

## دراسة تأثير تذبذب مناسيب المياه الجوفية على الخواص الهندسية لترتبة أسس المنشآت الهندسية لدور الضباط التابعه لمدينة الحلة في محافظة بابل

\* عامر عطيه لفته \*\* كاظم نايف كاظم \* مها مازن عبد اللطيف

\* جامعة بابل - كلية العلوم - قسم علم الأرض التطبيقي

\*\* جامعة بابل - كلية الهندسة - قسم الهندسة المدنية

amer\_atyah@yahoo.com , altaee\_kadhim@yahoo.com ,

mahaalzubaidy90@yahoo.com

### الخلاصة

أجريت هذه الدراسة على منطقة دور الضباط في حي بابل الواقعة ضمن مدينة الحلة التي تعاني من مشاكل هندسية كثيرة مثل الشقوق و التكرسات في الجدران و التخسفات في الارضيات و غيرها، حيث اجريت دراسة تفصيلية للمنطقة و ذلك بحفر (6) حفر اختبارية تمثل المنطقة بالكامل و بعمق (5 م) لكل حفرة لملاحظة مدى تأثير تذبذب مناسيب المياه الجوفية (تحت السطحية) في المنطقة على خواص التربة و قابلية تحملها و مقدار الهبوط فيها، و بالتالي تأثيرها على اسس المنشآت الهندسية. و اخذت نماذج تربة (مخلخلة و غير مخلخلة و فحص الاختراق القياسي) من الحفر الاختبارية و اجريت الفحوصات الهندسية (النفاذية، مقاومة الانضغاط احادي و ثلاثي المحور، القص المباشر و الانضمام و ثم حسبت قابلية التحمل و الهبوط)، ثم غمرت النماذج بالمياه الجوفية لمدة (30) يوما و اعيد اجراء الفحوصات السابقة عليها. من حساب قابلية تحمل التربة قبل الغمر بالمياه الجوفية و بعده لنماذج التربة المأخوذة من الموقع تبين ان قابلية التحمل القصوى و المسموح بها قد قلت بنسبة (31.58 %) عند عمق (1 م)، بنسبة (34.86 %) عند العمق (2 م) و بنسبة (32.20 %) عند العمق (3 م)، و نقصان في مقاومة الضغط احادي المحور. الكلمات المفتاحية: المياه الجوفية، قابلية التحمل، الغمر، الخواص الهندسية.

### Abstract

This study have been done on the region (Dur Althubat\ Babil district\ Hilla) which suffering from many engineering problems like cracks & fractures in the building's walls & floor and others.

The study was performed on that region by digging (6) bore holes of (5 m) depth which represent the whole studying region to observe the effects of the fluctuation of ground water levels on properties and bearing capacity of the soil, hence, its effects on the building foundations.

Soil samples have been taken from each bore including (disturbed , undisturbed , standard penetration test) which carried out engineering tests including: (permeability test , unconfined & triaxial compressive strength test , direct shear test , consolidation test and bearing capacity). then , the samples have been submerged for (30 days), and retested again.

From the calculations of bearing capacity before and after submerge of the samples that have been taken from the studying region in ground water, it was notified that the ultimate and allowable bearing capacity decreased by (31.58 %) at (1m) depth , by (34.86 %) at (2m) depth and by (32.20 %) at (3m) depth, with the decreasing in the unconfined compressive strength.

**Key word :** Ground water , Bearing capacity , Submerge , Engineering properties.

### (1-1) المقدمة (Introduction)

تمتاز تربة مدينة الحلة بكونها تريا غرينية طينية (Silty Clay soils)، وتكون هذه التربة بكونها هشة ضعيفة التماسك و تتأثر كثيرا بالمياه الجوفية و تعد هذه المياه من الموارد المهمة منذ اقدم العصور الى يومنا هذا و المصدر الرئيس للاستخدامات المنزلية و الزراعية و الصناعية.

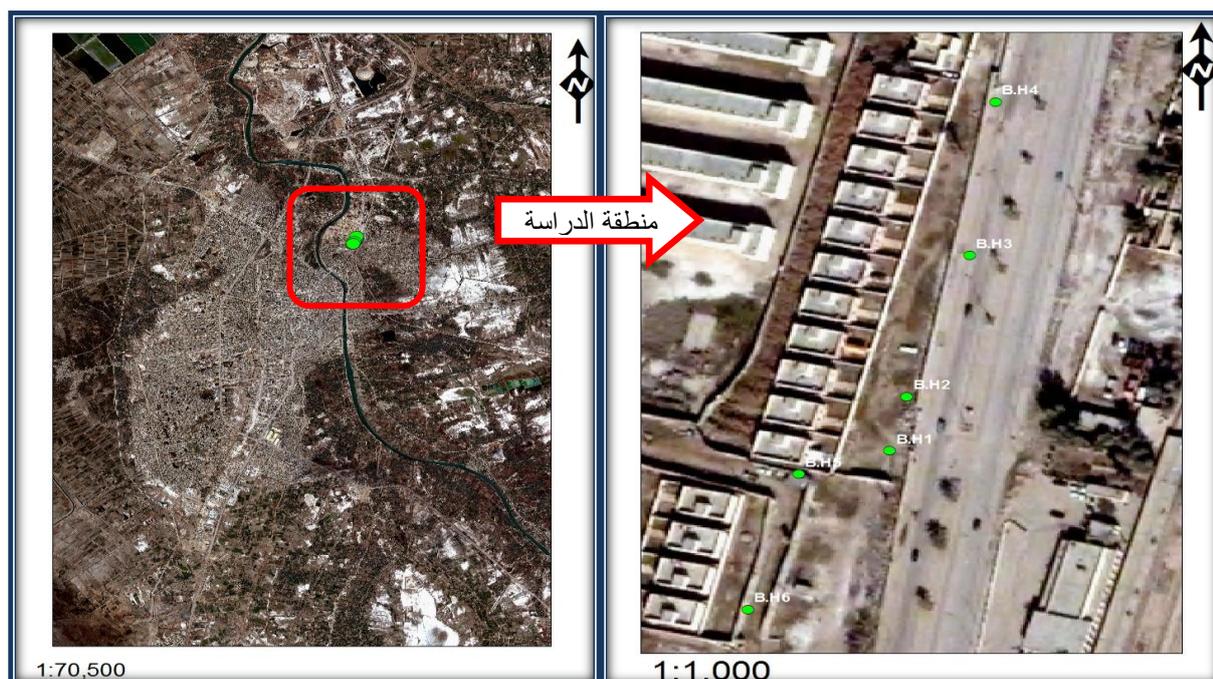
على الرغم من اهمية المياه الجوفية (تحت السطحية) إلا انها تؤثر على قابلية تحمل اسس المنشآت الهندسية حيث يسبب ارتفاع مناسيب المياه الجوفية فى معظم مناطق وسط العراق وجنوبه بصورة عامة ومنطقة الدراسة بصورة خاصة الى ظهور مشاكل هندسية عديدة وذلك بسبب التغير فى تركيب بنية التربة ومنها: الهبوط والشقوق (cracks) والتخسفات والانتفاخ وغيرها فى المنشآت الهندسية (الجبوري، 2002).

### (1-2) موقع منطقة الدراسة (Site Of The Study Area) :-

تقع مدينة الحلة (مركز محافظة بابل) فى وسط العراق ضمن منطقة السهل الرسوبي كما فى الشكل رقم (1) الذي يوضح منطقة الدراسة، و يبعد (100) كم جنوبا عن العاصمة بغداد، وتمتاز منطقة الدراسة بكونها منبسطة لا يتجاوز ارتفاعها (28م) عن مستوى سطح البحر (كربل، 1967). و الجدول رقم (1) يوضح احداثيات الحفر الاختبارية لمنطقة الدراسة.

جدول (1) إحداثيات الحفر أأختباريه فى منطقة الدراسة

الاحداثيات		رقم البئر
E (m)	N (m)	
44°26'32.9"	32°29'51.0"	B.H.1
44°26'33.6"	32°29'51.7"	B.H.2
44°26'30.54"	32°29'53.8"	B.H.3
44°26'34.1"	32°29'55.7"	B.H.4
44°26'31.8"	32°29'50.7"	B.H.5
44°26'31.3"	32°29'48.9"	B.H.6



الشكل رقم (1) منطقة الدراسة

### (1-3) هيدرولوجية و هيدروجيولوجية منطقة الدراسة

#### –: (Hydrological and Hydrogeological Of Study Area)

تمتاز محافظة بابل بكثرة جداولها التي تمتد الى اكثر مناطقها الزراعية و يعدُّ نهر الفرات و الجداول المتفرعة من مقدمة سدة الهندية المورد المائي الرئيس لمنطقة الدراسة و عند دخول نهر الفرات الى محافظة بابل يقترب من نهر دجلة حيث تكون المسافة بينهما (40)كم و يكون مستوى نهر الفرات اعلى بحوالي (7م) (سوسه 1945 في السعدون 1988)، و قد استغلَّت هذه الظاهرة حيث فُتحت جداول انهار اليوسفية و اللطيفية و مشروع المسيب لتأخذ مياهها من نهر الفرات بعدها يتفرع النهر الى الجنوب من المسيب الى فرعين هما شط الهندية غربا و شط الحلة شرقا و يتوسط مدينة الحلة و يبلغ طول مجراه فيها حوالي (8 كم)، حيث يمر بمناطق واسعة و تتفرع منها انهار عديدة تتغذى و تسقي اراضيها الزراعيه (السعدون، 1988). و قد انشأت سدة الهندية لرفع المياه للجداول الواقعة امامها. و يوجد نهر صغير متروك يستخدم حاليا مبزلا للمناطق التي تقع وسط المدينة (غرب شط الحلة) و هو مبزل الحلة (اليهودية).

تمتاز منطقة السهل الرسوبي بشكل عام و منطقة الدراسة بشكل خاص بإرتفاع مناسب المياه الجوفية نظراً لإنخفاض منسوب الأرض وانبساطها مما يجعل عملية تصريف المياه الفائضة من الري والأمطار وغيرها من المياه المستخدمة في المناطق السكنية أمراً ليس بالسهل. اكدت دراسة لشركة الفرات العامة لمدينة الحلة عام 1999 ان املاح المياه الجوفيه تنتمي الى مجموعة الكبريتات و توجد بشكل ثلاثة اقسام (كبريتات المغنيسيوم وكبريتات الصوديوم وكبريتات الكالسيوم) التي تعد احد الاسباب الرئيسة لزيادة الملوحة في المياه الجوفيه، و توجد مجموعة الكلوريدات بشكل مجموعتين هما كلوريد المغنيسيوم و كلوريد الصوديوم الناتجة من فعاليات الانسان المختلفة. (مانع، 2003).

#### (1-4) مشكلة الدراسة (Problem of Study) :

تعاني مدينة الحلة من مشكلة ارتفاع مناسيب المياه الجوفية (تحت السطحية) فيها بشكل ادى الى وجود المياه قريبا من السطح او ظهوره على السطح في بعض المناطق في اغلب ايام السنة و تتذبذب في اماكن اخرى في العام الواحد مما يعرض اسس المنشآت الى الترتيب و الجفاف، مما يؤدي الى ضرر كبير في المنشأ بكامله (الشكر، 2000)، و يعزى سبب ذلك الى ارتفاع مناسيب شط الحلة قياسا بمناسيب المياه الجوفية فيها فضلا عن غياب وسائل التصريف للمياه المختلفة العمق و عدم امكانية نظام الجريان تحت السطحي من تصريفها بشكل طبيعي (شركة الفرات للدراسة و التصاميم لمشاريع الري في مدينة الحلة، 1999). لذلك تم اختيار موضوع البحث. و اللوحه رقم (1) توضح المشاكل الهندسية افي المنطقه.



اللوحة رقم (1) التشقق و الميلان في جدران أبنية منطقة الدراسة

#### (1-5) الهدف من الدراسة (Aims Of Study) :-

يسعى البحث الى دراسة الخواص الهندسية و قابلية التحمل للتربة قبل الغمر بالمياه الجوفية (تحت السطحية) وبعده و ملاحظة مدى تأثير المياه الجوفية على هذه الخواص.

#### (1-6) طرق البحث (Methods of Research) :-

##### (1-6-1) مرحلة استطلاع الموقع و جمع المعلومات (Collection of Information Stage):

تضمنت هذه المرحلة جولة استطلاعية في مدينة الحلة حيث لوحظت المشاكل الهندسية للمدينة كالتشققات في جدران الابنية بالأخص المناطق القريبة من شط الحلة التي تعاني من ارتفاع منسوب المياه الجوفية. و ايضا تضمنت هذه المرحلة جمع المعلومات و الخرائط و التقارير الخاصة بالمنطقة.

##### (1-6-2) مرحلة العمل الحقلية (Fieldwork stage):

حفرت ستة حفر اختبارية في منطقة الدراسة عمق الحفرة الواحدة (5 م) و ذلك لان ارتفاع البناء طابق واحد (3 م). اخذت نماذج مخلخلة (Disturb Samples) من كل عمق و ثم وضعها مباشرة في اكياس للمحافظة على المحتوى الرطوبي للنموذج، ووضعت ورقه في كل نموذج يكتب فيها رقم الحفرة (B.H.No.) والعمق الذي

اخذ منه النموذج (Depth) و نوع النموذج هل هو مخلخل او غير مخلخل و تاريخ الحفر. كذلك نماذج غير مخلخله (Shelby) من كل حفره عن طريق دفع أنابيب (Shelby) مباشرة داخل التربة ووضع ورقة بيانات (label) وغلّف انبوب Shelby مباشرة من الاعلى والاسفل للمحافظة على محتواه الرطوبي. و ايضا اخذ نماذج فحص الاختراق القياسي ((Stander Penetration Test (SPT)) عن طريق تسقيط مطرقة وزنها (63 كغم) على قضيب من ارتفاع (0.76 م) على ثلاث مراحل في كل مرحله مسافة (0.15 م) و سُجّلت عدد الضربات (N). بعد ذلك وضعت النماذج غير المخلخله (Shelby) في حوض فيه ماء جوفي (تحت سطحي) من منطقة الدراسة لمدة (30) يوما بحيث نحافظ على منسوب الماء ثابتا و من ثم اعاد اجراء الفحوصات الهندسيه عليها لغرض مقارنة النتائج.

### (1-6-3) مرحلة العمل المختبري (Laboratory Work stage):

اجريت الفحوصات المختبريه (الهندسية) للتربة بحسب المواصفات الامريكية في مختبر التربة في قسم علم الارض التطبيقي ومختبر بابل الانشائي للنماذج قبل الغمر وبعد الغمر فكانت النتائج متقاربة و أخذ المعدل لها.

تضمنت الفحوصات مايلي :-

- فحص القص المباشر (ASTM D-2850, D-3080-98)
- Direct shear
- فحص الضغط ثلاثي المحور (ASTM D- 2850) test
- Triaxial compression
- فحص الانضمام (ASTM D-2435-02)
- Consolidation test
- فحص النفاذية (ASTM D2434- 68)
- Permeability test
- فحص مقاومة الانضغاط احادي المحور (ASTM D 2166- Unconfined Compression Strength (ASTM D 2166-001)

### (1-7) قابلية تحمل التربة ((Bearing Capacity of Soil (B.C)) :

يقصد بقابلية التحمل هو اقل ضغط يسبب الاخفاق الكامل بقص التربة في المنطقة المجاوره للأساس. ويستخدم تعبير قوة التحمل القصوى للتعبير عن أقصى قابلية تحمل تربة للأثقال المسلطه عليها. (Terzaghi & Peck, 1967).

إن معظم فرضيات حساب قابلية التحمل تعتمد على نظرية اللدونة Plasticity Theory (كما في معادلات تيرزاكي)، وهناك أيضاً طرائق للتنبؤ بمقدارها اعتماداً على بعض الفحوص الحقلية، مثل فحص الإختراق القياسي (SPT) وفحص الإختراق بالمخروط (Cone Penetration Test – CPT) وفحص تحميل الألواح (Plate Load Test – PLT)، (Bowles, 1988).

تم حساب قابلية التحمل لتربة منطقة الدراسة بالإعتمادعلى نتائج فحص القص المباشر بالنسبة للتربة الرملية، و نتائج فحص الضغط ثلاثي المحاور وهي قيم: مقاومة التماسك (c)، و زاوية الإحتكاك الداخلي (Ø) على وفق المعادلة التي إقترحها هانسن (Hansen, 1970) التي تؤخذ بنظر الإعتبار معاملات الشكل وهي

عموماً أكثر معادلة تستخدم في الوقت الحاضر (Hanson, 1970) و (Bowles, 1984) والمعادلة هي على النحو الآتي:

$$q_{ult.} = K_1 C N_c + K_2 D_f \gamma_1 N_q W_q + K_3 B \gamma_2 N_\gamma W_\gamma \dots \dots (1 - 1)$$

إذ إن :

$q_{ult}$  = قابلية التحمل القصوى ،  $C$  = تماسك التربة ،  $W_q$  ،  $W_\gamma$  = معاملات التخفيض. ،  $B$  = عرض الأساس.

$K_1$  ،  $K_2$  ،  $K_3$  = معاملات الشكل ، و هي تعتمد على شكل الأساس تؤخذ من جدول خاص.

$N_c$  ،  $N_q$  ،  $N_\gamma$  = معاملات قابلية التحميل و تعتمد على قيمة ( $\phi$ ) و تؤخذ من جدول خاص.

$\gamma_1$  = وزن وحدة الحجم الرطبة للتربة ،  $\gamma_2$  = وزن وحدة الحجم المغمورة للتربة ،  $D_f$  = عمق الأساس ،

بناءً على ما تقدم يمكن عند حساب قابلية التحمل القصوى ( $q_{ult.}$ ) أن نحسب قابلية التحمل المسموح

بها ( $q_{all.}$ ) ليصبح المنشأ الهندسي بأمان من ناحية الهبوط والفشل القصي مع أبعاد الأساس بحسب معادلة

(Tomlinson, 1988):

$$q_{all.} = q_{ult.} / F.S \dots \dots (1 - 2)$$

حيث إن :  $q_{all}$ : قابلية التحمل المسموح بها ،  $q_{ult}$ : قابلية التحمل ،  $F.S$  = عامل الامان (3)

## (1-8) النتائج وتفسيرها (The Results and Interpretation) :-

### (1-8-1) الخواص الهندسية للتربة قبل الغمر بالمياه الجوفية (The engineering properties of the )

-(before soil submerge in ground water

تم اجراء الفحوصات الهندسية للتربة قبل الغمر بالمياه الجوفية لكل الحفر الأختباريه و كانت النتائج كما في

الجدول رقم (2) الذي يوضح نتائج الفحوصات الهندسية للتربة قبل الغمر بالمياه الجوفية.

#### (1-8-1-1) فحص النفاذية (Permeability Test (K)) :-

يظهر من نتائج الفحوصات ان اعلى قيمه للنفاذية تبلغ ( $3.43 \times 10^{-4}$  م /ثانيه) في (B.H.1) عند

العمق (3.5-4 م) اي ما بين ( $10^{-3} - 10^{-5}$  م/ثانيه) حيث تصنف بحسب (العشو، 1991) كترية

متوسطة النفاذية، لان التربه مزيج من الغرين و الطين و نسبة رمل عاليه نسبيا و من المعروف ان الرمل عالي

النفاذية و ذلك لان فجواته متصله مع بعضها، بينما ادنى قيمه للنفاذية ( $1.2 \times 10^{-9}$  م /ثانيه) في (B.H.5)

عند العمق (3.5-4 م) اي ما بين ( $10^{-7} - 10^{-9}$  م/ثانيه) حيث تصنف بحسب (العشو، 1991) كترية

واطئة النفاذية جدا، لان التربه مزيج من الغرين و الرمل و نسبة طين عاليه جدا و من المعروف ان الطين قليل

النفاذية لان فجواته غير متصله.

#### (1-8-1-2) فحص مقاومة الانضغاط احادي المحور (Unconfined Compressive Strength Test )

-( $q_u$ )

اجريّ الفحص على التربه الطينية الغرينيه لأن هذا الفحص خاص للترب المتماسكة. حيث بينت النتائج ان

اعلى قيمه لمقاومة الانضغاط احادي المحور تبلغ (123.01 كيلونت/م<sup>2</sup>) في (B.H.3) عند العمق (0-1 م)

وذلك لان التربه تحوي على نسبة طين عاليه جدا و محتوي رطوبي قليل، و ادنى قيمه لمقاومة الانضغاط احادي

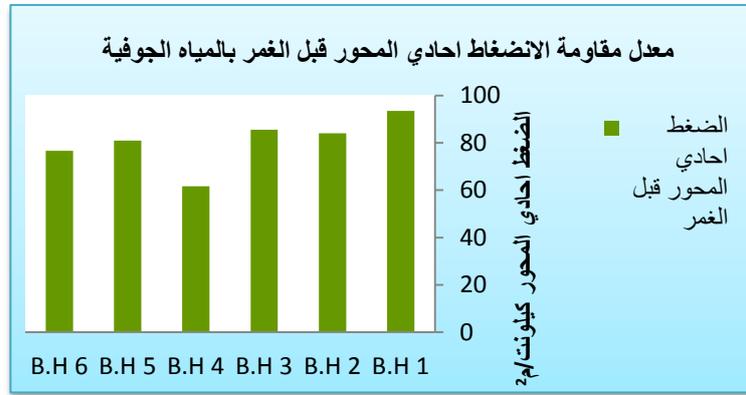
المحور تبلغ (22.58 كيلونت/م<sup>2</sup>) في (B.H.5) عند العمق (3.5-4 م) ذلك لان التربه تحوي على نسبة طين

قليله و محتوى رطوبي عال، كما مبين في الشكل رقم (2) الذي يوضح مقاومة الانضغاط احادي المحور في كل الحفر.

### (1-8-1-3) فحص القص المباشر (Direct shear Test):-

اجريّ الفحص على الترب غير المتماسكة. حيث نلاحظ ان أعلى قيمة لقوة التماسك تبلغ (0.67 كيلونت/م<sup>2</sup>) في (B.H.1) عند العمق (4-5 م) و ذلك لان التربة تحوي على نسبة طين عالية الذي يمتاز بقوة تماسك عالية، بينما ادنى قيمة لقوة التماسك تبلغ (0.20 كيلونت/م<sup>2</sup>) في (B.H.1) عند العمق (4-3.5 م) وذلك لان التربة تحوي على نسبة طين قليلة.

و اعلى قيمة لزاوية الاحتكاك الداخلي تبلغ (40°) في (B.H.4) عند العمق (2-1 م) وذلك لان التربة تحوي على نسبة رمل عالية الذي يمتاز بزاوية احتكاك عالية، و ادنى قيمة لزاوية الاحتكاك الداخلي تبلغ (37°) في (B.H.1) عند العمق (4-5 م) وذلك لان التربة تحوي على نسبة رمل قليلة.



شكل رقم (2) معدل مقاومة الانضغاط احادي المحور في كل الحفر الاختباريه

### (1-8-1-4) فحص الضغط ثلاثي المحور الغير ميزول و غير منظم ( Undrained, Uncompression Triaxial test (uu)

اجريّ الفحص على الترب المتماسكة. حيث تبين ان أعلى قيمة لقوة التماسك تبلغ (11.83 كيلونت/م<sup>2</sup>) في (B.H.5) عند العمق (4-3.5 م) و ذلك لان التربة تحوي على نسبة طين عالية الذي يمتاز بتماسكة، و ادنى قيمة لقوة التماسك تبلغ (4.40 كيلونت/م<sup>2</sup>) في (B.H.4) عند العمق (3-2 م) وذلك لان التربة تحوي على نسبة طين قليلة.

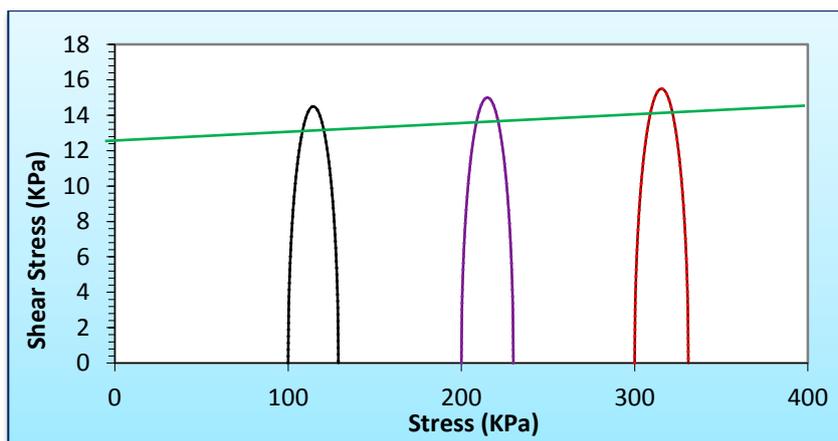
تبين ان اعلى قيمة لزاوية الاحتكاك الداخلي تبلغ (3.20 درجة) في (B.H.4) عند العمق (3-2 م) وذلك لان التربة تحوي على نسبة رمل عاليه الذي يمتاز بزاوية احتكاك عالية، بينما ادنى قيمة لزاوية الاحتكاك الداخلي تبلغ (1.10 درجة) في (B.H.5) عند العمق (4-3.5 م) وذلك لان التربة تحوي على نسبة رمل قليلة. و الشكل رقم (3) يبين العلاقة بين الاجهاد و الانفعال للتربة المتماسكة.

جدول رقم (2) نتائج الفحوصات الهندسية للتربة قبل الغمر بالمياه الجوفية

الانضمام								الضغط ثلاثي المحاور الغير مبزول و الغير منظم (uu)			القص المباشر						
نسبة الانضمام المفرط (OCR)	ضغط الانضمام الابتدائي (P <sub>o</sub> ) (kN/m <sup>2</sup> )	ضغط الانضمام المسبق (P <sub>c</sub> ) (kN/m <sup>2</sup> )	معامل التمدد الحجمي (mv) (m <sup>2</sup> /kN)	معامل الانضغاطية (av) (kN/m <sup>2</sup> )	الفجوات الابتدائية (e <sub>o</sub> )	دليل الانتفاخ (C <sub>r</sub> )	دليل الانضغاط (C <sub>c</sub> )	زاوية الاحتكاك الداخلي (φ <sub>u</sub> °)	قوة التماسك (C <sub>u</sub> ) (kN/m <sup>2</sup> )	الضغط احادي المحاور (q <sub>u</sub> ) (kN/m <sup>2</sup> )	زاوية الاحتكاك الداخلي (φ °)	قوة التماسك (C) (kN/m <sup>2</sup> )	النفذية (K) (m/sec.)	العمق (m)	عدد الضربات (N)	نوع النموذج	رقم الحفرة B.H.
Disturb Soil								2.50	7.73	82.51	The Sample Of Soil is Clay		6.43x10 <sup>-8</sup>	0-1	32	S.S	B.H.1
Disturb Soil								1.79	10.63	93.46			1.31x10 <sup>-8</sup>	1-2	6	S.S	
0.63	57.07	36.00	9.55x10 <sup>-4</sup>	1.70 x10 <sup>-3</sup>	0.78	0.02	0.17	2.10	13.90	102.26			4.92x10 <sup>-9</sup>	2-3		U.D	
Disturb Soil								2.01	7.72	96.30			7.61x10 <sup>-8</sup>	3-3.5	12	S.S	
The Sample Of Soil is Sand											38	0.43	3.43x10 <sup>-5</sup>	3.5-4		U.D	
The Sample Of Soil is Sand											37	0.67	4.40x10 <sup>-5</sup>	4-5		D.S	
1.63	39.2	64.0	6.47 x 10 <sup>-4</sup>	1.10 x10 <sup>-3</sup>	0.70	0.01	0.11	1.85	5.60	98.37	The Sample Of Soil is Clay		2.61x 10 <sup>-7</sup>	1-2		U.D	B.H.2
Disturb Soil								1.13	11.05	133.07			6.60x 10 <sup>-9</sup>	2-3		D.S	
1.08	69.30	75.0	9.47 x 10 <sup>-4</sup>	1.60 x 10 <sup>-3</sup>	0.69	0.03	0.16	1.30	10.49	92.76			1.54 x 10 <sup>-9</sup>	3-3.5		U.D	
Disturb Soil								2.94	6.70	43.15			3.17 x 10 <sup>-7</sup>	3.5-4		D.S	
Disturb Soil								2.64	7.15	52.91	4.30 x 10 <sup>-8</sup>	4-5	11	S.S			

Disturb Soil								1.40	9.43	123.54	The Sample Of Soil is Clay	$7.14 \times 10^{-9}$	0-1		S.S	B.H.3
0.55	40.20	22.00	$7.74 \times 10^{-4}$	$1.30 \times 10^{-3}$	0.68	0.01	0.13	2.82	5.51	69.63		$3.12 \times 10^{-7}$	1-2		U.D	
Disturb Soil								1.23	9.62	101.01		$6.54 \times 10^{-8}$	2-3		D.S	
1.06	67.90	72.00	$7.87 \times 10^{-4}$	$1.40 \times 10^{-3}$	0.78	0.02	0.14	1.10	5.70	48.25		$5.72 \times 10^{-7}$	3-3.5		U.D	
Disturb Soil								2.41	7.73	71.59		$1.19 \times 10^{-8}$	3.5-4		D.S	
Disturb Soil								1.30	8.07	98.93		$4.84 \times 10^{-8}$	4-5	14	S.S	
Disturb Soil								3.10	5.20	60.61	The Sample Of Soil is Clay	$1.99 \times 10^{-7}$	0-1		D.S	B.H.4
The Sample Of soil is Sand										40	0.20	$2.36 \times 10^{-5}$	1-2		U.D	
Disturb Soil								3.20	4.40	53.60	The Sample Of Soil is Clay	$4.80 \times 10^{-7}$	2-3		D.S	
0.98	69.62	68.0	$8.28 \times 10^{-4}$	$1.40 \times 10^{-3}$	0.69	0.02	0.14	1.50	9.90	71.07		$2.15 \times 10^{-8}$	3-3.5		U.D	
Disturb Soil								2.60	7.43	67.04		$3.79 \times 10^{-8}$	3.5-4		D.S	
Disturb Soil								2.90	6.07	59.00		$6.83 \times 10^{-7}$	4-5	12	S.S	
Disturb Soil								3.32	5.30	55.90	The Sample Of Soil is Clay	$3.80 \times 10^{-8}$	0-1		D.S	B.H.5
1.72	39.04	67.0	$8.67 \times 10^{-4}$	$1.50 \times 10^{-3}$	0.73	0.03	0.15	2.00	8.41	71.40		$2.31 \times 10^{-7}$	1-2		U.D	
Disturb Soil								1.94	8.92	93.85		$5.24 \times 10^{-8}$	2-3		D.S	
Disturb Soil								1.10	11.83	102.58		$1.20 \times 10^{-9}$	3.5-4		D.S	

Disturb Soil								1.52	8.32	90.24	The Sample Of Soil is Clay	$5.13 \times 10^{-8}$	0-1		D.S	B.H.6
0.74	39.00	28.0	$7.10 \times 10^{-4}$	$1.30 \times 10^{-3}$	0.83	0.02	0.13	2.70	5.60	51.57		$1.90 \times 10^{-8}$	1-2		U.D	
Disturb Soil								3.10	4.91	43.70		$2.60 \times 10^{-7}$	2-3		D.S	
0.60	66.85	40.0	$1.10 \times 10^{-3}$	$1.80 \times 10^{-3}$	0.79	0.03	0.18	1.20	11.50	87.68		$1.32 \times 10^{-9}$	3-3.5		U.D	
Disturb Soil								2.84	7.52	83.41		$2.42 \times 10^{-8}$	3.5-4		D.S	
								1.22	8.93	103.6		$3.71 \times 10^{-8}$	4-5	19	S.S	



الشكل رقم (3) العلاقة بين الاجهاد و الانفعال للتربة في (B.H.1)

#### 5-1-8-1) فحص الانضمام (Consolidation Test) :-

اجريّ الفحص على التربة الغرينية الطينية (لأن هذا الفحص خاص للتربة المتماسكة) غير المخلخة، كما في الشكل رقم (4) الذي يوضح العلاقة بين نسبة الفجوات و الحمل المسلط، اي عند العمقين (1-2)م و (3-3.5)م و تم ايجاد ما يلي :

#### أ- دليل الانضغاط ( $C_c$ ) (Compression index):

من ملاحظة النتائج يتبين ان اعلى قيمة لدليل الانضغاط تبلغ (0.18) في (B.H.6) عند العمق (3-3.5)م وذلك لان التربة فيها نسبة طين عاليه والطين يمتاز بقابليته على الانضغاط، و ادنى قيمه لدليل الانضغاط (0.11) في (B.H.2) عند العمق (1-2) م و ذلك لان التربة فيها نسبة قليلة من الطين الذي يمتاز بكونه عالي الانضغاط.

#### ب- دليل الانتفاخ ( $C_r$ ) (Swelling index):

يتضح ان اعلى قيمة لدليل الانتفاخ تبلغ (0.03) في الحفرتين (B.H.2 , B.H.6) عند العمق (3-3.5) م و ذلك لان التربة تحوي نسبة طين عاليه حيث ان الطين يمتاز بقابليته على الانتفاخ بسبب احتوائه المعادن الطينية، و ادنى قيمه لدليل الانتفاخ تبلغ (0.01) في (B.H.3) عند العمق (1-2) م ذلك لان التربة تحوي نسبة طين قليلة حيث ان الطين يمتاز بقابليته على الانتفاخ بسبب احتوائه على بعض المعادن الطينية التي تمتاز بهذه الظاهرة.

#### ت- نسبة الفجوات الابتدائية ( $e_0$ ) (Primary Void Ratio):

تبين ان اعلى نسبة فجوات ابتدائية تبلغ (0.83) في (B.H.6) عند العمق (1-2) م ذلك لان التربة تحوي نسبة طين عاليه نسبيا حيث ان الطين يمتاز باحتوائه على الفجوات، وادنى نسبة فجوات ابتدائية تبلغ (0.68) في (B.H.3) عند العمق (1-2) م ذلك لان التربة تحوي نسبة طين قليلة نسبيا حيث ان الطين يمتاز باحتوائه على الفجوات.

#### ث- معامل الانضغاطية ( $a_v$ ) (Coefficient of compressibility):

نلاحظ ان اعلى قيمة لدليل الانضغاطية تبلغ ( $1.80 \times 10^{-3}$  كيلوننت/م<sup>2</sup>) في (B.H.6) عند العمق (3-3.5) اي (اصغر من 0.015) حيث تصنف حسب (Budhu, 2007) على انها تربة غير قابله للانضغاط ،

بينما ادنى قيمة لدليل الانضغاطية تبلغ ( $1.10 \times 10^{-3}$  كيلوننت/م<sup>2</sup>) في (B.H.2) عند العمق (1-2 م) اي (اصغر من 0.015) تصنف حسب (Budhu,2007) على انها تربة غير قابله للانضغاط .

ج- معامل التمدد الحجمي (mv) Coefficient of volume compressibility :

من نتائج الفحوصات نلاحظ ان اعلى قيمة لمعامل التمدد الحجمي تبلغ ( $1.10 \times 10^{-3}$  م<sup>2</sup>/كيلوننت) في (B.H.6) عند العمق (1-2 م) و ذلك لاحتوائه على نسبة طين عالية نسبيا فضلا عن الى احتوائه على معادن قابله للتمدد الحجمي، و ادنى قيمة لمعامل التمدد الحجمي ( $7.74 \times 10^{-4}$  م<sup>2</sup>/كيلوننت) في (B.H.3) عند العمق (1-2 م) و ذلك لاحتوائه على نسبة طين قليلة نسبيا بالإضافة الى قلة احتوائه على معادن قابله للتمدد الحجمي.

ح- ضغط الانضمام المسبق (( $P_c$ ) Previous Consolidation Pressure) :

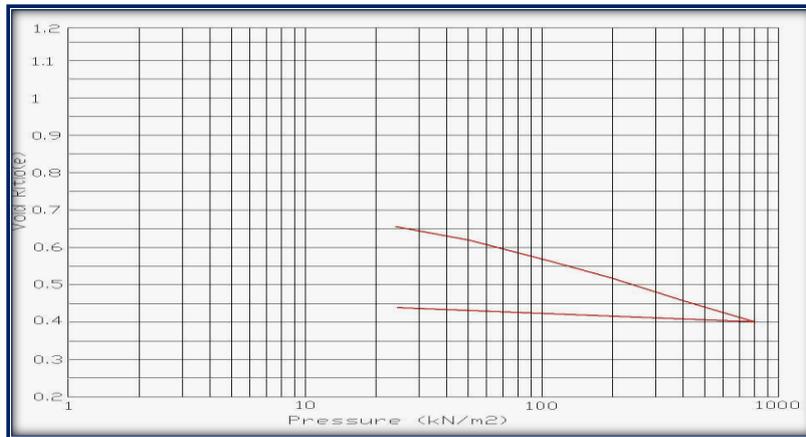
يتضح ان اعلى قيمة لضغط الانضمام المسبق تبلغ (75 كيلوننت/م<sup>2</sup>) في (B.H.2) عند العمق (3-3.5م) و ذلك لان التربة تحوي على نسبة طين عالية او قد تكون التربة تعرضت سابقا الى احمال سببت انضمامها، و ادنى قيمة لضغط الانضمام المسبق تبلغ (22 كيلوننت/م<sup>2</sup>) في (B.H.3) عند العمق (1-2 م) و ذلك لان التربة تحوي على نسبة طين قليلة او قد تكون التربة لم تتعرض الى احمال سببت انضمامها.

خ- ضغط الانضمام الابتدائي (( $P_o$ ) Primary Consolidation Pressure) :

من خلال النتائج يظهر ان اعلى قيمة لضغط الانضمام الابتدائي تبلغ (69.62 كيلوننت/م<sup>2</sup>) في (B.H.4) عند العمق (3-3.5 م) و بسبب زيادة كثافة عينات التربة فوق النموذج بسبب زيادة العمق، و ادنى قيمة لضغط الانضمام الابتدائي تبلغ (38 كيلوننت/م<sup>2</sup>) في (B.H.6) عند العمق (1-2 م)) و ذلك بسبب قلة كثافة عينات التربة فوق النموذج بسبب قلة العمق.

د- نسبة الانضمام المفرط ((OCR) Over Consolidation Ratio) :

نلاحظ ان اعلى نسبة انضمام مفرط تبلغ (1.72) في (B.H.5) عند العمق (1-2 م) اي ان ( $p_c > p_o$ ) حيث تصنف التربة حسب (Holtz & Kovacs, 1981) كترية مسبقة الانضمام، و ادنى نسبة انضمام مفرط تبلغ (0.55) في (B.H.3) عند العمق (1-2 م) اي ان ( $p_c < p_o$ ) حيث تصنف التربة حسب (Holtz & Kovacs, 1981) كترية غير مكتملة الانضمام.



الشكل رقم (4) العلاقة بين الحمل المسلط و نسبة الفجوات في فحص الانضمام (B.H.1)

(1-8-1-6) حساب الهبوط (Settlement Calculation) :

لقد تم حساب الهبوط لترتبة الموقع من نتائج الانضمام قبل الغمر بالمياه الجوفية حسب معادلات (Das, 2002) :

الحالة الاولى : اذا كان  $(P_c < P_o + \Delta P)$  تستخدم المعادلة التالية

$$S = \frac{C_c}{1 + e_o} \log \frac{P_c}{P_o} + \frac{C_c}{1 + e_o} \log \frac{P_c + \Delta P}{P_c} \dots \dots \dots (1 - 3)$$

اما الحالة الثانية : اذا كانت  $(P_o + \Delta P < P_c)$  تستخدم المعادلة التالية :

$$S = \frac{C_c H}{1 + e_o} \log \frac{P_o + \Delta P}{P_c} \dots \dots \dots (1 - 4)$$

حيث ان :  $S$  = الهبوط ،  $\Delta P$  = التغير بالإجهاد. ،  $H$  = السمك الكلي للطبقة.

استخدمت المعادلة (1-3) لحساب هبوط تربة الموقع من نتائج فحص الانضمام لكونها تحقق الشروط ، فكانت قيمة الهبوط حوالي (31.6 سم).

(1-8-2) الخواص الهندسية للتربة بعد الغمر بالمياه الجوفية (The engineering properties of the )

-(soil after submerge in ground water)

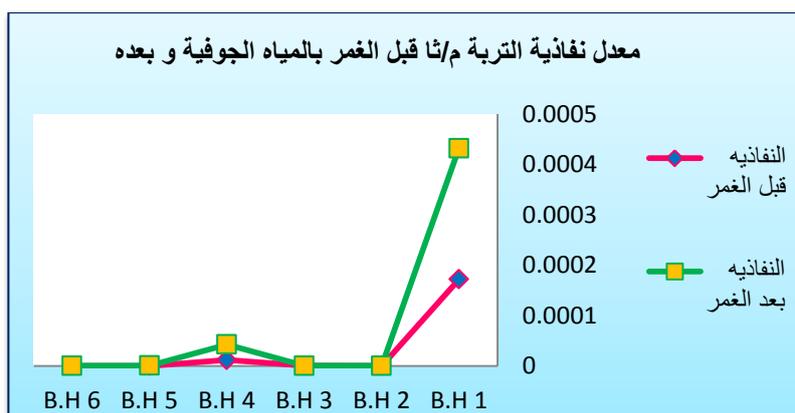
اجريت الفحوصات الهندسية للتربة بعد الغمر بالمياه الجوفية لمدة (30 يوما) لكل الحفر الأختباريه و كانت النتائج كما في الجدول رقم (3) الذي يوضح نتائج الفحوصات الهندسية لنماذج التربة الغير مخلخلة بعد الغمر بالمياه الجوفية.

(1-8-2-1) فحص النفاذية (Permeability Test (K)) :-

يتضح ان اعلى قيمه للنفاذية تبلغ  $(8.63 \times 10^{-4}$  م /ثانيه) في (B.H.1) عند العمق (4-3.5 م) اي ما بين  $(10^{-3} - 10^{-5}$  م/ثانيه) تصنف بحسب (العشو،1991) كترية متوسطة النفاذية، لان التربه تحوي نسبة رمل عاليه نسبيا و من المعروف ان الرمل عالي النفاذيه لأن مساماته متصله مع بعضها، و ادنى قيمه للنفاذيه  $(3.53 \times 10^{-9}$  م /ثانيه) في (B.H.1) عند العمق (3-2 م) اي ما بين  $(10^{-9} - 10^{-7}$  م/ثانيه) تصنف بحسب (العشو،1991) كترية واطئة النفاذيه جدا، لان التربه تحوي على نسبة قليله من الرمل الذي يمتاز بكونه عالي النفاذيه لان مساماته متصله مع بعضها. لاحظنا زياده في معدل النفاذيه بعد الغمر بالمياه الجوفيه لنماذج الترب غير المخلخلة في جميع الحفر الأختباريه، و ذلك بسبب فقدان جزء من الحبيبات الناعمة للتربة بسبب عمليه الغمر و بالتالي زياده الفراغات بين حبيبات التربه و اتصالها مع بعضها مما ادى الى زياده قيمة النفاذيه. كما في الشكل رقم (5) الذي يوضح معدل قيم النفاذيه قبل الغمر بالمياه الجوفيه و بعده.

جدول رقم (3) نتائج الفحوصات الهندسية للتربة بعد الغمر بالمياه الجوفية

الانضمام								فحص القص المباشر		الضغط ثلاثي المحور الغير المبزول و غير المنظم (uu)					
نسبة الانضمام المفرط (OCR)	ضغط الانضمام الابتدائي (Po) (kN/ m <sup>2</sup> )	ضغط الانضمام المسبق (Pc) (kN/ m <sup>2</sup> )	معامل التمدد الحجمي (mv) (m <sup>2</sup> /kN)	معامل الانضغاطية (av) (kN/ m <sup>2</sup> )	الفجوات الابتدائية (e <sub>o</sub> )	دليل الانتفاخ (C <sub>r</sub> )	دليل الانضغاط (C <sub>c</sub> )	زاوية الاحتكاك الداخلي (ϕ <sub>u</sub> )	قوة التماسك (C <sub>u</sub> ) (kN/m <sup>2</sup> )	زاوية الاحتكاك الداخلي (ϕ <sub>u</sub> )	قوة التماسك (C <sub>u</sub> ) (kN/m <sup>2</sup> )	مقاومة الانضغاط احادي المحور (q <sub>u</sub> ) (kN/ m <sup>2</sup> )	النفاذية (K) (m/sec.)	العمق (m)	رقم الحفره B.H.N.O.
0.87	58.38	51.70	8.79x10 <sup>-4</sup>	1.6 x10 <sup>-3</sup>	0.82	0.02	0.16	The Sample Of Soil is Clay		3.06	9.50	86.31	6.53x10 <sup>-9</sup>	2-3	<b>B.H.1</b>
The Sample Of Soil is Sand								39.00	0.25	The Sample Of Soil is Sand			8.63x10 <sup>-5</sup>	3.5-4	
0.68	39.50	27.0	7.60 x 10 <sup>-4</sup>	1.30 10 <sup>-3</sup>	0.71	0.01	0.13	The Sample Of Soil is Clay		2.96	5.20	66.70	6.43 x 10 <sup>-7</sup>	1-2	<b>B.H.2</b>
0.43	70.00	30.0	8.57x 10 <sup>-4</sup>	1.50 x 10 <sup>-3</sup>	0.75	0.04	0.15			2.14	8.60	89.67	1.14 x 10 <sup>-8</sup>	3-3.5	
1.51	39.68	60.00	7.10 x 10 <sup>-4</sup>	1.20 x 10 <sup>-3</sup>	0.69	0.02	0.12	The Sample Of Soil is Clay		2.99	4.60	64.14	6.5 x 10 <sup>-7</sup>	1-2	<b>B.H.3</b>
0.54	68.18	37.00	7.26 x 10 <sup>-4</sup>	1.30 x 10 <sup>-3</sup>	0.79	0.03	0.13			2.93	4.10	34.32	2.59 x 10 <sup>-7</sup>	3-3.5	
The Sample Of Soil is Sand								39	0.28	The Sample Of Soil is Sand			8.58 x 10 <sup>-5</sup>	1-2	<b>B.H.4</b>
0.55	69.69	38	8.67 x 10 <sup>-4</sup>	1.50 x 10 <sup>-3</sup>	0.73	0.03	0.15	The Sample Of Soil is Clay		2.80	7.50	45.32	2.92 x 10 <sup>-8</sup>	3-3.5	
0.90	39.82	36.00	8.05 x 10 <sup>-4</sup>	1.40 x 10 <sup>-3</sup>	0.74	0.03	0.14	The Sample Of Soil is Clay		2.04	8.08	53.38	7.82 x 10 <sup>-7</sup>	1-2	<b>B.H.5</b>
1.80	38.02	70.00	7.44 x 10 <sup>-4</sup>	1.40 x 10 <sup>-3</sup>	0.88	0.02	0.14	The Sample Of Soil is Clay		2.90	5.20	41.77	7.74 x 10 <sup>-7</sup>	1-2	<b>B.H.6</b>



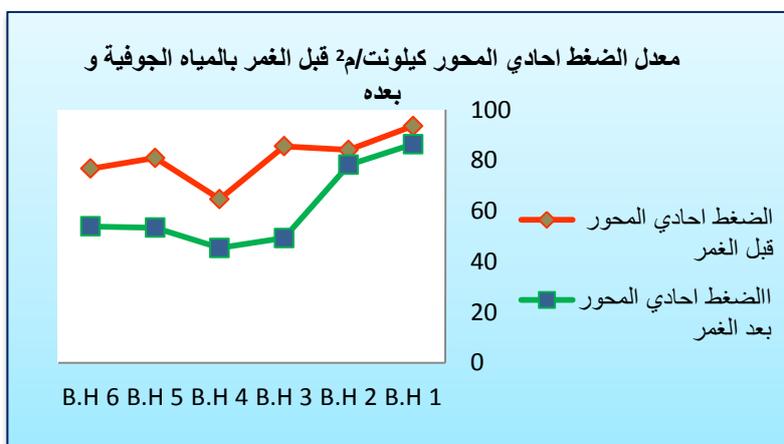
الشكل رقم (5) معدل النفاذية قبل و بعد الغمر بالمياه الجوفية

### (1-8-2-2) فحص مقاومة الانضغاط احادي المحور (Unconfined Compressive ( $q_u$ ))

#### Strength test

اجريّ الفحص على التربة الطينية الغرينية لأن هذا الفحص خاص للتربة المتماسكة. نلاحظ ان اعلى قيمه لمقاومة الانضغاط احادي المحور تبلغ (89.67 كيلونت/م<sup>2</sup>) في (B.H.2) عند العمق (3-3.5 م) و ذلك لان التربة تحوي على نسبة طين عالية حيث ان الطين ذو قوة تماسك عالية و التربة ذات محتوى رطوبي قليل نسبيا، و ادنى قيمه لمقاومة الانضغاط احادي المحور تبلغ (34.32 كيلونت/م<sup>2</sup>) في (B.H.3) عند العمق (3-3.5 م) و ذلك لان التربة تحوي على نسبة طين قليلة حيث يكون ذا قوة تماسك عالية و التربة ذات محتوى رطوبي عال نسبيا.

وجد نقصان في قيم مقاومة الانضغاط احادي المحور لنماذج التربة غير المخلخلة بعد الغمر بالمياه الجوفية في جميع الحفر أختباريه و ذلك بسبب قلة نسبة الطين بالإضافة الى زيادة قيمة المحتوى الرطوبي نتيجة الغمر بالمياه الجوفية. كما في الشكل رقم (6) الذي يوضح معدل مقاومة الانضغاط احادي المحور قبل الغمر بالمياه الجوفية و بعده.



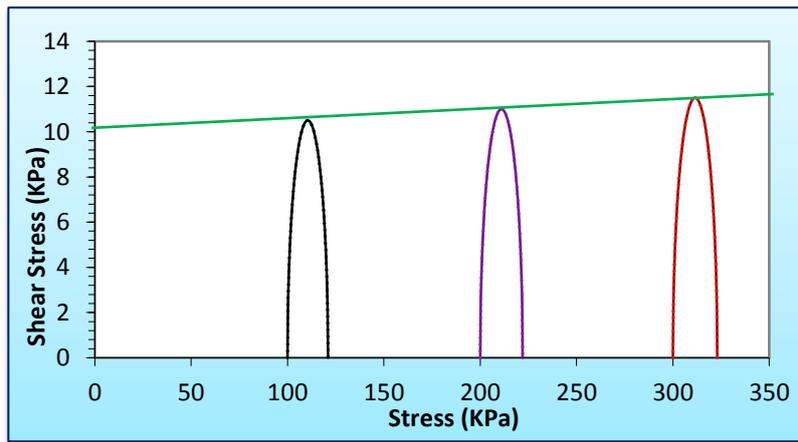
الشكل رقم (6) معدل قيم مقاومة الانضغاط احادي المحور قبل و بعد الغمر بالمياه الجوفية

(1-8-2-3) فحص القص المباشر (Direct Shear Test):-

اجريّ الفحص للترب غير المتماسكة. حيث نلاحظ ان اعلى قيمه لقوة التماسك تبلغ (0.98 كيلوننت/م<sup>2</sup>) في (B.H.4) عند العمق (1-2 م) و ذلك لان التربه تحوي على نسبة عالية من الطين الذي يمتاز بكونه عالي التماسك، و ادنى قيمه لقوة التماسك تبلغ (0.25 كيلوننت/م<sup>2</sup>) في (B.H.1) عند العمق (4-3.5 م) و ذلك لان التربه تحوي على نسبة قليلة نسبيا من الطين الذي يمتاز بكونه عالي التماسك. بينما اعلى قيمه لزاوية الاحتكاك الداخلي تبلغ (39 درجة) في (B.H.1) عند العمق (4-3.5 م) و ذلك لان التربه تحوي على نسبه عاليه من الرمل الذي يمتاز بكونه ذا زاوية احتكاك عالية، بينما ادنى قيمه لزاوية الاحتكاك الداخلي تبلغ (38 درجة) في (B.H.4) عند العمق (1-2 م) و ذلك لان التربه تحوي على نسبه قليله من الرمل الذي يمتاز بكونه ذا زاوية احتكاك عالية.

(1-8-2-4) فحص الضغط ثلاثي المحور الغير مبزول و غير منظم (Undrained, uncompression Triaxial test (uu))

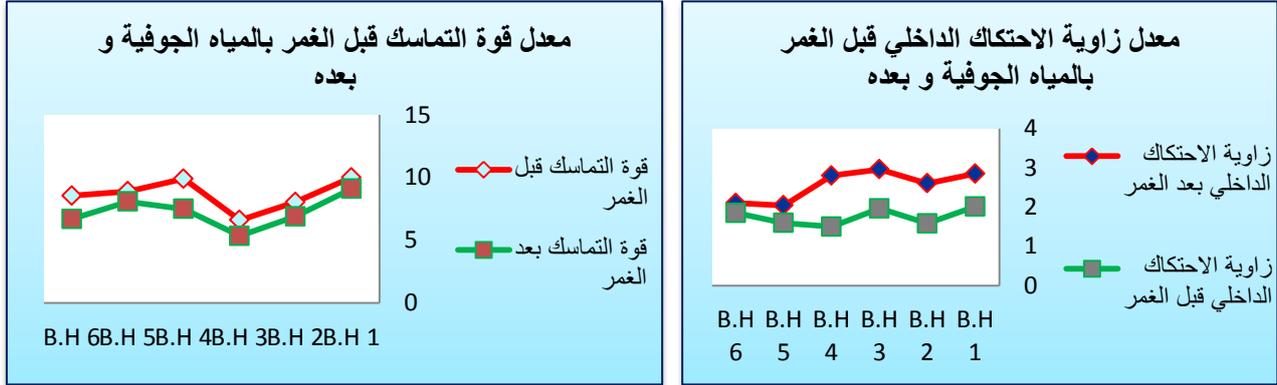
اجريّ الفحص على التربه الطينية الغرينيه لأن هذا الفحص خاص للترب المتماسكة كما في الشكل رقم (7) الذي يوضح علاقه بين الاجهاد و الانفعال لنماذج التربه الغير مخلخلة في (B.H.1). من نتائج الفحوصات يتضح ان اعلى قيمه لقوة التماسك تبلغ (8.6 كيلوننت/م<sup>2</sup>) في (B.H.2) عند العمق (3-3.5 م) و ذلك لان التربه تحوي على نسبة عاليه من الطين الذي يمتاز بقوة تماسكه، و ادنى قيمه لقوة التماسك تبلغ (4.1 كيلوننت/م<sup>2</sup>) في (B.H.3) عند العمق (3-3.5 م) و ذلك لان التربه تحوي على نسبة قليله من الطين الذي يمتاز بكونه عالي التماسك. و اعلى قيمه لزاوية الاحتكاك الداخلي تبلغ (2.99 درجة) في (B.H.3) عند العمق (1-2 م) و ذلك لان التربه تحوي على نسبه من الرمل الذي يمتاز بكونه ذا زاوية احتكاك عالية، بينما ادنى قيمه لزاوية الاحتكاك الداخلي تبلغ (2.04 درجة) في (B.H.5) عند العمق (1-2 م) و ذلك لان التربه تحوي على نسبه قليله من الرمل.



الشكل رقم (7) الاجهاد و الانفعال لفحص (uu) في (B.H.1)

عند مقارنة النتائج لنماذج التربه غير المخلخلة قبل الغمر بالمياه الجوفية و بعده نلاحظ نقصان معدل قوة التماسك ( $C_u$ )، بينما يقابلها زيادة معدل زاوية الاحتكاك الداخلي ( $\phi_u$ ) بعد الغمر بالمياه الجوفية، قد يعود هذا التناسب العكسي الى نقصان نسبة الحبيبات الناعمه كالطين نتيجة الغمر بالمياه و بالتالي زيادة نسبة الحبيبات

الخشنه مما يؤدي الى قلة التماسك و زيادة زاوية الاحتكاك الداخلي. كما في الشكل رقم (8) الذي يوضح معدل التماسك و زاوية الاحتكاك الداخلي قبل الغمر بالمياه الجوفية و بعده.



الشكل رقم (8) معدل قوة التماسك و زاوية الاحتكاك لفحص (uu) قبل الغمر بالمياه الجوفية و بعده

#### 5-2-8-1) فحص الانضمام (Consolidation Test) :-

اجريّ الفحص على الترب أمتاسكة، كما في الشكل رقم (9) الذي يوضح نتائج الانضمام (B.H.1) بعد الغمر بالمياه الجوفية، و كانت النتائج كما يلي :-

#### أ- دليل الانضغاط (Compression index (C<sub>c</sub>)) :

يتبين ان اعلى قيمة لدليل الانضغاط تبلغ (0.16) في (B.H.1) عند العمق (2-1 م) و ذلك لان التربة تحوي على نسبة طين عاليه و الذي يمتاز بكونه عالي الانضغاط، و ادنى قيمه لدليل الانضغاط تبلغ (0.13) في (B.H.2) عند العمق (3.5-3 م) ذلك لان التربة تحوي على نسبة قليله من الطين الذي يمتاز بكونه عالي الانضغاط.

#### ب- دليل الانتفاخ (Swelling index (C<sub>r</sub>)):

نلاحظ ان اعلى قيمة لدليل الانتفاخ تبلغ (0.04) في (B.H.6) و (B.H.2) عند العمق (3.5-3 م) و ذلك لان التربة تحوي على نسبة عاليه من الطين الذي يمتاز باحتوائه على معادن طينية لها قابليه على الانتفاخ، و ادنى قيمة لدليل الانتفاخ تبلغ (0.01) في (B.H.2) عند العمق (2-1 م) و ذلك لان التربة تحوي على نسبة قليله من الطين الذي يمتاز باحتوائه على معادن طينية لها قابليه على الانتفاخ.

#### ت- نسبة الفجوات الابتدائية (Primary Void Ratio (e<sub>0</sub>)) :

يتضح ان اعلى نسبة فجوات ابتدائية تبلغ (0.88 %) في (B.H.6) عند العمق (2-1 م) و ذلك لان التربة تحوي على نسبة عاليه نسبيا من الطين الذي يمتاز بكونه ذا فجوات عاليه، بينما ادنى نسبة فجوات ابتدائية (0.69 %) في (B.H.3) عند العمق (2-1 م) و ذلك لان التربة تحوي على نسبة قليله من الطين الذي يمتاز بكونه ذا فجوات عاليه.

#### ث- معامل الانضغاطية (Coefficient of compressibility (av)):

نلاحظ ان اعلى قيمة لمعامل الانضغاطية تبلغ ( $1.60 \times 10^{-3}$  كيلوننت/م<sup>2</sup>) في (B.H.1) عند العمق (2-1 م) اي (اصغر من 0.015) تصنف بحسب (Budhu,2007) على انها تربة غير قابله للانضغاط ، و

ادنى قيمة لدليل الانضغاطية تبلغ ( $1.30 \times 10^{-3}$  كيلونت/م<sup>2</sup>) (B.H.2) عند العمق (3-3.5 م) اي (اصغر من 0.015) تصنف بحسب (Budhu,2007) على انها تربة غير قابله للانضغاط .

**ج- معامل التمدد الحجمي (mv)Coefficient of volume compressibility :**

تبين ان اعلى قيمة لمعامل التمدد الحجمي تبلغ ( $8.79 \times 10^{-4}$  م<sup>2</sup>/كيلونت) في (B.H.1) عند العمق (2-3 م) و ذلك لاحتوائه على نسبة طين عاليه بالإضافة الى احتوائه على معادن قابله للتمدد الحجمي، و ادنى قيمة لمعامل التمدد الحجمي تبلغ ( $7.10 \times 10^{-4}$  م<sup>2</sup>/كيلونت) في (B.H.3) عند العمق (3-3.5 م) و ذلك لاحتوائه على نسبة طين قليلة فضلا عن احتوائه على قله من المعادن القابله للتمدد الحجمي.

**ح- ضغط الانضمام المسبق (P<sub>c</sub>) (Previous Consolidation Pressure) :**

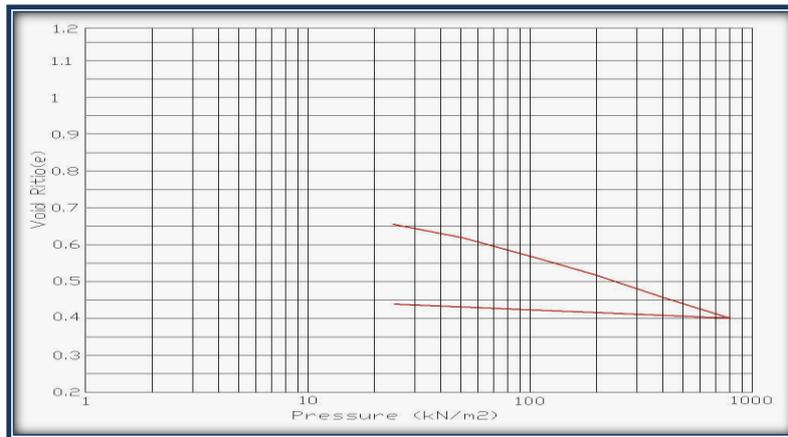
يتضح ان اعلى قيمة لضغط الانضمام المسبق تبلغ (70 كيلونت/م<sup>2</sup>) في (B.H.6) عند العمق (1-2 م) بسبب احتواء التربة على نسبة طين عاليه او قد تعرضت التربة الى احمال سببت انضمامها، و ادنى قيمة تبلغ (27 كيلونت/م<sup>2</sup>) في (B.H.2) عند العمق (1-2 م) بسبب احتواء التربة على نسبة طين قليلة او لم تتعرض التربة الى احمال سببت انضمامها.

**خ- ضغط الانضمام الابتدائي (P<sub>o</sub>) (Primary Consolidation Pressure) :**

نلاحظ ان اعلى قيمة لضغط الانضمام الابتدائي تبلغ (70 كيلونت/م<sup>2</sup>) في (B.H.2) عند العمق (3-3.5 م) و ذلك بسبب الكثافة العالية لطبقات التربة المؤثرة على النموذج في هذا العمق، بينما ادنى قيمة لضغط الانضمام الابتدائي تبلغ (38.02 كيلونت/م<sup>2</sup>) في (B.H.6) عند العمق (1-2 م) ذلك بسبب الكثافة القليلة لطبقات التربة المؤثرة على النموذج في هذا العمق.

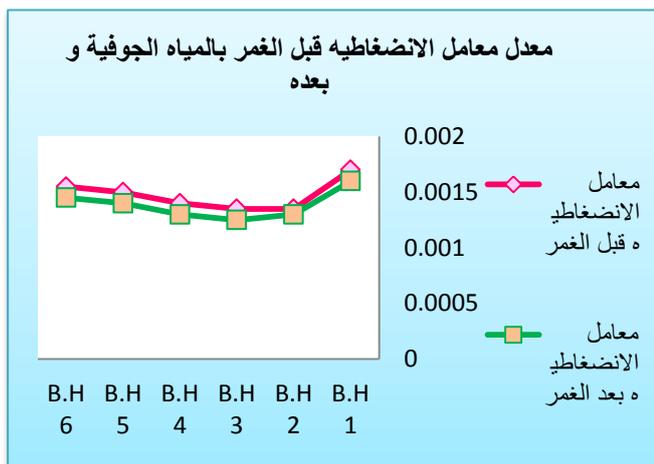
**د- نسبة الانضمام المفرط (OCR) (Over Consolidation Ratio) :**

يتبين ان اعلى نسبة انضمام مفرط تبلغ (1.80) في (B.H.6) عند العمق (1-2 م) اي ان ( $p_c > p_o$ ) حيث تصنف بحسب (Holtz & Kovacs, 1981) كتربة مسبقة الانضمام، و ادنى نسبة انضمام مفرط تبلغ (0.43) في (B.H.2) عند العمق (3-3.5 م) اي ان ( $p_o > p_c$ ) حيث تصنف بحسب (Holtz & Kovacs, 1981) كتربة غير مكتملة الانضمام.



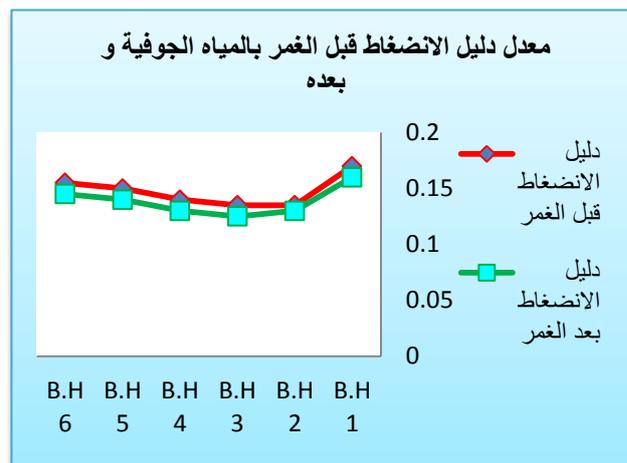
الشكل رقم (9) العلاقة بين الحمل المسلط و نسبة الفجوات في (B.H.1) بعد الغمر بالمياه الجوفية

من حساب معاملات الانضمام لنماذج التربه غير المخلطة نلاحظ انه بعد الغمر بالمياه الجوفيه قل معدل كل من دليل الانضغاط ( $C_c$ ) كما في الشكل رقم (10) الذي يوضح معدلات دليل الانضغاط قبل الغمر بالمياه الجوفيه وبعده، ومعامل الانضغاطيه ( $av$ ) كما في الشكل رقم (11) الذي يوضح معدلات معامل الانضغاطيه قبل الغمر بالمياه الجوفيه وبعده، لكن في كلا الحالتين صنفت التربه على انها تربه غير قابله للانضغاط، و قل ايضا معامل التمدد الحجمي ( $mv$ ) كما في الشكل رقم (12) الذي يوضح معدلات معامل التمدد الحجمي قبل الغمر بالمياه الجوفيه وبعده، يعود ذلك بسبب نقصان نسبة الطين نتيجة الغمر بالمياه الجوفيه.



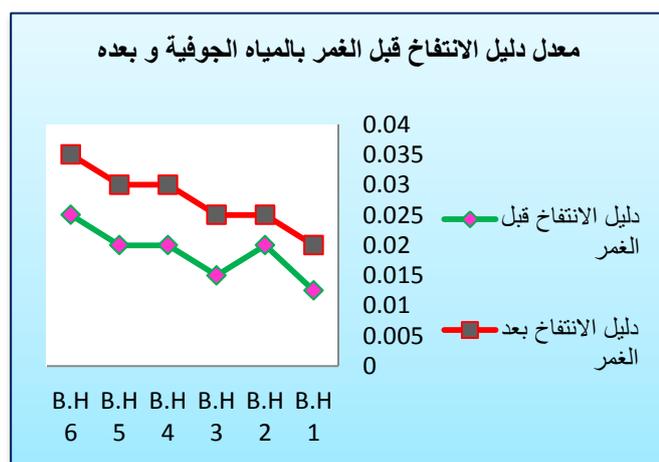
الشكل رقم (11) معدل معامل

الانضغاطيه قبل الغمر بالمياه الجوفيه وبعده



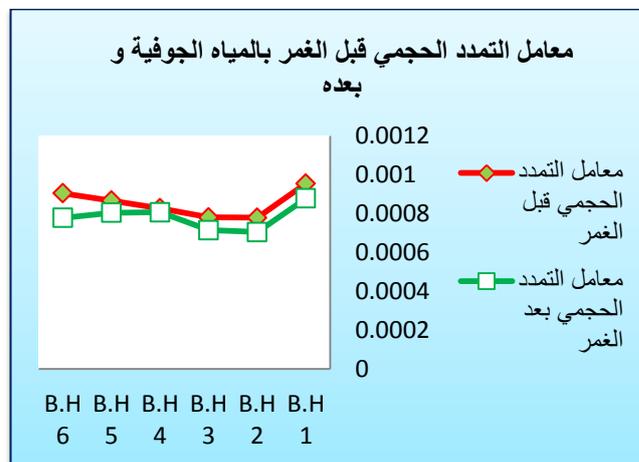
الشكل رقم (10) معدل دليل الانضغاط

قبل الغمر بالمياه الجوفيه وبعده



الشكل رقم (13) معدل دليل الانتفاخ

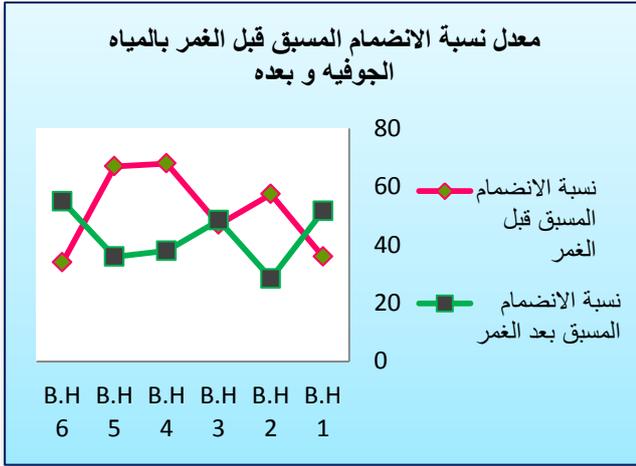
قبل الغمر بالمياه الجوفيه وبعده



الشكل رقم (12) معدل معامل التمدد الحجمي

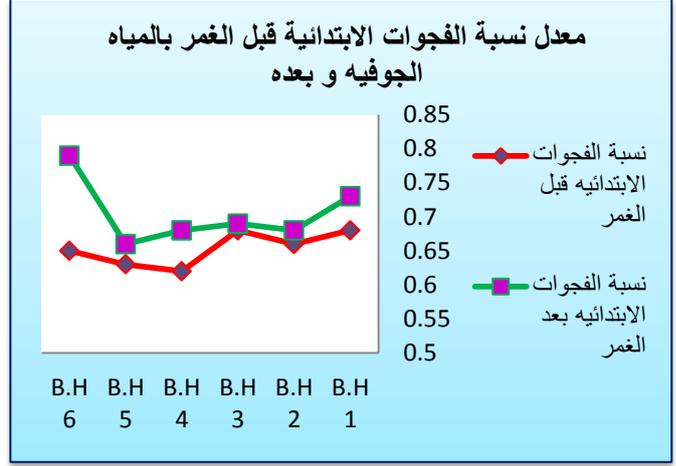
قبل الغمر بالمياه الجوفيه وبعده

بينما بعد الغمر بالمياه الجوفيه زاد معدل دليل الانتفاخ ( $C_r$ ) كما مبين في الشكل رقم (13) الذي يوضح معدلات معامل الانتفاخ قبل الغمر بالمياه الجوفيه وبعده، و معدل الفجوات الابتدائية ( $e_0$  %) كما مبين في الشكل رقم (14) الذي يوضح معدلات نسبة الفجوات قبل الغمر بالمياه الجوفيه وبعده، قد يعود ذلك الى نقصان نسبة الحبيبات الناعمة كالطين.



الشكل رقم (15) معدل ضغط الانضمام

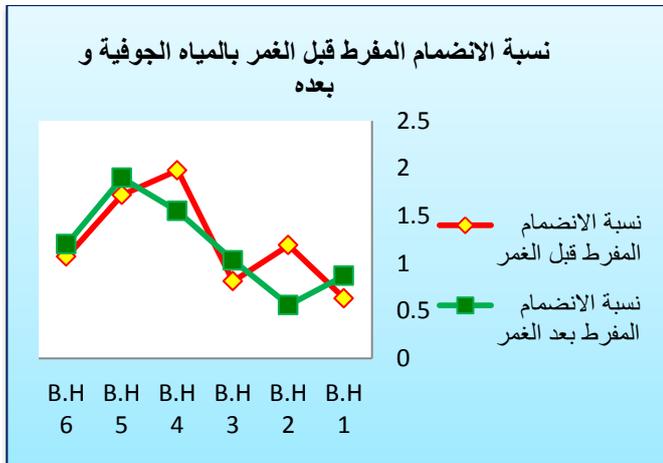
المسبق قبل الغمر بالمياه الجوفية و بعده



الشكل رقم (14) معدل نسبة الفجوات

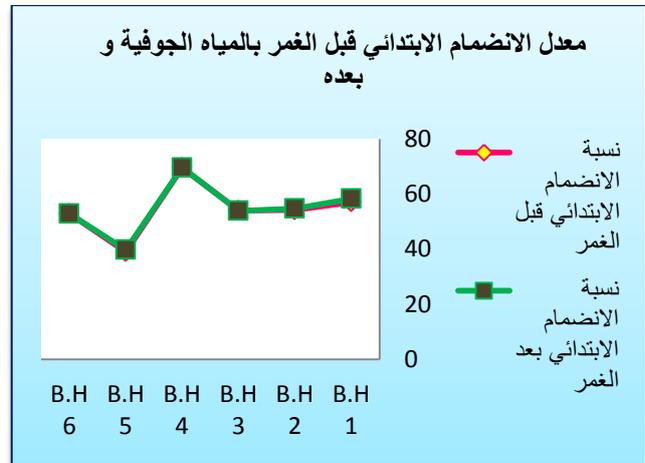
قبل الغمر بالمياه الجوفية و بعده

اما بالنسبة لضغط الانضمام المسبق ( $P_c$ ) و الابتدائي ( $P_0$ ) قبل الغمر بالمياه الجوفية و بعده فكانت قيمهما ما بين الزيادة و النقصان كما في الشكل رقم (15) و (16) على التوالي الذي يوضحان معدلات ضغط الانضمام المسبق و الابتدائي قبل الغمر بالمياه الجوفية و بعده، و بالتالي يؤثر على نسبة الانضمام المفرط ( $OCR$ )، كما في الشكل رقم (17) الذي يوضح معدلات ضغط الانضمام المفرط قبل الغمر بالمياه الجوفية و بعده، قد يعود هذا التذبذب في القيم الى نقصان الطين او الى تعرض التربة للأحمال بسبب في انضمامها و كذلك اختلاف العمق.



الشكل رقم (17) معدل نسبة الانضمام

المفرط قبل الغمر بالمياه الجوفية و بعده



الشكل رقم (16) معدل نسبة ضغط الانضمام

الابتدائي قبل الغمر بالمياه الجوفية و بعده

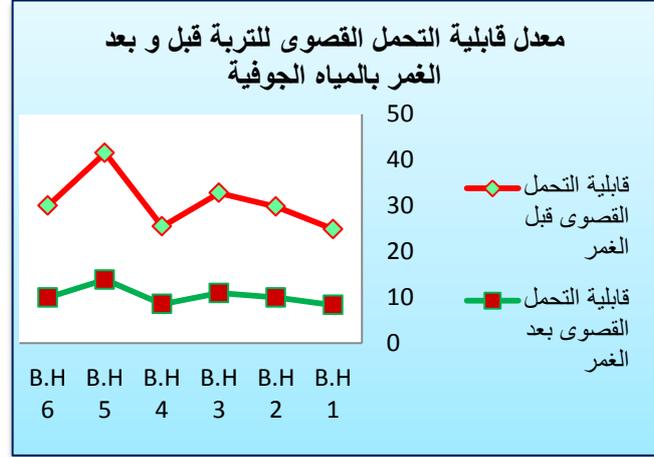
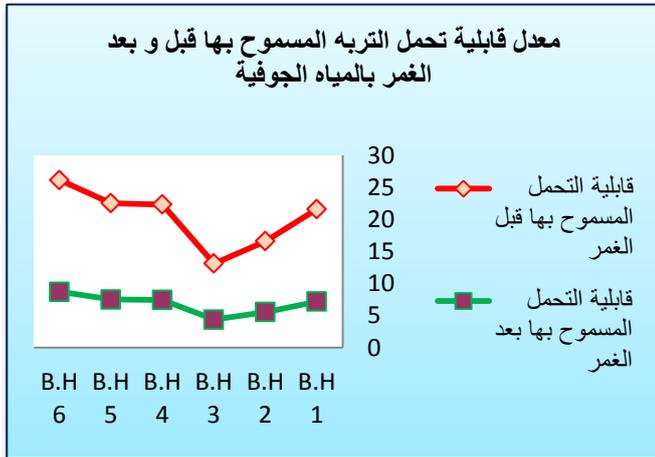
### (1-8-2-6) حساب الهبوط (Settlement Calculation) :

تم حساب هبوط تربة الموقع من نتائج فحص الانضمام بعد غمر النماذج بالمياه الجوفية بحسب المعادلة رقم (3-1) فبلغت قيمته (44.26 سم). حيث لوحظ زيادة قيمة الهبوط للمنشأ بعد الغمر بالمياه الجوفية بنسبة (41.14%).

(1-8-3) قابلية تحمل التربة القصوى (Ultimate Bearing Capacity) ( $q_{ult}$ ) و المسموح بها (Allowable Bearing Capacity) ( $q_{all}$ ) قبل الغمر بالمياه الجوفية وبعده: -

حسبت قابلية التحمل التربة حسب المعادلة (1-1) بعد الغمر بالمياه الجوفية لمدة (30 يوما) من عمق (1-3 م) اي ضمن المستوى الذي يوجد فيه الاساس و كانت النتائج حسب الجدول رقم (4) الذي يوضح قيم قابلية تحمل التربة بعد الغمر بالمياه الجوفية.

نلاحظ ان اعلى قيمة لقابلية التحمل القصوى للتربة ( $q_{ult}$ ) تبلغ (29.94 كيلوننت/م<sup>2</sup>) في (B.H.6) عند العمق (3 م)، يقابلها اعلى قيمة لقابلية تحمل التربة المسموح بها ( $q_{all}$ ) عند عامل امان (F.S=3) و تبلغ (9.98 كيلوننت/م<sup>2</sup>) ذلك لان التربة ذات خواص هندسية جيدة، و ادنى قيمة لقابلية تحمل التربة ( $q_{ult}$ ) تبلغ (8.97 كيلوننت/م<sup>2</sup>) في (B.H.1) عند العمق (1 م)، يقابلها ادنى قيمة لقابلية تحمل التربة المسموح بها ( $q_{all}$ ) عند عامل امان (F.S=3) و تبلغ (2.99 كيلوننت/م<sup>2</sup>) و ذلك لان التربة ذات خواص هندسية غير جيدة. نلاحظ نقصان قيمة قابلية تحمل التربة بعد الغمر بالمياه الجوفية و كما في الشكل رقم (18) الذي يوضح معدل قابلية التحمل القصوى و المسموح بها قبل الغمر بالمياه الجوفية و بعده، قد يعود ذلك الى الضعف الحاصل في الخصائص الهندسية للتربة بسبب الغمر بالمياه الجوفية، و كانت معدلات قابلية التحمل القصوى و المسموح بها لمنطقة الدراسة تبلغ قيمة التحمل القصوى عند العمق (1 م) (16.62 كيلوننت/م<sup>2</sup>)، عند العمق (2 م) بلغ (20.52 كيلوننت/م<sup>2</sup>) و عند العمق (3 م) كانت (24.62 كيلوننت/م<sup>2</sup>)، اما معدل قابلية التحمل المسموح بها في منطقة الدراسة فكانت عند العمق (1 م) تبلغ (5.55 كيلوننت/م<sup>2</sup>)، عند العمق (2 م) تبلغ (6.84 كيلوننت/م<sup>2</sup>) و اخيرا عند العمق (3 م) فبلغت (8.21 كيلوننت/م<sup>2</sup>). في النهاية تبين نقصان قابلية تحمل التربة القصوى و المسموح بها بعد الغمر بالمياه الجوفية عند عمق (1 م) بنسبة (31.58%)، عند العمق (2 م) بنسبة (34.86%) و عند العمق (3 م) بنسبة (32.25%).



الشكل رقم (18) العلاقة بين معدل قيم قابلية التحمل القصوى و المسموح بها للتربة قبل الغمر بالمياه الجوفية و بعده

جدول رقم (4) قابلية تحمل التربة قبل وبعد الغمر بالمياه الجوفية

بعد الغمر		قبل الغمر		العمق (m)	رقم الحفرة (B.H.N.O.)
F.S = 3 قابلية التحمل المسموح بها $q_{all}$ (kN/m <sup>2</sup> )	قابلية التحمل القصوى $q_{ult}$ (kN/m <sup>2</sup> )	F.S = 3 قابلية التحمل المسموح بها $q_{all}$ (kN/m <sup>2</sup> )	قابلية التحمل القصوى $q_{ult}$ (kN/m <sup>2</sup> )		
5.97	17.92	7.14	21.43	1	<b>B.H.1</b>
7.52	22.56	8.60	25.80	2	
8.12	24.35	9.13	27.39	3	
4.23	12.69	8.30	24.90	1	<b>B.H.2</b>
5.30	15.90	10.57	31.70	2	
7.12	21.36	10.92	32.76	3	
2.99	8.97	7.60	22.80	1	<b>B.H.3</b>
3.67	11.00	11.04	33.12	2	
6.47	19.40	14.13	42.39	3	
6.99	20.97	7.47	22.40	1	<b>B.H.4</b>
7.17	21.51	8.50	25.49	2	
8.12	24.36	9.52	28.56	3	
4.75	14.26	9.44	28.32	1	<b>B.H.5</b>
8.35	25.06	14.14	42.42	2	
9.43	28.28	17.97	53.92	3	
7.14	21.42	8.63	25.89	1	<b>B.H.6</b>
9.02	27.06	10.16	30.48	2	

## 9-1) الاستنتاجات (Conclusion) :

- عند تحليل نتائج الفحوصات الهندسية للتربة قبل و بعد الغمر بالمياه الجوفية يتضح ما يلي:-
1. نلاحظ زيادة قيمة كل من (النفاذية، زاوية الاحتكاك الداخلي للترب الخشنة، زاوية الاحتكاك الداخلي للترب الناعمة، دليل الانتفاخ، نسبة الفجوات الابتدائية و ضغط الانضمام الابتدائي) بعد الغمر بالمياه الجوفية وحسب النسب التالية (1 , 9 , 47 , 46 , 2 , 154) % على التوالي.
  2. و نلاحظ نقصان قيمة كل من (مقاومة الضغط احادي المحور، قوة التماسك للترب الخشنة، التماسك للترب الناعمة، دليل الانضغاط، معامل الانضغاطية، معامل التمدد الحجمي، ضغط الانضمام المسبق و نسبة الانضمام المفرط) بعد الغمر بالمياه الجوفية و حسب النسب التالية (5 , 17 , 8 , 7 , 7 , 16 , 37 , 17) على التوالي.
  3. قلت قابلية تحمل التربة بعد الغمر بالمياه الجوفية حيث قلت عند عمق (1 م) بنسبة (31.58 %)، عند العمق (2 م) بنسبة (34.86 %) و عند العمق (3 م) بنسبة (32.20 %).
  4. نقصان قيمة الهبوط للأبنية بعد الغمر بالمياه الجوفية بنسبة (41.14 %).

## 10-1) المصادر (References) :

### 1. المصادر العربية :

- الجبوري، حامد حسن، (2002)، التقييم الجيوتكنيكي للتربة في محافظه بابل، رسالة ماجستير، غير منشورة، جامعة بغداد - كلية العلوم، ص 183.
- السعدون، عبد الجليل ضاري، (1988)، دراسة الواقع السياحي لمحافظة بابل ضرورة تخطيط الخدمات السياحية فيها، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة بغداد، مركز التخطيط الحضري والإقليمي، ص 184.
- الشكر، عبد الحسن خضير، (2000)، تأثير المياه الجوفية في مدينة الحلة على ديمومة الخرسانة المستخدمة في اسس منشاتها، مجلة جامعة بابل - العلوم الهندسية/المجلد/5/العدد/5/2000. العشو، محمد عمر، (1991)، مبادئ ميكانيك التربة، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، ص 574.
- كربل، عبد الاله رزوقي، (1967)، زراعة الخضروات و مستقبلها في لواء الحلة، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة بغداد، كلية الاداب، ص 174.
- مانع، جواد كاظم، (2003)، هيدروكيميائية المياه الجوفية ومعدنية رسوبيات المكن المائي المفتوح لمناطق مختارة من محافظة بابل، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، جامعة بغداد، ص 181.
- مركز الفرات لدراسة وتصاميم مشاريع الري، (1999)، مشروع تخفيض مناسيب المياه الجوفية في مدينة الحلة ، وزارة الري.

### 2. المصادر الاجنبية:

- ASTM D2166-001, 2006, "Standard Test Method For, Unconfined Compressive Strength Of Cohesive Soil "Annual Book Of ASTM Standards.
- ASTM D2434-68, 2006 , "Standard Test Method Standard Test Method for Permeability of Soils Annual Book Of ASTM Standards.
- ASTM D2850, D3080-98, "Standard Test Method For, Direct Shear Of Uncohesive Soil "Annual Book Of ASTM Standards.
- ASTM D2850, "Standard Test Method For, Triaxial compression test (UU)" Annual Book Of ASTM Standards.

- ASTM D2435-02**, "Standard Test Method Standard Test Method for Consolidation and Swelling of Soils Annual Book Of ASTM Standards.
- Bowles, J.E.**, (1984), "Physical and geotechnical of soil", (2<sup>nd</sup> ed.), Mc Graw Hill Inc., p. 861.
- Budhu , M.**, (2007), "Soil mechanics and foundations", (2<sup>nd</sup> ed.), John Wiley & Sons , Inc. p 634.
- DAS, B.M.**, (2002), "Principles of Geotechnical Engineering", Brooks-Cole, Thompson Learning, Pacific Grove, CA, ch.
- Hansen, J.B.**, (1970), "A Revised and extended formula for bearing capacity", Danish Geotechnical Inst., Bull. 28, Copenhagen, P. 21.
- Holtz, R.D.;** **Kovacs, W.D.**, (1981), "An introduction to geotechnical engineering", prentice- Hall, Inc, England Cliffs, p. 733
- Terzaghi, K.;** **Peck , R. B.**, (1967) ,"Soil mechanics in engineering practice" , (2<sup>nd</sup> ed.) John Wiley and Sons. Inc., New York , p.729.
- Tomlinson, M.J.**, (1988), "Foundation design and construction", Pitman Advanced, Pupl. U. K., p. 450.