Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

Behavior of Rectangular Footing Subjected to Gypseous Soil under Two way Eccentricity - Vertical Load

Mohammed Chyad Liejy Ali AL-Hadeddy **Adnan Jayed Zedan**

Abstract

In this study the behavior of rectangular footing on gypsum soil is studied under vertical eccentric loads through two way **(x–y)** via fabrication of a simulator of (100 mm * 150 mm) for the rectangle footing. By using the (Bubble) program in the mobile for measurement tilt of footing by putting it on the foundation , fabrication of load tester and putting the soil in a box having a dimensions of (900 mm * 900 mm) and depth(600 mm).

A sample of soil is taken from the Tikrit University in Salah Al Din government under (0.5- 3) m depth which has a gypsum content of (51.37 %) using (Al-Mufty and Nashat 2000) method.

The load test is performed on square and rectangle footing at eccentricity of through two way **(x–y)** (e/B= 0, 0.1, 0.2, 0.3) The local specifications of the soil are measured (density, moisture, maximum density and optimum moisture content), it is found that that the vertical settlement, in two sides increases with the increasing of eccentricity and of the load, the bearing capacity is nearest to the theoretical results for (Meyerhof Eq. 1953) and less than the (Hansen Eq., 1970) in vertical load in site density and moisture .It is also observed that bearing capacity decreases with the increasing of eccentricity of the load because small area of effectual foundation .

at site density and moisture , whereas it approaches the theoretical results to the (Meyerhof Eq., 1953) and theoretical result was less than of (Hanson eq., 1970) when the vertical load .

: Rectangular Footing, Gypseous Soil, Footing, eccentricity
Keywords

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

تصرف الأساس المستطيل المستند على تربة جبسية تحت الأحمال العمودية اللامركزية باتجاهين

محمد جياد لجي علي الحديدي أ.م.د عدنان جايد زيدان

جامعة تكريت / كلية الهندسة

الخلاصة

تضمن هذا البحث دراسة تصرف الأساس المستطيل فوق التربة الجبسية تحت تأثير الأحمال العمودية اللامركزية باتجاهين (x–y) من خلال تصنيع نموذج للأساس المستطيل بأبعاد(100mm x 150mm) كذلك تم استخدام برنامج (Bubble) في جهاز الموبايل حيث وضع جهاز الموبايل على الأساس لقياس الميلان باتجاهين (x–y) بعد وضع التربة في صندوق فحص التحميل و بأبعاد (900mm x 900mm) وعمق (600mm).

أخذت التربة من موقع جامعة تكريت في محافظة صلاح الدين وعلى عمق (٠,٥- ٣) أمتار من مستوى سطح الأرض ذات محتوى جبسي عال (٥١,٣٧%) باستخدام طريقة (**Al-Mufty and Nashat 2000**).

اجري فحص التحميل على الاساس المستطيل عند لامركزية بالاتجاهين (e/B=0.0 , 0.1 , 0.2 , 0.3). أخذت كثافة التربة الحقلية والرطوبة الحقلية وكذلك الكثافة العظمى والرطوبة المثلى إذ وجد أن الهبوط العمودي وميلان الأساس بالاتجاهين تزداد مع زيادة لامركزية الحمل المسلط وان قابلية تحمل التربة كانت مقاربة من النتائج النظرية لمعادلة (**Meyerhof Eq. 1953**) **واقل من معادلة (Hansen Eq. 1970).**

عندما يكون الحمل عموديا في حالة الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية تقل قيمة قابلية تحمل التربة مع زيادة لامركزية الحمل المسلط بسبب صغر المساحة الفعالة للأساس.

أما في حالة الكثافة العظمى والرطوبة المثلى فوجد أن قابلية تحمل التربة هي نفس النتائج .

الكلمات الدالة: الاساس المستطيل, الترب الجبسية ,الاساس, اللامركزية

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

Introduction المقدمة

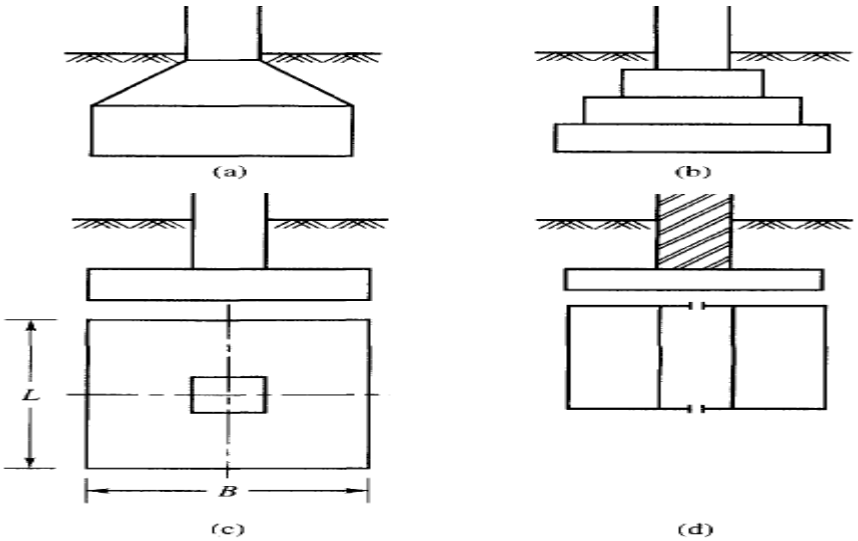
١،١.مقدمة عامة: GENERAL INTRODUCTION

الأسس الضحلة هي الاسس التي يكون فيها عمق الاساس D_f اقل او يساوي العرض(B) شكل (١-١).
الاساس هو جزء لا يتجزأ من المنشأ اذ ان استقرارية المنشأ تعتمد على استقراريه التربة الساندة للأسس**[1]**.هناك عاملان يجب ان تأخذ بنظر الاعتبار:-

١. يجب ان يكون الاساس ثابتا ضد فشل القص في التربة الساندة .

٢. يجب ان يكون الاساس مستقر بعد تنفيذ المنشأ لتجنب حدوث تشققات فيه .

الاساس هو ذلك الجزء من المنشأ الذي ينقل الاحمال مباشرة الى طبقات التربة, اذا كانت طبقات التربة القريبة من السطح قادرة على إسناد الأحمال في هذه الحالة يمكن استخدام الاسس المنفردة لذلك هذا الوصف يشير الى الاسس الضحلة **[2]**



شكل (١-١) انواع الاسس الضحلة.

١-٢ اساسات تحت تأثير احمال لا مركزيه باتجاهين(x-y)

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

من خلال التجارب والابحاث وجد [3] و[4] ان الاحمال اللامركزية قد تحدث نتيجة تعرض العمود الى حمل مركزي وعزم على احد محوريه او كلاهما [5] إذ تم الحصول على أبعاد الأساس كما مبين أدناه:

$$L^{-} = L - 2e_x \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(1\text{-}1)$$

$$B^{-} = B - 2e_y \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(1\text{-}2)$$

$$A_f = B^{-} * L^{-} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots..(1\text{-}3)$$

إذ:-

L = طول الاساس (البعد الطويل)

B = عرض الاساس (البعد القصير)

L^{-}= البعد الفعال بالاتجاه الطويل

B^{-}= البعد الفعال بالاتجاه القصير

e_x = اللامركزية باتجاه المحور(x)

e_y = اللامركزية باتجاه المحور(y)

A_f = المساحة الفعالة

ان قابلية التحمل للأساس مع اللامركزية يمكن ايجادها بعدة طرائق منها :-

الطريقة الاولى: استعمال معادلة (Meyerhof)

$$\textbf{vertical load:} \quad q_{ult} = cN_cs_cd_c + q^{-}N_qs_qd_q + 0.5\gamma BN_\gamma s_\gamma d_\gamma \quad \ldots\ldots(1\text{-}4)$$

$$N_q = e^{\pi \tan \emptyset} tan^2 \left(45 + \frac{\emptyset}{2}\right) \ldots\ldots\ldots(1\text{-}5)$$

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

$N_c = (N_q - 1)\cot \emptyset$ …. ……..(1-6)

$N_\gamma = (N_q - 1)\tan(1.4\emptyset)$ ……..(1-7)

تم استخدام معادلة (Meyerhof) باستخدام معامل التقليل (Re) كما مبين ادناه:

$$q_{ult.des} = q_{ult.comp} \times Re \quad \text{……..(1-8)}$$

$$R_e = 1 - 2e/B \text{ (cohesive soil)} \quad \text{……..(1-9)}$$

$$R_e = 1 - \sqrt{e/B} \text{ (cohesionless soil and for } 0 < e/B < 0.3) \quad \text{…….(1-10)}$$

الطريقة الثانية: استعمال معادلة (Hansen)

vertical load: $q_{ult} = cN_c s_c d_c + q^- N_q s_q d_q + 0.5\gamma B^- N_\gamma s_\gamma d_\gamma$ ……..(1-11)

N_q same as Meyerhof

N_c = same as Meyerhof =

$N_\gamma = 1.5(N_q - 1)\tan \emptyset$ ……(1-12)

إذ:-

Q_{ULT}: قابلية التحمل العظمى للتربة

$q_{ult,des}$: قابلية التحمل العظمى للتربة بعد ضربها بمعامل التقليل

c: قوة التماسك للتربة (kPa)

q: الضغط الذي يسببه الدفن فوق الأساس ويساوي (D_f * γ') حيث γ' هي كثافة تربة الدفن الفعالة و

D_f: هو ارتفاع طبقة الدفن مقاسه من قاعدة الأساس

R_e:معامل التقليل

B: عرض الأساس

γ: كثافة التربة أسفل قاعدة الأساس

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

S_c, S_q, S_γ: معامل الشكل (تعتمد على قيمة Φ للتربة)

d_c, d_q, d_γ: معامل العمق (تعتمد على قيمة Φ للتربة)

Φ: زاوية الاحتكاك الداخلي للتربة

٣,١.الجبس: GYPSUM

يعرف الجبس بانه كبريتات الكالسيوم المائية HYDRITE ،رمزه الكيميائي $CaSO_4.2H_2O$ ووزنه النوعي (٢,٣) وصلابته(١,٥-٢) على مقياس موه MOH'S SCALE وهو عديم اللون [6] إن رواسب الجبس تكونت قبل ملايين السنين عندما غطت مياه المحيطات المالحة معظم مساحة الأرض وعندما انحسرت هذه المحيطات تكونت البحار الميتة, وعند استمرار التبخر أصبحت أكثر وأكثر ملوحة وعندما ترسبت هذه الأملاح أدت إلى تكوين مركبات متنوعة بدورها وكان احد هذه المركبات هو الجبس[7] .

وخلال عوامل التعرية للصخور والمعادن قد تكونت كميات كبيرة من الأملاح المختلفة وربما من هذه الأملاح هو كبريتات الكالسيوم الذي يوجد في التربة كجبس[8].

إن الجبس هو ملح قابل للذوبان في الماء, وإن كبريتات الكالسيوم المتميئة ($CaSO_4.2H_2O$) مكونة من ٣٢,٥ % اوكسيد الكالسيوم (CaO), ٤٦,٦% ثلاثي اوكسيد الكبريت (SO_3) و ٢٠,٩% ماء (H_2O) كنسب وزنيه [9]

وهناك بعض الباحثين صنف الترب الجبسية حسب نسبة الجبس:-

١. **[10]** الترب الجبسية هي الترب التي تحتوي على نسبة(٢%) او اكثر من الجبس
٢. عرف كل من**[11]:** التربة الجبسية هي التربة التي تحوي على أكثر من ٦% جبس
٣. وعد[12]: التربة جبسية إذا احتوت على ٣% أو أكثر جبس كنسبة وزنية.
٤. لاحظ[13]: بان محتوى الجبس الذي يتجاوز ٥% يعطي بنية غير ثابتة للتربة.

وقد صنف [14] الترب الجبسية حسب المحتوى الجبسي وكما في الجدول(٢-١)

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

جدول (١-١) تصنيف التربة الجبسية [14]

نسبة الجبس (%)	تصنيف التربة
0-0.3	تربة غير جبسيه
0.3-3	تربة ذات محتوى جبسي قليل جداً
3-10	تربة ذات محتوى جبسي قليل
10-25	تربة ذات محتوى جبسي متوسط
25-50	تربة ذات محتوى جبسي عالي
أكثر من50	جبس يحوي تربة

٢.المواد المستخدمة في البحث MATERIAL USED

١,٢ التربة: THE SOIL

أخذت التربة الجبسية الطبيعية من مدينة تكريت في محافظة صلاح الدين ومن موقع جامعة تكريت والشكل (٢-١) يبين الموقع الذي أخذت منه التربة, النماذج أخذت من عمق (٠,٥-٣م) من مستوى الأرض الطبيعية بعد أن تم قشط طبقة التربة العلوية, تم إجراء عملية قشط التربة وحفرها بواسطة الآلات الميكانيكية, نماذج التربة تم تجميعها ونقلها إلى مختبر ميكانيك التربة في كلية الهندسة/ جامعة تكريت. واخذت نماذج فحص موقعيه, كانت النماذج المأخوذة من الموقع على نوعين (نماذج مشوشة و نماذج غير مشوشة)

٢,٢ الماء: استخدم ماء الإسالة المأخوذ من نهر دجلة في عمل التجارب المختبرية.

الموقع الذي اخذت منه نماذج التربة

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

شكل (٢-١) خارطة جوية تمثل موقع اخذ عينات الفحص مأخوذة من (Google Earth)

٣.الأجهزة والأدوات المستخدمة في البحث: Instruments and Equipments

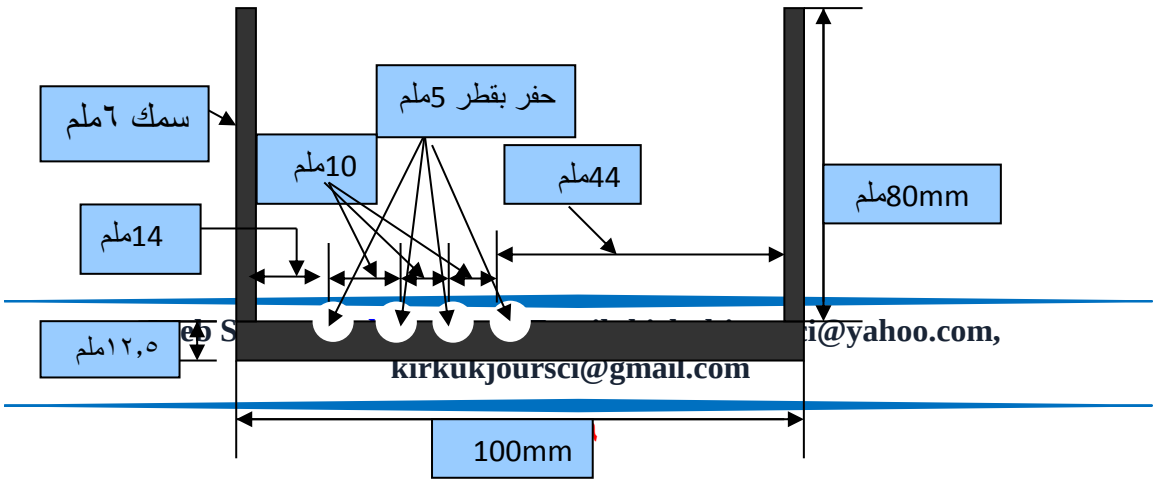
١,٣.جهاز فحص التحميل :

يتكون جهاز فحص التحميل من مسندين عموديين من حديد الزاوية سمك ٤ملم يحملان مسنداً أفقياً يستند عليه جهاز نقل الحمل ومقبض تسليط الحمل على النموذج إذ بالإمكان تحريك المسند الأفقي أفقيا من أجل إبقاء نموذج الفحص في الوسط ويوضع نموذج الفحص في صندوق بأبعاد (0.9m×0.9m) وعمق (0.6m) توضع بداخله التربة المراد إجراء الفحص عليها وبحسب متطلبات البحث وتوجد اذرع صغيرة يتم تثبيتها على نموذج الفحص لكي توضع عليها عدادات لقياس الحركة العمودية وميلان النموذج إذ تم وضع عدادين مع مقبض تسليط الحمل لقياس الهبوط لنموذج الفحص واخذ المعدل لها وكذلك قياس ميلان النموذج عن طريق وضع جهاز الموبايل على الاساس الذي يحتوي على برنامج(Bubble) لقياس الميلان باتجاهين.

٢,٣.الاســـــــــــــاس Footing

يكون نموذج الفحص على شكل **مستطيل** بأبعاد (150mm×100mm) تتكون القاعدة من معدن الحديد بسمك (12.5mm) تثبت فوقها حافات بشكل صندوقي بارتفاع (80mm) وبسمك (6mm) تم عمل حفرة بقطر (5mm) في مركز القاعدة وعمل حفر أخرى وبالقطر نفسه على بعد (15mm)و (30mm) و(45mm) عن المركز على التوالي وبالاتجاهين في حالة الاساس المربع وتم تثبيت مساند

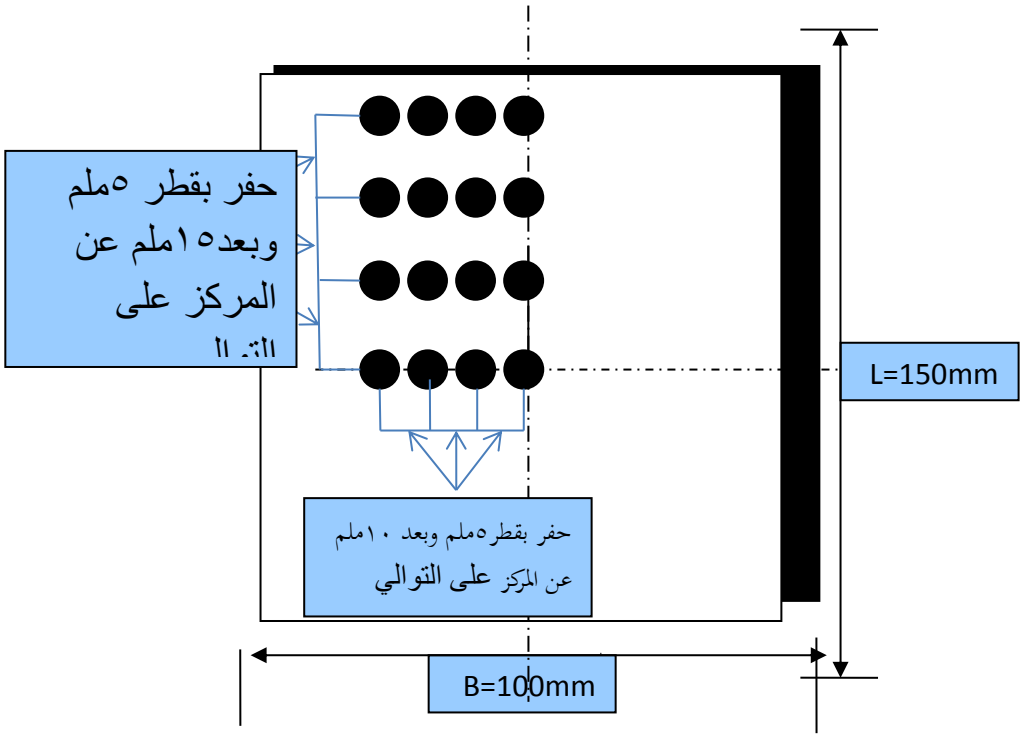
لوضع عدادات القياس العمودية وجهاز قياس الميلان وهو عباره عن برنامج في جهاز الموبايل (Bubble) يقيس الميلان باتجاهين(x-y) وتحزيز وعمل نتوءات على قاعدة النموذج من اجل إعطائه خشونة لزيادة الاحتكاك بين التربة ونموذج الأساس وكما موضح في الشكل (٣-١).



kirkukjoursci@gmail.com

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

A:مقطع عرضي في نموذج الأساس المستطيل(الرسم بدون مقياس)



B:مسقط راسي في نموذج الأساس المستطيل (الرسم بدون مقياس)

شكل (٣-١ B,A) نموذج الأساس المستطيل

٤. فحوصات التربة: SOIL TESTS

١,٤. الفحوصات الفيزيائية: PHYSICAL TESTS

1.١,٤, الوزن النوعي SPECIFIC GRAVITY

أجريت فحوصات الوزن النوعي طبقا للمواصفة الانكليزية [15] باستثناء استخدام النفط الأبيض بدل الماء المقطر وذلك لان الجبس يذوب في الماء مّما يؤدي إلى إعطاء نتائج غير صحيحة للفحص والنتائج موضحة في الجدول (٤-١).

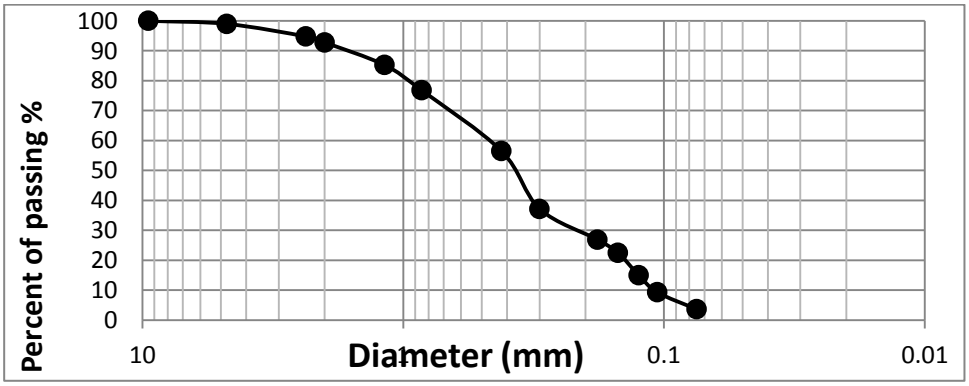
Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

٢,١,٤. حدود اتربرك: ATTERBERG LIMITS

اجـري فحـص حـد السـيولة وفحـص حـد اللدونـة علـى وفـق نظـام [16] بحسـب (**D423-66 and D424-59**) على التوالي. لم تملك التربة المفحوصة حد لدونة وذلك لأنها كانت رملية, أما بقية النتائج فموضحة في الجدول (٤-١).

٣,١,٤. التحليل المنخلي: SIEVE ANALYSIS

اجري فحص التحليل المنخلي وفق متطلبات [16] بحسب (**D421-63**) باستخدام الطريقة الجافه. صنفت التربة المفحوصة على أنها تربة رملية رديئة التدرج (**SP**) على وفق نظام التصنيف الموحد (**USCS**)(**Unified Soil Classification System**). الشكل (٤-١) يبين منحني توزيع حجم حبيبات نموذج التربة.



شكل (٤-١). منحني توزيع حجم حبيبات نموذج التربة

جدول (٤-١). نتائج الفحوصات الفيزيائية للتربة على عمق (٠,٥-٣م)

نوع الفحص	القيمة
الوزن النوعي(Gs)	**2.611**
حد السيولة(L.L) %	**25**
حد اللدونة(P.L) %	**Non plastic**

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

8	الحصى %
89	الرمل%
3	الغرين و الطين %
SP	التصنيف الموحد للتربة
14.47	الكثافة الحقلية (KN/M^3)
18.28	الكثافة العظمى الجافة (KN/M^3) باستخدام الطريقة المعدلة في الفحص
5.6	الرطوبة الحقلية %
10.75	الرطوبة المثلى %
1.3	C_C
3.08	C_U

٢,٤. الفحوصات الكيماوية: CHEMICAL TESTS

اجري فحص محتوى الجبس وفق طريقة **[17]** وفق العلاقة الآتية:-

$$\chi_{CaSo_4 \cdot 2H_2o} = \frac{W_{45^\circ C} - W_{105^\circ c}}{W_{45^\circ C}} * 4.778 * 100 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots .(3\text{-}1)$$

إذ إن:-

$\chi =$ محتوى الجبس %

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

$W_{45^{\circ}C}$= وزن نموذج التربة بعد تجفيفه مدة ٢٤ ساعة في الفرن بدرجة حرارة ٤٥ م

$W_{105^{\circ}c}$= وزن نموذج التربة بعد تجفيفه في الفرن لمدة ٢٤ ساعة بدرجة حرارة ١٠٥ م

أما بقية الفحوصات فقد تم إجراؤها في مختبرات قسم هندسة البيئة في جامعة تكريت, ونتائجها موضحه في الجدول (٤-٢).

جدول (٤-٢)نتائج الفحوصات الكيمياوية

نوع الفحص	القيمة	المواصفة
نسبة الجبس %	٥١.٣٧	Al-Mufty and Nashat 2000
نسبة الأملاح الذائبة الكلية %	٧٣	Earth manual (1998)
قيمة عامل التعادل(pH)	٨,٢	B.S. (1377-1975) test (11)A
نسبة المواد العضوية %(O.M)	0.1٧٦	B.S. (1377-1975)

٤,٣ الفحوصات الميكانيكية :

MECHANICAL TESTS

في فحوصات القوة تم إجراء فحص القص المباشر من أجل معرفة قيمة قوة التماسك(c) و زاوية الاحتكاك الداخلي للتربة(Φ)وباستخدام جهاز فحص القص المباشر لنماذج تربة غير مشوشة ونماذج مشوشة لنفس الكثافة والرطوبة الحقلية والنتائج موضحه في الجدول (٤-٣).

جدول (٤-٣) نتائج الفحوصات الميكانيكية

نوع الفحص	c (kPa)	Φ
نموذج غير مشوش بنفس الكثافة والرطوبة الحقلية	٤٣	٤١

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

نموذج مشوش بنفس الكثافة والرطوبة الحقلية	٦,٥	٣٨

٥.طريقة العمل : **Testing Procedures**

تسليط حمل عمودي على نموذج الأساس المستطيل وعند لامركزية (e/B= 0.0 ,0.1 ,0.2 ,0.3) وباتجاهين(x-y) باستخدام تربة معاد تشكيلها بالكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية وبذلك يكون عدد الفحوصات التي تم إجراؤها في هذه المرحلة(16) فحصا إذ تم وضع التربة داخل صندوق الفحص على شكل طبقات بسمك (150mm)لكل طبقة حيث تم وزن التربة من خلال معرفة حجم الصندوق وكثافة التربة وتم توزيعها بشكل طبقات وتم رصها باستخدام مطرقة يدوية على نوعين صممت لهذا الغرض الاولى تحتوي على قرص دائري من الحديد بقطر ١٠٠ملم وسمك ١٢,٥ملم مرتبطة بأنبوب معدني مربع الشكل يبلغ وزن المطرقة الكلي ٤ كغم تقريبا والثانية عبارة عن مطرقه مستطيلة الشكل يبلغ وزنها(٧,٧٥ كغم) وتم الاستدلال على الكثافة المطلوبة عن طريق وضع حاويات صغيرة عند أركان الصندوق تم قياس كثافة التربة فيها لغرض التأكد من الكثافة المطلوبة وبعد إكمال رص التربة داخل الصندوق تم وضع نموذج الأساس فوق التربة وتم تثبيت العدادات لقياس الهبوط إذ تم وضع عدادين لقياس الهبوط وحساب المعدل لها وميلان الأساس عن طريق برنامج (Bubble) في جهاز الموبايل يقيس الميلان باتجاهين(x-y) وتم تسليط الحمل تدريجيا (كل خمس تدريجات لعداد قياس حلقة القياس)

بحيث يتم ثبوت الحمل عند التدريجات المطلوبة ويتم تسجيل قراءات العدادات المثبتة كافة على نموذج الأساس وبعد ذلك يتم تسليط حمل إضافي بالطريقة السابقة نفسها ولحين فشل التربة تحت الأساس بعد ذلك يتم رفع النموذج وإخراج التربة من الصندوق وإجراء الفحص التالي بالطريقة السابقة نفسها وتم رسم العلاقة مابين الضغط المسلط من جهة والهبوط العمودي والميلان باتجاهين(x-y) من جهة أخرى.

6- النتائج والمناقشة

١,٦ علاقة الضغط المسلط مع الهبوط العمودي للأساس المستطيل:

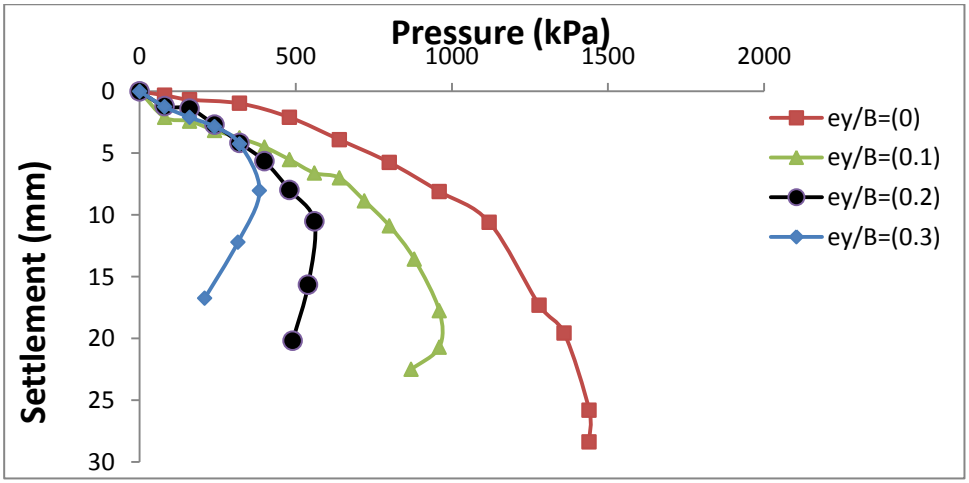
Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

سلط حمل على الأساس المستطيل وسجلت البيانات بين الضغط المسلط والهبوط العمودي للأساس ولحين فشل التربة وكان شكل الفشل هو فشل القص الشامل (General Shear Failure) من جهة تسليط الحمل شكل (٦-١) ومن العلاقة بين الضغط المسلط على الأساس والهبوط العمودي للأساس تم إيجاد أعلى قيمه لقابلية تحمل التربة والهبوط العمودي المقابل لأعلى قيمة لقابلية تحمل التربة حيث كانت القيم عندما كان الحمل مركزيا ($e_x/B=0$) و($e_y/B=0,0.1,0.2,0.3$) أظهرت النتائج المختبريةkPa($q_u=1120,960,560,384$) على التوالي قيما أعلى من النتائج النظرية لمعادلة **(Meyerhof Eq. 1953)** عند ($e_y/B=0,0.1,0.2,0.3$) ($q_u=681, 466, 377, 308$)kPa لكن النتائج النظرية لمعادلة **(Hansen.Eq.1970)** كانت ($e_y/B=0,0.1,0.2,0.3$)عند($q_u=640,591,543,497$)kPa على التوالي أظهرت نتائج متقاربة نسبيا من النتائج المختبرية التي تم الحصول عليها عند($e_y/B=0.1,0.2.0.3$) شكل (٦-٢) و جدول (٦-١).

أما بالنسبة لقيمة الهبوط العمودي المقابلة لأعلى قابلية تحمل للتربة عند($e_x/B=0$) و($e_y/B=0,0.1,0.2,0.3$) فقد كانت مختلفة نسبيا ضمن قابلية تحمل مختلفة للتربة فكان الهبوط العمودي باتجاه المحور (x) ($S_m=21.1,17.76,10.53,8.04$)mm على التوالي أما الهبوط العمودي باتجاه المحور(y) فكانت ($S_m=21.1,29.1,17.51,13.25$)mm إذ يلاحظ انه كلما كانت اللامركزية اكبر فان الهبوط العمودي كان مختلف ضمن قابلية تحمل اقل للتربة حيث ان قيمة الهبوط العمودي عند اللامركزية(0.2) اكبر من الهبوط العمودي عند(0.3) وذلك لان التربة تفشل بحمل أقل عند (0.2) بسبب قلة المساحة السطحية المعرضة لنفس الضغط .

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

شكل (٦-١) شكل فشل التربة تحت الأساس المستطيل

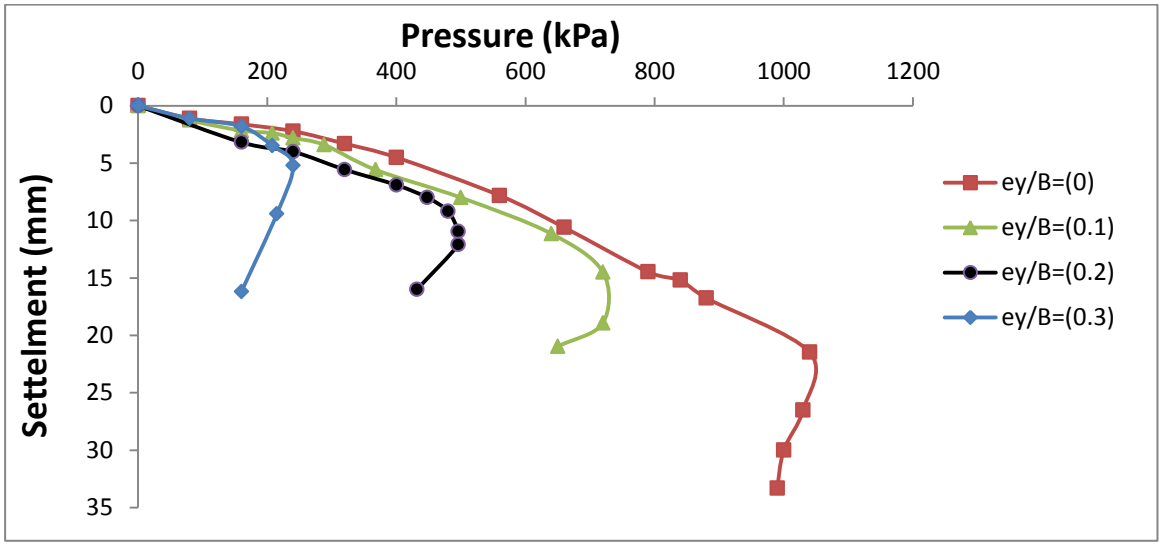


شكل (٦-٢) العلاقة بين الضغط المسلط والهبوط العمودي للأساس المستطيل عند الحمل المركزي ($e_x/B=0$) باستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية

أما عندما كانت اللامركزية ($e_x/B=0.1$) و($e_y/B=0,0.1,0.2,0.3$) فقد كانت النتائج العملية اكبر من النتائج النظرية في دراسة(**Meyerhof Eq. 1953**) وكانت النتائج النظرية في دراسة (**Hansen Eq. 1970**) اكبر من النتائج العملية باستثناء حالة الحمل العمودي عند ($e_y/B=0,0.1$) إذ كانت النتائج العملية أكبر شكل (٦-٣) وجدول (٦-١) والسبب يعود إلى كون الحمل المسلط على الأساس تم تركيزه في جانب واحد وبما أن قيمة التماسك بين جزيئات التربة قليلة أدى إلى انزلاق وفشل التربة تحت حمل قليل.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

وكان الهبوط العمودي للتربة باتجاه المحور (x) mm (S_m=31.77,22.22,15.74,6.14) و الهبوط العمودي للأساس باتجاه المحور (y) mm (S_m= 21.47,26.87,19.7,8.8) يلاحظ ان الهبوط للأساس يكون كبيرا عند (e_y/B=0,0.1) ويقل بشكل كبير عند (e_y/B=0.2,0.3) بالاتجاهين والسبب يعود الى ان الأساس جاسئ وان تركيز الحمل ضمن مساحة فعالة اقل يؤدي إلى فشل التربة بصورة أسرع وانه كلما زادت اللامركزية في الأساس زادت قيمة الهبوط العمودي لنفس الضغط المسلط.



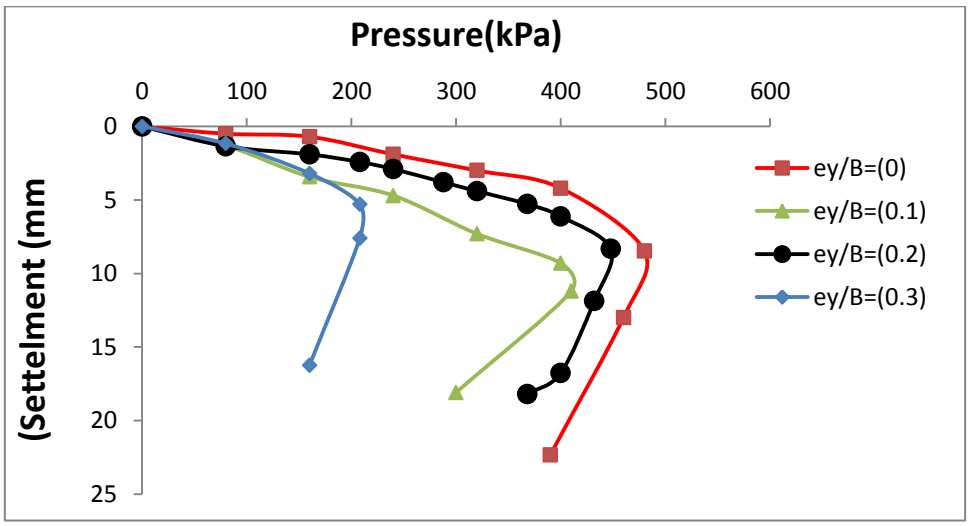
شكل (٦-٣) العلاقة بين الضغط المسلط والهبوط العمودي للأساس المستطيل عند (e_x/B=0.1) باستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية

لكن عندما كانت اللامركزية (e_x/B=0.2) مع(e_y/B=0,0.1,0.2,0.3) و(e_x/B=0.3)مع(e_y/B=0,0.1,0.2,0.3) كانت النتائج العملية اقل من النتائج النظرية بشكل واضح ولاسيما عند زيادة اللامركزية كون المساحة الفعلية للأساس كانت صغيرة كلما زادت اللامركزية في تسليط الحمل على الأساس زاد من قابلية فشل التربة بحمل قليل بسبب تسليط جهد أعلى على جانب واحد من الأساس مما يؤدي إلى تسريع انزلاق جزيئات التربة فوق بعضها شكل (٦-٤) وشكل (٦-٥) وجدول (٦-١)

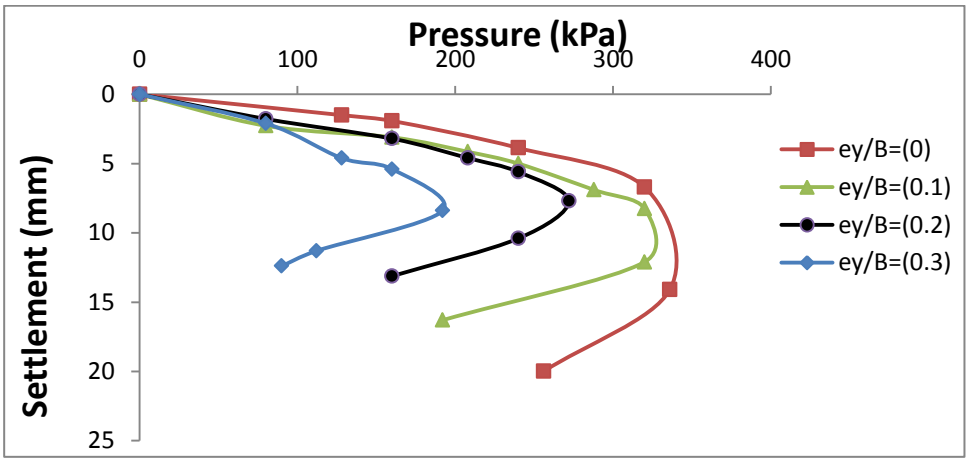
اما عند(e_x/B=0.2) فكان أعظم هبوط عمودي للأساس باتجاه المحور (x) (S_m=12.92,15.8,14.2,8.43)mm وأعظم هبوط عمودي للأساس باتجاه المحور (y) (S_m=8.48,16.01,14.6,12.3)mm وعند (e_x/B=0.3) كان أعظم هبوط عمودي للأساس باتجاه المحور(x) mm (S_m=34.86,20.93,11.77,10.65) وأعظم هبوط عمودي للأساس باتجاه

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

المحور mm(y) (S_m=14.1,15.35,12.48,12.52) إذ يلاحظ زيادة قيمة الهبوط العمودي للأساس كلما زادت اللامركزية بسبب فشل التربة ضمن قابلية تحمل قليلة لنفس الضغط المسلط .



شكل (٦-٤) العلاقة بين الضغط المسلط والهبوط العمودي للأساس المستطيل عند (e_x/B=0.2) باستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية



شكل (٦-٥) العلاقة بين الضغط المسلط والهبوط العمودي للأساس المستطيل عند (e_x/B=0.3) باستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية

جدول (٦-١) مقارنة بين النتائج المختبرية والنتائج النظرية لنموذج الأساس المستطيل باستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية.

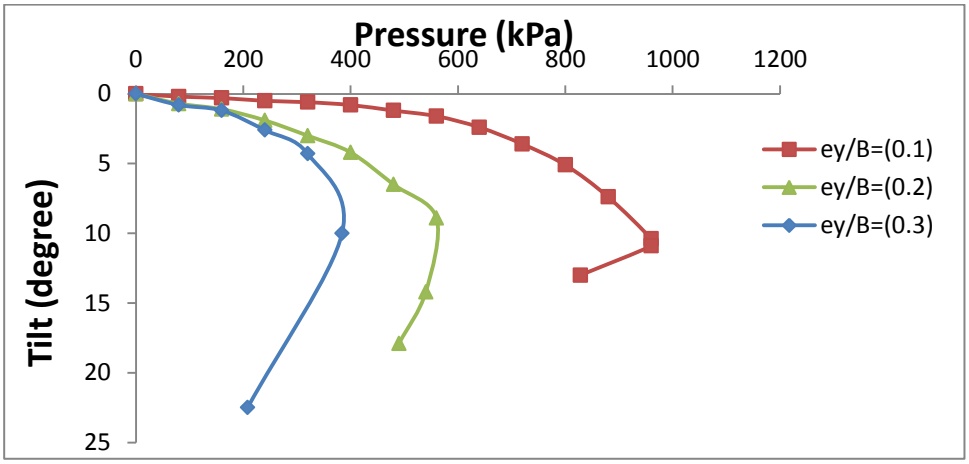
Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

النتائج المختبرية				النتائج النظرية		الفرق بين النتائج النظرية والعملية (%)	
No.	e_x/B	e_y/B	q_u(kPa)	q_u(kPa) Hansen	q_u(kPa) Meyerhof	Hansen	Meyerhof
١	٠,٠	٠	١١٢٠	٦٤٠	٦٨١	٤٣	٣٩
٢		٠,١	٩٦٠	٥٩١	٤٦٦	٣٨	٥١
٣		٠,٢	٥٦٠	٥٤٣	٣٧٧	٣	٣٣
٤		٠,٣	٣٨٤	٤٩٧	٣٠٨	٢٩	٢٠
٥	٠,١	٠	١٠٤٠	٦٩٠	٤٥٧	٨	٥٦
٦		٠,١	٧٢٠	٦٣٤	٣١٨	١٢	٥٦
٧		٠,٢	٤٩٦	٥٧٧	٢٥٧	١٦	٤٨
٨		٠,٣	٢٤٠	٥١٨	٢١١	١١٦	١٢
٩	٠,٢	٠	٤٨٠	٧٧٤	٣٧٧	٦١	٢١
١٠		٠,١	٤١٠	٧٠٢	٢٥٧	٧١	٣٧
١١		٠,٢	٤٤٨	٦٢٨	٢٠٨	٥٢	٥٤
١٢		٠,٣	٢٠٨	٥٥٣	١٧٠	١٦٦	١٨
١٣	٠,٣	٠	٣٣٦	٩٤١	٣٠٨	١٨٠	٨
١٤		٠,١	٣٢٠	٨٣٧	٢١٠	١٦٢	٣٤
١٥		٠,٢	٢٧٢	٧٣١	١٧٠	١٦٩	٣٨
١٦		٠,٣	١٩٢	٦٢٢	١٣٩	٢٢٤	٢٨

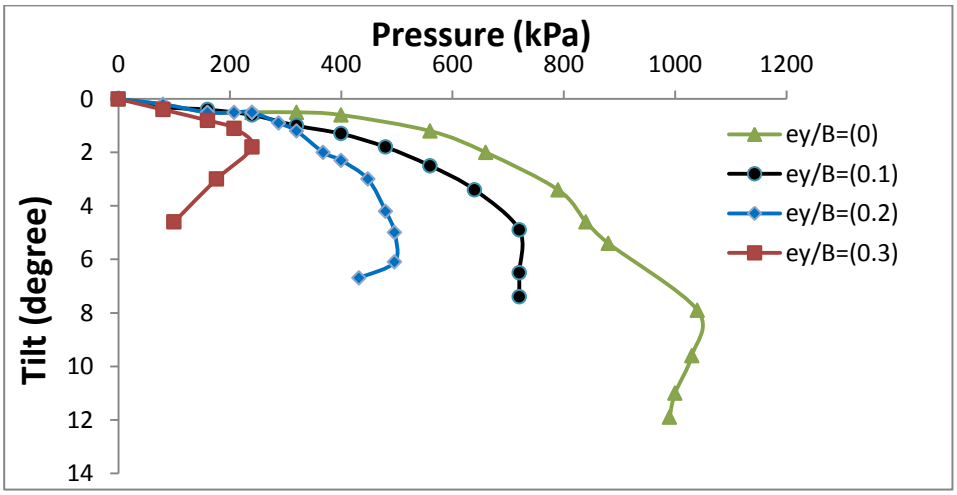
٢,٦ علاقة الضغط المسلط مع الميل للأساس المستطيل:

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

من العلاقة بين الضغط المسلط على الأساس والميل للأساس يلاحظ انه عندما كانت اللامركزية ($e_x/B=0.0$) كان ميل الاساس باتجاه المحور (y) ($t=0^0,10.9^0,8.9^0,10^0$) وعند ($e_x/B=0.1$) كان ميل الأساس باتجاه المحورين(x-y) ($t=7.9^0,7.4^0,6.1^0,1.8^0$) و($t=0^0,11.9^0,11.2^0,6.9^0$) على التوالي نلاحظ ان قيمة الميل تقل عند زيادة اللامركزية ضمن قابلية تحمل اقل للتربة شكل (٦-٧) لغاية شكل (٦-٩).

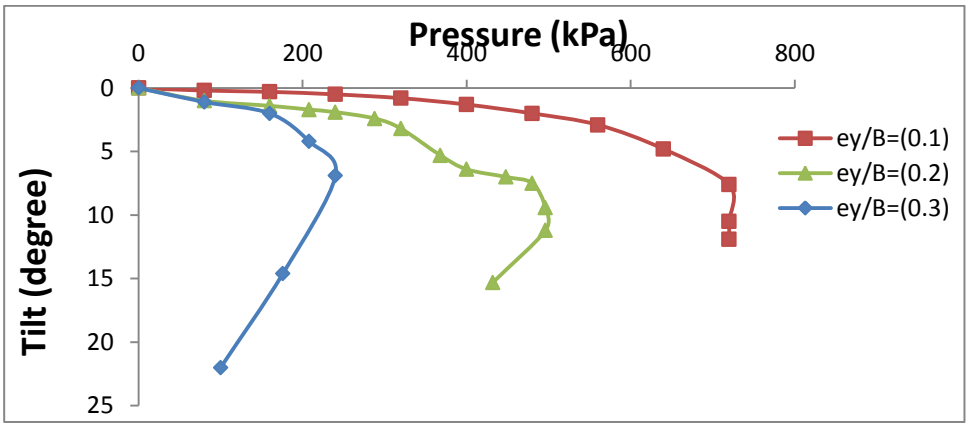


شكل (٦-٧) العلاقة بين الضغط المسلط وميلان الأساس المستطيل باتجاه المحور(y) عند الحمل المركزي ($e_x/B=0.0$) باستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية



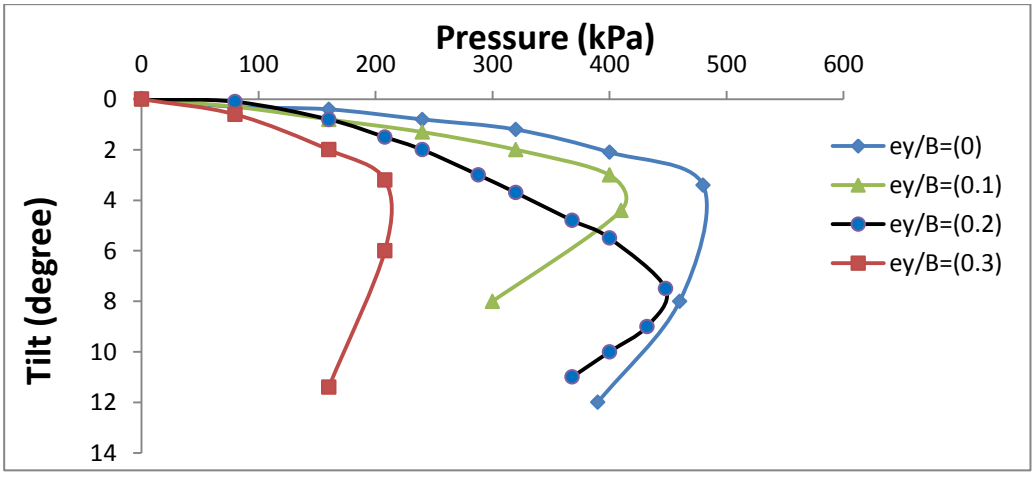
شكل (٦-٨) العلاقة بين الضغط المسلط وميلان الأساس المستطيل باتجاه المحور(x) عند الحمل المركزي ($e_x/B=0.1$) باستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849



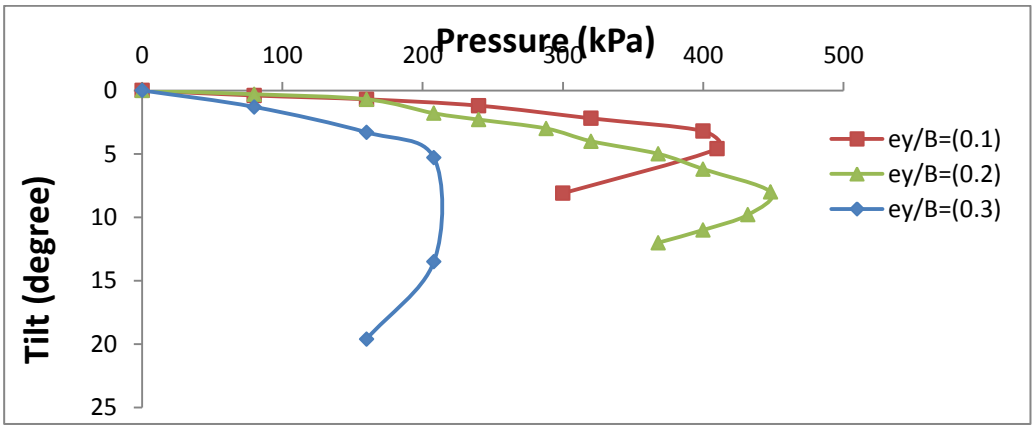
شكل (٦-٩) العلاقة بين الضغط المسلط وميلان الأساس المستطيل باتجاه المحور(y) عند الحمل المركزي ($e_x/B=0.1$) باستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية

وعندما كانت اللامركزية ($e_x/B=0.2$) كان ميل الاساس باتجاه المحور(x) ($t=3.4^0$, 4.4^0,) (7.5^0,6^0) وميل الاساس باتجاه المحور(y) ($t=0^0$,4.6^0,8^0,13.5^0) وعند ($e_x/B=0.3$) كان ميل الأساس باتجاه المحور (x) ($t=13.6^0$,12.2^0,5.2^0,4.3^0) وميل الاساس باتجاه المحور(y) ($t=0^0$,6.8^0,6.1^0,7.9^0) على التوالي تبين ان قيمة الميل تقل مع زيادة اللامركزية على الأساس وسبب هذا التناقص يعود إلى أن التربة تحت الأساس تفشل ضمن حمل اقل مما يؤدي إلى أن ميلان الأساس لازال قليلا عند الفشل وضمن قابلية تحمل اقل للتربة بسبب صغر المساحة الفعلية للأساس الذي يؤدي إلى الفشل السريع للتربة شكل (٦-١٠) لغاية شكل (٦-١٣).

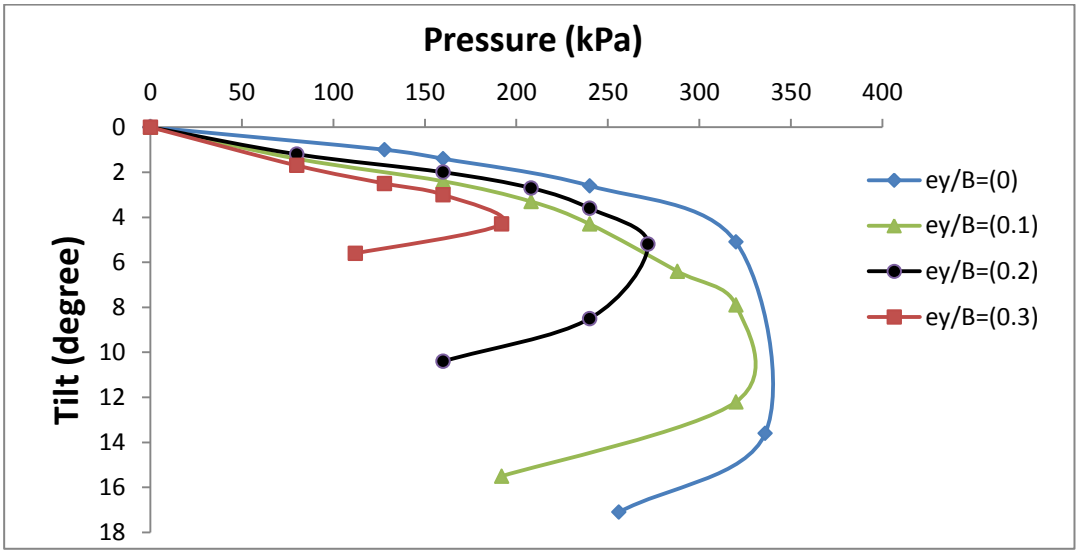


شكل (٦-١٠) العلاقة بين الضغط المسلط وميلان الأساس المستطيل باتجاه المحور(x) عند الحمل المركزي ($e_x/B=0.2$) باستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

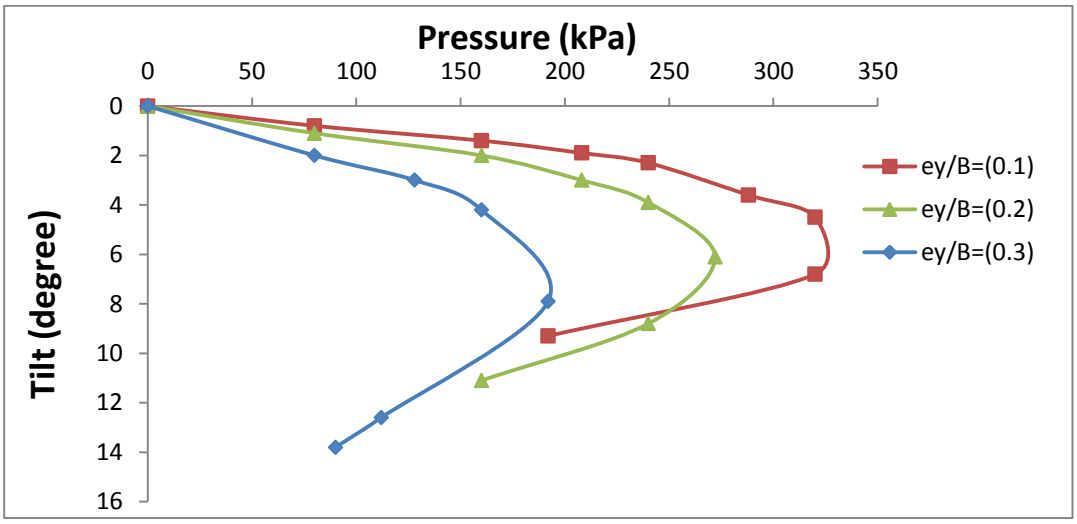


شكل (٦-١١) العلاقة بين الضغط المسلط وميلان الأساس المستطيل باتجاه المحور(y) عند الحمل المركزي ($e_x/B=0.2$) باستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية



شكل (٦-١٢) العلاقة بين الضغط المسلط وميلان الأساس المستطيل باتجاه المحور(x) عند الحمل المركزي ($e_x/B=0.3$) باستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849



شكل (٦-١٣) العلاقة بين الضغط المسلط وميلان الأساس المستطيل باتجاه المحور(y) عند الحمل المركزي (e_x/B=0.3) باستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

جدول (٦-٢) العلاقة بين الهبوط تحت مركز تسليط الحمل وأعظم هبوط للأساس المستطيل باستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية.

NO.	Df/B	e_x/B	e_y/B	x-direction			y-direction		
				S_e mm	S_m mm	t^0	S_e mm	S_m mm	t^0
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
٢	٠,٠	٠,٠	٠	٢١,١	٢١,١	٠	٢١,١	٢١,١	٠
٣			٠,١	١٧,٧٦	١٧,٧٦	٠	١٧,٧٦	٢٩,١	١٠,٩
٤			٠,٢	١٠,٥٣	١٠,٥٣	٠	١٠,٥٣	١٧,٥١	٨,٩
٥			٠,٣	٨,٠٤	٨,٠٤	٠	٨,٠٤	١٣,٢٥	١٠
٦		٠,١	٠	٢١,٤٧	٣١,٧٧	٧,٩	٢١,٤٧	٢١,٤٧	٠
٧			٠,١	١٤,٥	٢٢,٢٢	٧,٤	١٤,٥	٢٦,٨٧	١١,٩
٨			٠,٢	١٠,٩٦	١٥,٧٤	٦,١	١٠,٩٦	١٩,٧	١١,٢
٩			٠,٣	٥,٢	٦,١٤	١,٨	٥,٢	٨,٨	٦,٩
١٠		٠,٢	٠	٨,٤٨	١٢,٩٢	٣,٤	٨,٤٨	٨,٤٨	٠
١١			٠,١	١١,٢	١٥,٨	٤,٤	١١,٢	١٦,٠١	٤,٦
١٢			٠,٢	٨,٣٣	١٤,٢	٧,٥	٨,٣٣	١٤,٦	٨
١٣			٠,٣	٥,٣	٨,٤٣	٦	٥,٣	١٢,٣	١٣,٥
١٤		٠,٣	٠	١٤,١	٣٤,٨٦	١٣,٦	١٤,١	١٤,١	٠
١٥			٠,١	٨,٢٥	٢٠,٩٣	١٢,٢	٨,٢٥	١٥,٣٥	٦,٨
١٦			٠,٢	٧,٧	١١,٧٧	٥,٢	٧,٧	١٢,٤٨	٦,١
١٧			٠,٣	٨,٤	١٠,٦٥	٤,٣	٨,٤	١٢,٥٢	٧,٩

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

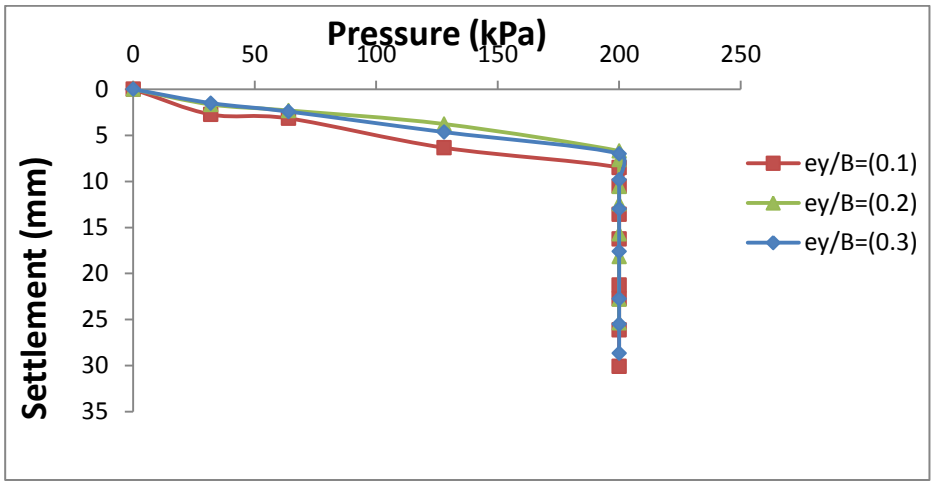
٦-٣: سلوك التربة تحت الأساس المستطيل السطحي($D_f/B=0$) باستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية وفي حالة الغمر بالماء:

تم رص التربة داخل صندوق الفحص باستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية وتم وضع نموذج الأساس فوق التربة مباشرة **($D_f/B=0$)** وسلط حمل على الأساس المستطيل (200kpa) باستخدام جهاز فحص التحميل وبعد ذلك تم غمر الصندوق بالماء لحين الوصول إلى حالة التشبع مع إبقاء الحمل المسلط ثابتا ومن العلاقة بين الضغط المسلط على الأساس والهبوط العمودي وميلان الأساس كانت النتائج كما يأتي:-

٦-٤ علاقة الضغط المسلط مع الهبوط العمودي للأساس المستطيل:

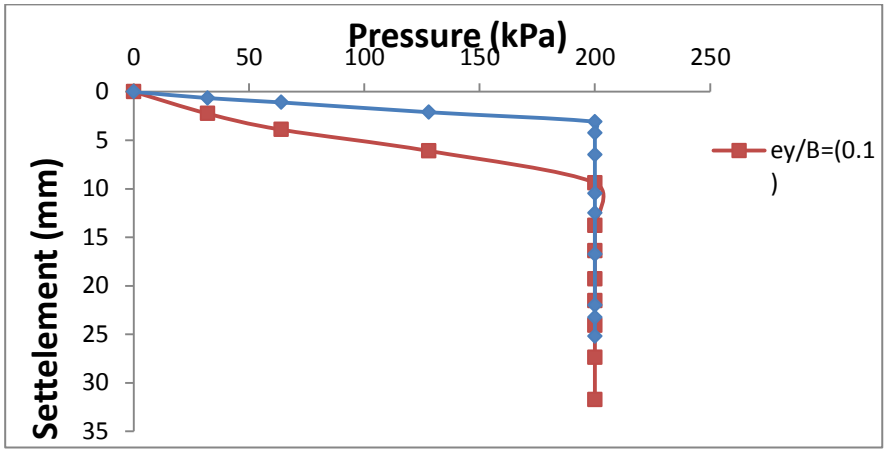
تم تسليط حمل ثابت على الأساس المستطيل مقداره (200kPa) وتم إبقاؤه ثابتا لحين وصول التربه إلى حالة التشبع وبعد ذلك تم زيادة الحمل تدريجيا ولحين فشل التربة وقد تبين ان الحمل تغير من (200kPa) الى الصفر بمجرد وصول الماء تحت الاساس بالرغم من زيادة تسليط الحمل وبعد رسم العلاقة مابين الضغط المسلط على الأساس والهبوط العمودي للأساس كانت النتائج قليلة جدا لتحمل التربةعند ($e_x/B=0.1$)و($e_y/B=0.1,0.2,0.3$) شكل (٦-١٤) و($e_x/B=0.2$)و($e_y/B=0.1,0.2,0.3$) شكل (٦-١٥) و($e_x/B=0.3$)و($e_y/B=0.1,0.2,0.3$) شكل (٦- ١٦) عالتوالي إذا ما قورنت بنتائج تصرف الأساس بدون الغمر بالماء وسبب النقص الكبير في قابلية تحمل التربة هو إن الماء عمل على إذابة الجبس وتفكيك الأواصر الكيميائية بين الجبس وجزيئات التربة مما أدى إلى حدوث فجوات داخل التربه ادت الى سهولة انزلاق جزيئات التربة فوق بعضها عند تسليط الحمل على الأساس.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849



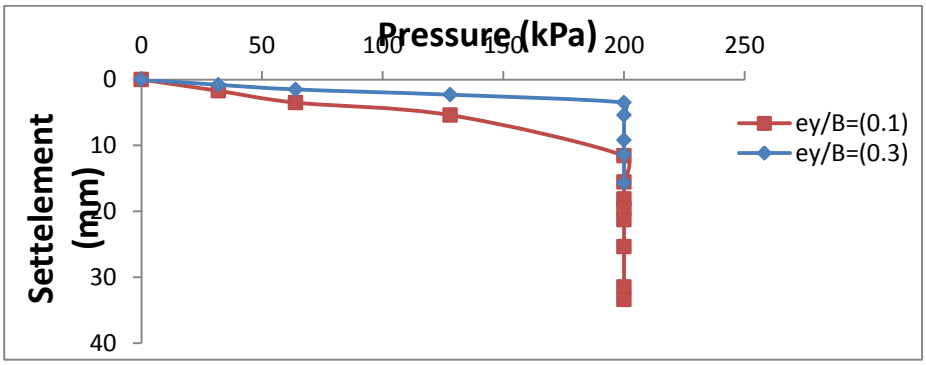
شكل (٦-١٤) العلاقة بين الضغط المسلط والهبوط العمودي للاساس المستطيل عند (e_x/B=0.1) وباستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية عند الغمر بالماء .

أما بالنسبة للهبوط العمودي فقد كانت قيمته عالية (S_m=37.3 mm) تتزايد مع زيادة اللامركزية للحمل بسبب الفشل السريع للتربة وان سبب الزيادة في قيمة الهبوط العمودي تعود إلى أن الماء عمل على إذابة الجبس الموجود في التربة تحت الأساس مما أدى إلى حدوث فجوات داخل التربه وهبوط الأساس تحت الحمل المسلط لكن قيمة الهبوط للأساس المستطيل هي اقل منها للأساس المربع التي كانت (S_m=39 mm) بسبب مساحة الأساس المستطيل اكبر من الاساس المربع .



شكل (٦-١٥) العلاقة بين الضغط المسلط والهبوط العمودي للاساس المستطيل عند (e_x/B=0.٢) وباستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية عند الغمر بالماء .

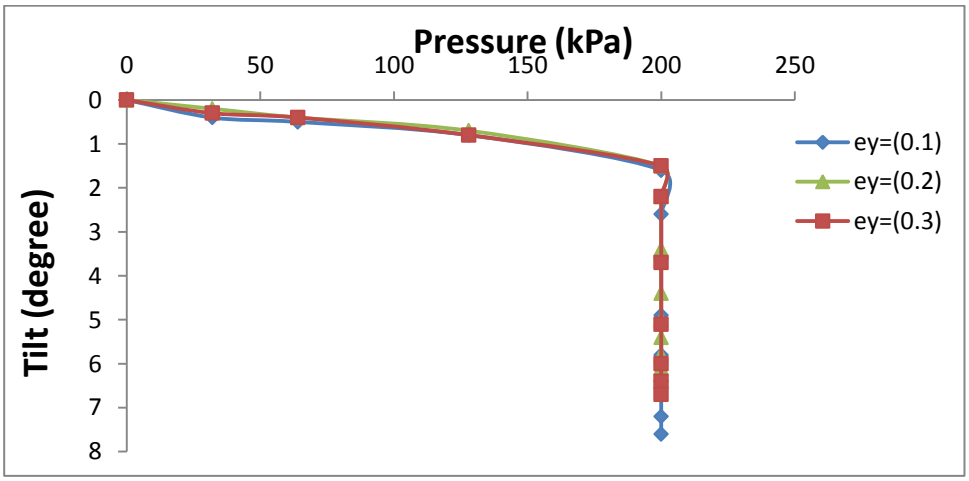
Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849



شكل (٦-١٦) العلاقة بين الضغط المسلط والهبوط العمودي للاساس المستطيل عند (e_x/B=0.٣) وباستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية عند الغمر بالماء .

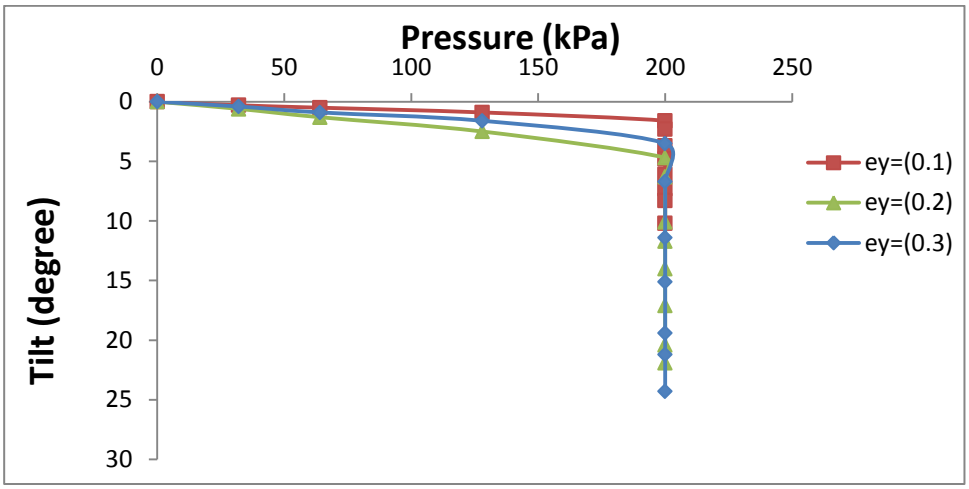
٦-٥ علاقة الضغط المسلط مع الميل للأساس المستطيل:

من العلاقة مابين الضغط المسلط على الأساس والميل للأساس و جد بان ميل الأساس كان مختلفا لجميع حالات اللامركزية للحمل حيث ان التربه فشلت بشكل سريع جدا اثناء تشبعها بالماء شكل (٦-١٧)و شكل (٦-١٨)و شكل (٦-١٩)و شكل (٦-٢٠)و شكل (٦-٢١)و شكل (٦-٢٢).

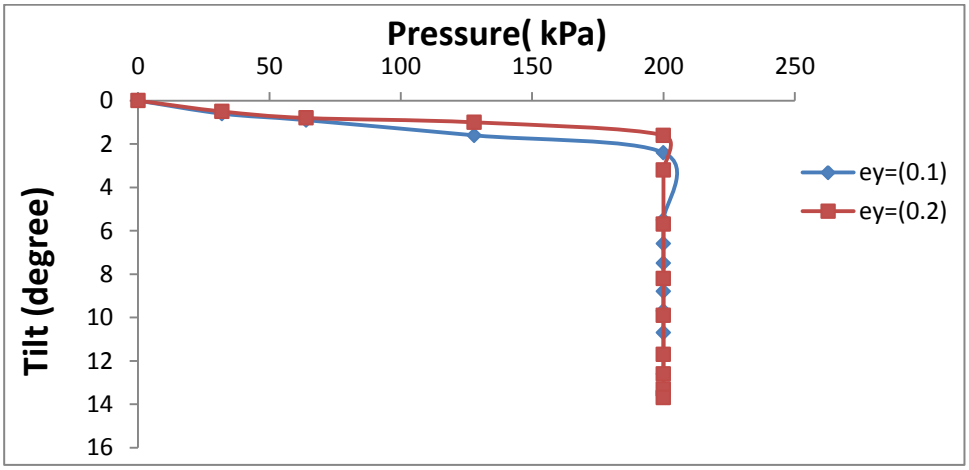


شكل (٦-١٧) العلاقة بين الضغط المسلط وميل الأساس المستطيل باتجاه المحور (x) عند (e_x/B=0.1) وباستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية عند الغمر بالماء

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

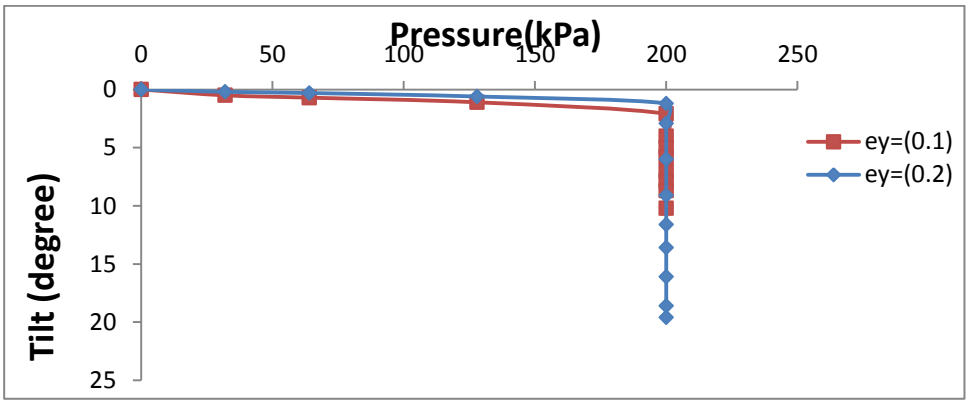


شكل (٦-١٨) العلاقة بين الضغط المسلط وميل الأساس المستطيل باتجاه المحور (y) عند (e_x/B=0.1) وباستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية عند الغمر بالماء

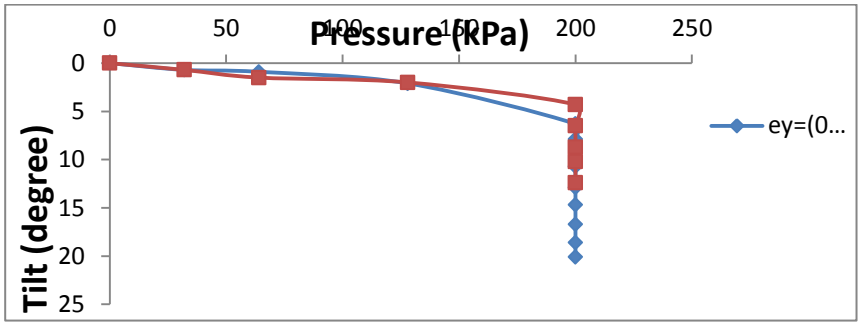


شكل (٦-١٩) العلاقة بين الضغط المسلط وميل الأساس المستطيل باتجاه المحور (x) عند (e_x/B=0.2) وباستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية عند الغمر بالماء

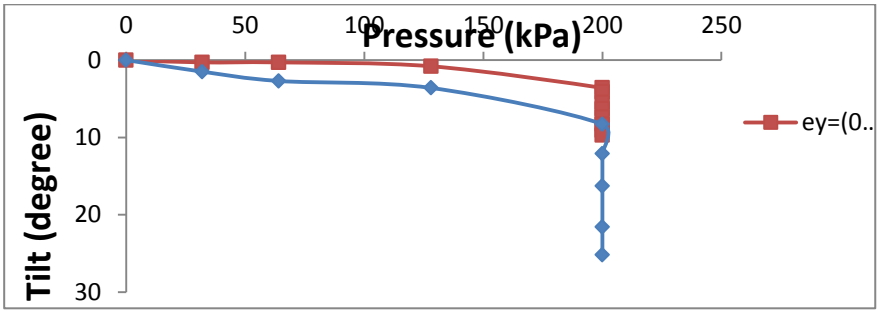
Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849



شكل (٤-٢٠) العلاقة بين الضغط المسلط وميل الأساس المستطيل باتجاه المحور (y) عند (e_x/B=0.2) وباستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية عند الغمر بالماء



شكل (٤-٢١) العلاقة بين الضغط المسلط وميل الأساس المستطيل باتجاه المحور (x) عند (e_x/B=0.3) وباستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية عند الغمر بالماء



شكل (٤-٢٢) العلاقة بين الضغط المسلط وميل الأساس المستطيل باتجاه المحور (y) عند (e_x/B=0.3) وباستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية عند الغمر بالماء

جدول (٦-٣) العلاقة بين الهبوط تحت مركز تسليط الحمل وأعظم هبوط للأساس المستطيل باستخدام الكثافة الحقليه والرطوبة الحقليه في حالة الغمر بالماء

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

NO.	Df/B	e_x/B	e_y/B	x-direction		y-direction	
				S_e mm	S_m mm	S_e mm	S_m mm
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨
٢	0.0	٠,١	٠,١	٧,٩٣	١٣,٢٢	١٠,٦٢	١٧,٧
٣			٠,٢	٧,٤٣	١٠,٦٢	٢٦,١١	٣٧,٣
٤			٠,٣	٩,٣٣	١١,٦٦	٢٧,٣٦	٣٤,٢
٥		٠,٢	٠,١	١٣,١	٢١,٨١	١٠,٦٢	١٧,٧
٦			٠,٢	١٦,٥٧	٢٣,٦٨	٢٣,٤٨	٣٣,٥٤
٧		٠,٣	٠,١	٢٠,٦٢	٣٤,٣٦	١٠,١	١٦,٨٤
٨			٠,٣	١٧,١٧	٢١,٤٧	٢٨,٦٧	٣٥,٨٣

٧. الاستنتاج :- Conclusions

من خلال التجارب المختبرية التي أجريت على الأساس المستطيل تحت تأثير الأحمال العمودية واللامركزية باتجاهين (x-y) يمكن التوصل إلى الاستنتاجات الأتية:-

١. وجد أن تسليط حمل على الأساس بصورة عمودية يؤدي إلى تقليل قابلية تحمل التربة مع زيادة اللامركزية ويزيد من قيمة الهبوط للأساس وكذلك يزيد من ميل الأساس بالاتجاهين (x-y) للحمل المسلط نفسه.

٢.وجد أنه في حالة تثبيت قيم اللامركزية باتجاه المحور (x) وتغيير قيم اللامركزية باتجاه المحور (y) اثناء الفحص المختبري وجد أن ميلان الأساس باتجاه المحور(y) يزداد بصورة كبيرة مع زيادة اللامركزية أما ميلان الأساس باتجاه المحور (x) فتكون الزيادة فيه قليلة مع زيادة اللامركزية .

٣. إن تأثير اللامركزية للحمل المسلط على الأساس المستند على التربة الجبسية يكون تأثيره واضحا على الاساس حيث يكون الاساس غير مستقر عندما تزيد نسبة اللامركزية إلى عرض الأساس عن

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

٠,٢ (e/B>0.2) إذ يكون فشل التربة سريعا بسبب تسليط الحمل على مساحة فعالة صغيرة (B`=B-2e).

٤. وصول الماء غير المشبع بأملاح الجبس إلى التربة الجبسية يؤدي إلى تحطيم الآصرة الكيميائية بين الجبس وجزيئات التربة ويؤدي إلى ذوبان الجبس والذي يؤدي إلى تناقص قابلية تحمل التربة وفشلها تحت أحمال قليلة جدا وزيادة قيمة الهبوط العمودي للتربة إلى قيمة عالية جدا وأعلى من الحدود المسموح بها.

REFERENCES

[1]- Murthy ,V.N.S. (2011), " Prnciples and practices of soil mechanics and foundation engineering" ,pp .481 .

[2]- Craig's ,R .F. (2004), "Craig's Soil Mechanics " 7th ed ,pp .277.

[3]- Meyerhof ,G.G (1963), "some reset research on Bearing capacity of Foundation", Can Geotech. Journ. 1, pp. 16-26

[4]- Hansen, J.B.(1970) A "Revised and Extende Formula for Bearing Capacity,Danish Geotechnical Institute".

[5]- Bowles, J.E., (1996), "Foundation Analysis and Design", 5th Edition, McGraw-Hill Book Co. New York, p.236

[6]- Blyth and Freitas,(1974), " A geology for engineers", 6th edition , Edward Arnold London .

[7]- Watson A. (1982), "The Origin, Nature and Distribution of Gypsum Crusts in Deserts", PhD Thesis, University of Oxford, UK.

[8]- Nashat, I. H. (1990), "Engineering Characteristics of Some Gypseous Soils in Iraq", Ph. D. Thesis, Civil Engineering Department, University of Baghdad, Iraq.

[9]- Al-Mufty, A.A. (1997)"Effect of Gypsum Dissolution on the Mechanical Behavior of Gypsous Soils", Ph. D. Thesis, Civil Engineering Department, University of Baghdad, Iraq.

[10]- Van Alphen, J.G. and Romero, F.D.R., (1971) "Gypsiferous Soils", Bulletin –12, International Institute for Land Recommendation and Improvement, Wageningen, Holland.

[11]- سعيد، سيروان عبد القادر و خورشيد، نوال نور الدين (١٩٨٩)، "بعض الخصائص الأساسية للترب الجبسيه في منطقة الدور"، المؤتمر العلمي الخامس لمركز بحوث البناء، مجلس البحث العلمي، المجلد الرابع، العدد الثاني، ص (٧٦ - ٨٨)، بغداد.

[12]- نشأت، عصام حميد (١٩٩٤)، "استغلال الترب الجبسية"، وقائع ندوة الترب الجبسية وتأثيرها على المنشآت، ، وزارة الإسكان والتعمير، المركز القومي للمختبرات والإنشائية، ص (٥٤ - ٦٣).

[13]- Boyadgiev, T.G.and Verheye, W.H. (1996), "Contribution to a Utilitarian Classification of Gypsiferous soils", Geoderma 74: 321-338.

[14]- Barazanji, A. F. (1973), "Gypsiferous Soils of Iraq", Ph. D. Thesis, State University of Ghent, Belgium.

[15]- BS (1975), "Methods of Testing Soils for Civil Engineering Purposes" British Standards Institution.

[16]- ASTM (American Society for Testing Materials), (2004), Vol. 04.08 and 04.09, Soil and Rock, West Conshohocken, United State.

[17]- Al-Mufty, A.A. and Nashat, I.H. (2000), "Gypsum Content Determination in Gypseous Soils and Rocks", 3rd International Jordanian Conference on Mining, pp. 500-506.