هيدروجيولوجية منطقة الحمدانية في ضوء الاستكشاف الجيوكهربائي

د.نبيل حميد الصائغ	د.زهير داؤد الشيخ	يوسف فرنسيس اقليمس
مركز بحوث السدود والموارد	قسم علوم الأرض	مركز بحوث السدود والموارد
المائية/جامعة الموصل	جامعة بغداد	المائية / جامعة الموصل

الملخص

يتناول البحث دراسة جيوكهربائية لمنطقة الحمدانية شرق مدينة الموصل. حيث أظهرت الدراسة وجود أربعة أنطقه كهربائية تمثل تكوينات جيولوجية مختلفة.

بينت نتائج الجس الكهربائي وبمقارنتها مع معلومات الآبار في المنطقة بأن المياه الجوفية تتواجد في صخور تكوين الانجانة وما فوقها لغاية غطاء التربة حيث يشكل هذا التكوين الخزان الجوفي الرئيس في المنطقة. إن هذا الخزان يعتبر خزاناً غير محصور، وان حركة المياه الجوفية تكون من الشمال والشمال الشرقي نحو الجنوب والجنوب الغربي باتجاه نهر دجلة ومتماشيا مع طبوغرافية المنطقة.

Hydrogeological study of Hamdania area in the light of geoelectrical investigation

N. H. Al-Saigh	**Z. D. Al-Shaikh**	**Y. F. Eclimes**
Dams and Water Resources Research Centre, Uni. of Mosul	**Dept. Of Geology Uni. of Baghdad**	**Dams and Water Resources Research Centre, Uni. of Mosul**

ABSTRACT

A geoelectrical study of the Hamdania area, east of Mosul city, indicates presence of four geoelectrical zones represent different geological formations.

Correlation of VES data with boreholes information indicate that Injana Formation and the overlying beds, up to the topsoil surface layer, represent the main aquifer in the area. It is an unconfined aquifer and the movement of

water is from north and north east to south and southwest towards Tigris river, following the topography.

مقدمة:

بما أن منطقة الدراسة والمتمثلة بقضاء الحمدانية الواقع شرق مدينة الموصل مهمة زراعيا فقد حظيت بقسط وافر من الدراسات الجيولوجية (Deept, Mackfadyen, 1955; Parson, 1955 ، 1967; Hagopian and Vejlupek, 1977; Saleh and AL-Shaikh, 1976 المحسن 1992، أقليمس 2000) وتم حفر عدد من الآبار لغرض استخدام مياهها للشرب وري المحاصيل ولكن بقي تحديد سمك وامتداد الخزان أو الخزانات الجوفية غير واضح المعالم. لذلك فأن مسح جيوكهربائي تفصيلي في المنطقة وربطها مع معلومات الآبار سوف يحسن من تصورنا لجيولوجية وهيدروجيولوجية المنطقة.

جيولوجية المنطقة:

تقع منطقة الدراسة ضمن منطقة الطيات (Folded Zone) حسب تقسيمات بولتن (Bolton ,1958) وضمن النطاق الثانوي (بطمة–موصل) الذي يتبع نطاق أقدام الجبال (Foot Hill Zone) ضمن الرصيف غير المستقر حسب تقسيمات بودي (Buday and Jassim, 1987).

وتتكشف على السطح التكاوين الآتية من الأقدم إلى الأحدث:

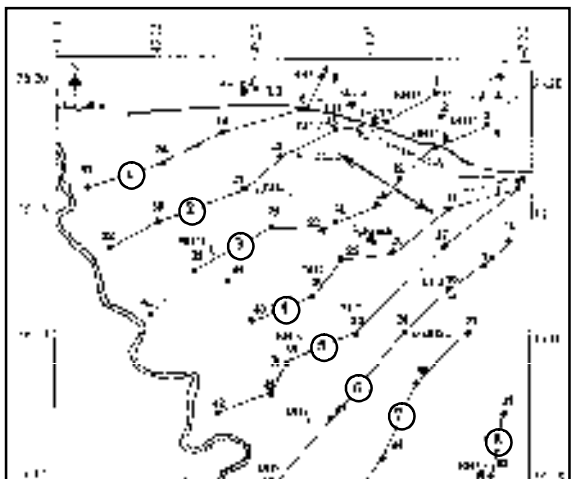
ترسبات العصر الثلاثي: Tertiary deposits وتشمل تكوين البلاسبي (الايوسين الأوسط – العلوي) (M-U. Pila Spi Fm. Eocene) ويتكون في جزئه السفلي من حجر جيري قليل المتحجرات مسامي ابيض اللون أما في جزئه العلوي فيتألف من حجر جيري كتلي متبلور مع وجود حزام من المارل وطين صفائحي فضلاً عن وجود عقد من حجر الصوان .ويظهر هذا التكوين في الجهة الشمالية من منطقة الدراسة حيث يشكل لب الطية المحدبة لجبل عين الصفرة. أما تكوين الفتحة (المايوسين الأوسط) Fat'ha Fm. (M. Miocene) الذي يقع فوقه فيتكون من عدة دورات ترسيبية، تمتاز كل دورة بوجود المارل الأخضر والأحمر والحجر الجيري والجبس والانهايدرايت. ولا يظهر هذا التكوين على السطح إلا في مناطق معينة من منطقة الدراسة وخاصةً نحو الجنوب والجنوب الغربي وبالقرب من نهر دجلة. يليه تكوين الانجانة (المايوسين العلوي) Injana Fm. (U.Miocene) والذي يتكون من تعاقبات من حجر الرمل وحجر الغرين وحجر الطفل. وينكشف

هذا التكوين في أجزاء واسعة من منطقة الدراسة وخاصة في الجهة الغربية منها، كما انه يشكل الجزء الواسع من الترسبات تحت السطحية في المنطقة. أما تكوين المقدادية (البلايوسين) Muqdadia Fm. (pliocene) الذي يليه فيتكون من تعاقب لحجر الرمل وحجر الطفل وحجر الغرين مع وجود آفاق (Horizons) من حجر الرمل الحاوي على الحصى. ويشغل مساحات واسعة من المنطقة وخاصة في الجهة الشمالية الشرقية. يليه تكوين باي حسن (البلايوسين العلوي)-Bi Hassan Fm. (U. Pliocene) الذي يتكون من تعاقب من حجر المدملكات مع حجر الرمل وحجر الغرين وحجر الطفل ويكون غالباً مغطى بالرسوبيات الحديثة. وتتميز صخور المدملكات بهيئة كتلية (Massive) .

كما تنكشف في المنطقة ترسبات العصر الرباعي Quaternary deposits وتتألف هذه من المصاطب النهرية والترية، حيث تتكون ترسبات المصاطب النهرية (البلستوسين) (Plistocene) River terraces من المدملكات والحصى الحاوية على عدسات رملية وغرينية ، وتتواجد عند ضفاف نهر دجلة والزاب الأعلى وبمستويات قد تصل إلي أربع مراحل. في حين أن ترسبات التربة (البليستوسين–الهولوسين) Top Soil (Plistocene- Holocene) تغطي غالبية المنطقة وبسمك قد يصل إلى (2) متر. وهي تربة هوائية ونهرية منقولة، قهوائية اللون وناعمة النسيج ونسبة الكاربونات والكبريتات فيها عالية

العمل الحقلي:

بلغت مساحة المنطقة الممسوحة حوالي 950 كم٢. أستخدم في المسح جهازمسح المقاومة الكهربائية Terrameter SAS 300 ،حيث تم قياس 53 نقطة جس كهربائي عمودي (Vertical Electrical Sounding) موزعة في المنطقة (الشكل 1) وذلك باستعمال ترتيب شلمبرجر للأقطاب. وقد بلغ الحد الأقصى للمسافة بين قطبي التيار (AB) 1500 متراً وبين قطبي الجهد (MN) 80-120 متر لأغلب نقاط المسح، وقد تم نشر الأقطاب في جميع النقاط باتجاه شمال غرب– جنوب شرق موازياً لامتداد محاور طيات المنطقة تلافياً لتأثير ميل الطبقات إن وجد.



الشكل(١) توزيع محطات الجس الكهربائي والابار في منطقة الدراسة

تفسير نتائج المسح الكهربائي:

صنفت المنحنيات الحقلية اعتماداً على أشكالها والتي تعتمد على جيولوجية تحت السطح حيث ظهر أن أغلب هذه المنحنيات هي من نوع(QHKH, QHK, HKH, HK, QH) والتي تمثل حالة أربع وخمس وست طبقات على التوالي. وهذه المنحنيات تعكس حالة متكررة من النقصان والزيادة في المقاومة النوعية مع العمق، ولكن على العموم المنحنيات تظهر انخفاضا في المقاومة النوعية مع العمق.

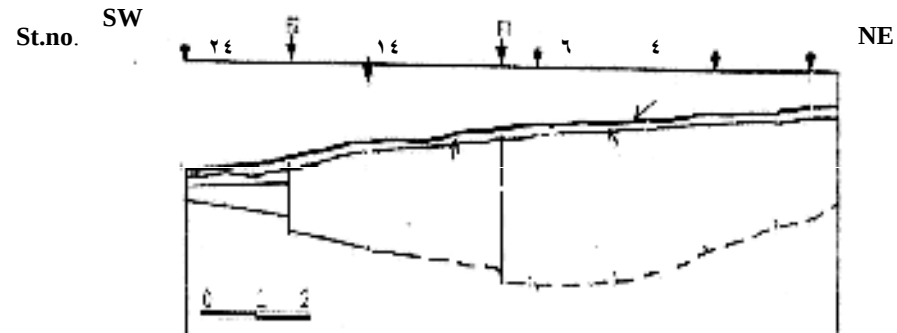
تم تفسير المنحنيات الحقلية للمقاومية الظاهرية وذلك بمضاهاتها مع المنحنيات النظرية (master curves) وبمساعدة المنحنيات المساعدة (auxiliary curves) حيث تم حساب المقاومة الحقيقية لطبقات تحت السطح وسماكاتها. وكذلك تم استخدام البرنامج المعد من قبل الشركة السويدية (ABEM) والذي يدعى (Super V.E.S) والمتوفر في المديرية العامة للمسح الجيولوجي والتعدين في تفسير مجموعة من نقاط الجس في المنطقة المدروسة حيث ظهر تطابق جيد بين كلا التفسيرين. وقد أظهر التفسير الكمي للمنحنيات إن نسبة اختراق التيار لنقاط الجس تتراوح بين 40-50% من مسافة نشر الأقطاب AB/2.

المقاطع الكهربائية

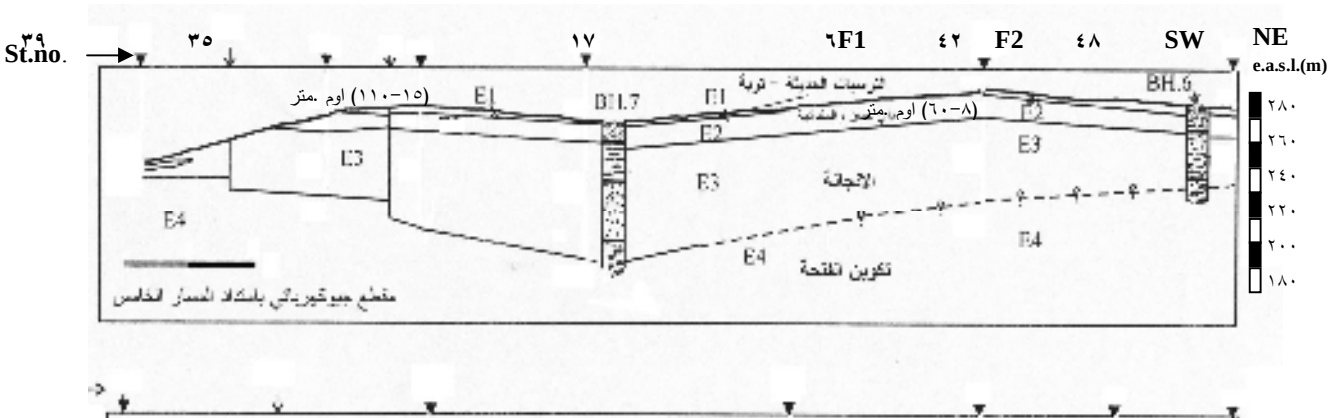
تم رسم ثمانية مقاطع كهربائية باستخدام نتيجة التفسير الكمي لنقاط الجس الواقعة على مسار المقطع، حيث تربط الانطقة ذات المقاومة الحقيقية المتشابهة من نقطة لأخرى لتكون المقطع الكهربائي (الشكل 2). كما ربطت تلك المقاطع بمعلومات الآبار التي تقع على تلك المسارات أو بالقرب منها.

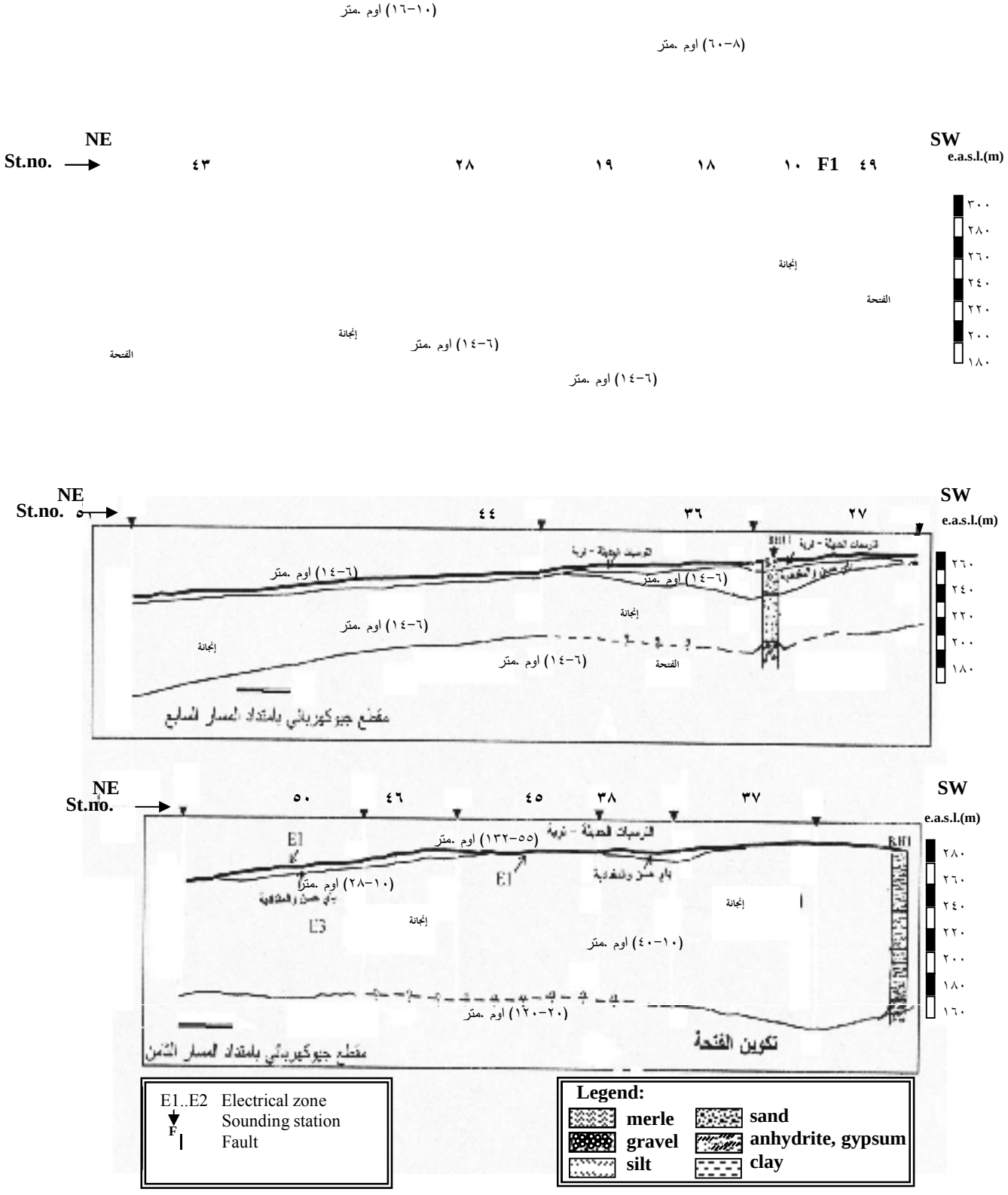
أظهرت المقاطع الكهربائية عموماً أربعة انطقة كهربائية حيث يتمثل كل نطاق بسمك معين وقيم متقاربة للمقاومة الحقيقية. يتميز النطاق الأول بقيم عالية للمقاومة الحقيقية تصل إلى 330 اوم.متر وبسمك يتراوح بين 1-10 متر، ويمثل هذا النطاق القشرة السطحية المتمثلة بالتربة الجافة. النطاق الكهربائي الثاني E2 يتميز بمقاومة حقيقية واطئة تتراوح بين 1.7–28 أوم.متر، وهو يمثل تكاوين باي حسن والمقدادية، حيث أن صخارية هذين التكوينين متماثلة كونها صخوراً فتاتية مسامية مشبعة بالمياه ولهذا فلم يكن ممكناً تمييزها كهربائيا. وسمك النطاق متغاير حيث يصل إلى 60 مترا في وسط المنطقة ولكنه بشكل عام يقل نحو الغرب والجنوب الغربي حيث يختفي تماماً في بعض الأماكن. النطاق الثالث E3 وهو النطاق الرئيسي والمميز في المنطقة من حيث سماكته وامتداداته. مقاومته الحقيقية واطئة تتراوح بين 2–37 أوم.متر وسمكه يتراوح بين 40–200 متر. وهو يمثل تكوين الانجانة ومقاومته المنخفضة تشير إلى تشبعه بالمياه. وهذا النطاق يشكل الخزان الجوفي الرئيس في المنطقة.

النطاق الأعمق هو النطاق الرابع E4 ومقاومته الحقيقية عالية تتراوح بين 40–250 أوم–متر وهو يمثل تكوين الفتحة. إن هذا النطاق يصبح ضحلاً قرب نهر دجلة وذلك نتيجة الفوالق F1 و F2 اللذين أديا إلى رفعه للسطح.حيث يعد هذين الفالقين ضمن نطاق الفوالق شمال شرق جنوب غرب لاقليم الموصل المذكورة من قبل الشيخ (Al-Shaikh,1975) ومتعب(٢٠٠٥)



شكل(٢:A) مقاطع جيوكهربائية عبر المسارات (١،٢،٣)

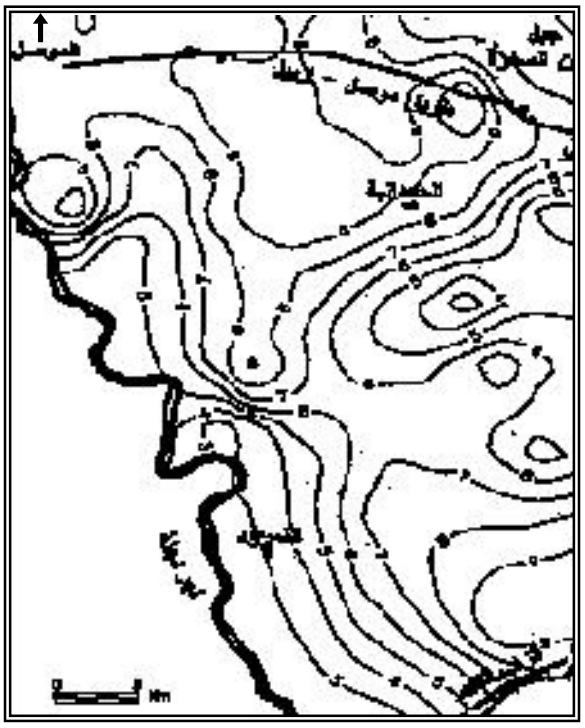




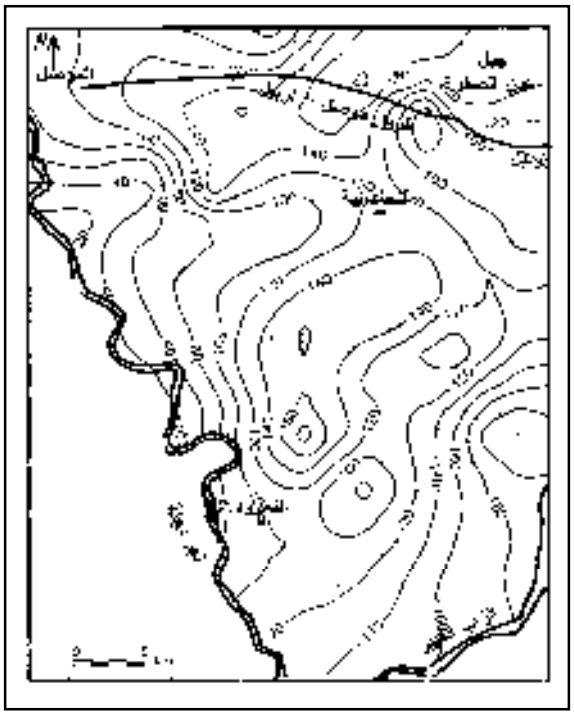
شكل(B:٢) مقاطع جيوكهربائية عبر المسارات (٥،٦،٧،٨)

تم تحديد عمق وأبعاد المكمن الجوفي في المنطقة من خلال المعلومات التي تم الحصول عليها في المقاطع الكهربائية فوق المسارات المختلفة وبمقارنة تلك المعلومات مع المعلومات الجيولوجية والآبارية المتوفرة في المنطقة. حيث تبين بأن المكمن الجوفي الرئيس يشمل النطاق الثاني E2 (الذي يمثل تكاوين باي حسن والمقدادية) والنطاق الثالث E3 (المتمثل بتكوين الانجانة). ويتراوح عمق الخزان الجوفي بين 2–10 متر عن سطح الأرض. حيث تم رسم خارطة كنتورية تمثل تساوي العمق للمكمن الجوفي (الشكل 3). والعمق هنا مأخوذ من مستوى التضاريس. ويتضح من الشكل أن عمق المكمن الجوفي يصل إلى 10 أمتار على محور يمتد من الجنوب الشرقي آلي الشمال الشرقي والشمال الغربي ماراً في وسط المنطقة بينما يصل آلي اقل من ثلاثة أمتار نحو الجنوب والجنوب الغربي بالقرب من نقطة تلاقي نهري دجلة والزاب الكبير.

كما تم رسم خارطة تساوي سمك المكمن الجوفي Isopach map (الشكل 4) على أساس سمك النطاقين الثاني والثالث (E3, E2). حيث تظهر الخارطة أن سمك الخزان الجوفي متغاير عموماً ولكنه بشكل عام يزداد على شكل قوس يمتد من الشمال والشمال الشرقي (160م) ماراً بوسط المنطقة ليصل آلي حوالي 200م في الجنوب الشرقي من المنطقة. أما في الغرب والجنوب الغربي من المنطقة فيضمحل السمك بشكل كبير ليصل إلى 20 متراً نتيجة اختفاء النطاق الثاني (E2) وتقلص سمك النطاق الثالث (E3) ليحل محلهما النطاق الرابع (E4) المتمثل بتكوين الفتحة بسبب وجود الفالقين (F1 و F2).



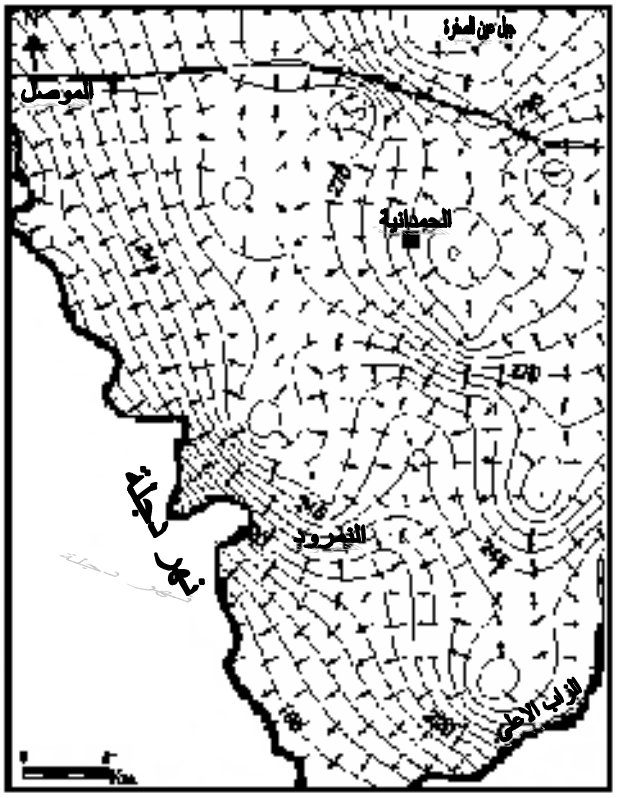
شكل(٣) خارطة تساوي العمق للمكمن الجوفي



الشكل (٤) سمك الخزان الجوفي في منطقة الدراسة

حركة المياه الجوفية

من خلال تحديد منسوب المياه في نقاط الجس رسمت خارطة مناسيبية (الشكل 5) أخذت نسبة إلى مستوى سطح البحر. وتبين الخارطة أن مستوى المنسوب لا يتجاوز 190 متراً فوق مستوى سطح البحر في جنوب منطقة الدراسة ويتزايد نحو الشمال الشرقي ليصل آلي 310 متراً عند جبل عين الصفرة. وعلى هذا الأساس فأن المياه الجوفية تتحرك باتجاه انخفاض قيم المنسوب للمياه الجوفية من الشمال والشمال الشرقي آلي الجنوب والجنوب الغربي وباتجاه نهر دجلة.



الشكل (٥) خارطة مناسيبية للمياه الجوفية

كيميائية المياه في ضوء نتائج الجس الكهربائي

تمثل التوصيلية الكهربائية قابلية المحلول أو الوسط على توصيل التيار الكهربائي وتقاس بالمايكروموز/سم، وتختلف المياه عموماً في توصيليتها الكهربائية حيث تكون المياه العذبة ذات توصيلية كهربائية قليلة أما المياه المالحة فتكون ذات توصيلية عالية بسبب قابليتها الكبيرة على التبادل الأيوني. وتعتمد التوصيلية الكهربائية على كمية الأملاح المذابة في المحلول وعلى درجة

الحرارة وقد بين (Todd, 1980) بأن هناك علاقة طردية بين التوصيلية الكهربائية وكمية الأملاح المذابة .

أما نسبة المواد الصلبة المذابة (TDS) فتمثل مجموع المواد الصلبة في النموذج المائي وهي مؤشر لمقدار الملوحة ونوعية المياه. حيث تصنف المياه اعتماداً على كمية الأملاح المذابة فيها آلي أربعة أصناف (Hem, 1971) كما في الجدول أدناه:

نوع المياه	تركيز المواد الذائبة (ppm)
مياه عذبة	0-1000
مياه قليلة الملوحة	1000-10000
مياه مالحة	10000-100000
مياه عالية الملوحة	اكثر من 1000000

في الدراسة الحالية تم أخذ 15 نموذجاً من مياه بعض الآبار في المنطقة وتم حساب كمية المواد الصلبة المذابة فيه وذلك بوزن النموذج ثم تبخيره في درجة حرارة $130C^{o}$ ولمدة ساعتين ومن ثم حساب وزن الأملاح من خلال فرق الوزن الأولي والنهائي. كما تم قياس التوصيلية الكهربائية لنماذج المياه حيث ظهر بأن قيم التوصيلية الكهربائية تتراوح بين 1000-1500 مايكروموز/سم في الجهة الشمالية والشمالية الشرقية وخاصة عند آبار (باصخرة، بازكرتان، كبرلي، بلاوات) أما في باقي أجزاء المنطقة فيلاحظ قيم عالية وخاصة نحو الجنوب والجنوب الغربي (علي رش، منارة شبك وتل عاكوب) حيث تتجاوز التوصيلية 8000 مايكروموز/سم. ويعزى ذلك على الأغلب آلي تأثر المياه الجوفية بنوعية الصخور الحاوية لها والمارة خلالها، حيث تكون الصخور في الجهة الشمالية والشمالية الشرقية مؤلفة من ترسبات تكاوين باي حسن والمقدادية والانجانة بينما في الجهة الجنوبية والجنوبية الغربية فتمر المياه خلال ترسبات تكوين الفتحة وبالتالي يؤدي آلي إذابة قسم من الجبس ضمن هذا التكوين وزيادة الملوحة. وقد جرت محاولة لحساب العلاقة بين التوصيلية التي تم قياسها لنماذج المياه والمقاومة الحقيقية التي تم استنتاجها من المسح الكهربائي ولكن أعطى معامل ارتباط ضعيف وذلك ربما يعود إلى أن نماذج المياه الداخلة في المعادلة تمثل عموم أبار المنطقة والتي بدورها تكون من أعماق مختلفة.

الاستنتاجات:

أظهرت الدراسة وجود أربعة أنطقة كهربائية لمنطقة الحمدانية. ففي الأعلى يوجد نطاق نحيف E1 ذو مقاومة حقيقية عالية تتجاوز في بعض النقاط 330 أوم.متر. وبشكل عام يكون سمك هذا النطاق بحدود ٢ متر. كما أن أسفل هذا النطاق يمثل منسوب المياه الجوفية. ويلي ذلك النطاق الثاني والثالث (E2 و E3) وهي أنطقة تمتاز بقيم واطئة للمقاومة الحقيقية حيث لا تتجاوز 37 اوم.متر وتتمثل بترسبات تكاوين باي حسن والمقدادية والانجانة المشبعة بالمياه ويتجاوز سمكها 200 متر. وتمثل هذه الأنطقة الخزان الجوفي الرئيسي في المنطقة نظراً لخصائصها الخازنة. ويمتاز النطاق الرابع بقيم عالية للمقاومة الحقيقية حيث تصل إلى 250 اوم.متر وهو على الأغلب يمثل ترسبات تكوين الفتحة.

المصادر :

المحسن اسباهية،(١٩٨٦).التحليل المكاني للمياه الجوفية واستعمالاتها الزراعية في قضاء الحمدانية –مجلة التربية والعلم –العدد–٦،١٩٨٨.

اقليمس،يوسف فرنسيس ،(٢٠٠٠).تحديد افضل خزان جوفي في منطقة الحمدانية باستخدام طرقة الجس الكهربائي .اطروحة ماجستير غير منشورة ،جامعة الموصل،ص١٢٩.

متعب ،مروان(٢٠٠٥).اضافات جديدة حول جيولوجية منطقة الموصل في ضوء التحري الجيوكهربائي .مجلة علوم الرافدين ،المجلد ١٦،العدد٢،ص١٣٢–١٤٧.

Al-Shaikh,Z.D.and Baker,H.A(1973) Gravity survey of the greater zab in mosul.J.Geol.Soc.Iraq.Vol6,pp35-45.

Bolton,J.J(1958),geological map of Iraq 1:100000 .Government of Iraq ,Baghdad.

Buday,T.L.and Jassim,S.Z.(1987)The regional of Iraq.2,Tectonisim,Edited by Kassab,I.I.M.and Abbas,M.J.,Baghdad.

Hagopian,D,H.and Velupek,N.(1977).The regional geological mapping of Mosul –Erbile area .Unpublished S.O.M .report,S.O.M.Library, Baghdad,Iraq.

Ingra,Co.P.(1967).One hundred and fourteen wells project,underground water,Mosul Liwa ,Final report,No.2.

Macfadynen,W.A.(1955).Water supplied in Iraq. Ministry of development Gover.of Iraq. Publication No.1,Report No.13.

Parson,R.M.(1955),Water supplied in Iraq.Mosul Ministry of development, Government of Iraq. Publication No.1Report,No13.

Saleh,S.A.and Al-Shaikh,Z.D.(1976).Geohydrologigal condition of Mosul area between Tigris and great Zab river ,Northern Iraq. Mining Eng.Faculity of Engin. Cairo Univ., Egypt.

Todd,D.K.(1980) Ground water hydrology ,2nd Edition, John Wiley and Sons,New York,278p.