

مكتبة  
٢٠١١-٥-٢٣  
١٣

١٣

جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

الجامعة التكنولوجية

قسم هندسة البناء والاتصالات

معالجة التربة الجبسية باستخدام الكائولين ودراسة الانهيارية

## Treatment of Gypseous Soil by Bentonite With Studying Their Collapsibility

اعداد الطالبة

سمارة احمد شاكر

باشراف الاستاذ الدكتور

حسين حميد كريم

٢٠١١م

## بسم الله الرحمن الرحيم

(يسبح لله ما في السموات وما في الأرض الملك  
القدوس العزيز الحكيم\* هو الذي بعث في الأميين  
رسولا منهم يتلو عليهم آياته ويزكيهم ويعلمهم  
الكتاب والحكمة وإن كانوا من قبل لفي ضلال  
مبين\*)

(صدق الله العظيم)

# الإهداء

إلى من بلغ الرسالة وأدى الأمانة .. ونصح الأمة .. إلى نبى الرحمة ونور العالمين..  
سيدنا محمد ( صلى الله عليه وسلم )

إلى من أحمل اسمه بكل افتخار .. إلى من كاله الله بالمهبة والوقار .. إلى من علمنى  
العطاء بدون انتظار

والدى العزيز

إلى ملائكتى فى الحياة .. إلى معنى الحب وإلى معنى العنان والتفانى .. إلى بسمه  
الحياة وسر الوجود .. إلى من كان دعائها سر نجاحى وحنانها بلسم جراحي إلى  
أخلى الحبايب  
أمى الحبيبة

إلى من بهم أكبر وعليهم أعتمد .. إلى من بوجودهم اكتسبت قوة ومحبة لا حدود  
لها .. إلى من عرفت معهم معنى الحياة

أخوانى

إلى من كانوا ملائكتى وملجئى .. إلى من تذوقت معهم أجمل اللحظات..

إلى من سأقتقدمهم ..... وأتمنى أن يفتقدونى

صديقائى

طلبة المشروع

## كلمة شكر

لابد لنا ونحن نخطو خطواتنا الأخيرة في الحياة الجامعية من وقفة نعود إلى أعوام

قضيناها في رحاب الجامعة مع أساتذتنا الكرام الذين قدموا لنا الكثير باذلين

بذلك جهودا كبيرة في بناء جيل الغد لتبعث الأمة من جديد

وقبل أن نمضي نقدم أسمى آيات الشكر والامتنان والتقدير والمحببة إلى الذين

حملوا أقدم رسالة في الحياة

إلى الذين مهدوا لنا طريق العلم والمعرفة .. إلى جميع أساتذتنا الأفاضل في قسم

البناء والانشاءات

ونتوجه بالشكر الجزيل إلى

د. حسين حميد كريم

الذي تفضل بإشرافه على هذا البحث وقدم لنا العون ومد لنا يد المساعدة وزودنا

بالمعلومات اللازمة لإتمام هذا البحث. فجزاه الله عنا كل خير فله منا كل التقدير

والاحترام...

طلبة المشروع

## المحتويات

### الجزء النظري

مقدمة عن التربة الجبسية	الفصل الأول
المقدمة	1-1
ماهية التربة الجبسية	2-1
مراحل التربة الجبسية	3-1
المسح من هذه الدراسة	4-1

خصائص ومراحل التربة الجبسية	الفصل الثاني
الجبس والتربة الجبسية	1-2
الخصائص الفيزيائية للتربة الجبسية	2-2
مراحل التربة الجبسية الهندسية المقامة على التربة الجبسية	3-2
تحسين التربة الجبسية	4-2

### الجزء العملي

التجارب والاستنتاجات	الفصل الثالث
إيجاد المحتوى الجبسي	1-3
التجارب الخاصة بحساب الانهيارية	2-3
اختبار نسبة الكافلين المثلى	3-3
الاستنتاجات والتوصيات	4-3

# الفصل الأول

مقدمه عن التجربة الجبسية

INTRODUCTION

## 1- المقدمة:

هناك مساحات كبيرة من سطح الكرة الأرضية مغطاة بتراب سريعة التأثير بالتغيرات الكبيرة بمقدار الحجم الكلي لها عندما تصبح مشبعة بالماء بالنهاية تدعى هذه المواد بالتراب الانهياريه واحده من أهم هذه التراب الانهياريه تسمى بالتراب الجبسيه .تتكون الصخور الجبسيه نتيجة لتبخر المياه المالحة للبحيرات المتكونة في المناطق الصحراوية أو شبه الصحراوية.

بصوره عامه تنتشر الصخور الجبسيه في بقاع كبيره من الكرة الارضيه مثل الولايات المتحدة الامريكه حيث تستعمل هذه المساحات الكبيره لصناعه الجص وكذلك كمواد مائه.وكذلك فان التراب الجبسيه يمكن ان تتواجد في المناطق الجافه وشبهه الجافه حيث تغطي مايقارب 0.6% مساحات العالم الكلية وما يقارب (20-31.7)من مساحة العراق حيث تحوي ترابه العراق على حوالي (10-70).

هذه النسبة العاليه التي تحتويها ترابه العراق من الصخور الجبسيه تمثل تحديا للمهندسين المدنيين من حيث صعوبة التعامل معها نتيجة لسلوكها المتغير والخطير.

## 1-2 ماهي التربه الانهياريه:-

تعرف التربه الانهياريه على أنها التربه الغير المشبعة والتي تعاني من أعاده ترتيب في جزيئاتها وحصول تغيير كبير في حجمها عندما تتعرض إلى الترطيب سواء كانت تحت أحمال أو بدونها.وتعتبر التراب الجبسيه حسب هذا التعريف من التراب الانهياريه والتي تتكون أساسا من كبريتات الكالسيوم المائيه حيث يتواجد معدن الجبس في تركيب التربه كماده رابطه عندما تكون التربه جافه وعادة تكون الصخور والتراب الجبسيه قويه جدا إذا كانت جافه ولكن إذا ماتعرضت إلى الترطيب سيحصل أذابه فيها وتصبح التربه هشه وضعيفه جدا وهذا هو سبب خطورتها.

### ٣-١ مشاكل الترب الجبسيه:-

للترب الجبسيه العديد من المشاكل التي تهدد المنشآت الهندسية والتي تشكل تحديا للمهندسين المسؤولين عن هذه المشاريع المنشأة على هذه النوعية من الترب .في ما يلي استعراض لبعض المشاكل الناتجة عن النسبة العالية للصخور الجبسيه في ترب العراق :

١. مشاكل ناتجة عن انهيار الترب الجبسيه مثل فندق سامراء السياحي و خزان الماء المرتفع في سامراء.
٢. مشاكل ناتجة عن زيادة ترشح الماء إلى داخل التربة كما في سد الموصل .
٣. مشاكل ناتجة عن تلين التربة كالذي حدث في معمل تكرير بيجن.
٤. مشاكل ناتجة عن هجوم الكبريتات كالذي حدث في عدة بنايات في الحبانية.

### ٤-١ الهدف من هذه الدراسة:-

ان الهدف من هذا المشروع هو دراسة خواص الصخور الجبسيه وتأثيرها على المنشآت الهندسية وكذلك دراسة كيفية معالجتها وذلك باستخدام الكاولين وتحديد نسبه الكاولين المثلى التي تحقق أفضل تحسن للتربة الجبسيه التي سنعالجها .



# الفصل الثاني

## خصائص ومشاكل الترب

### الجبسية

## **PROPERTIES OF GYPSEOUS SOIL & THEIR PROBLEMS**

## 1-2 الجبس والترب الجبسية Gypsum & Gypseous Soils

الصخور الجبسية عبارة عن أملاح معدنية إي كبريتات الكالسيوم أو كبريتات الكالسيوم المائية وكلاهما ذات تشكيل بلوري .اعتبر الفن ورميرو

-Alfen and Romero 1971- إن الترب تعتبر جبسية في حاله احتوائها على نسبة أعلى من 2% من الجبس . بينما وصف البرزنجي (1973) الترب بحسب محتوى الجبس كالآتي

جدول (1-2) تصنيف الترب الجبسية (البرزنجي 1973)

GYPSUM CONTEN	CLASSIFICATION
0.0-3.0	NON- GYPSIFEROUS
0.3-3.0	VERY-SLIGHTLY GYPSIFEROUS
3.0-10	SLIGHTLY GYPSIFEROUS
10-25	MODERATELY GYPSIFEROUS
25-50	HIGHLY GYPSIFEROUS
50	GYPSIFEROUS SOIL TO BE DESCRIBED BY OTHER FRACTIONS SUCH AS CLAYEY OR SANDY GYPSIFEROUS SOIL

## 2-2 الخصائص الفيزيائية للترب الجبسية Physical Properties of Gypseous Soils

من الضروري معرفه الخواص الفيزيائية والهندسية للتربة الجبسية لمعرفة سلوك هذه التربة وكيفيه التعامل معها بالنسبة للمشاريع الهندسية (Neaimi, 2001) ومن أهم الخواص الفيزيائية والهندسية للترب الجبسية يمكن إن تتلخص بما يلي (كريم 2009، Ibrahim 2007)

### Permeability 1-2- 2 النفاذية

يمكن تعريف النفاذية بأنها المواد المسامية والتي تسمح بمرور أو نصوح الماء أو السوائل الأخرى خلال الفراغات الداخلية المترابطة.والمادة التي تحتوي على فجوات مستمرة تسمى نفاذه.

## 2-3 مقاومة القص للتربة الجبسية Shear Strength

تتكون اجهادات القص بالتربة نتيجة لتحميل التربة وعندما تصل اجهادات القص إلى قيمه محدده فان ذلك يسبب حدوث تشوه القص مما يسبب فشل كتله التربة لذا يمكن تعريف مقاومة القص على أنها مقاومة التشوه الحاصل نتيجة حركة جزيئات التربة المستمرة أو كتله التربة بتأثير اجهادات القص. تعتمد مقاومة القص في التربة بشكل أساسي على احد المركبات التالية:

1. المقاومة الانشائية لحركه التربة تكون بسبب تشابك الجزيئات فيما بينها.
2. المقاومة الجزئية لتغيير موقع جزيئات التربة المنفردة في نقاط الاتصال.
3. التماسك والتلاصق بين سطوح جزيئات التربة.

## 2-3 مشاكل التراكيب الهندسية المقامة على التربة الجبسية

إن المشكلة الحقيقية التي تواجه المنشآت المقامة على التربة الجبسية هي ذوبان الجبس عند تعرضه للماء مسببا قلقا في الهيكل الحبيبي للتربة لذا يمكن تلخيص مشاكل التربة الجبسية بالنقاط التالية:

1. التربة الجبسية ذات قابليه كبيرة للانتفاخ:  
إن نسبة الانتفاخ للتربة الجبسية قد تصل أو تتجاوز (15) في حاله عدم وجود إتحال تذكر عليها وبحسب موقع النموذج من السطح إذ كلما اقتربت المسافة من السطح قل الانتفاخ وهذه الظاهرة تشير إلى عدم صواب الأسلوب الشائع حاليا في حفر الأسس في مناطق التربة الجبسية والتي يفضلها الكثيرون لسهولة وسرعته ورخص كلفته والمتضمنة غمر الموقع بالماء تمهيدا لحفر مواقع الأسس السبب يعود إلى إن الغمر بالماء يسبب ارتفاعا في مستوى قاع حفره الأساس ولذا فان الأساس الذي ينشأ بعد فتره وجيزة سيكون معرضا لهبوط يعادل مقدار الانتفاخ مضافا إليه الهبوط
2. وجود الإنفاق وكهوف صغيره قريبه من سطح التربة الجبسيه :  
إن وجود الإنفاق وكهوف صغيره قريبه من السطح والتي حفرتها مياه الأمطار والسيول أو الإرواء الغير منتظم تحت سطح التربة وغير الظاهرة للعيان يشكل مشكله يجب التحري عنها أضافه لما تسبب القوارض والحشرات من إنفاق قبل البدء الفعلي الأعمال الهندسية المدنية لذا فان استخدام الطرق الجيوفيزيائية يكون ضروريا قبل البدء بالعمل هي طريقه فعاله ومفيدة ورخيصه ألكفه نسبيا لما توفر من معلومات عن التربة الجبسيه.

### 3. تفطر المباني والمنشآت على الترب الجبسية

تعاني المنشآت والمباني القامة على التربة الجبسية من تشققات بعد سنوات من إنشائها وذلك بسبب مشاكل الهطول التي تعاني منها التربة الجبسية حيث تتضغط التربة عند تسليط القوى عليها وهي مغمورة بالماء ولا يتوقف الانضغاط عمليا بعد فتره من الزمن، تكون نسبة الهبوط طرديه مع الثقل المسلط فيما إذا استمر الثقل أو الأساس حتى لو كانت التربة يابسة وتتضاعف في حاله الاغمار بالماء

### 4. مشاكل زيادة نصوح الماء خلال التربة الجبسية

إن استمرارية تدفق الماء سواء كانت من أنبوب مكسور أو نصوح مستمر من قناة خرسانية أو سده ترابية غير مكسوة مستقاة تربتها من منطقة تربتها جبسية تؤدي إلى زيادة ذوبان الترب الجبسية وهناك أمثله واقعيه عديدة حدثت خلال السنوات الماضية في مختلف مواقع الترب الجبسية كما في التعلبات الترابية في سامراء

### 5. مشاكل في الطرق والمطارات ألقامه لترب الجبسية

إن الحاجة إنشاء طرق جديدة في الشرق الأوسط بحيث تغطي مساحات واسعة بضمنها تلك المناطق التي تحوي تربتها على نسبة عاليه من الجبس أدى إلى خلق مشاكل كبيره حيث يؤدي ذوبان الأملاح ومن ضمنها الجبس من التربة المراد إنشاء الطرق عليها عند تعرضها للغمر بالماء لفترات طويلة إلى انخفاض كبير في مقاومه تلك الترب.

## 2 - 4 تحسين الترب الجبسية: Gypseous Soils Improvement

هنالك العديد من الطرق التي تهدف الى تحسين الترب الجبسية نذكر منها:

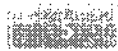
1 - المعالجة باستخدام المضافات الكيماوية:

وهدفها تقليل اذابة التربة الجبسية خلال الغمر بالماء.

2 - المعالجة باستخدام السمنت:

باستخدام السمنت المقاوم للكبريتات والذي يضاف بنسب مختلفه وهذا سيؤدي الى تحسين مقاومة

الأنضغاط وتحسين الأنضغاطية Compressibiliy وكذلك معامل المرونة E و Stiffness



### 3 - المعالجة باستخدام النورة Lime

باستخدام النورة Lime والتي تضاف بنسب مختلفة وهذا سيؤدي الى تحسين مقاومة الأنضغاط وتحسين الأنضغاطية وتقليل النفاذية.

### 4 -المعالجة باستخدام المعدن الطينية ( الكاولين Kaolin)

باستخدام الكاولين والبنتونايت والتي تضاف بنسب مختلفة وهذا سيؤدي الى تحسين الأنهيارية ومقاومة القص.

وهناك العديد من الدراسات التي اجريت في قسمنا.

وفي مشروعنا هذا سيتم استخدام الكاولين بنسب مختلفة ودراسة كل من الأنهيارية في كل نسبة للتوصل الى النسبة المثلى.

الجزء العملي

الفصل الثالث

التجارب والاستنتاجات

### 1-3 إيجاد المحتوى الجبسي في النماذج (نسبة %GC)

لايجاد المحتوى الجبسي نعتد على الخطوات التالية:

**الخطوة الأولى :** نأخذ تربة وزنها 500 غم من التربة الجبسية الجافة بالهواء.

**الخطوة الثانية:** نضع النموذج من التربة في الفرن الحراري في درجة 45 درجة مئوية لمدة 24 ساعة ثم نزنها ولتكن 1x

**الخطوة الثالثة:** نفس النموذج من التربة الجافة نضعها في فرن درجة حرارته 110 درجة مئوية ولمدة 24 ساعة ثم نزن النموذج 2x

**ملاحظة:-** يجب التأكد من ثبوت وزن النموذج في درجة 45 درجة سيليزية وذلك بوضعه مرة ثانية في الفرن لتأكد من ثبوت الوزن وهذا خاص بالتربة الطينية

#### 1-1-3 الحسابات:-

لمعرفة النسبة المئوية لمحتوى الجبسي نستخدم المعادلة التالية:

$$100 * 4,7778 * \{(2x - 1x) / (1x - \text{وزن } tin)\} = \%Gc$$

4,7778:- النسبة العكسية بين وزن الماء الى وزن النموذج

1 - التربة الأولى من من ذراع الكرمة:

$$100 * 47778 * (29.7 - 74.41) / (69.70 - 74.41) = \%Gc$$

$$= 50\%$$

2- التربة الثانية من ذراع النجف:

$$100 * 47778 * (27.6 - 70.98) / (66.85 - 70.98) = \%Gc$$

$$= 45\%$$

جدول (1-3) لتوضيح موقع ومحتوى الترب الجبسية الخمسة

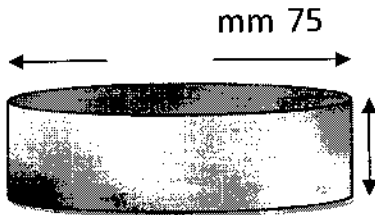
عدد	الموقع	محتوى الجبسي
التربة الأولى	من ذراع الكرمة	%50
التربة الثانية	من ذراع النجف	%45

### 2-3 التجارب الخاصة لحساب الانهيارية *Collapsibility*

1-2-3- إعداد وتحضير النموذج بالاعتماد على الكثافة:-

الخطوة الأولى: تم إيجاد الكثافة ومقدارها  $m^3 \backslash kn14$

الخطوة الثانية: أخذت إبعاد الحلقة (Ring)



mm19

لغرض إيجاد حجمه

الخطوة الثالثة: احتساب وزن التربة التي يستوعبها

(Ring) باستخدام المعادلة التالية:-

$$\text{Volume} * \text{Density} = \text{Weight}$$

$$83.89 * 10^6 \backslash 1000 * 14 =$$

$$gm117.44 =$$

الخطوة الرابعة: نحضر (Ring) وذلك بوضع ورقة الترشيح من الأسفل مقصوفة على مسافة (Ring) ومن الأعلى نضع غطاء الحلقة (Ring) وبعدها نضع النموذج المحضر (تربة+Ring المحضر) في جهاز الضغط ونبدأ بتحريك عتلة الجهاز الضغط النموذج وحتى يصل إلى كثافة المطلوبة وذلك لوصوله إلى حافة (Ring) وبعدها نأخذ النموذج الضغوط ونرفع الغطاء الحلقة عنة ونضع ورقة ترشيح من الأعلى مقصوفة على مسافة (Ring) ويوضع في خلية الجهاز (الاوديوميتر).



### 2-2-3- فحص الانهيارية (Collapsibility):

لأجل القيام بفحص الانهيارية تم اخذ النسب التالية:

1- بدون إضافات والفحص جاف رطب

2- بإضافة 5% كاؤلين والفحص جاف رطب

3- بإضافة 10% كاؤلين والفحص جاف رطب

4- بإضافة 15% كاؤلين والفحص جاف رطب

5- بإضافة 20% كاؤلين والفحص جاف رطب

### 3-2-3 الادوات المستخدمة في فحص الانهيارية:

1- جهاز الاوديوميتر

2- مقياس النزول

3- إنقال الحمل

4- ساعة توقيت

5- معدات وأدوات مختبريه لغرض تسوية النموذج

### 4-2-3 طريقة الفحص:-

يوضع النموذج المحضر داخل خليه الانضمام مع وجوب وضع الحجر المسامي الجاف أسفل واعلي النموذج ووضع ورقه ترشيح مناسبة لغرض حماية الجهاز من الجبس الذي سوف يذوب بعد أضافه الماء مع ملاحظة تطابق الحجر العلوي مع قطر النموذج وتجنب تماسه مع قطر الحلقة ثم يثبت طوق خليه الانضمام وقرص التحميل الدائري وتشد كاه البراغي الموجودة.

توضع خليه الانضمام في مكانها الصحيح في جهاز الانضمام ويثبت ذراع التحميل ويثبت مقياس النزول على القرص الدائري ويتم تصفير مقياس الجهاز استعدادا لبدء الفحص. يوضع النموذج في جهاز فحص الانضمام وبمحتوى رطوبته الطبيعي بعد ذلك نبدأ بتسليط الأحمال وبصوره تراكمية حيث يتم مضاعفه الحمل المسلط في كل مره وكالاتي :

(25-50-100-200-400-800 kPa) يبدأ التحميل حيث يترك لمدة ساعة للأحمال من (25 kPa) إلى (200kPa)

عندما نصل إلى (200kPa) يترك النموذج تحت هذا الحمل لمدة 1 ساعة، بعد ذلك يتم إضافته الماء إلى النموذج ويترك لمدة 4 ساعة يتم تسجيل التغير بالحجم نتيجة نقصان الماء وبحسب الانهيار من خلال المعادلة:

$$CP\% = \{(e_{20} - e_f) / (1 + e_{20})\} * 100\}$$

بعد ذلك يتم إكمال الفحص حتى يتم الوصول إلى أقصى حمل (800 kPa) بعد هذا يتم رفع الحمل بصورة منتظمة وذلك بتقسيم الأحمال على أربعه وتعاد نفس العملية بعد إضافة النسب التالية من مادة الكاولين وهي:

(5%-10%-15%-20%).

#### التجربة الاولى بدون اضافة:

نأخذ التربة بدون أي إضافات ويكون الفحص جاف في البدايه وبعدها رطب

تحويل قراءة الجهاز إلى mm

(قراءة الجهاز الكلية- قراءة الجهاز بعد وضع الحمل) \* دقة الجهاز

1- عند وضع ثقل مقداره 25 نيوتن وهي جافه

$$mm0.17 = 0.01 * (983 - 1000)$$

2- عند وضع ثقل مقداره 50 نيوتن وهي جافه

$$mm0.23 = 0.01 * (977 - 1000)$$

3- عند وضع ثقل مقداره 100 نيوتن وهي جافه

$$mm0.33 = 0.01 * (967 - 1000)$$

4- عند وضع ثقل مقداره 200 نيوتن وهي جافه

$$mm0.47 = 0.01 * (953 - 1000)$$

5- عند وضع ثقل مقداره 200 نيوتن وهي رطبه

$$mm1.6 = 0.01 * (840 - 1000)$$

6- عند وضع ثقل مقداره 400 نيوتن وهي رطبه

$$\text{mm}1.79=0.01*(821-1000)$$

7- عند وضع ثقل مقداره 800 نيوتن وهي رطبه

$$\text{mm}2.02=0.01*(798-1000)$$

8- عند وضع ثقل مقداره 200 نيوتن وهي رطبه

$$\text{mm}1.89=0.01*(811-1000)$$

9- عند وضع ثقل مقداره 50 نيوتن وهي رطبه

$$\text{mm}1.08=0.01*(892-1000)$$

10- عند وضع ثقل مقداره 25 نيوتن وهي رطبه

$$\text{mm}0.99=0.01*(901-1000)$$

11- في حاله عدم وجود اي حمل

$$\text{mm}0.87=0.01*(913-1000)$$

لحساب ارتفاع النموذج بعد وضع كل ثقل من الأثقال علما أن سمك الحلقة

(Ring) هو 19 وذلك من خلال المعادله التالية:

$$2H_0 = \text{الارتفاع الحقيقي} - \text{قراءة الجهاز ب} \text{mm}$$

1- في حالة عدم وجود اي ثقل :-

$$\text{mm}19=0-19$$

2- عند وضع ثقل مقداره 25 نيوتن وهي جافه ومقدار هبوطه وهو جاف 0.17 mm

$$\text{mm}18.83=0.17-19$$

3- عند وضع ثقل مقداره 50 نيوتن وهي جافه ومقدار هبوطه وهو جاف 0.23 mm

$$\text{mm}18.77=0.23-19$$

4- عند وضع ثقل مقداره 100 نيوتن وهي جافه ومقدار هبوطه وهو جاف 0.33 mm

$$\text{mm}18.67=0.33-19$$

5- عند وضع ثقل مقداره 200 نيوتن وهي جافه ومقدار هبوطه وهو جاف 0.47 mm

$$\text{mm}15.53=0.47-19$$

6- عند وضع ثقل مقداره 200 نيوتن وهي رطبه ومقدار هبوطه وهو رطب 1.6 mm

$$\text{mm}17.4=1.6-19$$

7- عند وضع ثقل مقداره 400 نيوتن وهي رطبه ومقدار هبوطه وهو رطب  $\text{mm}1.79$

$$\text{mm } 17.21=1.79-19$$

8- عند وضع ثقل مقداره 800 نيوتن وهي رطبه ومقدار هبوطه وهو رطب  $\text{mm } 2.02$

$$\text{mm } 16.98=2.02-19$$

9- عند وضع ثقل مقداره 200 نيوتن وهي رطبه ومقدار هبوطه وهو رطب  $\text{mm}1.89$

$$\text{mm } 17.11=1.89-19$$

10- عند وضع ثقل مقداره 50 نيوتن وهي رطبه ومقدار هبوطه وهو رطب  $\text{mm } 0.18$

$$\text{mm } 18.82=0.18-19$$

11- عند وضع ثقل مقداره 25 نيوتن وهي رطبه ومقدار هبوطه وهو رطب  $\text{mm } 0.99$

$$\text{mm } 18=0.99-19$$

12- في حاله عدم وجود اي حمل ومقدار هبوطه وهو رطب  $\text{mm } 0.87$

$$\text{mm } 18.13=0.87-19$$

لحساب سمك التربه بعد استخراج الفجوات منه نستخدم المعادله التاليه-

$$2H_s = \text{وزن التربه الحقيقي} / (\text{مساحة } Gs * \text{ring} * \text{كثافه الماء})$$

$$117.44 = 2H_s (1 * 2.47 * 44.18)$$

$$\text{mm}10.7 = 2H_s$$

لحساب نسبة الفجوات في التربه يجب تقسيم حجم الفجوات على حجم التربه الصلد بدون فجوات وذلك

موضح بالمعادلة التاليه:-

1- احتساب نسبة الفجوات في حاله عدم وجود اي ثقل:-

$$0.775 = 10.7 \setminus (10.7-19)$$

2- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 25 نيوتن وهو جاف

$$0.7598 = 10.7 \setminus (10.7-18.83)$$

3- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 50 نيوتن هو جاف

$$0.7542 = 10.7 \setminus (10.7-18.77)$$

4- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 100 نيوتن وهو جاف

$$0.7448 = 10.7 / (10.7 - 18.67)$$

5- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 200 نيوتن وهو جاف

$$0.7317 = 10.7 / (10.7 - 18.53)$$

6- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 200 نيوتن وهو رطب

$$0.6261 = 10.7 / (10.7 - 17.4)$$

7- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 400 نيوتن وهو رطب

$$0.6084 = 10.7 / (10.7 - 17.21)$$

8- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 800 نيوتن وهو رطب

$$0.5869 = 10.7 / (10.7 - 16.98)$$

9- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 200 نيوتن وهو رطب

$$0.5990 = 10.7 / (10.7 - 17.11)$$

10- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 50 نيوتن وهو رطب

$$0.6747 = 10.7 / (10.7 - 17.92)$$

11- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 25 نيوتن وهي رطبه

$$0.6831 = 10.7 / (10.7 - 18)$$

12- احتساب نسبة الفجوات في حاله عدم وجود اي حمل

$$0.6943 = 10.7 / (10.7 - 18.13)$$

بعد ايجاد نسبة الفجوات في كل ثقل من الثقال نقوم باحتساب نسبة الانهياريه الموجوده في التربه

الجبسيه وهي خاليه من الوحدات وذلك من خلال المعادله التاليه:-

$$CP\% = \{(e_{fo} - e_f) / (1 + e_{fo})\} * 100\}$$

$$= \{(0.7317 - 0.6261) / (1 + 0.7317)\} * 100\}$$

$$= 6.09$$

نسبة الفجوات في التربه للنقل مقداره 200نت وهو جاف:-eo



نسبه الفجوات في التربه للثقل مقدارہ 200 نت وهو رطب:-ef:

حساب ال Specific Gravity

رقم البكنوميتر=858

وزنه مع النفط =120.7

درجة حرارته مع النفط 21°

وزنه مع النفط +soil+مضاف =127.1

$$Gs = \frac{W_s}{W_{bw} + W_s - W_{wbs}} * G_t$$
$$= \frac{10}{120.7 + 10 - 127.1} 0.9$$
$$= 2.47$$

التجربة الثانية (اضافه 5% كاؤلين):

نأخذ تربه جبسيه ونظيف عليها 5% من الكاؤلين ويكون الفحص جاف مره واخرى رطب

تحويل من قراءة الجهاز الى: mm

(قراءة الجهاز الكلية- قراءة الجهاز بعد وضع الحمل) \* دقة الجهاز

1- عند وضع ثقل مقدارہ 25 نيوتن وهي جافه

$$\text{mm } 0.218 = 0.0001 * 25.4 * (2414 - 2500)$$

2- عند وضع ثقل مقدارہ 50 نيوتن وهي جافه

$$\text{mm } 0.309 = 0.0001 * 25.4 * (2387 - 2500)$$

3- عند وضع ثقل مقدارہ 100 نيوتن وهي جافه

$$\text{mm } 0.492 = 0.0001 * 25.4 * (2306 - 2500)$$

4- عند وضع ثقل مقدارہ 200 نيوتن وهي جافه

$$\text{mm } 0.772 = 0.0001 * 25.4 * (2199 - 2500)$$

5- عند وضع ثقل مقداره 200 نيوتن وهي رطبه

$$\text{mm } 1.460 = 0.0001 * 25.4 * (1925 - 2500)$$

6- عند وضع ثقل مقداره 400 نيوتن وهي رطبه

$$\text{mm } 1.849 = 0.0001 * 25.4 * (1772 - 2500)$$

7- عند وضع ثقل مقداره 800 نيوتن وهي رطبه

$$\text{mm } 2.425 = 0.0001 * 25.4 * (1545 - 2500)$$

8- عند وضع ثقل مقداره 200 نيوتن وهي رطبه

$$\text{mm } 2.316 = 0.0001 * 25.4 * (1588 - 2500)$$

9- عند وضع ثقل مقداره 50 نيوتن وهي رطبه

$$\text{mm } 2.159 = 0.0001 * 25.4 * (1650 - 2500)$$

10- عند وضع ثقل مقداره 25 نيوتن وهي رطبه

$$\text{mm } 1.841 = 0.0001 * 25.4 * (1775 - 2500)$$

11- في حاله عدم وجود اي حمل

$$\text{mm } 1.778 = 0.0001 * 25.4 * (1800 - 2500)$$

حساب ارتفاع النموذج بعد وضع كل ثقل من الأثقال علما أن سمك الحلقة

(Ring) هو 19 وذلك من خلال المعادله التالية:

$$2H_0 = \text{الارتفاع الحقيقي} - \text{قراءة الجهاز ب mm}$$

1- في حالة عدم وجود اي ثقل وهو جاف

$$\text{mm } 19 = 0 - 19$$

2- عند وضع ثقل مقداره 25 نيوتن وهي جافه ومقدار هبوطه 0.2184 mm

$$\text{mm } 18.78 = 0.2184 - 19$$

3- عند وضع ثقل مقداره 50 نيوتن وهي جافه ومقدار هبوطه 0.3098 mm

$$\text{mm } 18.69 = 0.3098 - 19$$

4- عند وضع ثقل مقداره 100 نيوتن وهي جافه ومقدار هبوطه 0.492 mm

$$\text{mm } 18.5 = 0.492 - 19$$

5- عند وضع ثقل مقداره 200 نيوتن وهي جافة ومقدار هبوطه mm 0.772  
mm 18.22=0.772-19

6- عند وضع ثقل مقداره 200 نيوتن وهي رطبة ومقدار هبوطه mm 1.46  
mm 17.54=1.46-19

7- عند وضع ثقل مقداره 400 نيوتن وهي رطبة ومقدار هبوطه mm 1.849  
mm 17.15=1.849-19

8- عند وضع ثقل مقداره 800 نيوتن وهي رطبة ومقدار هبوطه mm 2.425  
mm 16.57=2.425-19

9- عند وضع ثقل مقداره 200 نيوتن وهي رطبة ومقدار هبوطه mm 2.316  
mm 16.68=2.316-19

10- عند وضع ثقل مقداره 50 نيوتن وهي رطبة ومقدار هبوطه mm 2.159  
mm 16.84=2.159-19

11- عند وضع ثقل مقداره 25 نيوتن وهي رطبة ومقدار هبوطه mm 1.841  
mm 17.15=1.841-19

12- في حالة عدم وجود اي حمل ومقدار هبوطه mm 1.778  
mm 17.22=1.778-19

لحساب سمك التربة بعد استخراج الفجوات منه نستخدم المعادلة التالية-

$$2H_s = \text{وزن التربة الحقيقي} / (\text{مساحة} \times G_s \times \text{كثافة الماء})$$
$$2H_s = 117.44 / (1 \times 2.47 \times 44.18)$$
$$2H_s = 10.7 \text{ mm}$$

لحساب نسبة الفجوات في التربة يجب تقسيم حجم الفجوات على حجم التربة الصلد بدون فجوات وذلك  
موضح بالمعادلة التالية:-

$$2H_s \setminus (2H_s - 2H_o) = e_o$$

1- احتساب نسبة الفجوات قبل اضافته اي ثقل وهو جاف

$$0.775 = 10.7 \setminus (10.7 - 19)$$

2- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 25 نيوتن وهو جاف



$$0.755=10.7 \setminus (10.7-18.78)$$

3- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 50 نيوتن وهو جاف

$$0.746=10.7 \setminus (10.7-18.69)$$

4- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 100 نيوتن وهو جاف

$$0.728=10.7 \setminus (10.7-18.50)$$

5- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 200 نيوتن وهو جاف

$$0.702=10.7 \setminus (10.7-18.22)$$

6- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 200 نيوتن وهو رطب

$$0.639=10.7 \setminus (10.7-17.15)$$

7- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 400 نيوتن وهو رطب

$$0.602=10.7 \setminus (10.7-17.15)$$

8- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 800 نيوتن وهو رطب

$$0.548=10.7 \setminus (10.7-16.57)$$

9- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 200 نيوتن وهو رطب

$$0.558=10.7 \setminus (10.7-16.68)$$

10- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 50 نيوتن وهو رطب

$$0.573=10.7 \setminus (10.7-16.84)$$

11- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 25 نيوتن وهي رطبه

$$0.602=10.7 \setminus (10.7-17.15)$$

12- احتساب نسبة الفجوات في حاله عدم وجود اي حمل

$$0.609=10.7 \setminus (10.7-17.22)$$

بعد ايجاد نسبة الفجوات في كل ثقل من الثقال نقوم باحتساب نسبة النهياريه الموجوده في التربه

الجبسيه وهي خاليه من الوحدات وذلك من خلال المعادله التاليه:-

$$CP\% = \{(e \setminus o - e_f) \setminus (1 + e \setminus o) * 100\}$$

$$= \{(0.702 - 0.639) \setminus (1 + 0.702) * 100\}$$



$$= 3.7$$

نسبة الفجوات في التربة للنقل مقداره 200 نت وهو جاف:-eo

نسبة الفجوات في التربة للنقل مقداره 200 نت وهو رطب:-ef

حساب ال Specific Gravity

رقم البكنوميتر = 858

وزنه مع النفط = 121.2

درجة حرارته مع النفط 21°

وزنه مع النفط + soil + مضاف = 128.3

$$Gs = \frac{Ws}{Wbw + Ws - bwbs}$$

$$= \frac{10}{121.2 + 10 - 128.3} * 0.9$$

$$= 3.103$$

### التجربة الثالثة اضافة 10%كاولين:

نأخذ تربه جبسيه ونظيف عليها 10% من الكاولين ويكون الفحص جاف مره واخرى رطب تحويل من قراءة الجهاز الى mm:-

(قراءة الجهاز الكلية- قراءة الجهاز بعد وضع الحمل) \* دقة الجهاز

1- عند وضع ثقل مقداره 25 نيوتن وهي جافه

$$mm0.448 = 0.002 * (2276 - 2500)$$

2- عند وضع ثقل مقداره 50 نيوتن وهي جافه،

$$mm0.584 = 0.002 * (2208 - 2500)$$

3- عند وضع ثقل مقداره 100 نيوتن وهي جافه

$$mm0.772 = 0.002 * (2114 - 2500)$$

4- عند وضع ثقل مقداره 200 نيوتن وهي جافه

$$\text{mm}0.996 = 0.002 * (2002 - 2500)$$

5- عند وضع ثقل مقداره 200 نيوتن وهي رطبه

$$\text{mm}1.35 = 0.002 * (1825 - 2500)$$

6- عند وضع ثقل مقداره 400 نيوتن وهي رطبه

$$\text{mm}1.676 = 0.002 * (1662 - 2500)$$

7- عند وضع ثقل مقداره 800 نيوتن وهي رطبه

$$\text{mm}2.26 = 0.002 * (1370 - 2500)$$

8- عند وضع ثقل مقداره 200 نيوتن وهي رطبه

$$\text{mm}2.14 = 0.002 * (1430 - 2500)$$

9- عند وضع ثقل مقداره 50 نيوتن وهي رطبه

$$\text{mm}1.98 = 0.002 * (1510 - 2500)$$

10- عند وضع ثقل مقداره 25 نيوتن وهي رطبه

$$\text{mm}1.9 = 0.002 * (1550 - 2500)$$

11- في حاله عدم وجود اي حمل

$$\text{mm}1.6 = 0.002 * (1700 - 2500)$$

حساب ارتفاع النموذج بعد وضع كل ثقل من الأثقال علما أن سمك الحلقة

(Ring) هو 19 ملم وذلك من خلال المعادله التالية:

$$2H = \text{الأرتفاع الحقيقي} - \text{قراءة الجهاز ب} \text{mm}$$

1- في حاله عدم وجود اي ثقل وهو جاف

$$\text{mm}19 = 0 - 19$$

2- عند وضع ثقل مقداره 25 نيوتن وهي جافه ومقدار هبوطه 0.448 mm

$$\text{mm} 18.55 = 0.448 - 19$$

3- عند وضع ثقل مقداره 50 نيوتن وهي جافه ومقدار هبوطه 0.584 mm

$$\text{mm}18.416 = 0.584 - 19$$

4- عند وضع ثقل مقداره 100 نيوتن وهي جافه ومقدار هبوطه 0.772 mm



$$\text{mm}18.22 = 0.772-19$$

5- عند وضع ثقل مقدار 200 نيوتن وهي جافة ومقدار هبوطه  $\text{mm}0.996$

$$\text{mm } 18 = 0.996-19$$

6- عند وضع ثقل مقدار 200 نيوتن وهي رطبة ومقدار هبوطه  $\text{mm}1.35$

$$\text{mm}17.65 = 1.35-19$$

7- عند وضع ثقل مقدار 400 نيوتن وهي رطبة ومقدار هبوطه  $\text{mm}1.67$

$$\text{mm } 17.32 = 1.67 - 19$$

8- عند وضع ثقل مقدار 800 نيوتن وهي رطبة ومقدار هبوطه  $\text{mm } 2.26$

$$\text{mm } 16.74 = 2.26 - 19$$

9- عند وضع ثقل مقدار 200 نيوتن وهي رطبة ومقدار هبوطه  $\text{mm } 2.14$

$$\text{mm } 16.86 = 2.14 - 19$$

10- عند وضع ثقل مقدار 50 نيوتن وهي رطبة ومقدار هبوطه  $\text{mm } 1.98$

$$\text{mm } 17.02 = 1.98 - 19$$

11- عند وضع ثقل مقدار 25 نيوتن وهي رطبة ومقدار هبوطه  $\text{mm } 1.9$

$$\text{mm } 17.1 = 1.9 - 19$$

12- في حالة عدم وجود أي حمل مقدار هبوطه 1.6

$$\text{mm } 17.4 = 1.6 - 19$$

لحساب سمك التربة بعد استخراج الفجوات منه نستخدم المعادلة التالية-

$$2H_s = \text{وزن التربة الحقيقي} / (\text{مساحة } Gs * \text{ring} * \text{كثافة الماء})$$

$$(1 * 2.47 * 44.18) \backslash 117.44 = 2H_s$$

$$\text{mm}10.7 = 2H_s$$

لحساب نسبة الفجوات في التربة يجب تقسيم حجم الفجوات على حجم التربة الصلد بدون فجوات وذلك موضح بالمعادلة التالية:-

$$2H \backslash (2H_s - 2H_o) = e_o$$

1- احتساب نسبة الفجوات قبل اضافته أي ثقل وهو جاف

$$0.775 - 10.7 \backslash (10.7 - 19)$$

2- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقدار 25 نيوتن وهو جاف

$$0.7338 = 10.7 \setminus (10.7 - 18.552)$$

3- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 50 نيوتن وهو جاف

$$0.721 = 10.7 \setminus (10.7 - 18.416)$$

4- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 100 نيوتن وهو جاف

$$0.703 = 10.7 \setminus (10.7 - 18.228)$$

5- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 200 نيوتن وهو جاف

$$0.682 = 10.7 \setminus (10.7 - 18)$$

6- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 200 نيوتن وهو رطب

$$0.6495 = 10.7 \setminus (10.7 - 17.65)$$

7- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 400 نيوتن وهو رطب

$$0.619 = 10.7 \setminus (10.7 - 17.324)$$

8- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 800 نيوتن وهو رطب

$$0.564 = 10.7 \setminus (10.7 - 16.74)$$

9- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 200 نيوتن وهو رطب

$$0.575 = 10.7 \setminus (10.7 - 16.86)$$

10- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 50 نيوتن وهو رطب

$$0.590 = 10.7 \setminus (10.7 - 17.02)$$

11- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 25 نيوتن وهي رطبه

$$0.598 = 10.7 \setminus (10.7 - 17.1)$$

12- احتساب نسبة الفجوات في حاله عدم وجود اي حمل

$$0.626 = 10.7 \setminus (10.7 - 17.4)$$

بعد ايجاد نسبة الفجوات في كل ثقل من الثقال نقوم باحتساب نسبة النهياريه الموجوده في التربه الجبسيه وهي خاليه من الوحدات وذلك من خلال المعادله التاليه:-

$$CP\% = \{(e_o - e_f) / (1 + e_o) * 100\}$$

$$= \{(0.703 - 0.682) / (1 + 0.703) * 100\}$$

$$= 1.22$$

نسبه الفجوات في التربه للثقل مقدار ه 200 نت وهو جاف:- eo

نسبه الفجوات في التربه للثقل مقدار ه 200 نت وهو رطب:- ef

#### حساب ال Specific Gravity

رقم البكنوميتر = 789

وزنه مع النفط = 112.5

درجة حرارته مع النفط 23°

وزنه مع النفط + soil + مضاف = 118.4

$$Gs = \frac{Ws}{Wbw + Ws - bwbs} * Gt$$

$$= \frac{10}{112.5 + 10 - 118.4} * 0.9$$

$$= 2.19$$

### التجربة الرابعة أضافة 15% كاؤلين

نأخذ تربة جبسية ونضيف عليها 15% من الكاؤلين ويكون الفحص جاف مره ورطب مره اخرى.

تحويل من قراءة الجهاز الى mm:

(قراءة الجهاز الكليه - قراءة الجهاز بعد وضع الحمل) \* دقة الجهاز

1- عند وضع ثقل مقداره 25 نيوتن وهي جافه

$$\text{mm}0.799=0.002*(2103-2500)$$

2- عند وضع ثقل مقداره 50 نيوتن وهي جافه

$$\text{mm}0.924=0.002*(2038-2500)$$

3- عند وضع ثقل مقداره 100 نيوتن وهي جافه

$$\text{mm}1.032=0.002*(1984-2500)$$

4- عند وضع ثقل مقداره 200 نيوتن وهي جافه

$$\text{mm}1.206=0.002*(1897-2500)$$

5- عند وضع ثقل مقداره 200 نيوتن وهي رطبه

$$\text{mm}2.144=0.002*(1428-2500)$$

6- عند وضع ثقل مقداره 400 نيوتن وهي رطبه

$$\text{mm}2.692=0.002*(1154-2500)$$

7- عند وضع ثقل مقداره 800 نيوتن وهي رطبه

$$\text{mm}3.396=0.002*(802-2500)$$

8- عند وضع ثقل مقداره 200 نيوتن وهي رطبه

$$\text{mm}3.282=0.002*(859-2500)$$

9- عند وضع ثقل مقداره 50 نيوتن وهي رطبه

$$\text{mm}3.15=0.002*(925-2500)$$

10- عند وضع ثقل مقداره 25 نيوتن وهي رطبه

$$\text{mm}4.99=0.002*(1068-2500)$$

11- في حالة عدم وجود اي حمل

$$\text{mm } 2.584 = 0.002 * (1208 - 2500)$$

حساب ارتفاع النموذج بعد وضع كل ثقل من الأثقال علما أن سمك الحلقة

(Ring) أو mm19 وذلك من خلال المعادله التالية:-

$$2H_0 = \text{الارتفاع الحقيقي} - \text{قراءة الجهاز}$$

1- في حالة عدم وجود اي ثقل وهو جاف

$$\text{mm } 19 = 0 - 19$$

2- عند وضع ثقل مقداره 25 نيوتن ومقدار هبوطه mm 0.794 وهو جاف

$$\text{mm } 18.206 = 0.794 - 19$$

3- عند وضع ثقل مقداره 50 نيوتن ومقدار هبوطه mm 0.924 وهو جاف

$$\text{mm } 18.076 = 0.924 - 19$$

4- عند وضع ثقل مقداره 100 نيوتن ومقدار هبوطه mm 1.032 وهو جاف

$$\text{mm } 17.968 = 1.032 - 19$$

5- عند وضع ثقل مقداره 200 نيوتن ومقدار هبوطه mm 1.206 وهو جاف

$$\text{mm } 17.794 = 1.206 - 19$$

6- عند وضع ثقل مقداره 200 نيوتن ومقدار هبوطه mm 2.144 وهو رطب

$$\text{mm } 16.856 = 2.144 - 19$$

7- عند وضع ثقل مقداره 400 نيوتن ومقدار هبوطه mm 2.692 هو رطب

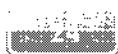
$$\text{mm } 16.308 = 2.692 - 19$$

8- عند وضع ثقل مقداره 800 نيوتن ومقدار هبوطه mm 3.396 وهو رطب

$$\text{mm } 15.718 = 3.396 - 19$$

9- عند وضع ثقل مقداره 200 نيوتن ومقدار هبوطه mm 3.282 وهو رطب

$$\text{mm } 15.718 = 3.282 - 19$$





10- عند وضع ثقل مقداره 50 نيوتن ومقدار هبوطه mm3.15 وهو رطب

$$mm15.85 = 3.15-19$$

11- عند وضع ثقل مقداره 25 نيوتن ومقدار هبوطه mm4.99 وهو رطب

$$mm 14.01 = 4.99 -19$$

12- في حالة عدم وجود اي حمل وهو جاف ومقدار هبوطه mm 2.584 وهو رطب

$$mm 16.416 = 2.584 -19$$

لحساب سمك التربة بعد استخراج الفجوات منه نستخدم المعادلة التالية-

$$2H_s = \text{وزن التربة الحقيقي} / (\text{مساحة } Gs * \text{ring} * \text{كثافة الماء})$$

$$117.44 = 2H_s / (1 * 2.47 * 44.18)$$

$$mm10.7 = 2H_s$$

لحساب نسبة الفجوات في التربة يجب تقسيم حجم الفجوات على حجم التربة الصلد بدون فجوات

وذلك موضح بالمعادلة التالية:-

$$2H \setminus (2H_s - 2H_o) = e_o$$

1- احتساب نسبة الفجوات قبل اضافته اي ثقل

$$0.775 = 10.7 \setminus (10.7 - 19)$$

2- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 25 نيوتن وهو جاف

$$0.7014 = 10.7 \setminus (10.7 - 18.206)$$

3- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 50 نيوتن هو جاف

$$0.6893 = 10.7 \setminus (10.7 - 18.076)$$

4- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 100 نيوتن وهو جاف

$$0.6792 = 10.7 \setminus (10.7 - 17.968)$$

5- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 200 نيوتن وهو جاف

$$0.6629 = 10.7 \setminus (10.7 - 17.794)$$

6- احتساب نسبة الفجوات بعد أضافه ثقل مقداره 200 نيوتن وهو رطب

$$0.5753 = 10.7 \setminus (10.7 - 16.856)$$

7- احتساب نسبة الفجوات بعد أضافه ثقل مقداره 400 نيوتن وهو رطب

$$0.5241 = 10.7 \setminus (10.7 - 16.308)$$

8- احتساب نسبة الفجوات بعد أضافه ثقل مقداره 800 نيوتن وهو رطب

$$0.4583 = 10.7 \setminus (10.7 - 15.604)$$

9- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافه ثقل مقداره 200 نيوتن وهو رطب

$$0.468 = 10.7 \setminus (10.7 - 15.718)$$

10- احتساب نسبة الفجوات بعد أضافه ثقل مقداره 50 نيوتن وهو رطب

$$0.4813 = 10.7 \setminus (10.7 - 15.85)$$

11- احتساب نسبة الفجوات بعد أضافه ثقل مقداره 25 نيوتن وهي رطبه

$$0.3093 = 10.7 \setminus (10.7 - 14.01)$$

12- احتساب نسبة الفجوات في حاله عدم وجود اي حمل

$$0.5342 = 10.7 \setminus (10.7 - 16.416)$$

بعد إيجاد نسبة الفجوات في كل ثقل من الثقال نقوم باحتساب نسبة النهياريه الموجوده في التربه

الجبسيه وهي خاليه من الوحدات وذلك من خلال المعادله التاليه:-

$$CP\% = \{(e_{fo} - e_f) \setminus (1 + e_{fo}) * 100\}$$

$$= \{(0.6629 - 0.5753) \setminus (1 + 0.6629) * 100\}$$

$$= 5.27$$

نسبه الفجوات في التربه للنقل مقدار ه 200نت وهو جاف:-eo:

نسبه الفجوات في التربه للنقل مقدار ه 200نت وهو رطب:-ef:

### حساب ال Specific Gravity

رقم البكنوميتر = 858

وزنه مع النفط = 120.7

درجة حرارته مع النفط 28°

وزنه مع النفط +soil+مضاف=127.6

$$G_s = \frac{W_s}{W_{bw} + W_s - W_{bws}} * G_t$$
$$= \frac{10}{120.7 + 10 - 127.6} * 0.9$$
$$= 2.9$$

### التجربة الخامسة اضافة 20% من الكاولين:

نأخذ تربه جبسية ونظيف عليها 20% من الكاولين ويكون الفحص جاف مره ورطب مره اخرى.

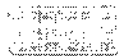
تحويل من قراءة الجهاز الى mm :-

(قراءة الجهاز الكلية- قراءة الجهاز بعد وضع الحمل) \* دقة الجهاز

1- عند وضع ثقل مقدار ه 25 نيوتن وهي جافه

$$mm0.26 = 0.01 * (974 - 1000)$$

2- عند وضع ثقل مقدار ه 50 نيوتن وهي جافه



$$\text{mm}0.32=0.01*(968-1000)$$

3- عند وضع ثقل مقداره 100 نيوتن وهي جافه

$$\text{mm}0.51=0.01*(949-1000)$$

4- عند وضع ثقل مقداره 200 نيوتن وهي جافه

$$\text{mmo}.69=0.01*(931-1000)$$

5- عند وضع ثقل مقداره 200 نيوتن وهي رطبه

$$\text{mm}0.48=0.01*(852-1000)$$

6- عند وضع ثقل مقداره 400 نيوتن وهي رطب

$$\text{mm}1.76=0.01*(824-1000)$$

7- عند وضع ثقل مقداره 800 نيوتن وهي رطبه

$$\text{mm}2.37=0.01*(763-1000)$$

8- عند وضع ثقل مقداره 200 نيوتن وهي رطبه

$$\text{mm}2.24=0.01*(776-1000)$$

9- عند وضع ثقل مقداره 50 نيوتن وهي رطبه

$$\text{mm}2.14=0.01*(786-1000)$$

10- عند وضع ثقل مقداره 25 نيوتن وهي رطبه

$$\text{mm}2.06=0.01*(794-1000)$$

11- في حاله عدم وجود اي حمل

$$\text{mm}1.86 =0.01*(814-1000)$$

حساب ارتفاع النموذج بعد وضع كل ثقل من الأثقال علما أن سمك الحلقة

(Ring) و  $\text{mm}19$  وذلك من خلال المعادله التالية:-

$$2H^{\circ} = \text{الارتفاع الحقيقي} - \text{قراءة الجهاز}$$

1- في حاله عدم وجود اي ثقل

$$\text{mm}19=0-19$$

2- عند وضع ثقل مقداره 25 نيوتن ومقدار هبوطه وهو جاف  $\text{mm} 0.26$

$$\text{mm}18.74 =0.26-19$$

- 3- عند وضع ثقل مقدار 50 نيوتن ومقدار هبوطه وهو جاف mm0.32  
 $mm18.68 = 0.32 - 19$
- 4- عند وضع ثقل مقدار 100 نيوتن ومقدار هبوطه وهو جاف mm0.51  
 $mm 18.49 = 0.51 - 19$
- 5- عند وضع ثقل مقدار 200 نيوتن ومقدار هبوطه وهو جاف mm0.69  
 $mm18.31 = 0.69 - 19$
- 6- عند وضع ثقل مقدار 200 نيوتن ومقدار هبوطه وهو رطب mm1.48  
 $mm 17.52 = 1.48 - 19$
- 7- عند وضع ثقل مقدار 400 نيوتن ومقدار هبوطه وهو رطب mm 1.76  
 $mm17.24 = 1.76 - 19$
- 8- عند وضع ثقل مقدار 800 نيوتن ومقدار هبوطه وهو رطب mm2.37  
 $mm16.63 = 2.37 - 19$
- 9- عند وضع ثقل مقدار 200 نيوتن ومقدار هبوطه وهو رطب mm 2.24  
 $mm16.76 = 2.24 - 19$
- 10- عند وضع ثقل مقدار 50 نيوتن ومقدار هبوطه وهو رطب mm2.14  
 $mm16.86 = 2.14 - 19$
- 11- عند وضع ثقل مقدار 25 نيوتن ومقدار هبوطه وهو رطب mm2.06  
 $mm16.94 = 2.06 - 19$
- 12- في حالة عدم وجود اي حمل وهو جاف ومقدار هبوطه وهو رطب mm1.86  
 $mm17.14 = 1.86 - 19$

لحساب سمك التربة بعد استخراج الفجوات منه نستخدم المعادلة التالية-

$$2Hs = \text{وزن التربة الحقيقي} / (\text{مساحة } Gs * \text{ring} * \text{كثافة الماء})$$

$$117.44 = 2Hs / (1 * 2.47 * 44.18)$$

$$mm10.7 = 2Hs$$

لحساب نسبة الفجوات في التربة يجب تقسيم حجم الفجوات على حجم التربة الصلد بدون فجوات وذلك  
موضح بالمعادلة التالية:-

$$2H \setminus (2H_s - 2H_o) = e_o$$

1- احتساب نسبة الفجوات قبل اضافته اي ثقل وهو جاف

$$0.775 = 10.7 \setminus (10.7 - 19)$$

2- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 25 نيوتن وهو جاف

$$0.751 = 10.7 \setminus (10.7 - 18.74)$$

3- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 50 نيوتن هو جاف

$$0.745 = 10.7 \setminus (10.7 - 18.68)$$

4- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 100 نيوتن وهو جاف

$$0.728 = 10.7 \setminus (10.7 - 18.49)$$

5- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 200 نيوتن وهو جاف

$$0.711 = 10.7 \setminus (10.7 - 18.31)$$

6- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 200 نيوتن وهو رطب

$$0.637 = 10.7 \setminus (10.7 - 17.52)$$

7- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 400 نيوتن وهو رطب

$$0.611 = 10.7 \setminus (10.7 - 17.24)$$

8- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 800 نيوتن وهو رطب

$$0.554 = 10.7 \setminus (10.7 - 16.63)$$

9- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 200 نيوتن وهو رطب

$$0.566 = 10.7 \setminus (10.7 - 16.76)$$

10- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 50 نيوتن وهو رطب

$$0.575 = 10.7 \setminus (10.7 - 16.86)$$

11- احتساب نسبة الفجوات بعد اضافته ثقل مقداره 25 نيوتن وهي رطب

$$0.583 = 10.7 \sqrt{10.7 - 16.94}$$

12- احتساب نسبة الفجوات في حاله عدم وجود اي حمل

$$0.601 = 10.7 \sqrt{10.7 - 17.14}$$

بعد ايجاد نسبة الفجوات في كل ثقل من الثقال نقوم باحتساب نسبة النهياريه الموجوده في التربه الجبسيه وهي خاليه من الوحدات وذلك من خلال المعادله التاليه:-

$$CP\% = \{(e_o - e_f) \sqrt{1 + e_o} * 100\}$$

$$= \{(0.721121 - 0.63738) \sqrt{1 + 0.721121} * 100\}$$

$$= 4.865$$

نسبه الفجوات في التربه للثقل مقدار ه 200 نت وهو جاف:-  $e_o$

نسبه الفجوات في التربه للثقل مقدار ه 200 نت وهو رطب:-  $e_f$

حساب ال Specific Gravity

رقم البكنوميتر = 438

وزنه مع النفط = 111.4

درجة حرارته مع النفط = 28°

وزنه مع النفط + soil + مضاف = 118.3

$$G_s = \frac{W_s}{W_{bw} + W_s - W_{wbs}} * G_t$$

$$= \frac{10}{111.4 + 10 - 118.3} * 0.9$$

$$= 2.9$$

## الفحوصات الفيزيائية

### الوزن النوعي :

تم حساب الوزن النوعي للتربة الجبسية قبل الاضافة وما بعد الاضافة حسب المواصفة

B.S 1377 ولكن استخدم الكيروسين بدلا من الماء لتجنب اذابة الجبس بالماء

(Head, 1980). ويظهر الجدول التالي الوزن النوعي للتربة الجبسية قبل اضافة الكاولين

وبعد الاضافة.

جدول: الوزن النوعي للتربة الجبسية قبل اضافة الكاولين وبعد الاضافة.

Specific Gravity	Kaolin %
2.47	0
3.103	5
2.19	10
2.9	15
2.9	20

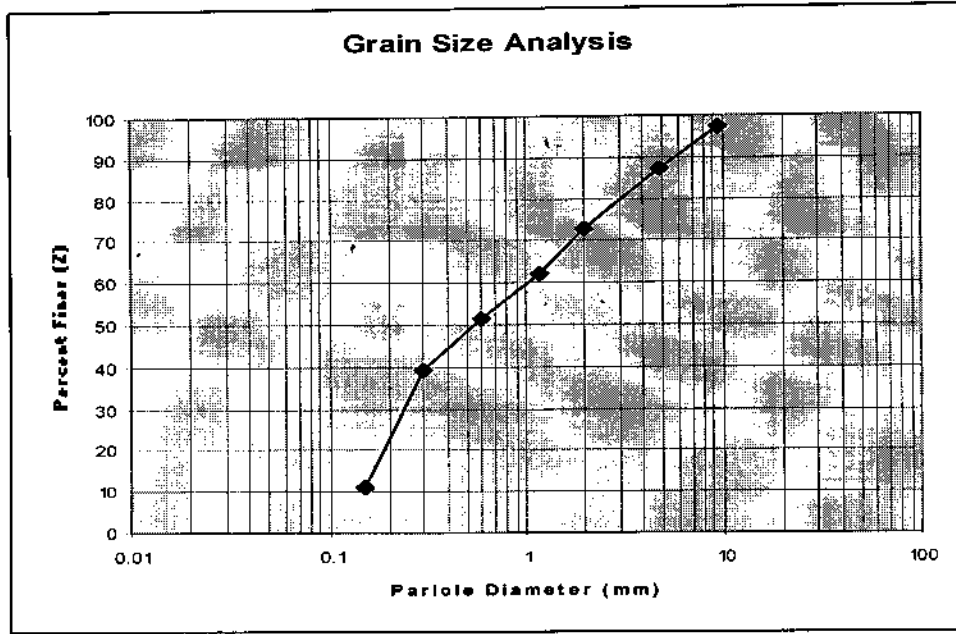




### التحليل الحجمي The grain size Analysis

تم عمل التحليل الحجمي لمعرفة توزيع الحبيبات للتربة الجبسية ذات المحتوى الجبسي

(50%) باستخدام الطريقة الجافة وحسب المواصفة B.S 1377 (Head, 1980). ويظهر الشكل (1-3) التوزيع الحبيبي للتربة المستخدمة وهي من نوع تربة رملية فقيرة التدرج poorly graded sand (SP) وحسب التصنيف (Unified Soil Classification System USCS). ولهذا السبب ليس لها حدود القوام Consistency limits (liquid, plastic limits and Plasticity Index).



شكل (1-3) التحليل الحجمي للتربة الجبسية.

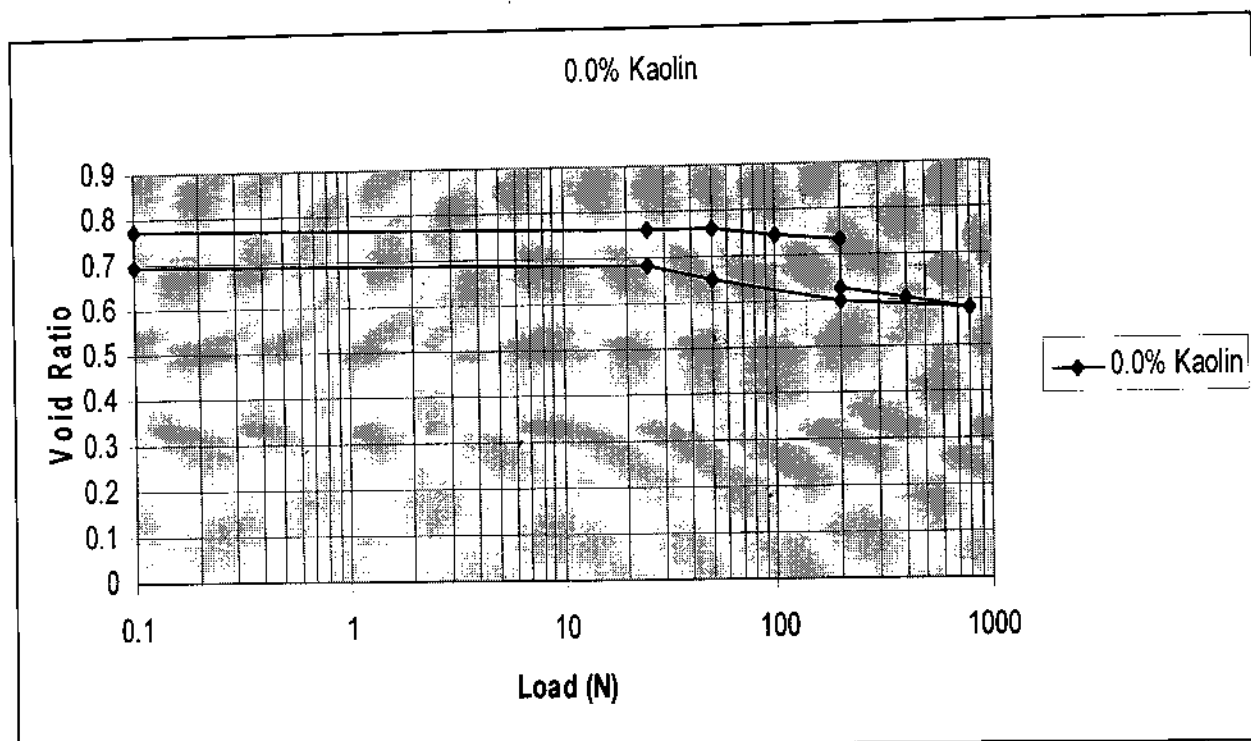
## نتائج الاحمال -نسبة المسامات قبل اضافه الكاولين وبعد اضافته

على ضوء التجارب التي اجريت في ما يلي نستعرض نتائج الاحمال -نسبة المسامات

(Load- Void Ratio) قبل اضافة الكاولين وبعد اضافته للنسب (5-10-15-20)% وتظهر الجداول من (3-2) ولغايه (3-6) النتائج لهذه التجارب كما تظهر الاشكال من (3-2) ولغايه (3-6) نسبة المسامات - لو غارتم الحمل (Void Ratio - log Load) للتربة الجبسية قبل وبعد اضافة الكاولين. ويظهر الجدول (3-7) نتائج الانهياريه بينما يظهر الشكل (3-7) الانهياريه مع نسب اضافة الكاولين والذي يظهر بان النسبه 10% هي افضل النسب في تحسين انهياريه التربه الجبسيه المستخدمه.

جدول ( 2-3 ) : نتائج الأحمال - نسبة المسامات (Load- Void Ratio) قبل اضافة الكاولين.

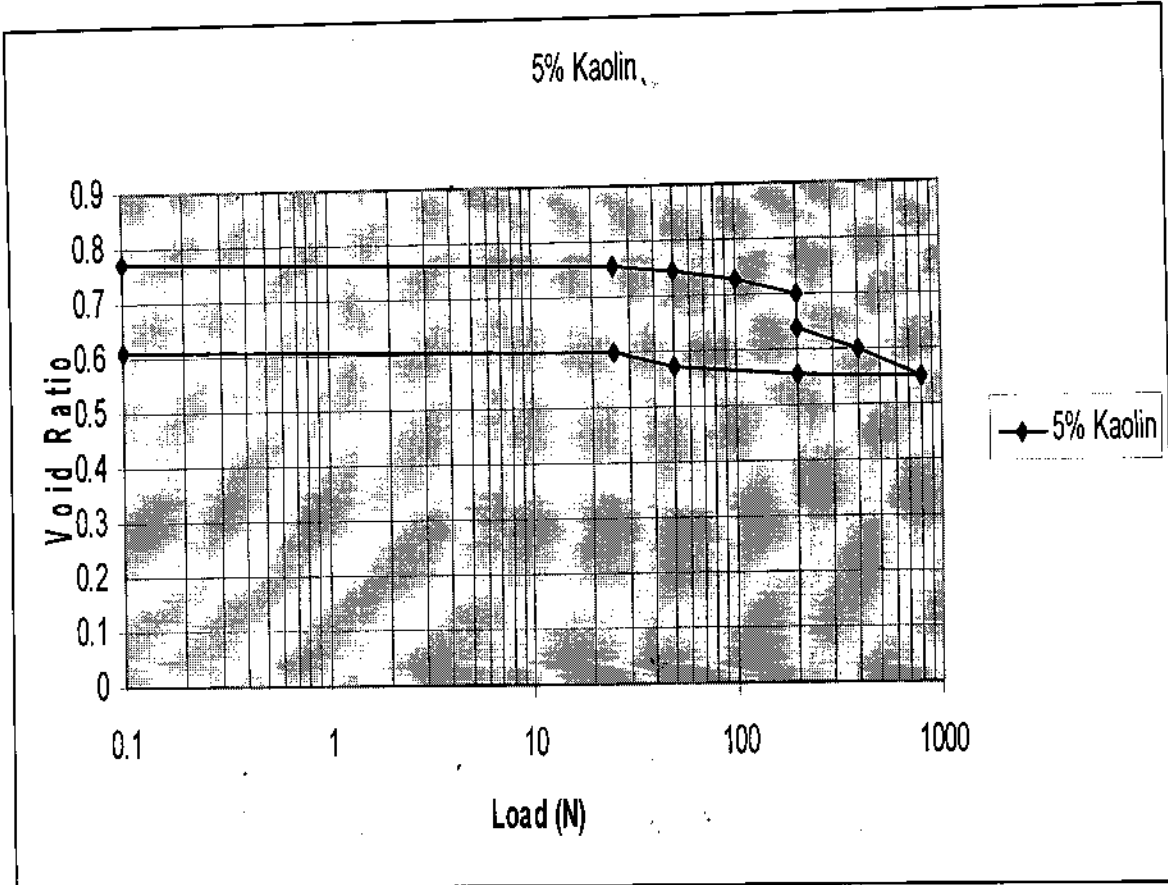
الاحمال المضافة	القراءات النهائية	تغير ال Dail	2Ho	eo	
0	1000	0	19	0.775	
25	983	0.17	18.83	0.759	
50	977	0.23	18.77	0.754	
100	967	0.33	18.67	0.744	
200	953	0.47	18.53	0.731	6.065
200	840	1.6	17.4	0.626	
400	821	1.79	17.21	0.608	
800	798	2.02	16.98	0.586	
200	811	1.89	17.11	0.599	
50	892	0.18	18.82	0.758	
25	901	0.99	18.01	0.683	
0	913	0.87	18.13	0.694	



شكل ( 2- 3 ) . نسبة المسامات - لوغاريتم الحمل ( Void Ratio - log Load ) للتربة الجبسية ( بدون  
إضافة الكاولين ) .

جدول ( 3-3 ) : نتائج الأحمال - نسبة المسامات (Load- Void Ratio) بعد اضافة الكاولين ( 5% ).

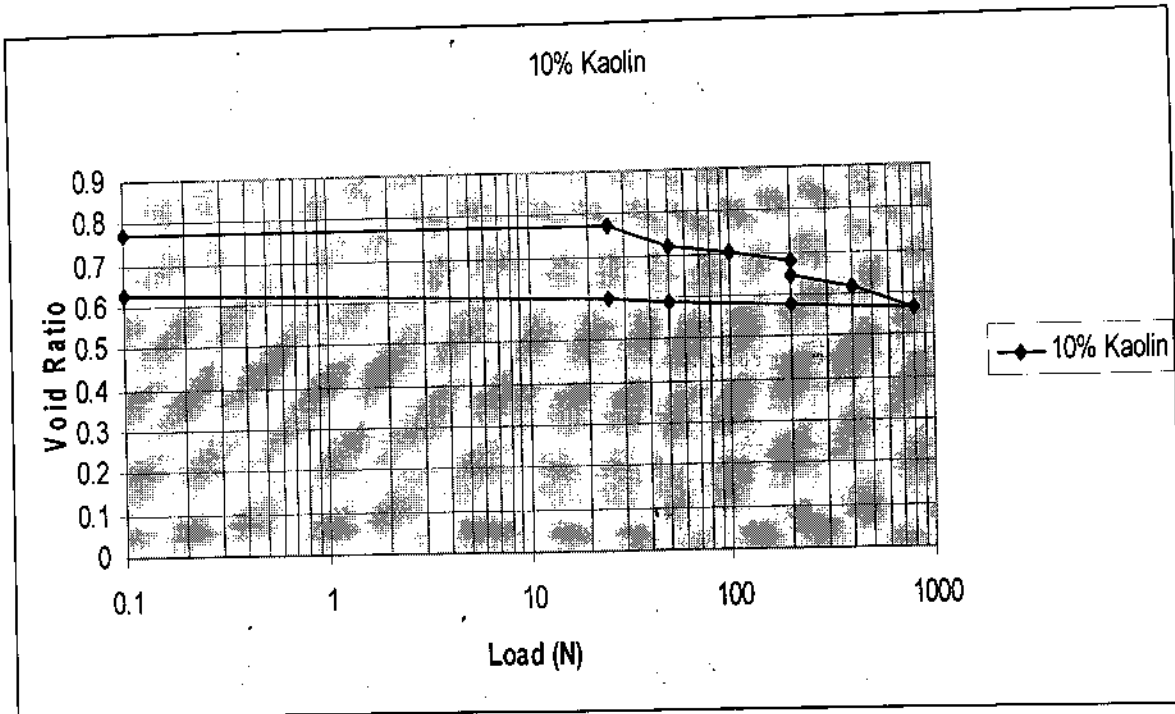
الاحمال	القراءات	تغير الDail	2H°	e°	cp%
0	2500	0	19	0.775	
25	2414	0.2184	18.78	0.755	
50	2378	0.3098	18.69	0.746	
100	2306	0.4927	18.5	0.729	
200	2199	0.7645	18.23	0.704	3.7
200	2125	1.4605	17.54	0.639	
400	1772	1.849	17.15	0.602	
800	1554	2.4257	16.57	0.549	
200	1588	2.3164	16.68	0.559	
50	1650	2.159	16.841	0.573	
25	1775	1.8415	17.158	0.603	
0	1800	1.778	17.22	0.609	



شكل (3-3) . نسبة المسامات - لوغاريتم العمل (Void Ratio - log Load) للتربة الجبسية إضافة الكاولين 5%.

جدول ( 3-4 ) : نتائج الأحمال - نسبة المسامات (Load- Void Ratio) بعد اضافة الكاولين ( 10% ).

الاحمال المضافة	القراءات النهائية	Dialتغيرال	2Ho	eo	Cp%
0	2500	0	19	0.775	
25	2276	0.448	18.55	0.733	
50	2208	0.584	18.41	0.721	
100	2114	0.772	18.22	0.703	
200	2002	0.996	18	0.682	1.22
200	1825	1.35	17.65	0.649	
400	1662	1.676	17.32	0.619	
800	1370	2.26	16.74	0.564	
200	1430	2.14	16.86	0.575	
50	1510	1.98	17.02	0.590	
25	1550	1.9	17.1	0.598	
0	1700	1.6	17.4	0.626	



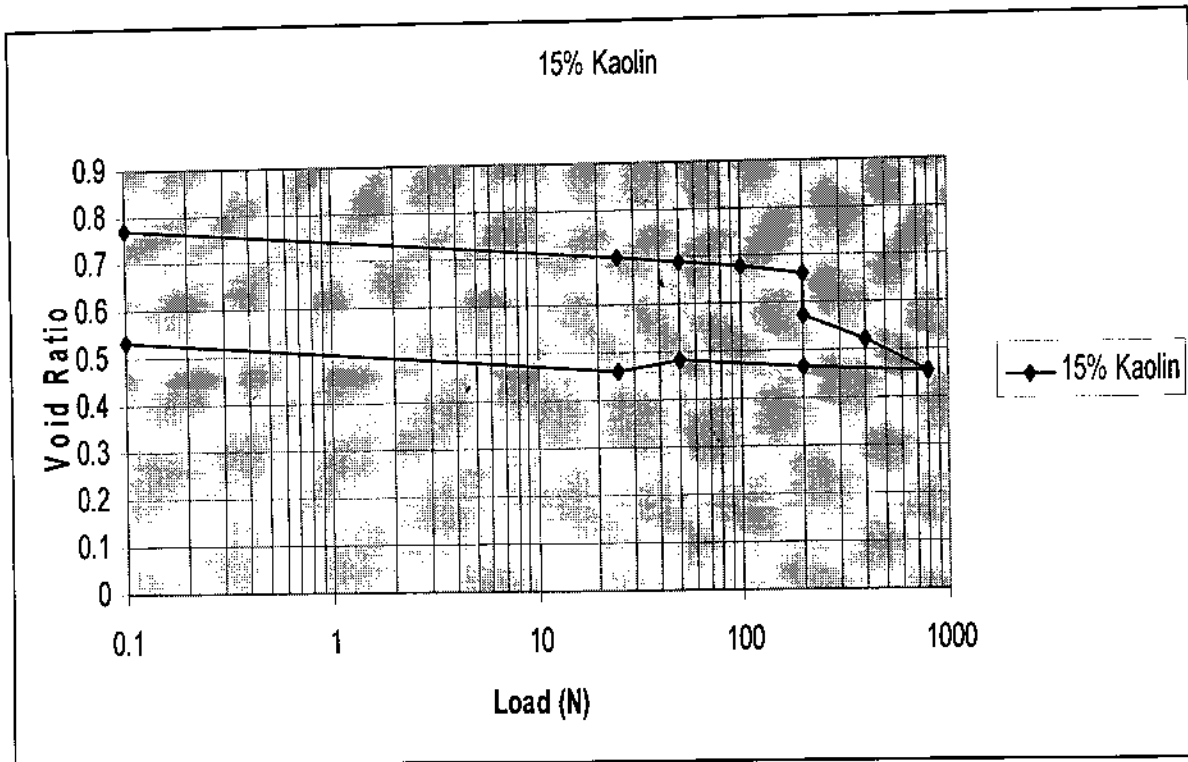
شكل (4-3) . نسبة المساهمة - لوغاريتم الحمل ( Void Ratio - log Load )

للتربة الجبسية (إضافة الكاولين 10%).

جدول ( 3-5 ) : نتائج الأحمال - نسبة المسامات (Load- Void Ratio) بعد اضافة الكاولين  
( 15% ).

الاحمال المضافة	القراءات النهائية	تغير ال dail الى mm	2Ho	eo	Cp%
0	2500	0	19	0.775	
25	2103	0.794	18.2	0.701	
50	2038	0.924	18.07	0.689	
100	1984	1.032	17.96	0.679	
200	1897	1.206	17.79	0.662	5.27
200	1428	2.144	16.85	0.575	
400	1154	2.692	16.3	0.524	
800	802	3.0396	15.6	0.458	
200	859	3.282	15.71	0.468	
50	925	3.15	15.85	0.481	
25	1068	4.99	14	0.309	
0	1208	2.584	16.41	0.534	

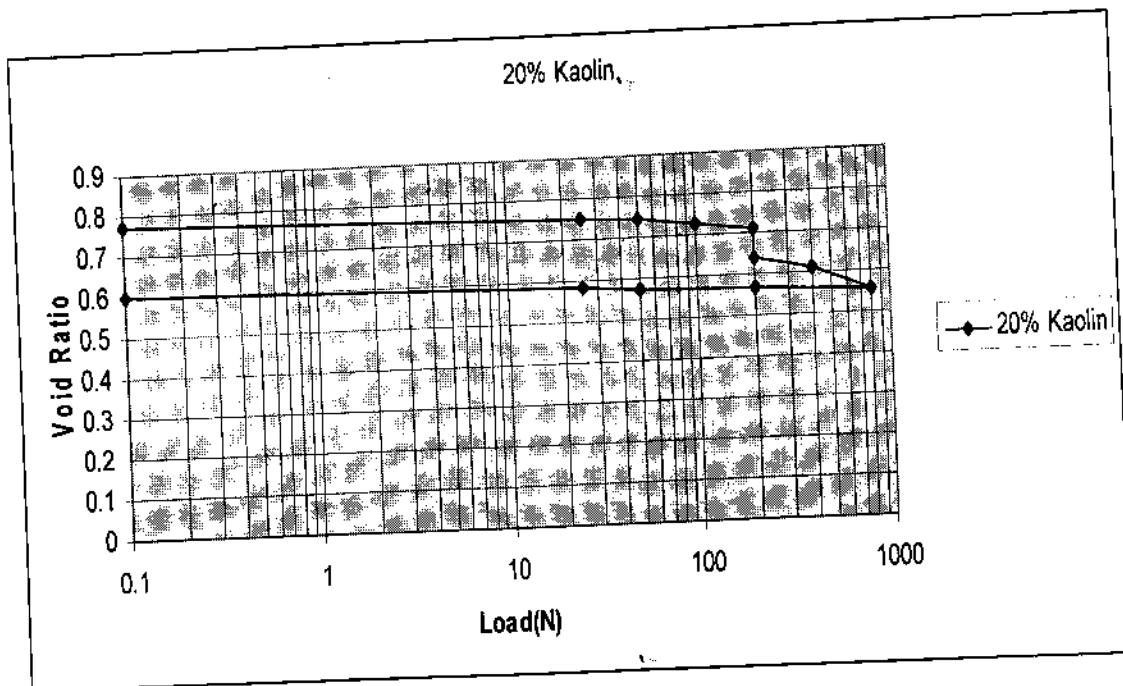




شكل ( 5-3 ) . نسبة المسامات - لوغاريتم الحمل ( Void Ratio - log Load ) للتربة الجبسية (اضافة الكاولين 15%).

جدول ( 6-3 ) : نتائج الأحمال - نسبة المسامات (Load- Void Ratio) بعد اضافة الكاولين ( 20% ).

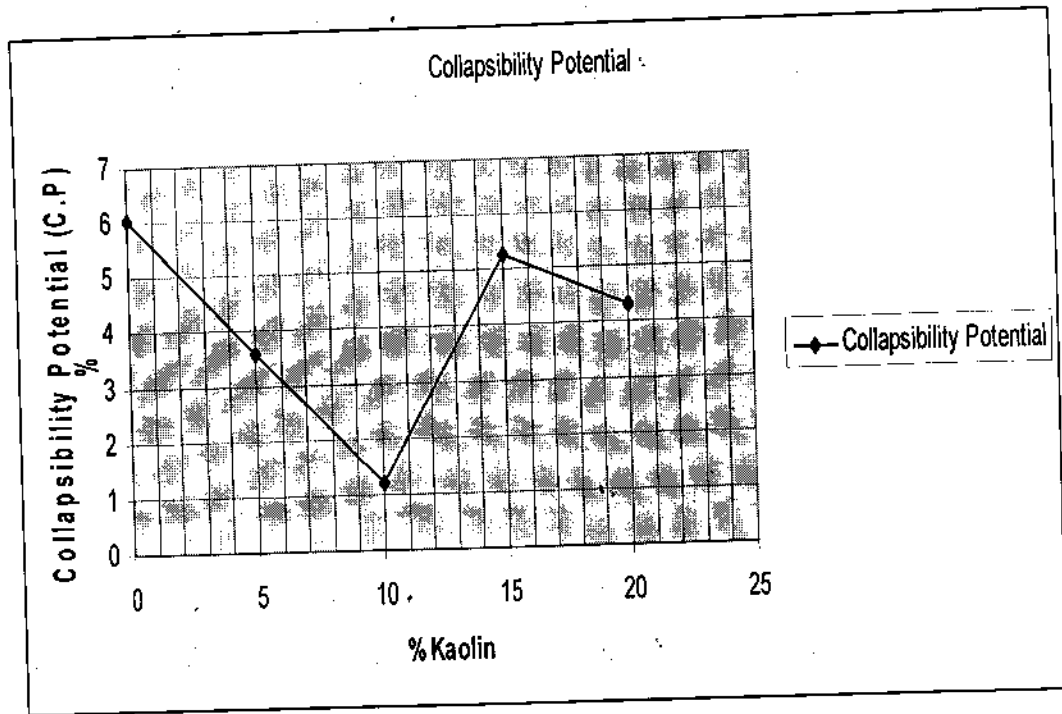
الاحمال المضافة	القراءات النهائية	تغير ال Dial	2Ho	eo	Cp%
0	1000	0	19	0.775	
25	947	0.26	18.74	0.749	
50	968	0.32	18.68	0.745	
100	949	0.51	18.49	0.728	
200	931	0.69	18.31	0.711	4.31
200	852	1.48	17.52	0.637	
400	824	1.76	17.24	0.611	
800	763	2.37	16.63	0.554	
200	776	2.24	16.76	0.566	
50	786	2.14	16.86	0.575	
25	744	2.06	16.94	0.583	
0	814	1.86	17.14	0.601	



شكل ( 6-3 ) . نسبة المسامية - لوغاريتم الحمل ( Void Ratio - log Load ) للتربة الجبسية ( إضافة الكاولين 20% )

جدول ( 7-3 ) : الانهيارية (%) للتربة الجبسية قبل اضافة الكاولين وبعد الاضافة.

Kaolin %	Collapse Potential C.P %
0	6.06
5	3.6
10	1.2
15	5.27
20	4.3



شكل ( 7-3 ) . الانهيارية (%) للتربة الجبسية قبل اضافة الكاولين وبعد الاضافة.

## الاستنتاجات والتوصيات

### Conclusions & Recommendations

#### الاستنتاجات Conclusions

- 1- استخدمت التربة الجبسية من منطقة الكرمة والتي اظهرت نسبة الجبس فيها (50%).
- 2- أظهر التحليل الحجمي للتربة الجبسية انها من نوع (SP) وهي من نوع Poorly Graded حسب تصنيف (USCS) Unified Soil Classification System.
- 3- تم تحسين التربة الجبسية لمنطقة الكرمة باستخدام الكاولين بنسب مختلفة كمادة مضافة لتحسين الانهيارية والذي يعود سبب ذلك الى تأثير المادة المضافة على توزيع حبيبات التربة.
- 4- يعود حصول الانهيارية المفاجيء للتربة الجبسية بسبب اذابة الجبس في الماء نتيجة تكسر الأواصر بين حبيبات التربة.
- 5- ان معالجة التربة الجبسية بنسب مختلفة من الكاولين (5، 10، 15 و 20 %) والتي اظهرت تقليل في الانهيارية والتي كانت نسبها كالتالي :

Kaolin %	Collapseability Potential C.P %
0	6.06
5	3.6
10	1.2
15	5.27
20	4.3

6- أظهرت نسبة الكاولين (10%) المستخدم كمادة مضافة أقل انهيارية مما يدل على تحسين التربة الجبسية ويعود السبب الى كون الكاولين تأثير هذه المادة المضافة على توزيع حبيبات التربة كما انه يعمل على ملء الفجوات بين جزيئات التربة بعد اذابة الجبس .

### التوصيات Recommendations

- 1- من الممكن توسيع الدراسة الحالية لتشمل خواص أخرى مثل مقاومة القص Shear Strength للترب الجبسي قبل اضافة الكاولين وبعد اضافة لتبيان التغير الحاصل في معاملات القص ( $\Phi$  و  $C$ ) .
- 2- من الممكن استخدام مواد مضافة أخرى مثل النورة والسمنت او الاثنين معا بنسب معينة.

## REFERENCES

## المصادر

### المصادر الأجنبية

- 1- Al-Mufti, A. A. and Nashat, I. H.. (2000). Gypsum content determination in gypseous soils and rocks" 3<sup>rd</sup> International Jordanian Conference on Mining, pp.500-506.
- 2- Head, K.H. (1980). Manual of soil laboratory testing. Vol. 1, Prentch Press, London.64.
- 3- Clemence, S.P. and Finbarr, A. O. (1981) .Distribution for collapsible soils. J. Geotec. Eng. , Vol. 107, No. Gt3.P- 305-317.
- 4- Nashat, I.H. (1990). Engineering characteristics of some gypseous soils in Iraq. Ph.D Thesis, Civil Eng. Dep., University of Baghdad.
- 5- Ibrahim, A.N. (2008). Application of geophysical survey and remote sensing techniques , Geotechnical Eng. Dep Ph.D. Un. of Technology.
- 6- Alphen, J.G.V. and Romero, F.D.R., (1971), "Gypsiferous Soils", Bulletin-21, Int., Inst. for land Reclamation and Improvement Wageningen, Holland.
- 7- Neaimi (2001).Evaluation of delayed compression of gypseous soil with emphasis on neural network approach. Ph.D Thesis. Geotechnical Eng. Dep , Un. of Technology.
- 8- Barazanji, A.F. (1973) "Gypseous Soil of Iraq", Ph.D. Thesis, State of University of Ghent, Belgium.
- 9- Mitchell, J.K. (1976), "Fundamentals of Soil Behaviour", John Wily and Sons.

### المصادر العربية

- 1- د. حسين حميد كريم . تأثير الصخور الجبسية على المشاريع الهندسية - دراسة حالة سد الموصل . مشروع تخرج من قبل احمد عادل حسين ، نور جاسم محمد . قسم هندسة البناء والانشاءات -الجامعة التكنولوجية. 2009 .
- 2- د. حسين حميد كريم . معالجة التربة الجبسية باستخدام البنتونايت ودراسة الانهيارية. مشروع تخرج من قبل براءة عننان جواد وسحر سامي داود. قسم هندسة البناء والانشاءات -الجامعة التكنولوجية. 2010