استخدام الاستكشاف الزلزالي الانكساري لتحديد الخواص الديناميكية لمواقع مختارة من التربة

شهد فوزي جاسم أ.د. عامر عطية لفتة الخالدي

جامعة بابل – كلية العلوم – قسم علم الارض التطبيقي

Use of seismic Refraction exploration for determine the dynamic properties of selected sites of soil

Shahad Fawzi Jassim Prof.Dr. Amer Atyah AlKhalidy

University of Babylon – College of Science – Applied Geology

Alasadyshahad95@gmail.com

Abstract:

The principle of geophysical survey seismic methods is based on the fact that elastic waves are transported at different speeds in different rocks. The principle here is to generate these waves at a particular point and then to measure the arrival time of broken energy or to reflect the surfaces of objects between rock formations and terrestrial layers for several other points. This facilitates the positioning of buried objects to be explored, and the fact that seismic methods outweighs others is that the data with which we are correctly treated.

الملخص:

يقوم مبدأ عمل الطرق الزلزالية للمسح الجيوفيزيائي على كون الموجات المرنة elastic waves تنتقل بسرعات مختلفة في الصخور المختلفة. والمبدأ هنا هو توليد هذه الموجات عند نقطة معينة ثم قياس زمن وصول الطاقة المنكسرة أو المنعكسة عن أسطح الأجسام الموجودة بين التكوينات الصخرية والطبقات الأرضية لعدة نقاط أخرى. وهذا يسهل عملية تحديد مواقع الأجسام المدفونة المطلوب استكشافها، وما جعل الطرق السيزمية تفوق في أهميتها الطرق الأخرى هو أن البيانات التي تزدنا بها إذا عوملت وفسرت بشكل صحيح فإنها تعطي تفسيرات مثالية وفعالة.

الكلمات المفتاحية:

الطريقة الزلزالية الانكسارية, الموجات الزلزالية, تقنية المسح الزلزالي الانكساري

المقدمة

تعتبر الدراسات الجيوفيزيائية من الدراسات المهمة لأنها تعمل على فهم وتحديد السلوك الهندسي لمواد الأرض وبالتالي تحديد قابلية التربة او الصخور المقامة عليها المنشآت الهندسية بما في ذلك الحمولة الثابتة (كالأبنية وغيرها) والحمولة المتحركة (كالجسور). ومن هذا المنطق ارتأينا ان نقوم بهذه الدراسة لتحديد سلوك التربة وخواصها الديناميكية وتحديد المعالجات اللازمة لتلافي الاخطار التي قد تحدث في حال كون التربة غير صالحة لإقامة المنشآت الهندسية عليها.

مشكلة البحث:

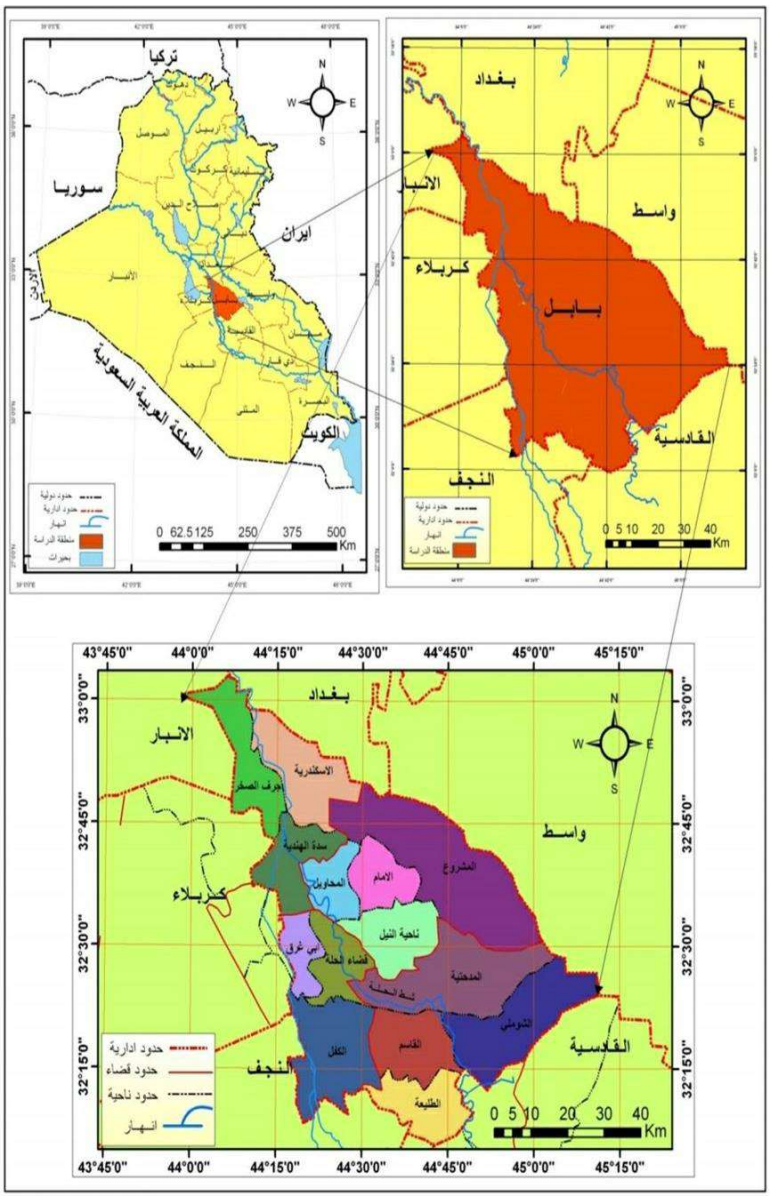
تعتبر الدراسات الجيوفيزيائية من الدراسات المهمة لأنها تعمل على فهم وتحديد السلوك الهندسي لمواد الأرض وبالتالي تحديد قابلية التربة او الصخور المقامة عليها المنشآت الهندسية. ومن هذا المنطق ارتأينا ان نقوم بهذه الدراسة لتحديد سلوك التربة وخواصها الديناميكية وتحديد المعالجات اللازمة لتلافي الاخطار التي قد تحدث في حال كون التربة غير صالحة لإقامة المنشآت الهندسية عليها.

فرضية البحث:

تعد الطريقة الزلزالية الانكسارية من أكثر التقنيات الجيوفيزيائية تطبيقا في مجال الهندسة المدنية وخاصة في أعمال التحريات الموقعية Site investigations للتربة والصخور لامتلاكها دقة عالية في تقدير سمك طبقة التجوية السطحية وايجاد العمق إلى الطبقة الصخرية Bed rock بالإضافة الى تحديد صلابة الطبقة وحساب بعض معاملاتها الجيوتكنيكية.

موقع منطقة الدراسة:

تقع مدينة الحلة على بعد (100 كم) جنوب بغداد مدينة الحلة هي عاصمة محافظة بابل. وهي جزء من الرواسب الرباعية. الموقع بشكل عام مسطح.



خارطة موقع الدراسة

اهداف البحث:

يهدف هذا البحث الى دراسة ما يلي :

1- تحديد الخواص الديناميكية (معاملات المرونة للتربة) باستخدام طريقة المسح الانكساري.

2- عمق الطبقة الصلبة (طبقة الاساس Bed Rock) التي تستند عليها اسس المنشآت الهندسية.

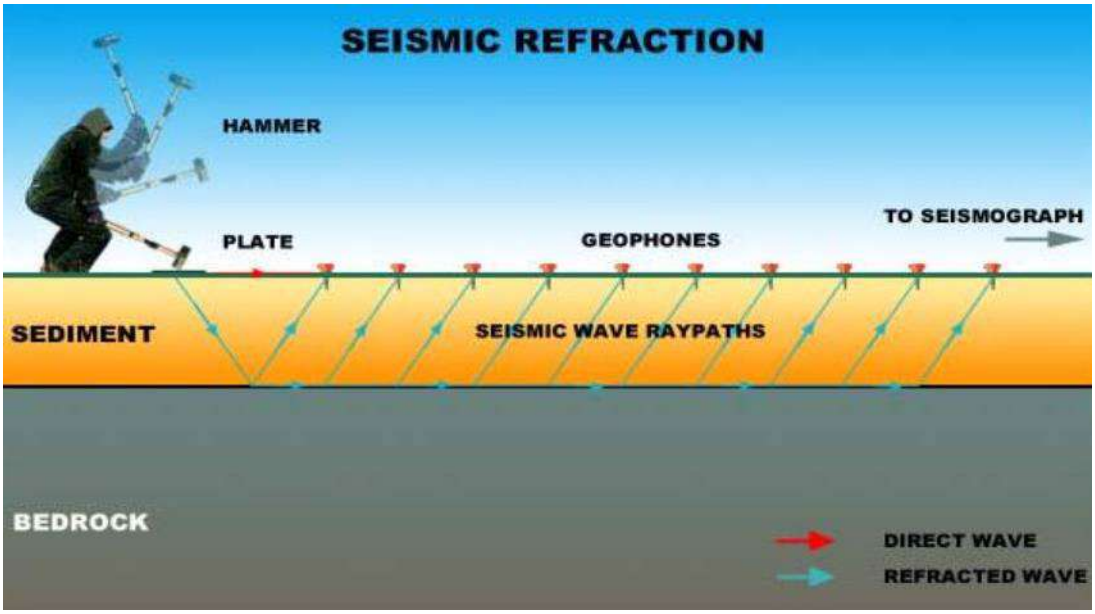
3- عمق وامتداد مناطق التكهف او الفجوات تحت سطح الارض.

4- تحديد قابلية تحمل التربة للضغط.

محتوى البحث:

تعتمد الطريقة الزلزالية في عملها على الانتشار للموجات خلال الأرض , وأن الانتشار يعتمد على مرونة وكثافة الصخور. فعندما تسلط قوة ما على السطح الخارجي لجسم معين فان الشكل والحجم لذلك الجسم سيتغير , وبنفس الوقت هنالك قوى داخل الجسم ستعمل على مقاومة القوة الخارجية المسلطة محاولة اعادة الجسم لوضعه الأصلي بعد زوالها ,حيث يطلق على هذه الصفة المرونة Elasticity. ان الطريقة الزلزالية تعتمد أساسا على التقدم للموجات خلال الأوساط المرنة , ولغرض فهم سلوك الموجة الزلزالية التي تخترق الوسط الصخري فأن الجيوفيزيائيين اعتبروا أن جسم الصخرة متجانس (Homogenous) ومتماثلا ((Isotropic وإلا فأن التقدم للموجة الزلزالية سيكون معقدا مما يصعب عملية التفسير للتأثيرات (الشذوذ) الناتجة بسبب الاختلاف في هذه الخصائص (1997 ,السنوي).

يتلخص مبدأ الطريقة الزلزالية بعملية توليد للموجات الزلزالية عند نقطة معينة وهي (مصدر الطاقة) ومن ثم التقاط أزمنة الوصول الأولي للطاقة المنكسرة من على السطوح الفاصلة بين طبقات الصخور المختلفة وذلك من خلال مجموعة من اللاقطات تنشر على سطح الأرض, و يتطلب في هذه الطريقة أن تكون المسافة ما بين المصدر واللواقط الارضية أكبر من السمك للعمود الطبقي (Dobrin,1976) عند التوليد للموجات الزلزالية بواسطة المطرقة أو المتفجر عندئذ سيتم التقاط وتسجيل الموجات , حيث ان اللواقط القريبة من مصدر التفجير ستسجل الموجات المباشرة (Direct waves) المنتقلة عبر الطبقة الأولى (Overburden) بسرعة قدرها (V1), بينما تقوم اللاقطات البعيدة بتسجل الموجة الرأسية (Head wave) والمنتقلة في الجزء العلوي للطبقة الثانية بعدما يحصل الانكسار الحرج على السطح الفاصل وبسرعة (V2) حيث تصل إلى السطح ويتم تسجيلها على شكل موجات الوصول الأولية(Sjogren and Dobrin,1980) وبالاعتماد على أزمان الوصول الأولي يتم حساب سرعة الموجات لطبقات تحت السطح وكذلك أعماقها المختلفة , وكذلك يمكن حساب الأعماق اسفل نقاط المصدر وأستلام الموجات عند اللاقطات الارضية أما بوساطة الزمن المقطوع (Intercept time_Ti) أوعن طريق المسافة الحرجة (Critical distance-Xc). وتعتمد السرعة للموجات الزلزالية في الصخور على معاملات المرونة والكثافة , كما يمكن ايجاد معاملات المرونة عن طريق القياس لسرع الموجات في عينات الصخور (Sharma, 1997)



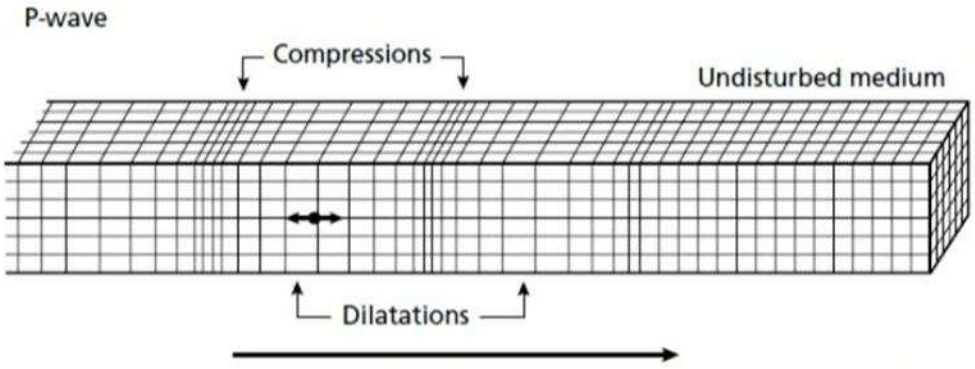
الشكل يبين الموجات الرأسية والزلزالية

الموجات الزلزالية:

-الموجات الجسمية (Body waves) وتكون على نوعين :

• الموجات الطويلة Longitudinal waves:

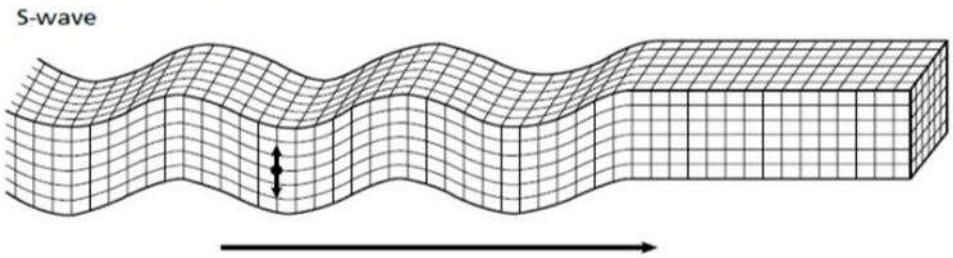
يطلق عليها ايضاً تسمية الموجات الأولية ((primary waves او (p-waves) وتكون فيها حركة جزيئات الوسط باتجاه حركة الموجة مما يسبب تخلخل وتضاغط للوسط كما هو الحال في الموجات الصوتية، أن هذا النوع من الموجات ينتقل في كل الاوساط صلبة كانت ام سائلة وتعد أسرع الموجات انتقالاً.



الموجات الجسمية

• الموجات المستعرضة ((Transverse waves :

وتسمى ايضاً الموجات القصية ((Shear waves او الموجات الثانوية secondary waves)) او (S-waves)) حيث تتحرك فيها دقائق الوسط بشكل عمودي على اتجاة حركة الموجة وتتكون من مركبتين هما المركبة الأفقية (Horizontal Shear component) والتي تكون موازية لمستوى سطح الأرض والمركبة الشاقولية (vertical Shear) component) 1956)-Jolly , ان هذا النوع من الموجات ينتقل في الأوسط الصلبة فقط ولا ينتقل في السوائل وتسجل ثانياً في التسجيلات الزلزالية telford et al. 1981)).تكون سرعة الموجة المستعرضة (Vs) في الموائع (صفر)



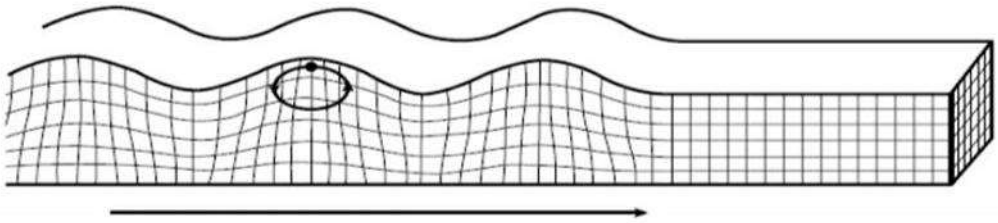
الموجات المستعرضة

- الموجات السطحية (surface waves)

وهي الموجات الزلزالية التي تنتقل قريبا من السطح حيث يمكن تمييز سرعتها وترددها الواطئيين اما سعة الموجة فتكون كبيرة على السطح وتضمحل كلما اتجهنا نحو الاعماق (Telford et at. 1990) وتعد هذه الموجات مصدر لما يسمى بالضوضاء المتجانسة coherent noise والتي يطلق عليها Ground Roll في عمليات المسح الزلزالي وقد تم استخدامها بشكل متزايد في الدراسات والابحاث الهندسية في السنوات الاخيرة (socco & strobbia 2004,) واعتمادا على حركة الدقائق فيها قد قسمت الى نوعين:

- **موجات رايلي (Rayleigh wave):**

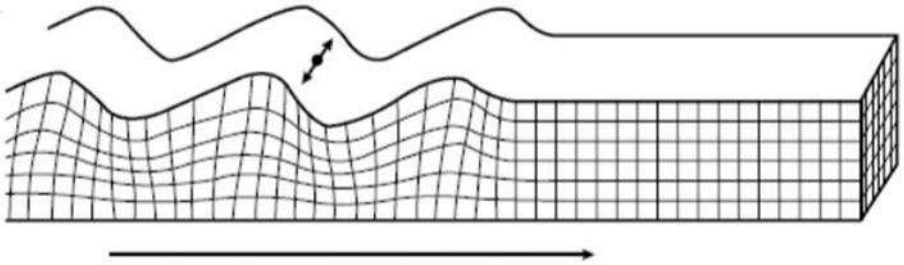
تم تسمية هذا النوع من الموجات نسبة للعالم الإنكليزي لورد رايلي Lord Rayleigh تكون حركة الدقائق فيها بشكل مركب نوعاً ما من الاهتزاز الأفقي والعمود مكونة حركة تراجع بشكل بيضوي للمستوى العمودي على طول اتجاه حركة الموجه وكما موضح بالشكل(2-4). إن السرعة لموجة رايلي تساوي تقريبا (0.91) من السرعة للموجة القصية(sheriff, 2002) ان السعة لهذه الموجه تكون كبيرة على سطح الأرض وتضمحل باتجاه العمق.



موجات رايلي

- **موجة لووف(Love wave) :**

سميت هذه الموجه بهذا الاسم نسبة الى عالم الرياضيات الإنكليزي H.Love حيث تكون حركة الجزيئات فيها بشكل حركة افقية مستعرضة وموازية لسطح الأرض وعمودية على إتجاة حركة الموجة (telford et at.1990) ولا يعد هذا النوع من الموجات مهماً في عمليات الإستكشاف والمسح الزلزالي(. sheriff.2002)



موجات لوف

العوامل التي تؤثر على انتقال الموجات الزلزالية :-

تتأثر عملية انتقال الموجات الزلزالية في الطبقات الصخري بعدد من العوامل الجيولوجية في الوسط الذي تخترقه وبالأخص الخصائص المرنة للمعادن المكونة للصخور، ولذلك يجب معرفة العوامل التي تؤثر على انتقال الموجات الزلزالية ومدى تأثيرها على السرعات الزلزالية لغرض الوصول إلى تفسير جيولوجي بين ودقيق (Dobrin, 1976) (Dobrin & savit, 1988)

من أهم هذه العوامل:-

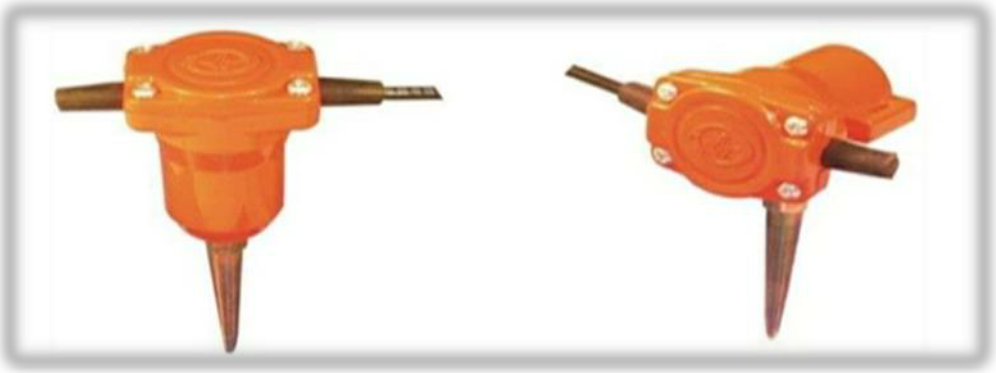
- المكونات الصخرية ونوع المواد الرابطة Compositions and Matrix.
- الكثافة Density.
- العُمق Depth.
- المسامية porosity.
- الضغط Pressure.
- الصخارية lithology.
- محتوى السوائل Fluids content.
- المحتوى الطيني Clay content.
- الشقوق والكسور Joints & cracks.
- النسيج Texture.
- عدم التماثل Anisotropy.
- الضغط pressure

الاجهزة المستخدمة وطرق العمل :-

الاجهزة المستخدمة:-

- جهاز التسجيل الزلزالي الرقمي (ABEM Terraloc Mk Seismic System) السويدي الصنع لتسجيل المسارات الزلزالية.
- قابل لربط اللواقط الارضية.
- مصدر توليد الطاقة الكهربائية.
- لاقطات ارضية.
- مفتاح القدح (Trigger) عمله توصل الدائرة عند ملامسة المطرقة للقرص.
- مطرقة حديدية
- شريط قياس

- قرص مدمج CD



اللاقطات الارضية الافقية والعمودية

جهاز التسجيل الزلزالي الانكساري(ABEM Trraloc Mk-6)

طريقة العمل الحقلي :-

تبدأ عملية المسح الزلزالي بتسجيل كل من الموجات الطولية والمستعرضة تتم عملية النشر للقابل بتحديد نقطة البداية لكل مسار ثم يمد شريط القياس لتحديد المسافة مع قابل توصيل اللواقط الارضية التي يتم غرسها في الارض بمسافات معينة بين لاقط واخر (يتم تحديد هذه المسافة حسب طول النشر المراد وشكله) ومن ثم تربط مع القابل. بعد ان تتم عملية النشر ينصب جهاز السيزموكراف لتبدأ عملية القياس والتسجيل ويتم حفظ البيانات القياسية ومن ثم يتم غلق البرنامج بصورة نظامية و بعد الانتهاء من العمل الحقلي يتم ربط الجهاز بالحاسوب لأجل نقل بيانات التسجيل الزلزالي لإستحصال سرع الموجات الزازالية الانكسارية الانضغاطية (Vp) والقصية (Vs). وكذلك رسم منحني مسافة – زمن للمنطقة الممسوحة حيث ينسب كل زمن من ازمنة الوصول الاولية لسطح كاسر معين واجراء تقدير للاعماق والسرعات والامتدادات للطبقات الكاسرة.

الاستنتاجات:-

- يتم استخدام الطريقة الزلزالية الانكسارية للتحري الموقعي في منطقة الدراسة وهي واحدة من الطرق الجيوفيزيائية لتوضيح توزيع الطبقات تحت السطح.
- يتم حساب معاملات المرونة والمعاملات الجيوتكنيكية للتربة في منطقة الدارسة.

• يتم استخدام الطريقة الهندسية لايجاد وحساب الخواص الجيوتكنيكية سواء كانت الفيزياوية او الهندسية او الكيمياوية للتربة في منطقة الدراسة.

• من خلال البيانات الزلزالية لسرعات الموجات الطولية والقصية للطبقات التحت سطحية يتم استنتاج العديد من المعاملات الهندسية مثل نسبة بوزون ومعامل التركيز (Ci) ودليل المادة (V) والتدرج الكثافي (Di) ونسبة الاجهاد(Si).

التوصيات:-

• نوصي بأستخدام طرائق جيوفيزيائية دقيقة وحديثة مثل المسح الكهربائي ثنائي الأبعاد (2D-Resistivity Imaging) لتحديد الفوالق والهيكل التركيبي بشكل أوضح.

• التأكيد على استخدام طريقة الثقب المتقاطع لقدرتها على إعطاء نتائج قيمة والكشف عن الطبقات الضعيفة أو الرقيقة.

• عمل شبكة تصريف للمياه الجوفية كما في المشروع المقترح بمنطقة الدراسة والتي تحفر الآبار للتخلص من منسوب المياه المرتفع الذي قد يؤثر على أسس المبنى المقترح.

• عمل مراقبة مستمرة لمستويات المياه الجوفية وتقييم نوعية المياه على أعماق مختلفة داخل الآبار عن طريق إنشاء المزيد من آبار المراقبة في مواقع يراعى تحديدها بحيث تغطي منطقتي الدراسة وما يحيطهما.

• استخدم المسح الزلزالي الانكساري لمواقع أخرى لتقدير معامل المرونة والخصائص الجيوتقنية للتربة

• عمل الآبار وحفر الاختبار والاختبار في الموقع مثل اختبار الاختراق القياسي.

• استخدم GPR الذي تم مسحه بواسطة الهوائيات الأخرى للتحقق من أعماق اختراق أكبر.

• استخدام هذه الدراسة والدراسات اللاحقة في رسم الخرائط الكنتورية لسرعات الموجات الزلزالية في جنوب العراق.

قائمة المصادر:

المصادر العربية:

السنوي,.سهل عبدالله(1997) , الجيوتكنيك- التطبيقات الهندسية لعلم الارض مركز عبادي للدراسات والنشر , صنعاء, الجمهورية اليمنية , 174 ص.

المصادر الاجنبية:

1. Dobrin, M.B. (1976). Introduction to Geophysical Prospecting. McGraw
2. Dobrin, M.B. Savit, C.H,(1988). Introduction To Geophysical Prospecting. 4th Ed. McGraw Hill , New York 867P.Hill Book Co., 3rd edition. New York, 630P.
3. Sharma P.V, (1997). Environmental and Engineering Geophysics Cambridge University pres, 475pp.
4. Sheriff, R. E., (2002), Encyclopedic dictionary of applied geophysics: SEG Geophysical Reference Series No. 13, 4th Ed., Society of Exploration Geophysicist (SEG), Tulsa, Oklahoma, 429 p.
5. Sjogren. B., and Dobrin, M.B., (1980); The law of parallelism in refraction shooting Geoph. Pros.28, PP: 716- 743
6. Socco L.V. and Strobbia C. (2004). Surface-wave method for near- surface characterization: a tutorial. In: Near Surface Geophysics, vol. 2, 165-185pp.
7. -Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., (1990), Applied Geophysics Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 770 p ,.
8. Telford,W., Geldard, L., Sheriff,R. and Keys,D.,(1981):Applied geophysics. Cambridge University press, 6th edition. New York, 860pp.