تصرف الأساس المستطيل المستند على تربة جبسيه تحت الأحمال المائلة اللامركزية

د. عدنان جايد زيدان[٢] مازن علي حسين[١]

تاريخ الاستلام : ٢٠١٣/٦/١ ، قبول النشر : ٢٠١٣/١٠/١٣

الخلاصة

تضمن هذا البحث دراسة تصرف الأساس المستطيل المستند على تربة جبسيه والمعرض لأحمال مائلة ولامركزية، تم اجراء التجارب على نموذج اساس مستطيل مستقر على تربة أخذت من موقع جامعة تكريت في محافظة صلاح الدين وعلى عمق ٣ أمتار من مستوى سطح الأرض وكانت ذات محتوى جبسي عالي (٥٠.٤٨%). اجري فحص التحميل على الأساس عند لامركزية (e/B=0.0, 0.1, 0.2 and 0.3) وزاوية ميل للحمل المسلط مع العمود (i= 00 , 50 , 100 , 150 and 200) . أخذت كثافة التربة الحقلية والرطوبة الحقلية وكذلك الكثافة العظمى والرطوبة المثلى والكثافة العظمى والرطوبة الحقلية إذ وجد أن الهبوط العمودي والإزاحة الأفقية وميلان الأساس تزداد مع زيادة لامركزية وميلان الحمل المسلط وان قابلية تحمل التربة كانت اقل من النتائج النظرية لباحثين سابقين عندما كان الحمل عموديا ونتائج مقاربة من النتائج النظرية عندما كان الحمل مائلا في حالة الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية وتقل 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 كانت مقاربة للنتائج النظرية عندما كان الحمل عموديا ونتائج أعلى من النتائج النظرية عندما كان الحمل مائلاً ثم تقل هذه النتائج مع زيادة اللامركزية للحمل المسلط. وعند استخدام الكثافة العظمى والرطوبة الحقلية كان تأثير اللامركزية وميلان الحمل قليلا و قابلية تحمل التربة كانت عالية جدا وأعلى من النتائج النظرية. وعند غمر التربة الجبسيه بالماء يؤدي إلى حصول هبوط عالٍ في الأساس بسبب تحلل الجبس وتقليل قابلية تحمل التربة كثيرا بسبب تحطم الآصرة الكيميائية بين الجبس والتربة.

الكلمات الدالة: أساس مستطيل، حمل مائل، حمل لا مركزي، هبوط ، إزاحة جانبية، ميل الأساس، تربة جبسيه

Behaviour of Rectangular Footing Subjected to Gepseous Soil under Eccentricity-Inclined Loads

Dr. Adnan Jayed Zedan **Mazin Ali Hussein**

Abstract

[3]In this study the behavior of rectangular footing on gypeous soil was studied under inclined and eccentric loading. The experiments were performed using laboratory scale rectangular footing rested on soil taken from Tikrit University site in Salah Al Din province under 3 m depth which has a gypsum content of (50.48 %). The load test was performed on rectangular footing at eccentricity of (e/B= 0, 0.1, 0.2 and 0.3) and an angle of inclination of the load with the vertical (i= 0°, 5°, 10°, 15°and 20°). The local specifications of the soil are measured (density, moisture, maximum density and optimum moisture content), it is found that that the vertical settlement, horizontal displacement, and base inclination increases with the increasing of eccentricity and inclination of load, the values of bearing capacity that getting in this study was less than of the previous theoretical studies when the load was vertical, and is given a good agreement when load was inclined and field density and moisture of soil. The values of bearing capacity was decreased when the load eccentricity increased because of the effective area became small. It is found that a high settlement occur in footing when a water (unsaturated with gypsum salts) diffuses through the soil, then gypsum become soluble thereby the soil resistance decreases because of rupturing of chemical bond between gypsum and soil.

[١] مدرس مساعد قسم الهندسة المدنية/ جامعة تكريت/ تكريت/ العراق
[٢] استاذ مساعد قسم الهندسة المدنية/ جامعة تكريت/ تكريت/ العراق

١ـ المقدمة

دائما ما يصادف المهندس المدني منشآت تتعرض لأحمال مائلة ولامركزية مثال على ذلك الجدران الساندة والدعامات(abutments) والهياكل البابية (portal frames). هناك دراسات سابقة لاساسات مسلطة عليها احمال لامركزية او مائلة او احمال مركزية ومائلة بنفس الوقت ومستندة على تربة رملية او طينية (Meyerhof, 1953 و Agrawal, 1986 و Zedan, 2004 و Antonino&Settimio, 2008).

العديد من البحوث السابقة تناولت خصائص الترب الجبسية (حدود القوام وقوة القص وغيرها من الخصائص) وكيفية تحسينها باضافة مواد اخرى (Al-Qaissy, 1989 و Al-Dilaimy, 1989 و Nashat,1990).

و بسبب المشاكل الكبيرة والخطرة التي تسببها التربة الجبسيه ومن اجل فهم تصرف التربة الجبسيه غير المعالجة تحت الأسس عندما يكون الحمل المسلط بصورة مائلة ولامركزية ، و باستخدام كثافات مختلفة للتربة كان الهدف من هذا البحث.

٢ـ المواد وبرنامج العمل

٢ـ١ التربة

أخذت التربة الجبسيه الطبيعية من مدينة تكريت في محافظة صلاح الدين ومن موقع جامعة تكريت وعلى عمق (٣م) تحت مستوى الأرض الطبيعية بعد أن تم قشط طبقة التربة العلوية. تم إجراء عملية قشط التربة وحفرها بواسطة الآلات الميكانيكية وتم اخذ ماذج فحص موقعيه، النماذج المأخوذة من الموقع كانت على نوعين (نماذج مشوشة و نماذج غير مشوشة).

٢ـ٢ الماء

تم استخدام ماء الشرب (ماء الإسالة) في عمل التجارب المختبرية (pH= 7.8 – 8.2). إلا بالتجارب التي تنص المواصفات باستخدام الماء المقطر.

٢ـ٣ برنامج الفحوصات

الفحوصات الفيزيائية تشمل الوزن النوعي، حدود اتربرك، التحليل المنخلي وإيجاد الكثافة الحقلية والعظمى والجدول (١) يبين نتائج الفحوصات الفيزيائية.

أما الفحوصات الكيميائية فشملت إيجاد نسبة الجبس وإيجاد نسبة الأملاح الذائبة الأخرى. تم إيجاد محتوى الجبس باستخدام طريقة (Al-Mufty and Nashat 2000) وفق العلاقة الآتية:-

$$\chi_{CaSo_4.2H_2o} = \frac{W^t_{s,45^oC} - W_d}{W^t_{s,45^oC}} \times \frac{136+18\varepsilon}{36} \times 100 \qquad (1)$$

$$\varepsilon = \frac{2\left(W_{s,45^oC} - W_d\right)}{W^t_{s,45^oC} - W_d} \qquad (2)$$

حيث إن:-

χ = محتوى الجبس %

ε= عدد جزيئات ماء الترطيب في الكالسيوم الرطب لجزيئات الكبريت

$W_{s,45^oC}$ = وزن نموذج التربة بعد تجفيفه مدة ٢٤ ساعة في الفرن بدرجة حرارة ٤٥٠م

$W^t_{s,45^oC}$ = وزن نموذج التربة بعد إذابته في ماء مقطر وتجفيفه في الفرن بدرجة حرارة ٤٥٠م ولمدة ٢٤ ساعة

W_d = وزن نموذج التربة بعد تجفيفه في الفرن لمدة ٢٤ ساعة بدرجة حرارة ١٠٥٠م

أما بقية الفحوصات فقد تم إجراؤها في مختبرات قسم الهندسة الكيمياوية في جامعة تكريت موضحه نتائجها في الجدول(٢).

الفحوصات الميكانيكية شملت إيجاد قوة التماسك للتربة (c) وزاوية الاحتكاك الداخلي للتربة(ϕ) باستخدام جهاز فحص القص المباشر لنماذج تربة غير مشوشة ونماذج مشوشة لنفس الكثافة والرطوبة الحقلية والكثافة العظمى والرطوبة المثلى وكانت طريقة الفحص هي طريقة (الانضمام المصرف) (CD) و النتائج مبينة في الجدول (٣).

جدول (١). نتائج الفحوصات الفيزيائية للتربة على عمق ٣م

نوع الفحص	*القيمة*
الوزن النوعي %	2.643
حد السيولة %	24
حد اللدونة %	Non plastic
الحصى %	2.5
الرمل%	.539
الغرين والطين %	4
التصنيف الموحد للتربة	SP
الكثافة الحقلية الجافة(kN/m3)	14
الكثافة الوزنية العظمى الجافة (kN/m3) باستخدام الطريقة القياسية في الفحص	19
الرطوبة المثلى %	١٥
الرطوبة الوزنية الحقلية %	٤.٣
معامل تقعر شكل توزيع الحبيبات (CC)	0.91
معامل انتظام الحبيبات (CU)	5.33

جدول (٢) نتائج الفحوصات الكيمياوية

نوع الفحص	القيمة	المواصفة
نسبة الجبس %	50.48	6(Al-Mufty and Nashat 2000)
نسبة الأملاح الذائبة الكلية %	61	7(Earth manual (1998))
قيمة عامل التعادل(pH)	7.4	8(B.S. (1377-1975) test (11)A)
محتوى الكبريت %(SO3)	24.15	8(B.S. (1377-1975))
نسبة المواد العضوية %(O.M)	0.14	8(B.S. (1377-1975))
نسبة أملاح الكلوريد (Mg/L)(CL)	0.07	7(Earth manual (1998))

جدول (٣) نتائج الفحوصات الميكانيكية

نوع نموذج التربة	c (kPa)	ϕ
نموذج غير مشوش	٣٩	٤٠
نموذج مشوش بنفس الكثافة والرطوبة الحقلية	٦	٣٥
نموذج مشوش بالكثافة العظمى والرطوبة المثلى باستخدام الطريقة القياسية	٢٦	٢٨
نموذج مشوش بالكثافة العظمى والرطوبة الحقلية	٣٨	٢٩

٣- الأجهزة والأدوات المستخدمة في البحث

٣-١ جهاز فحص التحميل

يتكون جهاز فحص التحميل من مسندين عموديين من حديد الزاوية سمك ٤ ملم 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 كما ويمكن تسليط الحمل بصورة مائلة عن طريق رفع المسند الأفقي من جهة واحدة إذ إن كل تدريجة تعطي ميلاناً مقداره ٥٠ عن الشاقول ويوضع نموذج الفحص في صندوق (0.6m×0.9m×0.9m) يوضع داخلة التربة المراد تسليط الحمل عليها وبحسب متطلبات البحث وتوجد اذرع صغيرة يتم تثبيتها على نموذج الفحص لكي توضع عليها عدادات لقياس الحركة الأفقية والعمودية وميلان النموذج والصورة رقم (١) تبين جهاز فحص التحميل.

٣-٢ الأساس

الأساس المستخدم على شكل مستطيل بأبعاد (100mm×150mm) تتكون القاعدة من معدن الحديد بسمك (12.5mm) تثبت فوقها حافات بشكل صندوقي بارتفاع (120mm) وبسمك (6mm) تم عمل حفرة بقطر (3mm) في مركز القاعدة وثلاث حفر أخرى وبالقطر نفسه على بعد (10mm)و (20mm) و(30mm) عن المركز على التوالي وبموازاة الضلع القصير وتم تثبيت مساند لوضع عدادات القياس العمودية والأفقية وجهاز قياس الميلان وتحزيز وعمل نتوءات على قاعدة النموذج من اجل إعطائه خشونة لزيادة الاحتكاك بين التربة ونموذج الأساس وكما موضح في الشكل (١).

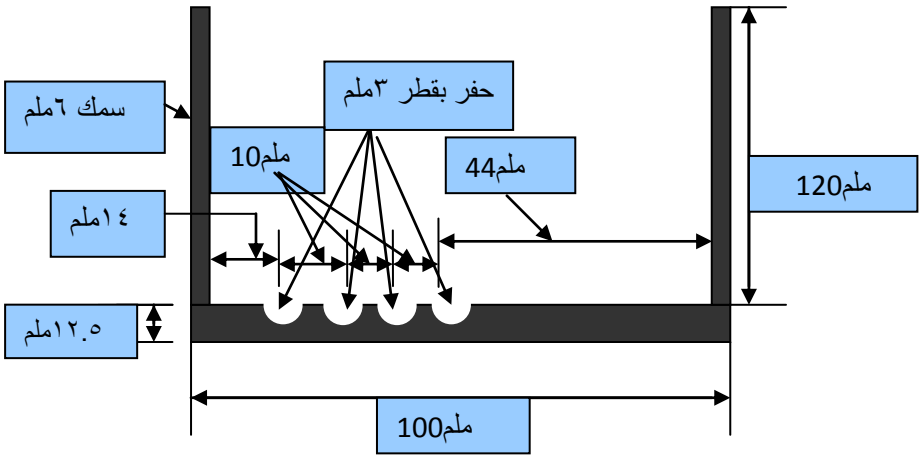
الصورة رقم (١) تبين جهاز فحص التحميل أثناء الفحص

٤- طريقة العمل :

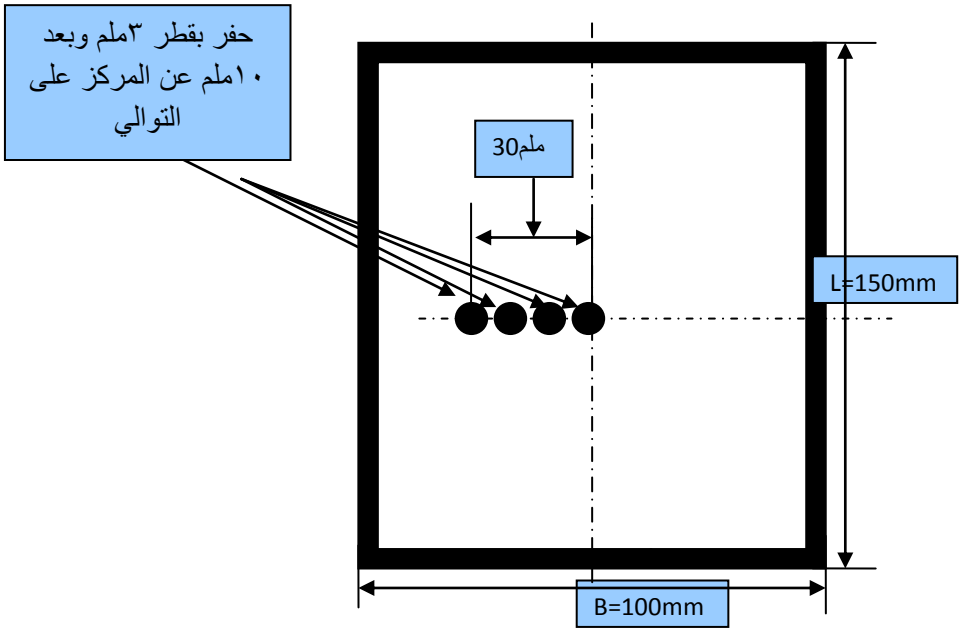
تم إجراء الفحوصات المطلوبة في هذا البحث على عدة مراحل من أجل دراسة سلوك الأساس تحت الأحمال اللامركزية المائلة والمستند على تربة جبسيه نسبة الجبس ٥٠% تقريبا وتتلخص مراحل العمل كما يأتي:-

٤-١ المرحلة الأولى

تسليط حمل عمودي ومائل بزوايا (٠٠، ٥٠، ١٠٠، ١٥٠، ٢٠٠) على الأساس وعند لامركزية (e/B= 0.0 ,0.1 ,0.2 ,0.3) باستخدام تربة معاد تشكيلها بالكثافة والرطوبة الحقلية، إذ تم وضع التربة داخل صندوق الفحص على شكل طبقات بسمك (150mm) لكل طبقة وتم رصها باستخدام مطرقة يدوية صممت لهذا الغرض تحوي قرص دائري من الحديد بقطر ٢٠٠ملم وسمك ١٢.٥ملم مرتبطة بأنبوب معدني قطر٢٥ملم يبلغ وزن المطرقة الكلي ٥ 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 عدادات القياس لقياس الهبوط والإزاحة الأفقية وميلان الأساس وتم تسليط الحمل تدريجيا (كل عشرة تدريجات لعداد قياس حلقة القياس) بحيث يتم ثبوت الحمل عند التدريجات المطلوبة ويتم تسجيل قراءات كافة العدادات المثبتة 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.



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



B:مقطع طولي في نموذج الأساس (الرسم بدون مقياس)

شكل (١ - B,A)نموذج الأساس

٤-٢ المرحلة الثانية

تسليط حمل عمودي ومائل بزوايا (٠٠، ٥٠، ١٠٠) عن الشاقول على الأساس وعند لامركزية (e/B= 0.0 ,0.1 ,0.2 ,0.3) وباستخدام الكثافة العظمى والرطوبة المثلى و بالطريقة نفسها في المرحلة الأولى.

٤-٣ المرحلة الثالثة

تسليط حمل عمودي ومائل بزوايا (٠٠، ٥٠، ١٠٠) عن الشاقول على الأساس وعند لامركزية (e/B= 0.0 ,0.1 ,0.2 ,0.3) وباستخدام الكثافة العظمى والرطوبة الحقلية حيث تم رص التربة داخل صندوق الفحص بنفس طريقة المرحلة الأولى وباستخدام الكثافة العظمى والرطوبة المثلى غير أنّ حالة التحميل على نموذج الأساس لم يتم إجراؤها بل تم ترك التربة المرصوصة لتجف ولحين وصول رطوبتها إلى الرطوبة الحقلية (من 1.5% إلى ٤.٣%) وبعد ذلك تم إجراء فحص التحميل على التربة بنفس الطريقة السابقة.

٤-٤ المرحلة الرابعة

تم تسليط حمل عمودي على الأساس وعند لامركزية (e/B= 0.0 ,0.1 ,0.2 ,0.3) وباستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية ومن ثم غمر صندوق جهاز الفحص بالماء إلى حين التشبع ومن دون جريان بعد أن تم رص التربة داخل الصندوق تم وضع نموذج الأساس فوق التربة وتم تسليط حمل على نموذج الأساس (200kPa) وبعد ذلك تم غمر الصندوق بالماء وتم إبقاء الضغط ثابتا والى حين وصول ضغط الماء داخل البيزوميتر بما يساوي ضغط الماء في الصندوق (حالة التشبع التام) وتم تسجيل كافة القراءات على العدادات ومن ثم تم تسليط حمل إضافي على نموذج الأساس ولحين وصول النموذج إلى حالة الفشل مع ملاحظة عدم السماح للماء بالجريان خارج صندوق الفحص.

٥- النتائج والمناقشة

٥-١ سلوك التربة تحت الأساس السطحي(Df/B=0) باستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية:

تم رص التربة داخل صندوق الفحص باستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية وتم وضع نموذج الأساس المستطيل فوق التربة مباشرة (Df/B=0) وسلط حمل على الأساس المستطيل باستخدام جهاز فحص التحميل ومن خلال إيجاد العلاقة بين الضغط المسلط على الأساس والهبوط العمودي والإزاحة الأفقية وميلان الأساس كانت النتائج كما يأتي:-

٥-١-١ علاقة الضغط المسلط مع الهبوط العمودي للأساس:

تم تسليط حمل على الأساس المستطيل وتم تسجيل البيانات بين الضغط المسلط والهبوط العمودي للأساس ولحين فشل التربة وكان شكل الفشل هو فشل القص الشامل (General Shear Failure) في الجانب الذي يحوي اللامركزية صورة (٢) 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/B=0) وزاوية ميل الحمل المسلط (i=00,50,100,150,200) على التوالي أظهرت النتائج المختبرية قيما أعلى من النتائج النظرية لمعادلة (Meyerhof Eq. 1953) لكن النتائج النظرية لمعادلة (Hansen Eq. 1970) أظهرت نتائج متقاربة نسبيا من النتائج المختبرية التي تم الحصول عليها شكل (٢) و جدول (٤).

أما بالنسبة لقيمة الهبوط العمودي المقابلة لأعلى قابلية تحمل للتربة فقد كانت مرتفعه نسبيا ضمن قابلية تحمل مختلفة للتربة إذ يلاحظ انه عندما كان الحمل عمودياً كان الهبوط العمودي أعلى لأن قابلية تحمل التربة كانت أعلى أما عندما كان الحمل مائلاً بزاوية كان الهبوط العمودي اقل ويتناقص مع زيادة ميل الحمل المسلط على الأساس ولكن ضمن قابلية تحمل اقل للتربة شكل (٢) وجدول (٤) و انه كلما زاد ميل الحمل المسلط على الأساس زادت قيمة الهبوط العمودي لنفس الضغط المسلط. أما عندما كانت اللامركزية (e/B=0.1) وزاوية ميل الحمل المسلط(i=00,50,100,150,200) فقد كانت النتائج العملية متقاربة مع النتائج النظرية (Meyerhof Eq. 1953) وكانت النتائج النظرية (Hansen Eq. 1970) اكبر من النتائج العملية باستثناء حالة الحمل العمودي إذ كانت النتائج العملية اكبر شكل (٣) 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. وكان الهبوط العمودي للتربة اقل مما كان عندما كان الحمل في مركز الأساس ولكن ضمن قابلية تحمل اقل للتربة لأن الأساس جاسيء وان تركيز الحمل ضمن مساحة فعالة اقل يؤدي إلى فشل التربة بصورة أسرع وانه كلما زاد ميل الحمل المسلط على الأساس زادت قيمة الهبوط العمودي لنفس الضغط المسلط.

ويلاحظ تناقص قيمة الهبوط العمودي للأساس كلما زادت اللامركزية بسبب فشل التربة ضمن قابلية تحمل قليلة ولكنها تتقارب عندما تكون اللامركزية كبيرة ولكن ضمن قابلية تحمل اقل للتربة و انه كلما زاد ميل الحمل المسلط على الأساس زادت قيمة الهبوط العمودي لنفس الضغط المسلط جدول (٤).

٥-١-٢ علاقة الضغط المسلط مع الإزاحة الأفقية للأساس:

من العلاقة بين الضغط المسلط على الأساس والإزاحة الأفقية للأساس تم إيجاد أعلى قيمة لقابلية تحمل التربة والإزاحة الأفقية يلاحظ انه عندما كانت اللامركزية (e/B=0.0) و (e/B=0.1) و (e/B=0.2) كانت قيمة الإزاحة الأفقية مرتفعة نسبيا وتتزايد كلما زادت قيمة اللامركزية للحمل المسلط ولكن بقيم اقل لقابلية تحمل التربة بمعنى إنها تتناقص بالنسبة لنفس الحمل المسلط وانه كلما زاد ميل الحمل المسلط على الأساس زادت قيمة الإزاحة الأفقية لنفس الضغط المسلط شكل (٤) و جدول (٤).

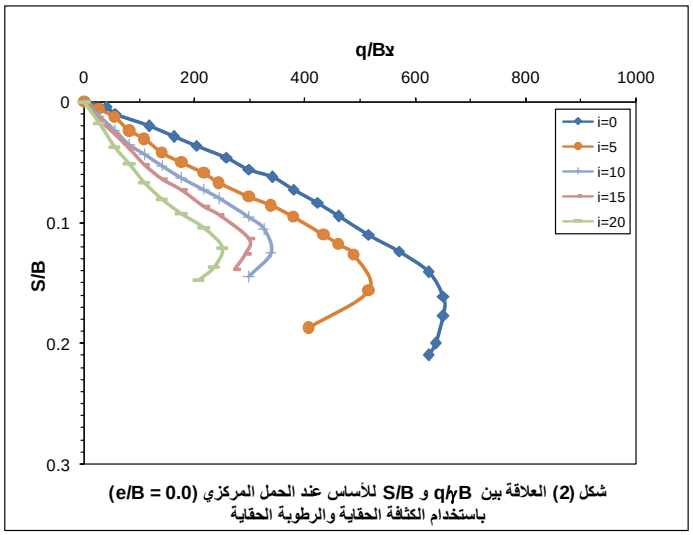
لكن عندما كانت اللامركزية للحمل المسلط (e/B=0.3) كانت قيمة الإزاحة الأفقية اقل لكن ضمن قابلية تحمل اقل بسبب الفشل السريع للتربة تحت الحمل المسلط على الأساس ضمن زوايا مختلفة لميل الحمل المسلط وانه كلما زاد ميل الحمل المسلط على الأساس زادت قيمة الإزاحة الأفقية لنفس الضغط المسلط جدول (٤).

٥-١-٣ علاقة الضغط المسلط مع الميل للأساس:

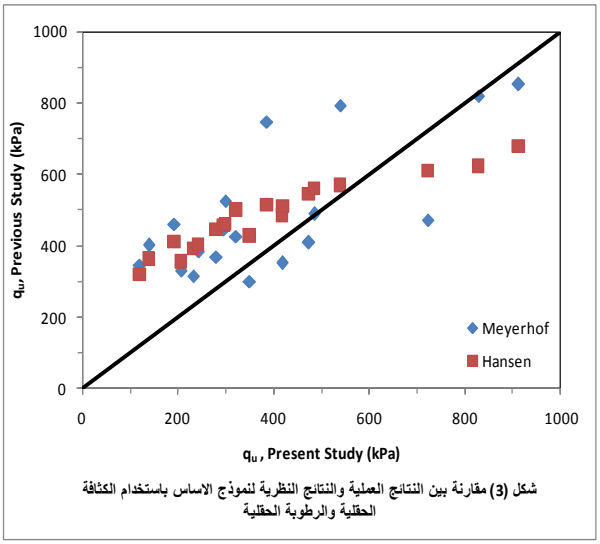
من العلاقة بين الضغط المسلط على الأساس والميل للأساس يلاحظ انه عندما كانت اللامركزية (e/B=0.0) و (e/B=0.1) و (e/B=0.2) كان ميل الأساس متقارباً عند الفشل لكن ضمن قابلية تحمل اقل للتربة كلما زادت قيمة اللامركزية وميل الحمل المسلط لنفس قيمة الحمل المسلط على الأساس وهي ما يقارب (t=80) شكل (٥).

وعندما كانت اللامركزية (e/B=0.3) كانت قيمة ميل الأساس هي ما يقارب (t=8.20) ثم بدأت بالتناقص مع زيادة ميل الحمل المسلط على الأساس وسبب هذا التناقص يعود إلى إن 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 وزيادة المركبة الأفقية للحمل المسلط الذي يؤدي إلى الفشل السريع للتربة وهذا ما توصل إليه(Meyerhof 1953) و(Agrawal 1986) و(Georgiadis ١٩٩٣).

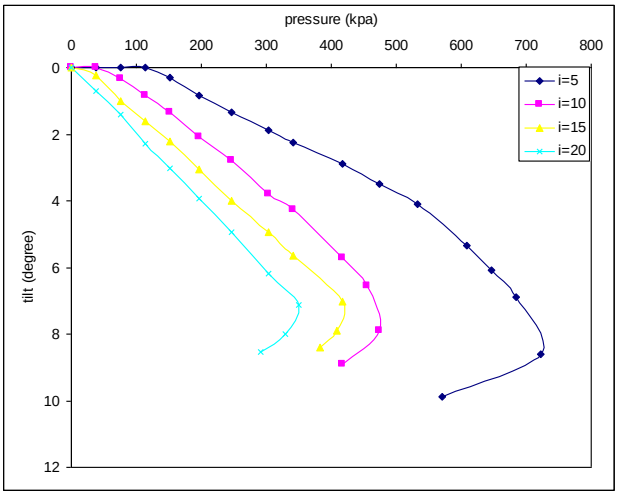
صورة (٢) شكل فشل التربة تحت الأساس

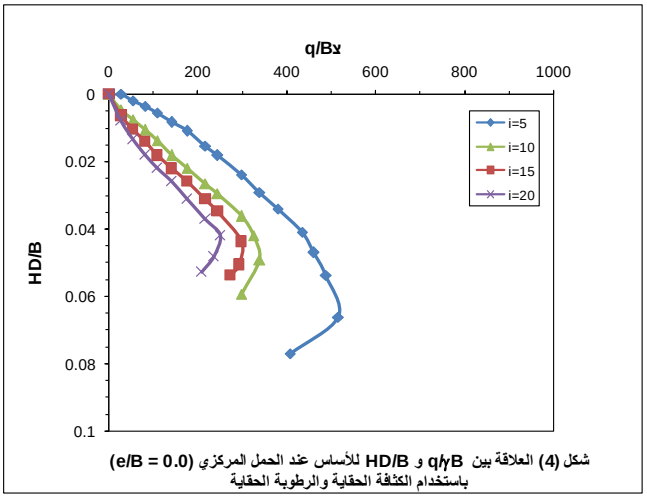


شكل (2) العلاقة بين $q/\gamma B$ و S/B للأساس عند الحمل المركزي (e/B = 0.0) باستخدام الكثافة الحقاية والرطوبة الحقاية



شكل (3) مقارنة بين النتائج العملية والنتائج النظرية لنموذج الاساس باستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية





شكل (4) العلاقة بين $q/\gamma B$ و HD/B للأساس عند الحمل المركزي (e/B = 0.0) باستخدام الكثافة الحقاية والرطوبة الحقاية

شكل (٥) العلاقة بين الضغط المسلط وميلان الأساس عند الحمل المركزي (e/B=0.0) باستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية

جدول (٤) العلاقة بين الهبوط تحت مركز تسليط الحمل وأعظم هبوط للأساس باستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية.

No.	Df/B	e/B	i°	Factor of safety=1			Factor of safety=2			Factor of safety=3		
				Se mm	Sm mm	H.D mm	Se mm	Sm mm	H.D mm	Se mm	Sm mm	H.D mm
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣
٢			٠	١٦.١	١٦.١	٠.٠	٦.١	٦.١	٠.٠	٣.٨	٣.٨	٠.٠
٣			٥	١٥.٦٧	١٥.٨	٦.٦٢	٥.٩	٦.٠٠	١.٢٨	٥	٥.٠٤	١.١
٤		٠.٠	١٠	١٢.٥	١٢.٦٢	٤.٩١	٦.١	٦.٢	٢.٢	٤.٤	٤.٤١	١.٣
٥			١٥	١١.٣	١١.٤٤	٤.٣٨	٦.٥	٦.٦	٢.٣	٥.٠	٥.٠٢	١.٥
٦			٢٠	١٢.٠٧	١٢.٢٥	٤.٢	٦.٦	٦.٧	٢.٤	٦.٦	٦.٧	٢.٢
٧			٠	١٠.١	١٠.٣	٠.٠	٤.٥	٤.٥٤	٠.٠	٣.٠	٣.٠٣	٠.٠
٨			٥	٩.٦	٩.٧٢	٧.٨	٣.٢	٣.٢٤	٢.٦	٢.٤	٢.٤٣	١.٩
٩		٠.١	١٠	٨.٨	٨.٩	٥.٦	٣.٧	٣.٧٢	٢.٥٨	٢.٥	٢.٥٢	٢.٠
١٠	٠.٠		١٥	٨.١	٨.٢	٥.٨	٤.٢	٤.٢٢	٢.٧١	٣.٠	٣.٠٢	٢.١
١١			٢٠	٧.٩	٨.٠	٦.٢	٤.٩	٤.٩٢	٣.٥	٣.٨	٣.٨٢	٢.٥
١٢			٠	٨.٦٨	٨.٧	٠.٠	٣.٧	٣.٧٢	٠.٠	٢.٣	٢.٣١	٠.٠
١٣			٥	٨.٤	٨.٤٤	٨.٧	٤.١	٤.١٢	٣.٦	٢.٨	٢.٨٢	٢.٢٤
١٤		٠.٢	١٠	٧.٥٧	٧.٦	٧.٥٧	٣.٣	٣.٣٣	٣.٣	٢.٦	٢.٦٣	٢.٥
١٥			١٥	٧.٢٦	٧.٣	٧.٨	٣.٥	٣.٥٢	٣.٢	٢.١	٢.١٣	٣.٠
١٦			٢٠	٧.٤٤	٧.٤٧	٧.٨	٤.٢	٤.٢٣	٤.٥	٢.٤	٢.٤٢	٢.٨
١٧			٠	٩.٣	٩.٥٥	٠.٠	٤.٠٣	٤.٠٥	٠.٠	٢.٥	٢.٥٣	٠.٠
١٨			٥	٨.٣	٨.٣٥	٦.٣	٤.٢٥	٤.٢٦	٢.٢	٢.٦	٢.٦٣	١.٧
١٩		٠.٣	١٠	٦.٨٦	٦.٩	٥.٠٩	٣.٤	٣.٤٢	٢.٤	٣.٠	٣.٠١	١.٦
٢٠			١٥	٦.٥٨	٦.٧	٤.٦٩	٤.٠٣	٤.٠٥	٢.٥	٢.٥	٢.٥١	١.٣
٢١			٢٠	٧.٢	٧.٢٣	٤.٩	٥.٠	٥.٠٢	٢.٧	٣.٠	٣.٠١	1.6
٢٢		٠.٠	٠	١٢	١٢	٠.٠	٤.٦	٤.٦	٠.٠	٢.٨	٢.٨	٠.٠
٢٣	٠.٥	٠.١	٠	١٣.٣	١٣.٣٤	٠.٠	٦.١	٦.١٢	٠.٠	٣.٨	٣.٨١	٠.٠
٢٤		٠.٢	٠	١٥.٤٢	١٥.٤٥	٠.٠	٧.٦	٧.٦٢	٠.٠	٤.٩	٤.٩١	٠.٠
٢٥		٠.٣	٠	١٦.٧٦	١٦.٨	٠.٠	٧.٨	٧.٨٢	٠.٠	٥.٣	٥.٣٢	٠.٠

٥-٢سلوك التربة تحت الأساس السطحي(Df/B=0) باستخدام الكثافة العظمى والرطوبة المثلى:

٥-٢-١ علاقة الضغط المسلط مع الهبوط العمودي للأساس:

سلط حمل على الأساس المستطيل ولحين فشل التربة ومن العلاقة بين الضغط المسلط على الأساس والهبوط العمودي للأساس و تم إيجاد أعلى قيمه لقابلية تحمل التربة والهبوط العمودي المقابل لأعلى قيمة لقابلية تحمل التربة حيث كانت القيم عندما كانت اللامركزية (e/B=0.0) و (e/B=0.1) و (e/B=0.2) وزاوية ميل الحمل المسلط (i=00, 50, 100) على التوالي أظهرت النتائج المختبرية قيماً كبيرة أعلى من النتائج النظرية لمعادلة (Meyerhof Eq. 1953) و النتائج النظرية لمعادلة (Hansen Eq. 1970) و سبب ذلك هو زيادة قوة التماسك بين جزيئات التربة والجبس وزيادة المساحة السطحية للأساس التي تزيد من قابلية تحمل التربة للحمل المسلط إذ لم يلاحظ هذه الزيادة في قابلية تحمل التربة في الأساس حيث مساحة الأساس اقل شكل (٦) و شكل (٧). أما بالنسبة لقيمة الهبوط العمودي المقابل لأعلى قابلية تحمل للتربة فقد كان متقاربا من حيث النتائج ولكن ضمن قابلية تحمل للتربة اقل كلما زادت قيمة اللامركزية والميل للحمل المسلط على الأساس.

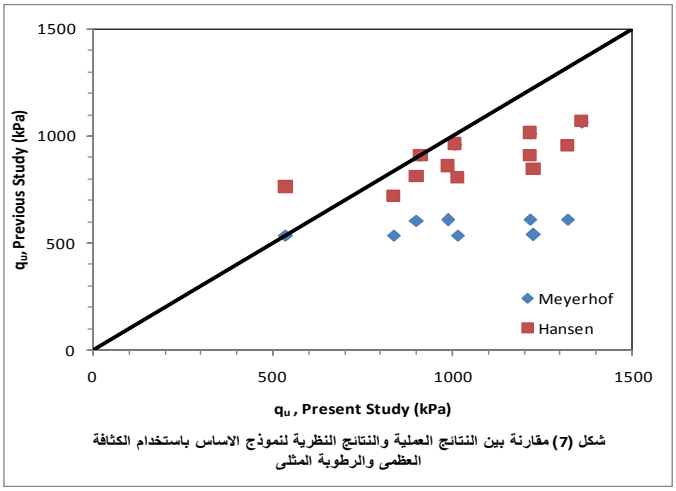
أما عندما كانت اللامركزية (e/B=0.3) وزاوية ميل الحمل المسلط (i=00,50,100) على التوالي أظهرت النتائج العملية قيماً متقاربة من النتائج النظرية لمعادلة (Meyerhof Eq. 1953) و النتائج النظرية لمعادلة (Hansen Eq. 1970) عندما كان الحمل عموديا وقيماً أعلى عندما كان الحمل مائلا جدول (٥) بسبب قوة التماسك الكبيرة التي كونها الجبس مع التربة.

أما بالنسبة لقيمة الهبوط العمودي المقابل لأعلى قابلية تحمل للتربة فقد كان قريبا من الهبوط العمودي عندما كانت اللامركزية (e/B=0.2) مع ملاحظة إن قيمة الهبوط العمودي تتناقص كلما زاد ميل الحمل المسلط على الأساس ولنفس الضغط المسلط على الأساس بسبب الفشل السريع للتربة نتيجة تزايد مقدار مركبة القوة الأفقية وتناقص مساحة الأساس الفعلية بسبب اللامركزية.

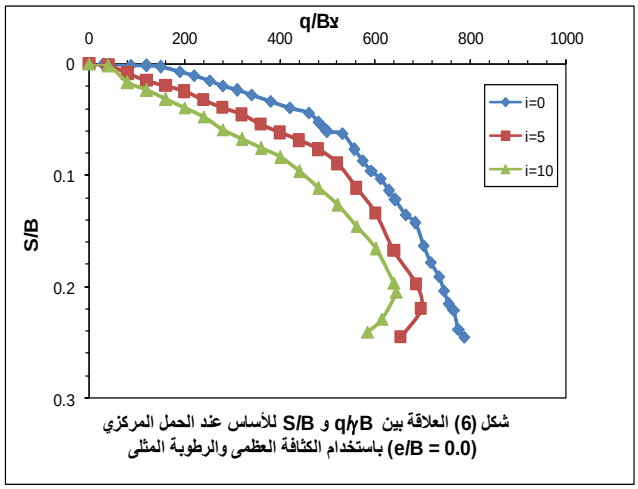
٥-٢-٢ علاقة الضغط المسلط مع الإزاحة الأفقية للأساس:

من العلاقة بين الضغط المسلط على الأساس والإزاحة الأفقية للأساس تم إيجاد أعلى قيمه لقابلية تحمل التربة والإزاحة الأفقية يلاحظ انه عندما كانت اللامركزية (e/B=0.0) و (e/B=0.1) و (e/B=0.2) كانت قيمة الإزاحة الأفقية متقاربة جدا وقيمتها قليلة وهي ما يقارب (5.5mm) ولكن قابلية تحمل التربة اقل كلما زادت اللامركزية و انه كلما زاد ميل الحمل المسلط على الأساس زادت قيمة الإزاحة الأفقية لنفس الضغط المسلط شكل (٨) وسبب قلة قيمة الإزاحة الأفقية يعود إلى تزايد قيمة الاحتكاك مابين السطح الخشن لأسفل الأساس والتربة بسبب زيادة قيمة التماسك مابين جزيئات التربة والجبس.

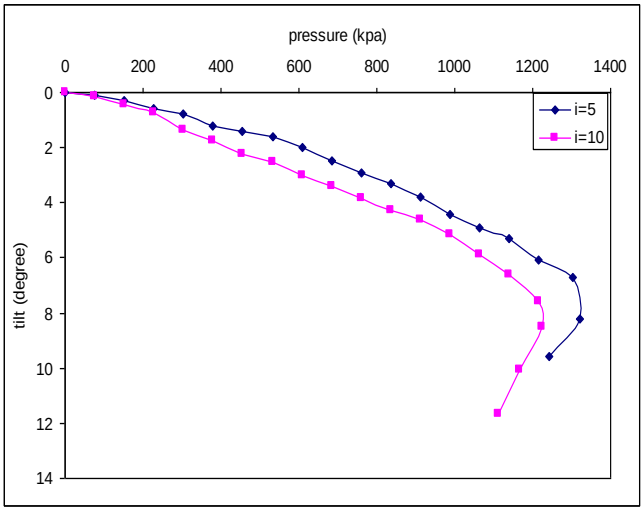
أما عندما كانت اللامركزية (e/B=0.3) كانت قيمة الإزاحة الأفقية متساوية واقل من سابقاتها ولكن ضمن قابلية تحمل اقل للتربة بسبب كبر قيمة المركبة الأفقية للقوة المسلطة على الأساس وصغر المساحة الفعلية للأساس التي تؤدي إلى الفشل السريع للتربة أي انه كلما زاد ميل الحمل المسلط على الأساس زادت قيمة الإزاحة الأفقية لنفس الضغط المسلط جدول (٥) .

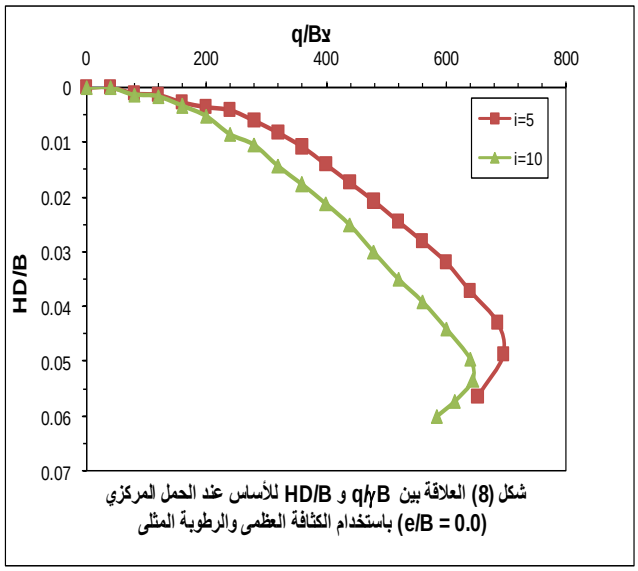


شكل (7) مقارنة بين النتائج العملية والنتائج النظرية لنموذج الاساس باستخدام الكثافة العظمى والرطوبة المثلى



شكل (6) العلاقة بين q/γB و S/B للأساس عند الحمل المركزي (e/B = 0.0) باستخدام الكثافة العظمى والرطوبة المثلى





شكل (8) العلاقة بين q/γB و HD/B للأساس عند الحمل المركزي (e/B = 0.0) باستخدام الكثافة العظمى والرطوبة المثلى

شكل (٩) العلاقة بين الضغط المسلط وميلان الأساس عند الحمل المركزي (e/B=0.0) وباستخدام الكثافة العظمى والرطوبة المثلى

جدول (٥) العلاقة بين الهبوط تحت مركز تسليط الحمل وأعظم هبوط للأساس باستخدام الكثافة العظمى والرطوبة المثلى

No.	Df/B	e/B	i°	Factor of safety=1			Factor of safety=2			Factor of safety=3		
				Se mm	Sm mm	H.D mm	Se mm	Sm mm	H.D mm	Se mm	Sm mm	H.D mm
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣
٢	٠.٠٠	٠.٠٠	٠	١٩.١	١٩.١	٠.٠	٣.٥	٣.٥	٠.٠	١.٩	١.٩	٠.٠
٣			٥	٢٢	٢٢.١٣	٤.٣	٥.٥	٥.٥٢	١.٠٨	٣.٣	٣.٣٤	٠.٤١
٤			١٠	٢٠.٥	٢٠.٥٦	٥.٣٤	٦.٨	٦.٨٣	١.٤٤	٤.٥	٤.٥٢	٠.٧
٥		٠.١٠	٠	١٩.٤	١٩.٤٦	٠.٠	٧	٧.١	٠.٠	٤.٦	٤.٦٣	٠.٠
٦			٥	٢٠.٦	٢٠.٧	٦.٧	٧	٧.١	١.٨	٤.٦	٤.٦٣	١.١
٧			١٠	١٩.٨	١٩.٩	٦.٦٤	١٢	١٢.٢	٢.٣٢	٨.٥	٨.٥٢	١.٥٢
٨		٠.٢٠	٠	١٧.٤	١٧.٥١	٠.٠	٦.٥	٦.٥٥	٠.٠	٤.٥	٤.٥٢	٠.٠
٩			٥	١٨.٨	١٨.٩٢	٥.٥٧	٨.٣	٨.٣٤	١.٣	٥.٧	٥.٧٢	٠.٦٣
١٠			١٠	١٩.٢	١٩.٣٧	٤.٦٣	٩.٦	٩.٦٢	١.٨	٧.١	٧.١٣	٠.٨
١١		٠.٣٠	٠	١٧.٨	١٧.٩	٠.٠	٧.٦	٧.٦٤	٠.٠	٤.٦	٤.٦٣	٠.٠
١٢			٥	٢٠.٤	٢٠.٤٨	٣.٢	٩.٢	٩.٢٣	٠.٧٢	٥.٨	٥.٨٢	٠.٤٨
١٣			١٠	١٩.٥	١٩.٦	٣.٢	١٠.٣	١٠.٤	١.٠١	٧.٧	٧.٧٣	٠.٨٦

٥-٢-٣ علاقة الضغط المسلط مع الميل للأساس:

من العلاقة بين الضغط المسلط على الأساس والميل للأساس تم إيجاد أعلى قيمه لقابلية تحمل التربة والميل يلاحظ انه عندما كان الحمل مركزياً (e/B=0.0) كانت قيم ميل الأساس متقاربة عند الفشل لكن ضمن قابلية تحمل اقل للتربة كلما زاد الميل للحمل وهي ما يقارب (t=8.20)وهي قيمة قريبة بسابقتها عند استخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية وهي(t=8.00) وسبب ذلك هو المقاومة التي تبديها التربة للهبوط التفاضلي للأساس بسبب قوة التلاصق بين جزيئاتها شكل (٩).

وعندما كانت اللامركزية (e/B=0.1) و (e/B=0.2) بدأت قيمة ميل الأساس بالتزايد كلما زادت قيمة اللامركزية للحمل المسلط لكنها تتناقص مع زيادة ميل الحمل المسلط لنفس الضغط المسلط على الأساس بسبب زيادة المركبة الأفقية للحمل . وعندما كانت اللامركزية (e/B=0.3) بدأت قيمة الميل بالتناقص مع زيادة اللامركزية للحمل المسلط وأيضا بالتناقص مع زيادة ميل الحمل المسلط على الأساس وسبب هذا التناقص يعود إلى إن 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 وزيادة المركبة الأفقية للحمل المسلط الذي يؤدي إلى الفشل السريع للتربة.

٥-٣ سلوك التربة تحت الأساس السطحي(Df/B=0) باستخدام الكثافة العظمى والرطوبة الحقلية:

٥-٣-١ علاقة الضغط المسلط مع الهبوط العمودي للأساس:

أظهرت النتائج العملية قيم أعلى بكثير من النتائج النظرية لمعادلة (Meyerhof Eq. 1953) و النتائج النظرية لمعادلة (Hansen Eq. 1970) بسبب قوة التماسك التي تكونت بين الجبس وجزيئات التربة وعدم وجود الرطوبة التي تساعد على تفكيك الأواصر الكيميائية بين الجبس والتربة وتساعد على انزلاق جزيئات التربة فوق بعضها وأيضا كبر مساحة الأساس التي توزع الحمل على التربة وتزيد من قابلية تحملها أدى إلى ظهور هذه النتائج الكبيرة جدا لقابلية تحمل التربة مع ملاحظة أن التربة لم يكن شكل فشلها واضحا بل وصول الهبوط العمودي إلى قيمة (25mm) هو المؤشر على فشل التربة هنا شكل (١٠) وشكل (١١).

أما بالنسبة لقيمة الهبوط العمودي المقابل لأعلى قابلية تحمل للتربة فقد كان متقاربا ومرتفعا من حيث النتائج ولكن ضمن قابلية تحمل للتربة مختلفة ولكن متقاربة أيضا إذ نلاحظ أنّ الهبوط العمودي لا يتأثر كثيرا عند زيادة لامركزية الحمل المسلط وعند زيادة ميل الحمل المسلط على الأساس ولكن قابلية تحمل التربة تقل قليلا مع زيادة ميل الحمل بسبب المقاومة العالية للتربة شكل (١٠) وجدول (٦) أي انه كلما زاد ميل الحمل المسلط على الأساس قلت قابلية تحمل التربة قليلا لنفس الضغط المسلط ويلاحظ أنّ قيم الهبوط العمودي كانت أعلى مما كانت عليه عند الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية ومقاربة لنتائج الهبوط العمودي عند استخدام الكثافة العظمى والرطوبة المثلى لكن ضمن قابلية تحمل أعلى للتربة وسبب ذلك أن التربة بقيت متماسكة مع ازدياد الهبوط العمودي بسبب ارتفاع قيمة التماسك بين جزيئات الجبس والتربة لان الرطوبة الموجودة في التربة أدت إلى تكون أواصر كيميائية

بين الجبس وجزيئات التربة وبعد تناقص الرطوبة قلت قابلية انزلاق جزيئات التربة فوق بعضها أي زادت قيمة قوة التلاصق بين جزيئات الجبس والتربة.

٥-٣-٢ علاقة الضغط المسلط مع الإزاحة الأفقية للأساس:

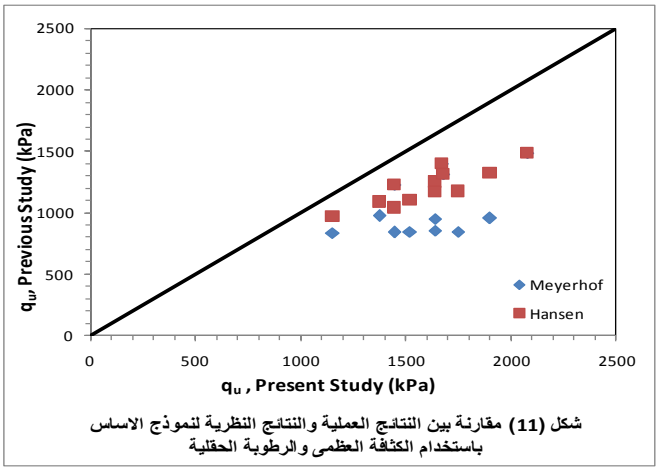
من العلاقة بين الضغط المسلط على الأساس والإزاحة الأفقية للأساس تم إيجاد أعلى قيمه لقابلية تحمل التربة والإزاحة الأفقية يلاحظ أنّه عندما كانت اللامركزية (e/B=0.0)و (e/B=0.1) كانت قيمة الإزاحة الأفقية متقاربة جدا وقيمتها قليلة وهي ما يقارب (6.5mm) ولكن قابلية تحمل التربة عالية ونلاحظ تزايد قيمة الإزاحة الأفقية كلما زادت لامركزية وميل نفس الحمل المسلط على الأساس شكل (١٢) وجدول (٦) وسبب قلة قيمة الإزاحة الأفقية يعود إلى تزايد قيمة الاحتكاك مابين السطح الخشن لأسفل الأساس والتربة بسبب زيادة قيمة التماسك مابين جزيئات التربة والجبس.

أما عندما كانت اللامركزية (e/B=0.2) و (e/B=0.3) كانت قيمة الإزاحة الأفقية متقاربة وقليلة جدا واقل من سابقاتها ولكن ضمن قابلية تحمل اقل للتربة بسبب كبر قيمة المركبة الأفقية للقوة المسلطة على الأساس وصغر المساحة الفعلية للأساس التي تؤدي إلى الفشل السريع للتربة أي انه كلما زاد ميل الحمل المسلط على الأساس زادت قيمة الإزاحة الأفقية لنفس الضغط المسلط جدول (٦) .

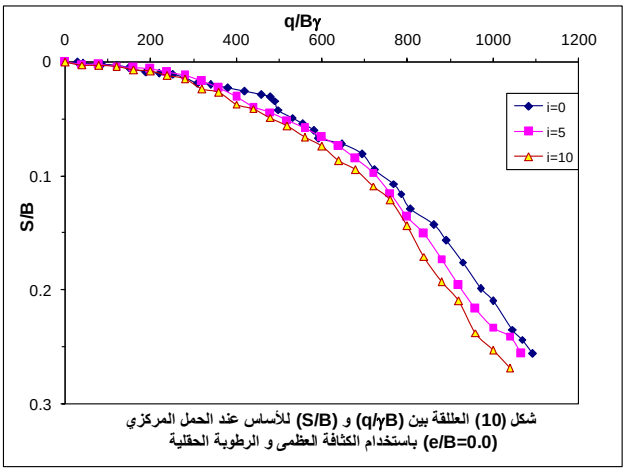
٥-٣-٣ علاقة الضغط المسلط مع الميل للأساس:

من العلاقة بين الضغط المسلط على الأساس والميل للأساس تم إيجاد أعلى قيمه لقابلية تحمل التربة والميل يلاحظ أنّه عندما كان الحمل مركزياً (e/B=0.0) كانت قيم ميل الأساس متقاربة عند الفشل لكن ضمن قابلية تحمل اقل للتربة كلما زاد ميل الحمل المسلط و قريبة بسابقتها عند استخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية ولكن ضمن قابلية تحمل مختلفة للتربة وسبب ذلك هو المقاومة التي تبديها التربة للهبوط التفاضلي للأساس بسبب قوة التلاصق بين جزيئاتها.

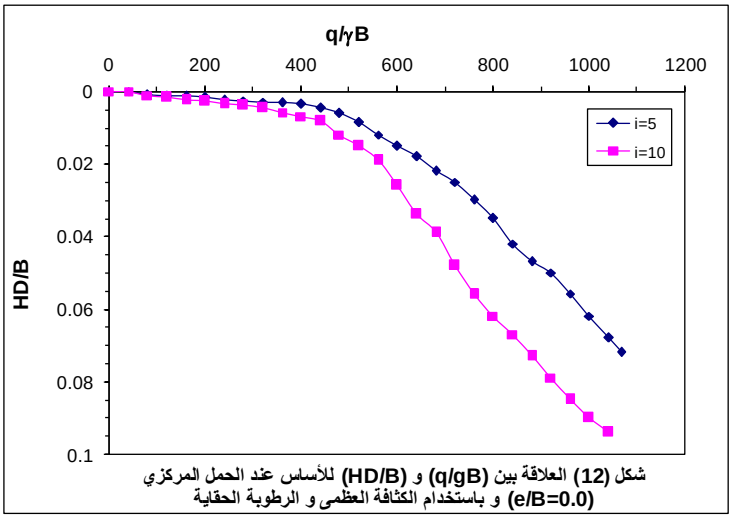
وعندما كانت اللامركزية (e/B=0.1) و (e/B=0.2) بدأت قيمة ميل الأساس بالتزايد كلما زادت قيمة اللامركزية للحمل المسلط وأيضا مع زيادة ميل الحمل المسلط لكنها تتناقص بزيادة الميل لنفس الحمل المسلط على الأساس بسبب زيادة المركبة الأفقية للحمل. وعندما كانت اللامركزية (e/B=0.3) بدأت قيمة الميل بالتناقص ولكنها تتزايد مع زيادة ميل الحمل المسلط على الأساس وسبب ذلك يعود إلى إن 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 وزيادة المركبة الأفقية للحمل المسلط الذي يؤدي إلى الفشل السريع للتربة



شكل (11) مقارنة بين النتائج العملية والنتائج النظرية لنموذج الاساس باستخدام الكثافة العظمى والرطوبة الحقلية



شكل (10) العلاقة بين (q/γB) و (S/B) للأساس عند الحمل المركزي (e/B=0.0) باستخدام الكثافة العظمى و الرطوبة الحقلية



شكل (12) العلاقة بين (q/gB) و (HD/B) للأساس عند الحمل المركزي و باستخدام الكثافة العظمى و الرطوبة الحقلية (e/B=0.0)

جدول (٦) العلاقة بين الهبوط تحت مركز تسليط الحمل وأعظم هبوط للأساس باستخدام الكثافة العظمى والرطوبة الحقلية

No.	Df/B	e/B	i°	Factor of safety=1			Factor of safety=2			Factor of safety=3		
				Se mm	Sm mm	H.D mm	Se mm	Sm mm	H.D mm	Se mm	Sm mm	H.D mm
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣
٢	٠.٠	٠.٠	٠	٢٥.٦	٢٥.٦	٠.٠	٥.٣	٥.٣	٠.٠	٢.٢	٢.٢	٠.٠
٣			٥	٢٣.٣	٢٣.٤١	٦.٢	٥	٥.١	٠.٨٣	١.٨	١.٨٣	٠.٣
٤			١٠	٢١	٢١.١٦	٧.٩	٤.٢	٤.٢٦	٠.٨١	٢.٢	٢.٢٣	٠.٤١
٥		٠.١	٠	١٩.٨	٢٠.٠١	٠.٠	٤.٩	٤.٩٧	٠.٠	٢.٦	٢.٦٥	٠.٠
٦			٥	٢١.١	٢١.٣	٥.٢	٦.٧	٦.٨	٠.٤	٤.٢	٤.٣	٠.٣٣
٧			١٠	٢١.٨	٢١.٩٩	٤.٧٢	٨.٦	٨.٧٢	٠.٨٦	٦.٠	٦.١٦	٠.٦٣
٨		٠.٢	٠	٢١.١	٢١.٢١	٠.٠	٤.٣	٤.٣٥	٠.٠	٢.٢	٢.٢٣	٠.٠
٩			٥	٢٢.٩	٢٣.٠٥	١.٨	٦.٢	٦.٢٧	٠.٣	٤.٢	٤.٢٥	٠.٢
١٠			١٠	٢٠.١	٢٠.٢٤	١.٧٤	٧.٩	٧.٩٥	٠.٥	٥.٤	٥.٤٤	٠.٣
١١		٠.٣	٠	١٧.٦	١٧.٧	٠.٠	٤.٦	٤.٦٨	٠.٠	٢.٤	٢.٤٣	٠.٠
١٢			٥	٢١	٢١.١٣	٢.٥	٧.٦	٧.٦٦	٠.٤٢	٤.٦	٤.٦٥	٠.٢٧
١٣			١٠	٢٠.٩	٢١	٢.٢	٧.٩	٧.٩٤	٠.٤٠	٥.٨	٥.٨٦	٠.٢٨

٥-٤ سلوك التربة تحت الأساس المغمور(Df/B=0.5) باستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية:

تم رص التربة داخل صندوق الفحص باستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية وتم وضع نموذج الأساس فوق التربة مباشرة وبعد ذلك تم وضع تربة أخرى ورصها حول جدران الأساس إلى ارتفاع يساوي نصف عرض الأساس (Df/B=0.5)وسلط حمل على الأساس باستخدام جهاز فحص التحميل ومن العلاقة بين الضغط المسلط على الأساس والهبوط العمودي وميلان الأساس كانت النتائج كما يأتي:-

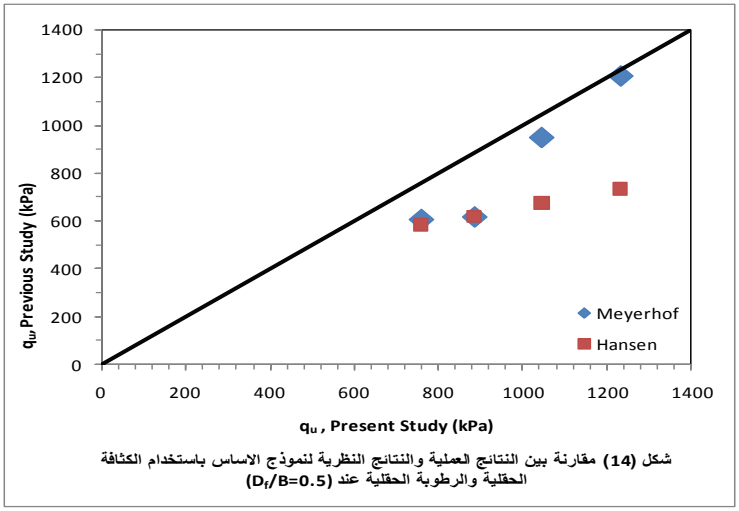
٥-٤-١ علاقة الضغط المسلط مع الهبوط العمودي للأساس:

تم تسليط حمل على الأساس ولحين فشل التربة عن طريق فشل القص الشامل (General Shear Failure) في الجانب الذي يحوي اللامركزية 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 إذ كانت القيم عندما كانت زاوية ميل الحمل المسلط (i= 00) واللامركزية (e/B=0.0, 0.1, 0.2, 0.3) أظهرت النتائج المختبرية قيما أعلى من النتائج النظرية لمعادلة (Meyerhof Eq. 1953)١ عند(e/B=0.0, 0.1, 0.2, 0.3) على التوالي وأيضا أعلى من النتائج النظرية لمعادلة (Hansen Eq. 1970)9 عند (e/B=0.0, 0.1, 0.2, 0.3)على التوالي شكل (١٣) و شكل (١٤) وأيضا كانت النتائج أعلى من النتائج لقابلية تحمل التربة عند (Df/B=0.0) لأن الحمل الإضافي فوق التربة ساعد على زيادة قابلية التربة على مقاومة القص نتيجة الحمل المسلط. أما بالنسبة لقيمة الهبوط العمودي المقابل لأعلى قابلية تحمل للتربة فقد كان اقل مما كان عليه

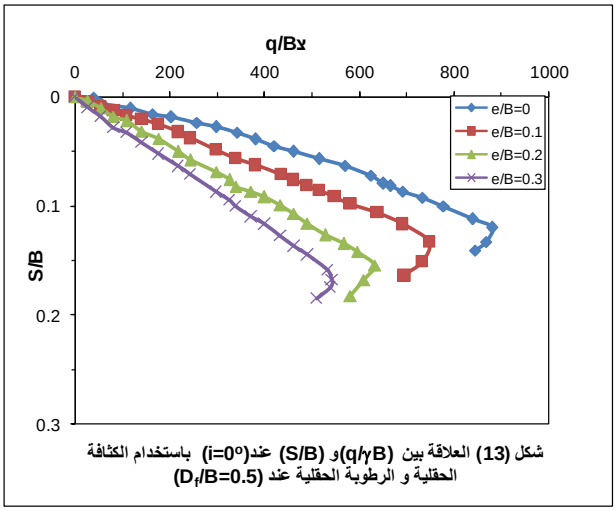
عندما كان الأساس فوق السطح (Df/B=0.0) ويتزايد مع زيادة لامركزية الحمل المسلط شكل (١٣) كما يلاحظ أنّ قيمة الهبوط العمودي كانت اقل من نظيرتها عند (Df/B=0.0) بسبب زيادة الاحتكاك مابين التربة وجوانب الأساس التي أدت إلى زيادة مقاومة التربة ضد الهبوط العمودي.

٥-٤-٢ علاقة الضغط المسلط مع الميل للأساس:

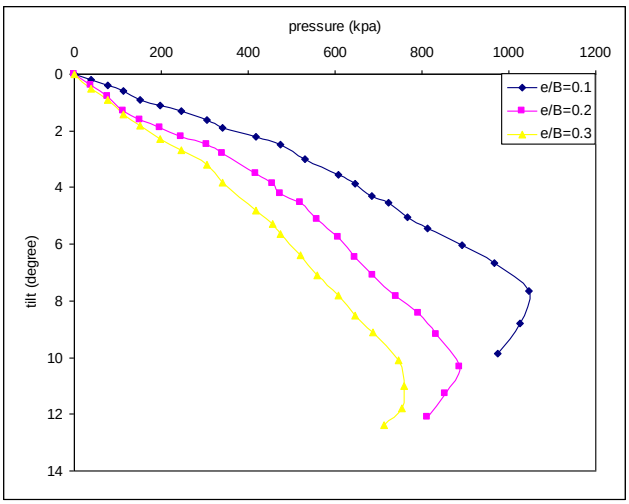
من العلاقة مابين الضغط المسلط على الأساس والميل للأساس و جد أنّ ميل الأساس كان متزايدا مع زيادة اللامركزية للحمل المسلط ولكن ضمن قابلية تحمل اقل للتربة وذلك بسبب بقاء التربة متماسكة لمدة أطول شكل (١٥) إذ يبين الشكل أن ميل الأساس يزداد كلما زادت اللامركزية في تسليط الحمل نفسه وأيضا يتزايد ميل الأساس مع زيادة ميل الحمل المسلط.



شكل (14) مقارنة بين النتائج العملية والنتائج النظرية لنموذج الاساس باستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية عند (D_f/B=0.5)



شكل (13) العلاقة بين (S/B)و (q/ɣB) عند(i=0°) باستخدام الكثافة الحقلية و الرطوبة الحقلية عند (D_f/B=0.5)



شكل (١٥) العلاقة بين الضغط المسلط والميل للأساس عند (i=00) وباستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية عند (Df/B=0.5)

٥-٥ سلوك التربة تحت الأساس السطحي(Df/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 (Df/B=0) وسلط حمل على الأساس (200kPa) باستخدام جهاز فحص التحميل وبعد ذلك تم غمر الصندوق بالماء ولمدة ثلاثة أيام (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:-

علاقة الضغط المسلط مع الهبوط العمودي للأساس:

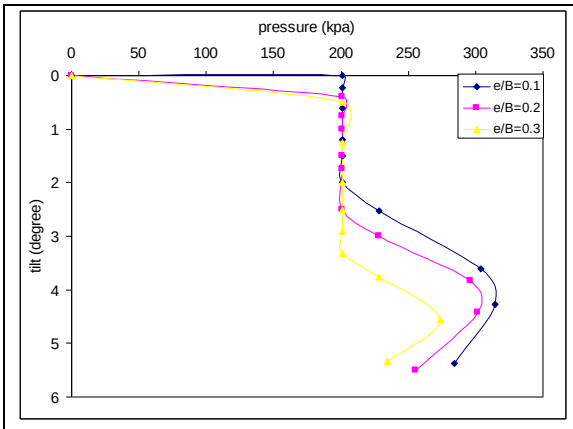
تم تسليط حمل على الأساس مقداره (200kPa) وتم إبقاؤه ثابتا لحين الوصول إلى حالة التشبع للتربة وبعد ذلك تم زيادة الحمل تدريجيا ولحين فشل التربة ومن العلاقة بين الضغط المسلط على الأساس والهبوط العمودي للأساس كانت النتائج قليلة لقابلية تحمل التربة شكل (١٦) إذا ما قورنت بنتائج تصرف الأساس بدون الغمر بالماء جدول (٧) التي كانت ضعف قابلية تحمل التربة

بعد غمرها بالماء وسبب النقص في قابلية تحمل التربة هو إن الماء عمل على إذابة الجبس وتفكيك الأواصر الكيميائية بين الجبس وجزيئات التربة مما أدى إلى سهولة انزلاق جزيئات التربة فوق بعضها عند تسليط الحمل على الأساس.

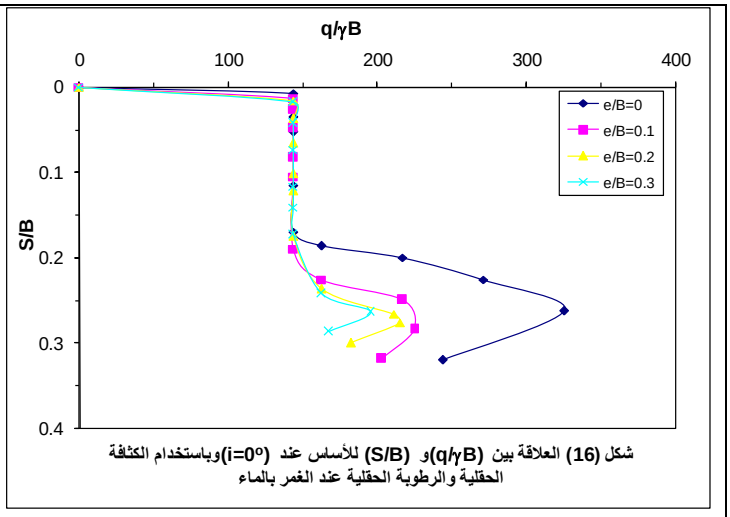
أما بالنسبة للهبوط العمودي فقد كانت قيمته عالية (Sm=26 mm) تتزايد مع زيادة اللامركزية للحمل المسلط ثم تعود للتناقص مع زيادة اللامركزية للحمل المسلط بسبب الفشل السريع للتربة وان سبب الزيادة في قيمة الهبوط العمودي تعود إلى أن الماء عمل على إذابة الجبس الموجود في التربة تحت الأساس مما أدى إلى هبوط الأساس تحت الحمل المسلط.

علاقة الضغط المسلط مع الميل للأساس:

من العلاقة مابين الضغط المسلط على الأساس والميل للأساس و جد بان ميل الأساس كان متساويا تقريبا لجميع حالات اللامركزية للحمل وهي (t=4.50) ولكن ضمن قابلية تحمل اقل للتربة مع زيادة اللامركزية وذلك بسبب الفشل السريع للتربة تحت الحمل المسلط كلما زادت اللامركزية شكل (١٧) إذ يبين الشكل أن ميل الأساس يزداد كلما زادت اللامركزية في تسليط الحمل نفسه.



شكل (١٧) العلاقة بين الضغط المسلط وميل الأساس عند ($i=0^0$) وباستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية عند الغمر بالماء



شكل (16) العلاقة بين (q/γB) و (S/B) للأساس عند (i=0°) وباستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية عند الغمر بالماء

جدول (٧) مقارنة بين النتائج المختبرية للحالة الجافة والنتائج العملية عند التشبع بالماء لنموذج الأساس باستخدام الكثافة الحقلية والرطوبة الحقلية

النتائج العملية (المختبرية)				
No.	e/B	i^0	q_u(kPa) (في الحالة الجافة)	q_u(kPa) (عند الغمر بالماء)
١	٠.٠	٠	٩١٢	٤٥٦
٢	٠.١	٠	٨٢٨	٣١٥
٣	٠.٢	٠	٥٤٠	٣٠١
٤	٠.٣	٠	٣٨٦	٢٧٣

٦- الاستنتاجات

من خلال التجارب المختبرية التي أجريت على الأساس تحت تأثير الأحمال المائلة واللامركزية يمكن التوصل إلى الاستنتاجات التالية:-

١. التربة الجبسية تكون متماسكة بآصرة كيميائية وان تفكيك التربة الجبسية يؤدي إلى تحطيم هذه الآصرة مّما يؤدي إلى إضعاف قابلية تحمل التربة وان إعادة نفس كثافة ورطوبة التربة لن يعيد التماسك بين جزيئات التربة والجبس.

٢. إن تسليط حمل على الأساس بصورة مائلة يؤدي إلى تناقص قابلية تحمل التربة مع زيادة اللامركزية وميل الحمل ويزيد من قيمة هبوط الأساس والإزاحة الأفقية وميل الأساس للحمل المسلط نفسه.

٣. إن استخدام أساس مدفون غير سطحي (Df/B>0) يحسن قابلية تحمل التربة الجبسيه ويزيدها إلى حوالي الضعف (٢qu) في حالة الأساس السطحي.

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.

٥. حماية التربة الجبسيه من وصول الماء إليها والجريان خلالها هو الحل الأمثل للحصول على قابلية تحمل عالية وتجنب المشاكل الإنشائية نتيجة هبوط الأسس في الترب الجبسية.

٦. وجود الجبس في التربة وخاصة عند عدم تعرضها إلى المياه لا يؤدي إلى تغير سلوكيتها في حالة الترب التي لا تحوي على جبس وعند تسليط أحمال مائلة ولامركزية.

المصادر والمراجع

Meyerhof ,G.G (1953), "The Bearing Capacity of Foundation under Eccentric-incline Loads", Proceeding Third International Conference on soil Mechanic and Foundation Engg., Zurich, Switzerland , Vol.1, pp.440-445.

Agrawal, R.K (1986), "Behavior of Shallow Foundation Subjected to Eccentric-Inclined Loads", PhD. Thesis, University of Roorkee, (India) 1986.

Al-Dilaimy, F.K. (1989): "Effect of Gypsum Content on Strength and Deformation of Remolded Clayey Soil", M.Sc, thesis, College of Engineering, University of Salahddin.

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

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.

Earth Manual, U.S. (1998), "Department of the Interior Bureau of Reclamatio", 3rd Edition, 313p.

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

Hansen, J.B. (1970), "A General Formula for Bearing Capacity", Bulletin No. 11, AASHTO (1978), "American Association State of High Way and Transportation Official Standard", Part I, 12th ed.

Georgiadis, M. (1993), "Settlement and Rotation of Footing Embedded in Sand", Soil and Foundation, Japan Society of SMFE, vol. 33 (1), pp.169-157.

Al-Qaissy (1989), "Effect of Gypsum Content and its Migration on Compressibility and Shear Strength of the Soil", M. Sc. Thesis, Building and Construction Department, University of Technology, Baghdad.

Antonino, M. and Settimio, F. (2008), " Collapse of a Model Strip Footing on Dense Sand under Vertical Eccentric loads", Springer Science + Business Media B. V.

Zedan, A. J., (2004), "Finite Element Analysis of Shallow Foundations for Eccentric Inclined Loads", Ph. D. Thesis, Department of Civil Engineering, Indian Institute of Technology Roorkee, Roorkee, India