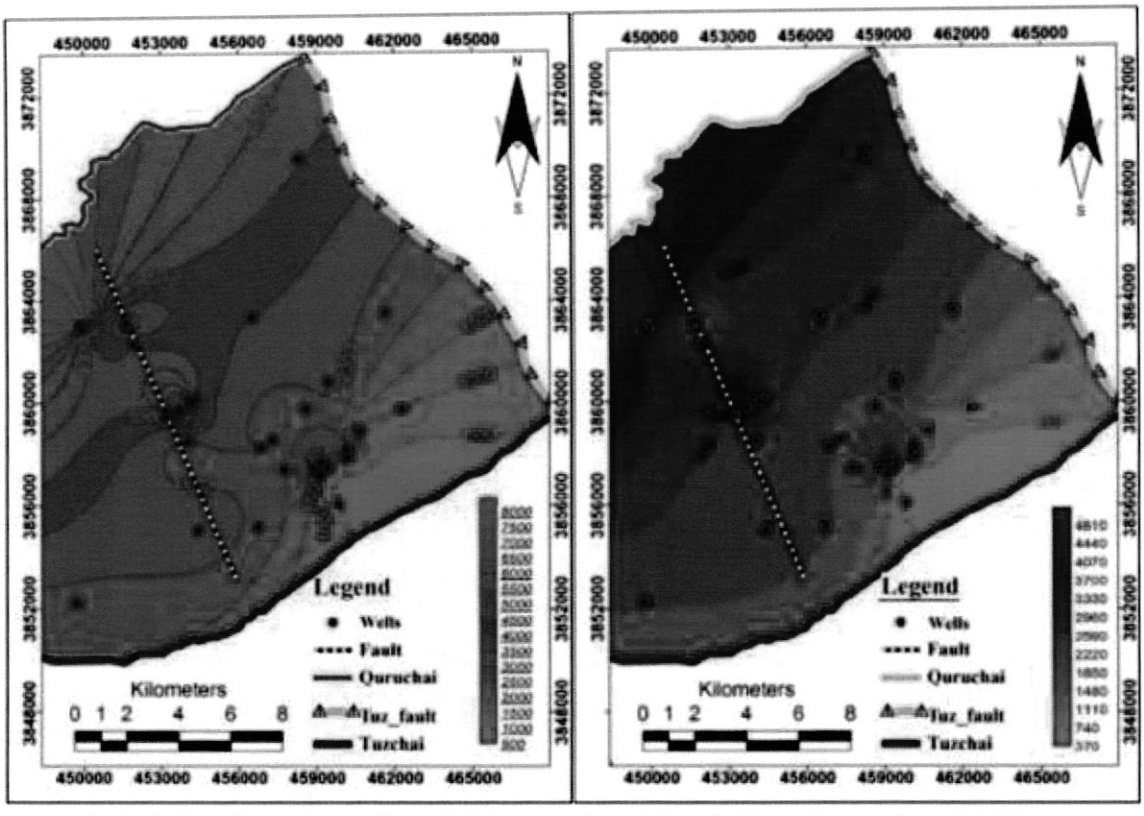
$$\rho w = \frac{10000}{EC} \quad \text{.....(1)}$$

وبالاعتماد على العلاقة الاساسية بين التوصيلية الكهربائية للمياه وكمية الاملاح المذابة فيها والمذكورة في [16] تم استخراج قيم مجموع الاملاح الذائبة (TDS) في منطقة الدراسة، من المعادلة (2) ، كما تم رسم خارطتين للمياه الجوفية مثلت الخارطة الأولى مجموع الأملاح الذائبة الكلي (TDS) والأخرى تمثل خارطة التوصيلية الكهربائية والموضحة في الشكلين (14) و (15) على التوالي .

$$TDS = \frac{6400}{\rho w} \quad \text{.....(2)}$$

بصورة عامة نلاحظ بان قيم ال (TDS وEC) تزداد من الجهة الجنوبية الشرقية الى الجهة الشمالي الغربية من منطقة الدراسة مع وجود ارتفاع في بعض المناطق متمثلة بمنطقة الفالق إذ لوحظ أن قيم الـ (TDS وEC) تزداد كلما اقتربنا من هذه منطقة وتحديداً في قرية حليوة التي لاحظنا فيها ظاهرة الرشح السطحي والتي سجلت اعلى قيم لكل من الملوحة والتوصيلية الكهربائية نستنتج من ذاك بأن الفالق يساهم بشكل كبيرة في زيادة ملوحة المياه الجوفية نتيجة اختلاط مياه الخزان الرئيسي والمتمثلة بتكوين المقدادية مع مياه التكوينات الواقعة أسفل منه والذي يكون على الأرجح من تكوين الفتحة أو من خزاناً ثانوياً ضمن تكوين المقدادية فضلا عن اسباب اخرى مثل اضافة الفلاحين الاسمدة الكيمياوية للمحاصيل الزراعية . كما نلاحظ من الخارطتين أن هناك انخفاضاً في قيم ال(TDS,EC) في الجزء الجنوب الشرقي لمنطقة الدراسة خصوصاً عند بداية المسار (A'-A) والسبب قد يعود الى وجود طبقات تمتلك مسامية كبيرة والتي تعمل على تنقية المياه الجوفية أثناء مرورها من خلالها مقللاً بذلك ملوحة المياه الجوفية في تلك الجزء من منطقة الدراسة . عند مقارنة تراكيز الأملاح الذائبة للمياه الجوفية لحوض منطقة الدراسة مع التصانيف المعدة لغرض تقييم النموذج المائي مثل تصنيف [17] وتصنيف [16] وتصنيف [18] وتصنيف [19] تم تصنيف المياه الجوفية في معظم منطقة الدراسة على أنها من نوع (Slightly brackish water) .

ISSN:1813 – 1662



شكل(14) خارطة توزيع الأملاح الذائبة الكلية (TDS)

شكل(15) خارطة توزيع التوصيلية الكهربائية (EC)

حساب مسامية الطبقة الجوفية المشبعة

تعرف المسامية على انها النسبة بين الحجم الفراغات الى حجم الكلي للصخرة او الراسب، وفي ويعبر عن المسامية (Ø) بالمعادلة التالية حيث ان :

V_v=حجم الفر اغات في الصخرة الراسب بوحدة (cm^3) .

V_T= الحجم الكلي للصخرة أو الراسب بوحدة (cm^3) .

$$\emptyset = \frac{V_v}{V_T} 100 \ldots\ldots\ldots (3)$$

تم حساب المسامية باستخدام قانون ارشي [20] ، حيث في البداية تم حساب قيمة المقاومة النوعية للمياه الجوفية في منطقة الدراسة (ρw) من مقلوب قيمة التوصيلية الكهربائية (EC) المقاسة من العينات المائية للآبار القريبة من نقاط الجس الكهربائي (VES) أو بأخذ المعدل بين الآبار عند وقوع أيّ ة نقطة بين أكثر من بئر واحد من خلال المعادلة الاتية:-

Resistivity *(ohm.m)* = 10^4 / Electrical conductivity *(microS/cm)*.....(4)

كما استخدمت قيم المقاومة النوعية الكهربائية للطبقة المشبعة بالمياه الجوفية لحساب معامل التكوين (F) والذي تم حسابه من خلال المعادلة التالية حيث ان :-

$$F = \rho_F / \rho w \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

ρ_F: المقاومة النوعية للخزان الجوفي بوحدة(Ω.m)

Pw: المقاومة النوعية للماء الجوفي بوحدة (Ω.m)

ونظرا لعدم توافر نماذج لبابية من الآبار الموجودة في المنطقة فقد تم اختيار قيم مناسبة للثوابت (a ، m) حيث (a = 1) و (m=1.5) بوصفه تقديراً مناسباً للصخور غير المتماسكة وبالاعتماد على دراسات سابقة ذات ترسبات مماثلة كما ورد في [21],[4]. وتم حساب قيم المسامية من المعلومات المذكورة اعلاه وباستخدام القوانين التالية ، حيث بلغ معدل العام للمسامية (31.56%):-

$$(\varphi)^m = \frac{a}{F} \quad \text{or} \quad \varphi = \sqrt[m]{a / F} \ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

$$\varphi\% = \sqrt[1.5]{1 / F} * 100 \ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

تم رسم خارطة لتوزيع قيم المسامة في منطقة الدراسة ومتمثلة بالشكل (16) حيث نلاحظ ان هناك انخفاض في قيم المسامية في الجزء الجنوبيو الجنوبي الشرقي تم تزداد قيم المسامية باتجاه الشمالي الغربي و باتجاه منطقة الفالق، حيث نلاحظ في المناطق التي تزداد فيها قيم المقاومة النوعية للطبقة المشبعة انخفاض في قيم المسامية ، بينما تزداد المسامية في الأجزاء التي تقل فيها المقاومة النوعية للطبقة المشبعة .

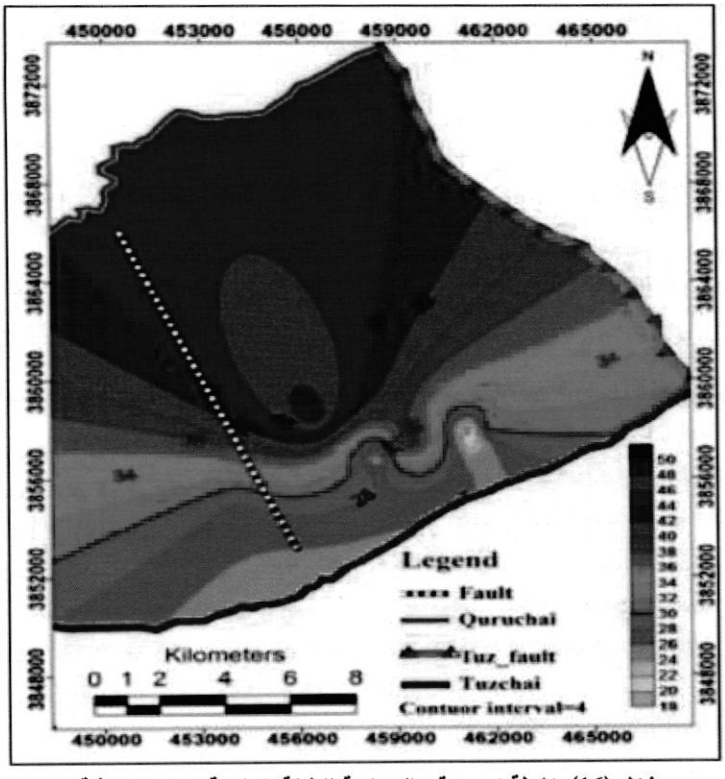
(5- 5) اتجاه حركة المياه الجوفية ومناسيبها

اعتمادا على النتائج النهائية لتفسير نقاط الجس الكهربائي العمودي والمتمثلة بالمقاطع الجيوكهربائية المستنتجة من الدراسة تم تعيين ارتفاع منسوب الطبقة الحاملة للمياه الجوفية نسبة إلى مستوى سطح البحر في جزء من منطقة الدراسة والتي هي على طول المسارات الثلاثة (A`-A) (B`-B) (C`-C)، ولا يمكن إعمام هذا المستوى

ISSN:1813 – 1662

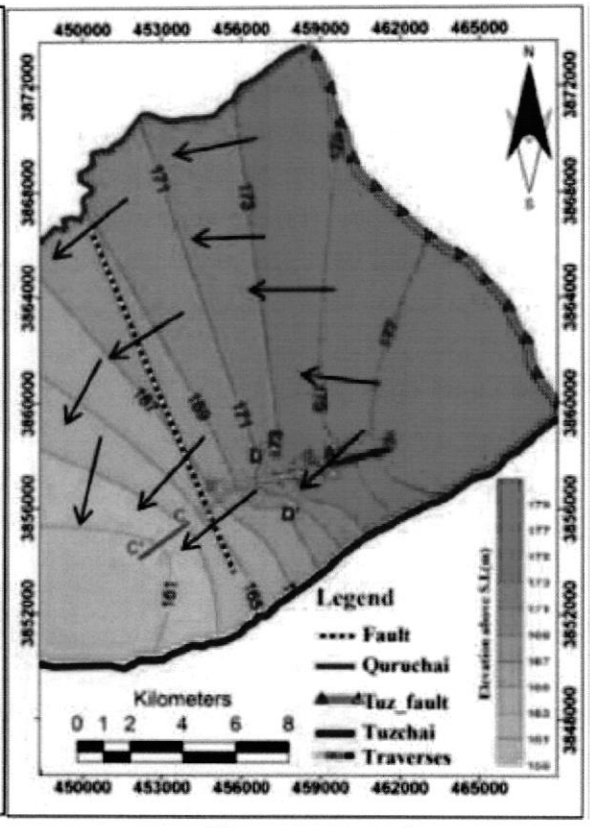
على جميع منطقة الدراسة كما موضح شكل (17) . حيث تراوح معدل ارتفاع منسوب المياه الجوفية المستحصلة من المقاطع الجيوكهربائية في منطقة الدراسة بين (178.5–160) متر فوق مستوى سطح البحر ويكون الارتفاع في الجزء الشرقي والشمال الشرقي اكبر مما هو في الجنوب الغربي وكما في خارطة تساوي ارتفاع الطبقة المشبعة بالمياه الجوفية عن مستوى سطح البحر شكل (17) . تم حدد اتجاه حركة المياه الجوفية من الخارطة المذكورة آنفا حيث يكون اتجاهها بشكل عام من الشمال الشرقي الى الجنوب الغربي أي باتجاه انخفاض القيم ويكون هذا الاتجاه بشكل عام متوافقا مع الاتحدار العام للمنطقة .

وبالاعتماد على معلومات مناسيب المياه الجوفية من الابار الموجودة في المنطقة التي تم دراستها تم رسم خارطة ارتفاع مناسيب المياه الجوفية في منطقة الدراسة شكل (18) حيث يتراوح ارتفاع منسوب المياه الجوفية نسبة الى مستوى سطح البحر بين (131 – 204 m) ، من خلال ملاحظة هذه الخارطة تبين ان اتجاه العام للمياه الجوفية قد أخذ اتجاه الاتحدار العام للمياه الجوفية بسبب ارتفاع المنطقة وانخفاضها بالاتجاه العام لحركة المياه الجوفية، إذ المعروف عن المياه الجوفية أنها تجري من المناطق المرتفعة باتجاه المناطق المنخفضة . عند مقارنة هذه الخارطة شكل (17) مع خارطة ارتفاع سطح الطبقة المشبعة بالمياه الجوفية، شكل (18) ، يتبين لنا بان اتجاه حركة المياه الجوفية في كلتا الخارطتين تكون متوافقة وبنفس الاتجاه، وهذا يعتبر دليلاً على نجاح طريقة المقاومة النوعية الكهربائية في تحديد مستوى المياه الجوفية وحركتها في منطقة الدراسة، من خلال التوافق الكبير في اتجاه حركة المياه الجوفية الذي أظهرته الخارطة المرسومة بالاعتماد على نتائج المسح الكهربائي والاتجاه الذي أظهرته الخارطة المرسومة من معلومات الآبار .

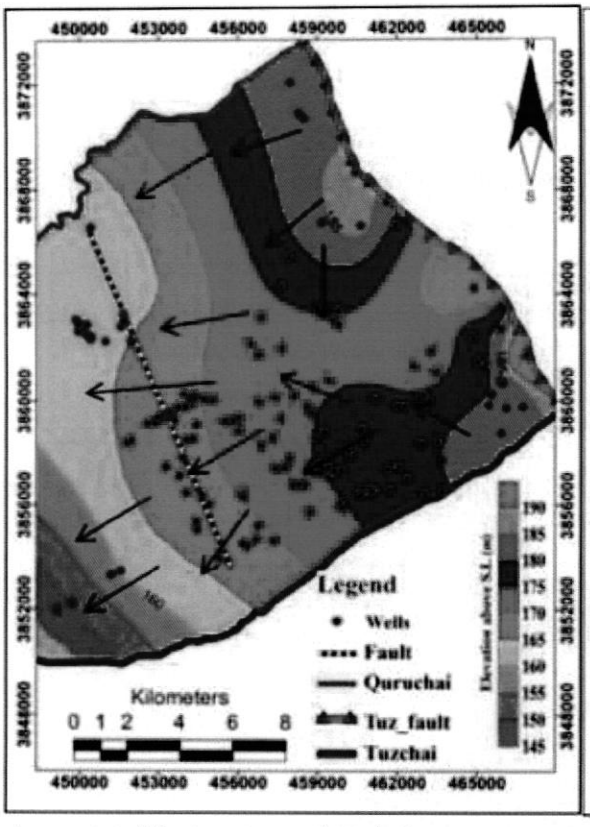


شكل (16) خارطة توزيع قيم المسامية للطبقة المشبعة بالمياه الجوفية

ISSN:1813 – 1662



شكل (17) خارطة مناسيب المياه الجوفية وحركتها من معلومات المسح الكهربائي



شكل (18) شبكة جريان المياه الجوفية واتجاه حركتها

العلاقات الارتباطية والخواص الهيدروليكية

العلاقة بين المسامية للخزان والمقاومة النوعية للطبقة الجوفية

رسمت العلاقة بين قيم المسامية للخزان الجوفي وقيم المقاومة النوعية المحسوبة من التفسير الكمي ، شكل (19) وتم استنباط العلاقة الارتباطية بينهما وبمعامل الثقة يساوي :-

(R^2=0.028)

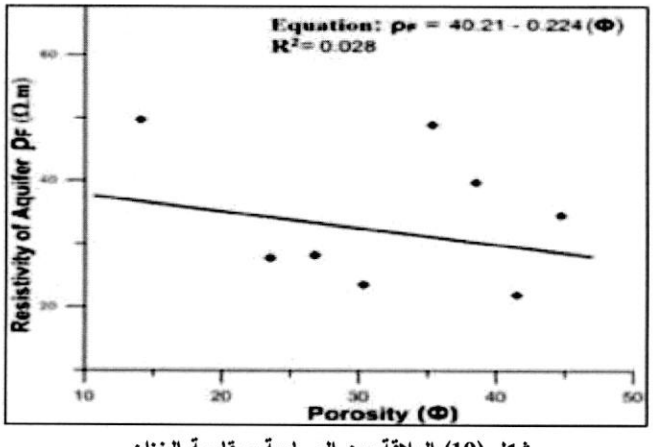
Equation: $\rho_F = 40.21 - 0.224\ (\varphi\%)$.....(8)

العلاقة بين معامل التكوين (F) والتوصيل الهيدروليكي (K)

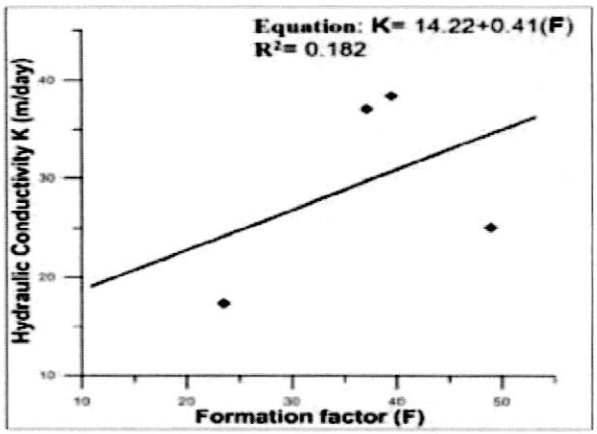
تم ايجاد علاقة بين التوصيل الهيدروليكي (K) ومعامل التكوين (F) في منطقة الدراسة وذلك من حساب المقاومة النوعية الكهربائية للنطاق المشبع لأربعة نقاط كهربائية تقع بالقرب من الابار التي اجريت لها الضخ الاختباري سابقا وباستخدام قيمة المقاومة النوعية للمياه الجوفية عند كل بئر تم ايجاد معامل التكوين لهذه النقاط وقورن مع التوصيل الهيدروليكي للنطاق المشبع والمحسوب من الضخ الاختباري ، وقد نتجت العلاقة الموضحة في شكل (20) .

(R^2=0.182)

Equation: K=14.22 + 0.41(F).....(9)



شكل (19) العلاقة بين المسامية ومقاومة الخزان



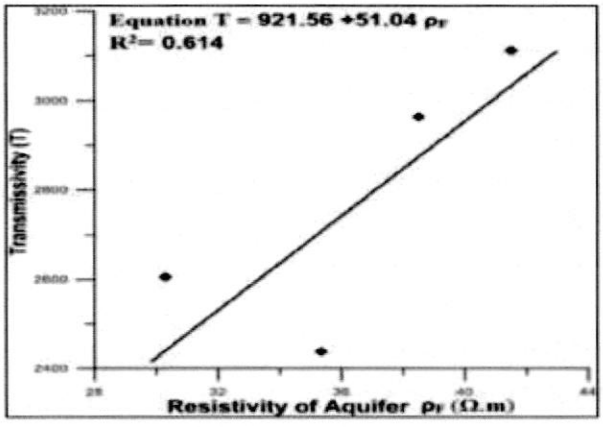
شكل (20) يوضح علاقة معامل التكوين بالتوصيل الهيدروليكي

العلاقة المقاومة النوعية (ρ_F) بالناقلية (T) في المكمن الجوفي

قورنت قيم الناقلية في المنطقة الدراسة والمحسوبة من تحليل نتائج الضخ الاختباري مع المقاومة النوعية المحسوبة في النقاط الكهربائية الواقعة قرب الآبار، وقد تم التوصل الى العلاقة الموضحة في شكل (21) وهي بالصيغة الآتية :-

$R^2 = 0.614$

Equation: $T = 921.56 + 51.04\ (\rho_F)$.....(10)



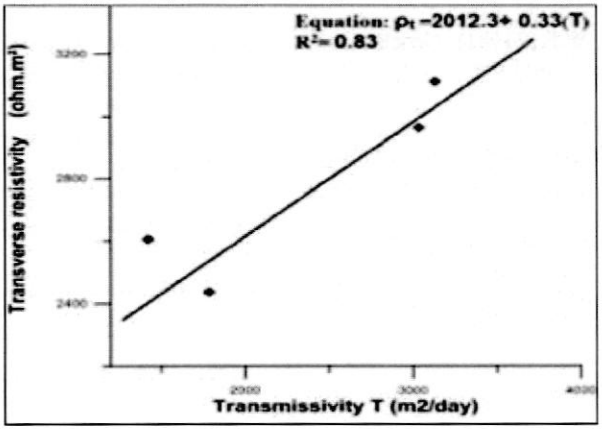
شكل (21) العلاقة بين المقاومة النوعية بالناقلية

العلاقة المقاومة النوعية المستعرضة بالناقلية في المكمن الجوفي

استخدمت قيم المقاومة النوعية المستعرضة والناقلية في رسم العلاقة والتي تبين بأنها علاقة طردية خطية كما موضح في الشكل (22)، وقد وجد بأنهما يرتبطان بالمعادلة التالية وبمعامل الثقة .

$R^2 = 0.83$

Equation: $\rho t = 2012.3 + 0.33(T)$.....(11)



شكل (22) علاقة المقاومة النوعية المستعرضة بالناقلية

ISSN:1813 – 1662

الاستنتاجات

يمكن تلخيص أهم الاستنتاجات التي تم التوصل اليها في هذه الدراسة وكما يلي :-

1- ان الدراسة الهيدرولوجية بينت بان الخزان الجوفي في تكوين المقدادية هو التكوين الرئيسي في منطقة الدراسة .

2- بينت نتائج التفسير النوعي للمنحنيات الحقلية الكهربائية وجود (12) نوعاً من المنحنيات الحقلية الكهربائية وهي (QHA, HKH, KQH, QQQ, QHK, HAA, KHA, HQ, HKHK, QH, QHKQ، HK) ووضحت هذه الانواع طبيعة التغير التدريجي في قيم المقاومة النوعية الظاهرية للترسبات مع العمق ، مما يعكس التغيير في سمك ترسبات الاطيان والرمال والحصى تحت سطح الارض واختلاف الصفات الفيزيائية لها فضلاً عن وجود او عدم وجود المياه الجوفية .

3- اعطت معظم النقاط الكهربائية اربع طبقات فضلا عن وجود خمس وست طبقات في قسم من النقاط .

4- أدى وجود طبقة الغرين في النطاق الثاني التي تحد الخزان الجوفي الرئيسي من الاعلى الى تغير ظروف الخزان من الخزان المحصور الى شبه المحصور .

5- تراوح منسوب مستوى المياه الجوفية في المنطقة ما بين (204m-131) فوق مستوى سطح البحر، والذي يزداد في الجزء الشمالي الشرقي للمنطقة، ثم تنحدر المناسيب باتجاه وسط منطقة الدراسة مع نقصان في عمق المياه الجوفية وتحديداً في منطقة الفالق حيث سجلت اقل القيم لمناسيب للمياه الجوفية مقارنة ببقية المناسيب المقاسة في أجزاء مختلفة من منطقة الدراسة، وبذلك نستنتج بان حركة المياه الجوفية في المنطقة الدراسة تكون من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي. كما بلغ المعدل المسامية في منطقة الدراسة (34%) .

6- زيادة ملوحة المياه الجوفية والإيصالية الكهربائية وقيم المسامية بنفس الاتجاه، أي باتجاه الشمال والشمال الغربي. كما إن للفالق المحلي أثر كبير على زيادة الملوحة في وسط المنطقة نتيجة اختلاط مياه الخزان الرئيسي على طول مستوي الفالق مع مياه التكوينات الواقعة أسفله والتي تكون على الأرجح من تكوين الفتحة أو من خزان ثانوي ضمن تكوين انجانة.

7- تم الوصول الى العديد من العلاقات الرياضية بين المتغيرات الموجودة في هذه الدراسة وهي كالاتي:-

1- العلاقة بين مقاومة الخزان (ρ_F) والمسامية ($\varphi\%$).
Equation: $\rho_F = 40.21 - 0.224\ (\varphi\%)$.

2- العلاقة بين التوصيلية الهيدروليكية (K) ومعامل التكوين (F)
Equation -3: $K=14.22 +0.41(F)$.

3- العلاقة بين الناقلية (T) ومقاومة الخزان (ρ_F)
Equation : $T =921.56 + 51.04\ (\rho_F)$.

4- العلاقة بين الناقلية (T) المقاومة المستعرضة (ρt) .
Equation: $\rho t =2012.3 + 0.33(T)$.

التوصيات

1- إجراء دراسات هيدرولوجية تهتم بإدارة المياه الجوفية لغرض استغلالها بشكل امثل لكون منطقة الدراسة من المناطق الزراعية حيث يعتمد بشكل رئيسي على المياه الجوفية في عمليات سقي المزروعات.

2- عدم استغلال المنطقة الواقعة قرب موضع الفالق المحلي في حفر آبار جديدة وذلك زيادة ملوحة المياه الجوفية فيها .

3- تنفيذ نقاط جس كهربائي إضافية في المناطق التي لم يصل اليها النقاط الجس المنجزة في الدراسة الحالية، وربطها مع النتائج المستحصلة من هذه الدراسة لاكتمال الصورة الجيولوجية والهيدرجيولوجية في المنطقة .

4- حفر أبار الضخ وأبار مراقبة قريبة من بعضها البعض في منطقة الدراسة لغرض اجراء تجارب الضخ الاختباري بطريقة القياسية وربطها مع الدراسة الحالية .

5- إجراء دراسة جيوفيزيائية في قرية حليوة للتأكد من وجود الفالق تحث سطحي وتحديد نوعه في منطقة الدراسة .

المصادر

1- Kosinski, W.K. and Kelly, W.E., (1981): Geoelectric soundings for predicting Aquifer properties. Groundwater 19, 163–171.

2- Zohdy, A. A. R., (1965): The auxillary point method of electrical sounding interpretation and its relationship to Dar Zarrouk parameters. Geophysics .Vol. 30. No. 4. PP 644-660.

3- Zohdy, A.A.R. (1974): A computer program for the automatic interpretation of Schlumberger sounding curves over horizontally stratified media. U.S. Dept. of Commerce, National Technical information Service, Springfield, U.S.A., 1-31.

4- الربيعي، حسنين محمد جاسم(2009): تطبيق طريقة المقاومة النوعية الكهربائية للدراسات الهيدروجيولوجية في منطقة طوزخورماتو، رسالة ماجستير، قسم علوم الارض ، كلية العلوم/ جامعة بغداد، 120ص .

5- Khdair, H. A., Mohamed, N. A. and Abdullah, N. Y., 2000. "Hydrogeologic Investigation of Tuz Kurmatu", Dijla Company of the studies and design of irrigation projects, Iraq.55p.(In Arabic).

6-Al-Hamdani, J. A. J. M. (2009): Hydrochemical Effect of Groundwater Due to Irrigation and Drainage Projects in Tawuq Sub-Basin, University of Baghdad College of Science, 115p.

7- أحمد، حميد سعيد والجبوري، حاتم خضير صالح (2005): دراسة هيدروجيولوجية وهيدروكيميائية لمنطقة لوحة سامراء (NI-38-6) مقياس 1:250000، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، (تقرير داخلي)، 91 ص.

8- Araim, H.I, and Ahmed, H.S (1980): Ground – water regional study in the Adhaim river basin with emphasis on the plain area .Geol. Surv. Min. Invest D.G. Baghdad, Iraq, Report. No. 1049.

9- Buday, T. and Jassim, S. Z., (1987). The Regional Geology of Iraq . Tectonism Magmatism and Metamorphism, Publ. of GEOSURV, Baghdad. Vol. 2, p. 352.
10- Bhattacharya, P. K. and Patra, H. P., (1968): Direct current geoelectric sounding, Elsevier Publishing Company PP 131.
11- Griffiths, D. H., and King, R. f., (1981): Applied Geophysics for Geologist and Engineers, Pergamon Press, Second Edition, 223P.
12- Van Overmeeren, R. A., (1989): Aquifer Boundaries Explored by Geophysical Measurements in the Coastal Plain of Yamen, A Case of Equivalence, Geophysics, Vol. 54, No. 1, PP 38- 48.
13- Ghoush, D.P. (1971): The application of linear filter theory to the direct interpretation of geoelectrical resistivity sounding measurements. Geophys Prosp, v. 19: 192-217.
14- Koefoed, O. (1979): Geosounding Principles, 1. Resistivity Sounding Measurements (New York, NY, Elsevier Scientific Pub. Co.), pp. 276.
15- Flathe, H., (1955): Possibilities and limitation in applying geoelectrical methods to hydrogeological problems in the coastal area of the north west Germany. Geophys. Pros., Vol. 14, PP195-206.
16- Todd. D.K, (1980): Ground water hydrology. John Wiley Inc ., New-York, 336 p.
17- Altoiviski, M. E., (1962): Handbook of hydrogeology , Gosgeolitzdat, Moscow, USSR, (in Russian), 614P.
18- Klimentove, p. p., (1983): General Hydrology, Mir. Pub., Moscow (English translation), 239 P.
19- Freeze, R.A. and Cherry, J.A. (1979): Groundwater, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 604 pp.
20- Archie, G. E., (1942): The electrical resistivity log as an aid in determining some reservoir characteristic. Trans. Am. Inst. Min. Eng., Vol. 146, PP 54-62 .
21- Kosinski, W.S., (1978): Geoelectrical studies for predicting aquifer properties. Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of master of science in civil and environmental engineering. University of Rhode Island. Rhode Island. Kingston. USA .

Study of the aquifer nature in study area basin between Tuz Khurmato and Ber ahmmad villege using Vertical Electrical Sounding (VES)

Hasan shhabaz Zain – Alabdin[1] , Sabbar Abdullah Salih[1] , Salman Z. Khorshid[2]
[1]*Department of Applied Geology , Colleage of Science , University of Tikrit , Tikrit , Iraq*
[2]*Department of Geology , Colleage of Science , University of Bagdad , Bagdad , Iraq*

Abstract
The studied area comprises (311km²) within Salahaddin Governorate between Tuz Khurmato East and Tikrit West between (448000 – 468000) East and (3870000 – 3845000) North, The current study includes applying the vertical electric sounding (VES) by using Schlumberger configuration, the measurements of apparent resistivity measured in (25)VES points in located area, along four electric profiles, The apparent resistivity curves of field data were drawn and interpreted qualitatively. The nature of the curves are grouped into twelve categories, Then the curves were interpreted quantitatively by Auxiliary point method using Ebret method to find out the values of quantitative resistivity and thickness of the electrical zones. After that, the sounding curves were interpreted automatically by the computer program using (IPI2win) applying the Inverse interpretation method. The estimated values of Transmissivity (T) in aquifer by using pumping tset results in (4) wells within study area which is near of VES point while hydraulic conductivity (K) values of aquifer has been found from Transmissivity (T) values of aquifer, the movement of direct ground water was limited in study area which was from(north - east) to (south – west). Many empirical relations have been put between the geoelectrical parameters, and the Hydraulic parameters, and using estimated Transmissivity (T) and hydraulic conductivity (K) can be estimated from resistivity(ρ) or transverse resistivity (ρt) relations or any extracted relations in this study can be applied .
Keywords: VES , Apparent resistivity , Groundwater , Hydrogeologic characters , Geoelectrical sections .