

سلوكية الترب الجبسية المثبتة بالنورة تحت ظروف مختلفة

موفق عبو عواد العطاالله

مدرس مساعد

قسم الهندسة المدنية-جامعة الموصل

الخلاصة

يهدف هذا البحث إلى دراسة التغير الذي يطرأ على مقاومة وانفعال نماذج من تربة جبسية مثبتة بالنورة ذات درجات تشبع مختلفة عند تعرضها لظروف مختلفة هي (الظرف الأول: غمر النماذج في ماء بدرجة حرارة 25 مئوية، الظرف الثاني: بدون غمر والنماذج بدرجة حرارة 25 مئوية، الظرف الثالث: غمر النماذج في ماء بدرجة حرارة 60 مئوية، الظرف الرابع: بدون غمر والنماذج بدرجة حرارة 60 مئوية). أثناء إخضاع النماذج لهذه الظروف كانت النماذج محملة بنسب من قوة الانضغاط غير المحصور التي تم إيجادها مسبقاً، يتم زيادة هذه الأحمال بشكل تراكمي كل 24 ساعة ولحد الفشل. أظهرت النتائج أن لنوع الظرف تأثير على قوة الانضغاط غير المحصور، إذ كانت نسب النقصان في قوة النماذج المعرضة للظروف عن قوة النماذج غير المعرضة (نماذج السيطرة) هي (21، 12، 8)% للظروف الثلاثة الأولى على التوالي. كما إن لدرجة حرارة ماء الغمر تأثير على قوة النماذج حيث إن قوة النماذج المغمورة في ماء بدرجة حرارة 60 مئوية أعلى من قوة النماذج المغمورة في ماء بدرجة حرارة 25 مئوية بنسبة تقارب (18%). أظهرت النتائج أيضاً أن هناك زيادة في مقدار الانفعال للنماذج المعرضة للظروف عن انفعال النماذج غير المعرضة (نماذج السيطرة) بالنسب (2.24، 1.76، 1.44) للظروف الثلاثة الأولى على التوالي عند درجة تشبع أولية (94%).

الكلمات الدالة: الترب الجبسية ، التثبيت بالنورة ، الظروف (الاحمال، الحرارة، الغمر)

Behavior of Lime Stabilized Gypseous Soil under Different Condition**Abstract**

This research work aims to study the variations taking place (occurring) in the strength and strain of lime stabilized gypseous soil specimens with different degree of saturation when subjected to different conditions. Those conditions include stages where by (Specimens soaked in water of 25°C temperature, no soaking but specimens are at ambient temperature of 25°C, soaking in water of 60°C temperature and no soaking but specimens are at ambient temperature of 60°C). At the above mentioned conditions the specimens were loaded with a pre-determined calculated of unconfined compressive strength, these loads were increased in a cumulative manner up to failure.

The results showed that the soil strength reduced by (21, 12 and 8%) under the 1st three envisaged conditions respectively when compare with the control original specimen. Also the temperature of the soaking water has marked effect on strength indicating an increase of (18%) in the samples in water of 60°C. Contrary to the strength results the strains increased by (2.24, 1.67 and 1.44) for the same above mentioned conditions as compared to the control specimen at a primary saturation condition (94%).

Key Words: Gypseous soils, Lime Stabilization, Conditions (Loading, Temperature, Soaking)

المقدمة

التربة المثبتة تقاوم الظروف التي عرضت لها. كما درس [7] ديمومة الترب الجبسية الناعمة لثلاث ترب ذات محتوى جبسي (12، 34، 48) % تمثلت بتعريض نماذج الترب المثبتة بالنورة إلى 12 دورة ترطيب/تجفيف وتم قياس الفقدان بالوزن حيث وجد أن وزن التربة المفقودة تقل بزيادة المحتوى الرطوبي عند الرص، كما وجد أن وزن التربة المفقودة يقل بزيادة عدد الدورات للترب ذات المحتوى الجبسي الأعلى، كذلك وجد أن التغيير في الحجم يكون عاليا عندما ترص التربة بمحتوى رطوبي اقل من الرطوبة المثلى، وبالنسبة إلى مقاومة الانضغاط وجد أن مقاومة الانضغاط تزداد ثم تقل مع الدورات ثم تبقى ثابتة في الدورات الأخيرة، درس [8] ديمومة التربة المثبتة بالنورة متمثلة بتعريض النماذج المنضجة بمدة إنضاج طويلة بلغت 21 يوم بدرجة حرارة 49 مئوية إلى 12 دورة ترطيب/تجفيف ولكن تحت تأثير أحمال مختلفة فوجد أن مقاومة الانضغاط تقل بزيادة عدد الدورات، كما وجد أن قوة النماذج غير المحملة اقل من قوة النماذج المحملة.

في هذه الدراسة تم إيجاد قوة الانضغاط غير المحصور وكذلك الانفعال لنماذج ذات درجات تشبع مختلفة عند تعرضها لظروف مختلفة من حيث الحرارة والغمر بالماء وهي معرصة إلى نسب من الأحمال يتم زيادتها تدريجيا إلى حد الفشل.

المواد المستخدمة وطرائق العمل

تم اختيار تربة جبسية حاوية على نسبة جبس (23%) من منطقة الجرن جنوب مدينة الموصل صنفت التربة على أنها (CL) وفقا لنظام التصنيف الموحد. حددت خواص التربة الفيزيائية والكيميائية كما مبينة في الجدول رقم (1)، كذلك حددت خواص

إن كثير من المنشآت الهندسية من أبنية، سداد ترابية وطرق والمقامة على ترب جبسية تعاني من تصدعات أو تخسفات نتيجة التغيير في الظروف المحيطة بالتربة المقامة عليها وخاصة إذا حدث ذوبان للجبس عند تعرضها للماء مكونة فراغات داخل هيكلية التربة، أو إضعاف القوة الرابطة بين جزيئات التربة [1].

درس [2] تأثير الغمر على خواص التربة الجبسية فوجد أن الغمر يحولها من تربة قوية إلى تربة رخوة، كما درس [3] تأثير الغمر لفترة أربعة أيام على قابلية تحمل تربة جبسية وذلك بإجراء فحص التحميل في الحقل فوجد حصول انخفاض عالي في قوة التحمل يصل إلى (40-70%)، بينما درس [4] تغيير قيمة التحمل الكاليفورني (CBR) لتربة جبسية ذات محتوى جبسي (34%) عند غمر النماذج بفترات غمر مختلفة أقصاها (180) يوم وتحت حمل مقداره (178 نيوتن) فوجد إن قيمة التحمل الكاليفورني تقل مع فترة الغمر إذ كانت نسبة التحمل الكاليفورني قبل الغمر (56%) بينما أصبحت (32%) بعد مدة غمر 180 يوم.

ودرس [5] تأثير التثبيت بالنورة على خواص التربة الجبسية وبفترات إنضاج مختلفة فوجد أنها تكسب التربة قوة إضافية كما تقلل من ذوبان الجبس عند تعرض التربة المثبتة للماء.

لقد أجريت عدة دراسات لديمومة* الترب الجبسية المثبتة بالنورة، إذ درس [6] تأثير دورات الترطيب/التجفيف على خواص تربة خشنة ذات محتوى جبسي (28%) وذلك بتعريض نماذج التربة المثبتة بالنورة إلى 15 دورة ترطيب/تجفيف

وتم قياس الديمومة بطريقة الفقدان بالوزن فوجد أن

* الديمومة: هي مدى احتفاظ التربة بالقوة المكتسبة من عملية

التثبيت بعد تغير الظروف المحيطة [9].

مجموعته والنسب المسلطة هي (20، 40، 60، 80%،الفشل) علما أن مدة بقاء كل نسبة حمل على النموذج كانت 24 ساعة لان الانفعال بعد هذه المدة يكون قليل جدا يمكن إهماله تحت هذه النسبة من الأحمال ومن ثم تضاف تراكما نسبة أخرى وهكذا إلى أن يفشل النموذج، الشكل رقم (1) يبين مخطط لهيكل التحميل الذي تم إجراء الفحص فيه وكذلك خلية الفحص. النصف الآخر من النماذج المتبقية من كل مجموعة من المجاميع السبعة غلفت بورق الألمنيوم وشمع البرافين وتركت في جو المختبر لنفس الفترة التي عرضت خلالها النماذج للظروف الأربعة المذكورة لغرض مقارنة النتائج وسميت بنماذج السيطرة ، و الشكل رقم (2) يمثل مخطط لمجمل الفحوصات المجرىة خلال البحث.

النتائج والمناقشة

الغمر الأولي (Initial Soaking)

أظهرت نتائج الغمر الأولي حصول زيادة في درجة التشبع للنماذج المغمورة بفترات غمر مختلفة، يقابل هذه الزيادة نقصان في قوة الانضغاط غير المحصور لهذه النماذج مع زيادة فترة الغمر وكما مبين ذلك في الشكل رقم (3) والشكل رقم (4)، إن مقدار الزيادة في درجة التشبع بعد مدة غمر 48 ساعة كان (22%) بينما كان مقدار الزيادة بعد مدة غمر (360) ساعة (26%) عن درجة التشبع عند الرص، أي أن معظم مقدار الزيادة في درجة التشبع حصلت في ساعات الغمر الـ (48) الأولى وكما مبين ذلك في جدول رقم (3). يقابل الزيادة في درجة التشبع نقصان في قوة الانضغاط غير المحصور نتيجة الغمر وكما مبين ذلك في الشكل رقم (5) ، إذ كانت نسبة النقصان في القوة بعد مدة غمر (48) ساعة تساوي (30.7%) بينما كانت نسبة النقصان في قوة الانضغاط بعد مدة غمر (360) ساعة تساوي

الرص وقوة الانضغاط غير المحصور للتربة الطبيعية جدول رقم (2) .

عملت التربة بمادة النورة المطفأة $(Ca(OH)_2)$ كفاءتها (83%)، النسب المضافة من النورة هي (2، 4، 6)% من وزن التربة الجافة لإيجاد نسبة التثبيت المثلى من النورة (Stabilization %) وهي النسبة التي تعطي أعلى قوة انضغاط غير محصور للتربة المعاملة^[10]. تم تهيئة جميع النماذج الخاصة بالبحث والبالغ عددها (189) نموذجا بنسبة التثبيت المثلى من النورة وهي (4%) وعند المحتوى الرطوبي الأمثل (14.5%) وبطاقة رص معدلة وبمدة إنضاج يومين بدرجة حرارة 49 مئوية علما أن أبعاد النماذج هي (قطر 5سم، وارتفاع 10سم) جدول رقم (2).

بعد إخراج النماذج من الفرن تركت في جو المختبر لمدة ساعة لتجانس الحرارة ثم قسمت إلى سبعة مجاميع تضم كل مجموعة (27) نموذجا عرضت لعملية غمر أولي في الماء لفترات مختلفة هي (0، 2، 6، 24، 48، 168، 360) ساعة لكل مجموعة من المجاميع السبعة فترة غمر معينة من الفترات المذكورة بعد انتهاء مدة الغمر تم اخذ ثلاثة نماذج من كل مجموعة وتم إيجاد معدل قوة الانضغاط غير المحصور ومعدل درجة التشبع. اخضع نصف النماذج المتبقية من كل مجموعة من المجاميع السبعة بعد الغمر الأولي لأربعة ظروف مختلفة هي (الظرف الأول ممثل بغمر النماذج في ماء بدرجة حرارة 25 مئوية، الظرف الثاني بدون غمر والنماذج بدرجة حرارة 25 مئوية، الظرف الثالث تمثل بغمر النماذج في ماء بدرجة حرارة 60 مئوية ، الظرف الرابع بدون غمر والنماذج بدرجة حرارة 60 مئوية) أثناء فترة إخضاع النماذج للظروف الأربعة أعلاه كانت محمله بنسب من قوة الانضغاط المحسوبة سابقا بعد الغمر الأولي وكل حسب

الظرف ولكن ذات درجة التشبع عند الرص (68%) أما درجة التشبع عند الفشل فقد كانت متساوية لجميع النماذج في نهاية مدة تعرضها لهذا الظرف وكانت تساوي (96%). المخطط (B-6) يعطي قوة النماذج بعد التعرض للظرف الثاني حيث يلاحظ أن القوة تقل أيضا مع زيادة درجة التشبع ولكن نسبة النقصان أعلى من نسبة النقصان في الظرف الأول إذ كانت نسبة النقصان عند درجة تشبع أولية (94%) هي (24%) عن قوة النماذج المعرضة لنفس الظرف ولكن ذات درجة التشبع أولية عند الرص وهي (68%) ينظر منحنى (B-6) ، درجة التشبع عند الفشل كانت مساوية لدرجة التشبع الأولية ولم يحصل عليها أي تغير أثناء التعرض لهذا الظرف. قوة النماذج بعد التعرض للظرف الثالث مبينة في المخطط الشريطي (C-6) يعطي نفس السلوك الوارد في المخططات السابقة وينسب نقصان مقارنة لنسب النقصان في الظرف الثاني ينظر منحنى (C-6) ، بينما درجة التشبع عند الفشل فقد كانت متساوية لجميع النماذج وهي (96%)، أخيرا المخطط (D-6) يمثل قوة النماذج بعد التعرض للظرف الرابع حيث بقيت قيمة القوة ثابتة مع تغير درجة التشبع الأولية أي أن نسبة النقصان في القوة يساوي (0%) ولجميع درجات التشبع الأولية منحنى (D-6)، بينما درجة التشبع النهائية كانت تساوي (0%) لجميع النماذج المعرضة لهذا الظرف. إن الاختلاف في قيم القوة بين الظروف الأربعة يرجع إلى طبيعة الظرف الذي تعرضت له النماذج بينما الاختلاف في القوة بين الظرف الواحد فيرجع إلى درجة التشبع الأولية وهذا ما تم التطرق إليه في أعلاه.

تأثير الأحمال والظروف (الغمر والحرارة)

لدراسة التأثير المشترك للأحمال وظروف (الغمر والحرارة) على قوة الانضغاط غير المحصور بعد تعرض النماذج للظروف الأربعة، تم مقارنة قوة

(33%) عن قوة الانضغاط غير المحصور عند الرص ، أي أن نسبة النقصان في القوة كانت أعلى في الساعات الأولى من الغمر وربما يرجع سبب ذلك إلى أن النماذج تتأثر بالماء في الساعات الأولى من الغمر ثم تكون عملية الغمر ذات تأثير اقل مع زيادة مدة الغمر ، كما هناك احتمال حصول إنضاج للنماذج بزيادة وقت الغمر وإن كان مقدار هذا الإنضاج قليل والذي بدوره قد يؤدي إلى تقليل نسبة النقصان في القوة مع إطالة مدة الغمر، ينظر جدول رقم (3).

قوة الانضغاط غير المحصور (Unconfined compressive strength)

أظهرت النتائج بعد التحليل أن هناك عوامل تؤثر على قوة الانضغاط غير المحصور للنماذج أثناء تعرضها للظروف الوارد ذكرها ومن هذه العوامل هي (درجة التشبع الأولية ، ودرجة التشبع النهائية (عند الفشل)، الأحمال الساكنة المسلطة على النماذج لفترة من الوقت إضافة إلى تأثير الغمر ودرجة الحرارة).

درجة التشبع

أظهرت النتائج إن لدرجة التشبع الأولية تأثير واضح على قوة الانضغاط غير المحصور بعد التعرض للظروف الأربعة الوارد ذكرها وكما مبين ذلك في المخططات الشريطية والمنحنيات المرافقة لها عند ثبات كل من نوع الظرف ونسبة الحمل المسلط ، وعند التمعن في المخطط الشريطي (6-A) الذي يوضح نتائج قوة الانضغاط بعد التعرض للظرف الأول إذ يلاحظ أن قوة النماذج تقل مع زيادة درجة التشبع الأولية وإن نسب النقصان هذه مبينة في المنحنى (A-6) إذ بلغت نسبة النقصان حدها الأعلى (21.7%) عند درجة تشبع أولية (94%) وهذه النتيجة تم مقارنتها مع نماذج معرضة لنفس

رقم (C-4) وجد أن نسبة النقصان في قوة النماذج المعرضة للظرف الثالث هي $(1 \pm 7.5)\%$ وهي اقل من الظروف السابقة رغم أن الأحمال المسلطة هي نفسها في الظروف السابقة وربما يرجع السبب إلى حصول إنضاج في النماذج أثناء فترة التعرض لهذا الظرف بسبب حرارة الماء العالية المحيطة بالنماذج طيلة مدة التعرض للظرف وصولاً للفشل وهي 60 مئويّة وبذلك أصبحت درجة التشبع عند الفشل متساوية للنماذج المعرضة لهذا الظرف وتساوي (96%) وبالتالي نتيجة أصبح هناك تداخل في التأثير ما بين تأثير الزحف الذي يقلل القوة بحدود (12%) وما بين تأثير الإنضاج الذي يزيد القوة والذي أدى في النهاية إلى خفض نسبة النقصان إلى (7.5%) تقريباً. جدول (4-4) يبين أن لعامل الحرارة تأثير كبير في زيادة القوة مما جعل النماذج ذات قوة تحمل مقاربة لقوة تحمل صخور الحجر الرملي والظروف المعرضة لها النماذج هي تعريض النماذج لدرجة حرارة 60 مئويّة بدون غمر وبذلك تكون درجة التشبع النهائية (عند الفشل) تساوي صفر. علماً إن النماذج محملة بنفس المقادير من الأحمال المعرضة لها الظروف السابقة.

تأثير كل من الغمر ودرجة حرارة الماء على قوة الانضغاط غير المحصور

لدراسة تأثير درجة حرارة الماء على قوة النماذج المعرضة للظروف تجري المقارنة بين نتائج الظرف الأول مع الظرف الثالث حيث النماذج معرضة لنفس الأحمال في كلا الطرفين ولنفس درجات التشبع الأولية والنهائية ويبقى العامل المؤثر هو درجة حرارة الماء إذ كانت في الظرف الأول 25 مئويّة وفي الظرف الثالث 60 مئويّة، والنتائج المبينة في الجدول (5) أظهرت أن قوة النماذج المعرضة للظرف الثالث (غمر بماء بدرجة حرارة 60 مئويّة أعلى من قوة النماذج المعرضة للظرف الأول (غمر بماء بدرجة حرارة 25 مئويّة بنسبة (18%) عند نفس نسبة الحمل المسلط ونفس درجة

النماذج المعرضة للظروف مع نماذج السيطرة التي هي نماذج ذات درجات تشبع مختلفة مغلقة ومتروكة في جو المختبر بدرجة حرارة (2 ± 25) مئويّة لفترة زمنية مساوية للفترة الزمنية التي تعرضت فيها النماذج للظروف الأربعة. وكما مبين في الجدول رقم (4)، إذ تضمنت النتائج المذكورة في الجداول مقدار التغيير في القوة نتيجة تأثير الأحمال وظروف الماء والحرارة عند درجة تشبع أولية معينة أي عند تثبيت درجة التشبع الأولية فإن تأثير كل من الأحمال وظروف الماء والحرارة على قوة الانضغاط غير المحصور سوف يظهر، من جدول (A-4) نسبة النقصان في قوة الانضغاط للظرف الأول هي $(1 \pm 21)\%$ وهذه النسبة ناتجة من تأثير عاملين هما تأثير الغمر بالماء في الظرف الأول بدرجة حرارة 25 مئويّة والذي يؤدي بدوره إلى زيادة درجة التشبع إذ تصبح درجة التشبع النهائية (عند الفشل) تساوي (96%) وكذلك الأحمال المسلطة بشكل تراكمي وبمدة معينة وصولاً للفشل إذ أن بقاء الحمل على النموذج مدة معينة (long term strength) يؤدي إلى حصول زحف (creep) في النموذج وهذا يؤدي إلى تقليل القوة قياساً بنماذج السيطرة التي تم فحصها بجهاز فحص الانضغاط غير المحصور إذ استغرق الفحص بضع دقائق وصولاً للفشل (short term strength). بالنسبة لجدول (B-4) الخاص بالظرف الثاني فيتضح إن نسبة النقصان في القوة بحدود $(1 \pm 12)\%$ وهي اقل من النسبة التي حصل عليها من تأثير الظرف الأول إذ كان المسبب الرئيس للنقصان هو الزحف الناتج من تأثير الأحمال لأن الظرف الثاني اجري بدون غمر أي تحميل فقط وبدرجة حرارة 25 مئويّة أي بقيت درجة التشبع النهائية مساوية أو مقاربة لدرجة التشبع الأولية. الفرق في نسبتي النقصان والذي هو (9%) ناتجة عن تأثير الماء في الظرف الأول. بينما في الجدول

متساوية والتي تساوي (96%) ينظر جدول (A-7). أما عند مقارنة مقدار الانفعال في النماذج المعرضة للظرف الثاني مع الانفعال في نماذج السيطرة فكان الأول اقل بنسبة (0.75%) عند نفس درجة التشبع الأولية والتي هي (68%) بينما لدرجة التشبع الأولية (94%) كان مقدار فرق الانفعال (1.84%) وهذا الفرق في الانفعال اقل مما في الظرف الأول لكون فرق الانفعال في الظرف الثاني ناتج من تأثير عامل واحد وهو الزحف الحاصل في النماذج من تأثير الأحمال والنتائج مبينة في جدول رقم (B-7). في الظرف الثالث كان مقدار الانفعال أعلى بنسبة (0.55%) من انفعال نماذج السيطرة عند نفس درجة التشبع الأولية (68%) و (1.44%) عند درجة تشبع أولية مقدارها (94%) ، يتضح أن فرق الانفعال في الظرف الثالث اقل مما ورد في الظروف السابقة وقد يكون السبب في ذلك هو الإنضاج الحاصل في نماذج التربة المعرضة لهذا الظرف بسبب الحرارة العالية لماء الغمر أثناء التعرض لهذا الظرف حتى الفشل وهذا الإنضاج بدوره يزيد قوة النماذج وبالتالي يقل الانفعال، ينظر جدول (C-7).

الاستنتاجات

من خلال هذه الدراسة تم التوصل إلى أن: إن لدرجة حرارة الماء المحيط بالنموذج أثناء التعرض للظروف المختلفة تأثير على قوة الانضغاط غير المحصور إذ أن قوة الانضغاط غير المحصور لنماذج الظرف الثالث أعلى من قوة الانضغاط للنماذج المعرضة للظرف الأول بنسبة (18%) لنفس درجة التشبع الأولية وفي نفس النسب من الأحمال المسلطة عند مقارنة قيم قوة الانضغاط غير المحصور للنماذج المعرضة للظرف الأول مع قوة النماذج المعرضة للظرف الثاني ، وجد أن قوة الانضغاط غير المحصور للظرف الثاني أعلى من قيم قوة الانضغاط غير المحصور للظرف الاول بنسبة (12%) عند نفس

التشبع الأولية وقد يرجع سبب هذه الزيادة في القوة إلى حصول إنضاج للتربة المعاملة بالنورة بدرجات الحرارة العالية للماء المحيط بالنموذج في فترة الغمر أثناء التعرض للظرف المذكور حيث يستمر التفاعل البوزلوني مسيبا زيادة في القوة. بينما تأثير الغمر أثناء التعرض للظروف الأربعة يظهر بوضوح عند مقارنة نتائج الظرف الأول مع نتائج الظرف الثاني حيث تم تثبيت كل من العوامل الآتية (نسب الأحمال المسلطة ، درجات التشبع الأولية، درجة الحرارة) إن العوامل المذكورة متشابهة في كلا الطرفين والمتغير الوحيد هو الماء حيث كانت نماذج الظرف الأول مغمورة في الماء بينما نماذج الظرف الثاني غير مغمورة في الماء أي أصبح الاختلاف في درجة التشبع النهائية إذ أصبحت في الظرف الأول تساوي (96%) بينما في الظرف الثاني بقيت مساوية تقريبا لدرجة التشبع الأولية. أظهرت النتائج أن الغمر بالماء يقلل بحدود (11%) من قوة النماذج عند نفس الحمل ونفس درجة التشبع الأولية. والنتائج مبينة في الجدول رقم (6).

الانفعال (strain)

أظهرت النتائج أن الانفعال الحاصل في النماذج المعرضة للظرف الأول أعلى من الانفعال الحاصل في نماذج السيطرة بمقدار (0.95%) عند نفس درجة التشبع الأولية وبالغلة (68%) بينما لدرجة التشبع الأولية (94%) كان مقدار فرق الانفعال (2.24%) عن انفعال نماذج السيطرة ذات درجة التشبع الأولية نفسها، وسبب حصول هذا الانفعال ربما يرجع إلى تأثير كل من الزحف الحاصل في النماذج المحملة لفترة طويلة وكذلك تأثير الماء المحيط بالنماذج طيلة مدة تعرض النماذج لهذا الظرف، أما الفرق ما بين قيم الانفعال (0.95%) و (2.24%) فيرجع إلى اختلاف درجة التشبع الأولية بينما درجة التشبع النهائية كانت

7. حسين، يوسف عبدالله (2005) " ديمومة الترب الجبسية المثبتة بالنورة " رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة الموصل.

8. العطالله، موفق عبو (2006) "فحص الديمومة بتعاقب دورات الترطيب/التجفيف للترب الجبسية المثبتة بالنورة تحت الاحمال" رسالة ماجستير ، كلية الهندسة، جامعة الموصل.

9. Dempsey, B.J& Thompson,M.R (1968), "Durability Properties of Lime-Soil Mixture", Highway Research Record,No.235,Pp.61-75 .

10. Little, D.N. (1995) "Handbook for Stabilization of Pavement Sub Grade and Base Courses with Lime", Kendall Hunt Publishing Company, Iowa, USA, by National Lime Association

11. ASTM (1999), "American Society for Testing and Material", Vol.04-08

12. British Standard (1975), "Methods of Testing Soils For Civil Engineering Purpose", 1377.

13 . راين، جون: اسطفان، جورج و عبد الرشيد ،

(2001) "تحليل التربة والنبات، دليل مختبري"، المركز

الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة

(ICARDA) حلب ، سورية.

النسب من الاحمال ونفس درجة التشبع الأولية ونفس درجة حرارة المحيط.

الانفعال العمودي للنماذج المعرضة للظروف

المختلفة أعلى من الانفعال العمودي لنماذج السيطرة عند نفس درجة التشبع الأولية.

المصادر

1.Ahmed, A.A (1985), "Lime Stabilization of Soils Containing High Soluble Salts", M.Sc. Thesis, Civil Engineering Department, College of Engineering, University of Mosul.

2.AL-Aithawi, A.H. (1990), "Time Dependent Deformation of Gypseous Silty Soils", M.Sc. Thesis, Civil Engineering Department, College of Engineering , University of Baghdad .

3.Al-Ani, H. M.; Sherief, J. A.; Mansour , S. L. and Hasso , H. G. (1991), "An Investigation into The Effect of Gypsum on the Properties of Highway Materials", Engineering and Technology Scientific Journal, Vol.10, No.4, pp.51-67 .

4. Razouki, S,S & AL-Azawi, M, SC (2003), "Long-Term Soaking Effect on Strength and Deformation Characteristics of a Gypsiferous Subgrade Soils ", Engineering Journal of the University of Qatar, vol 16, Pp49-60 .

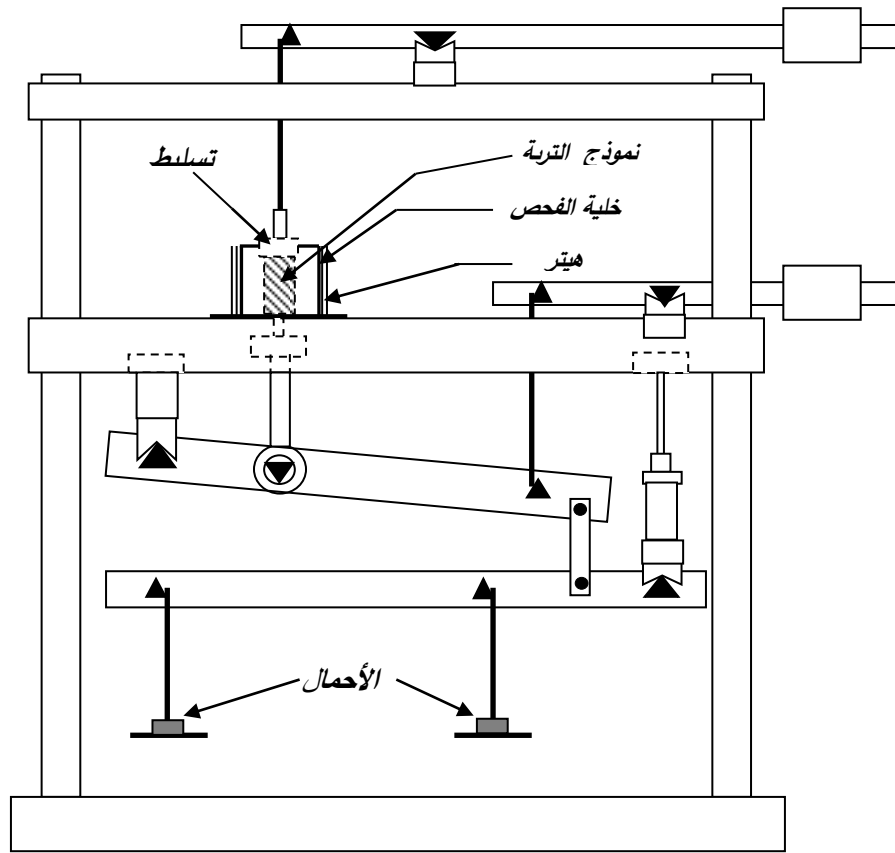
5. Al-Obydi, M. A. (1992), "Lime Stabilization of Gypseous Soils", M.Sc. Thesis, Civil Engineering Department, College of Engineering, University of Mosul .

6. الركابي، علاء حسين (2004) "تثبيت طبقات ما

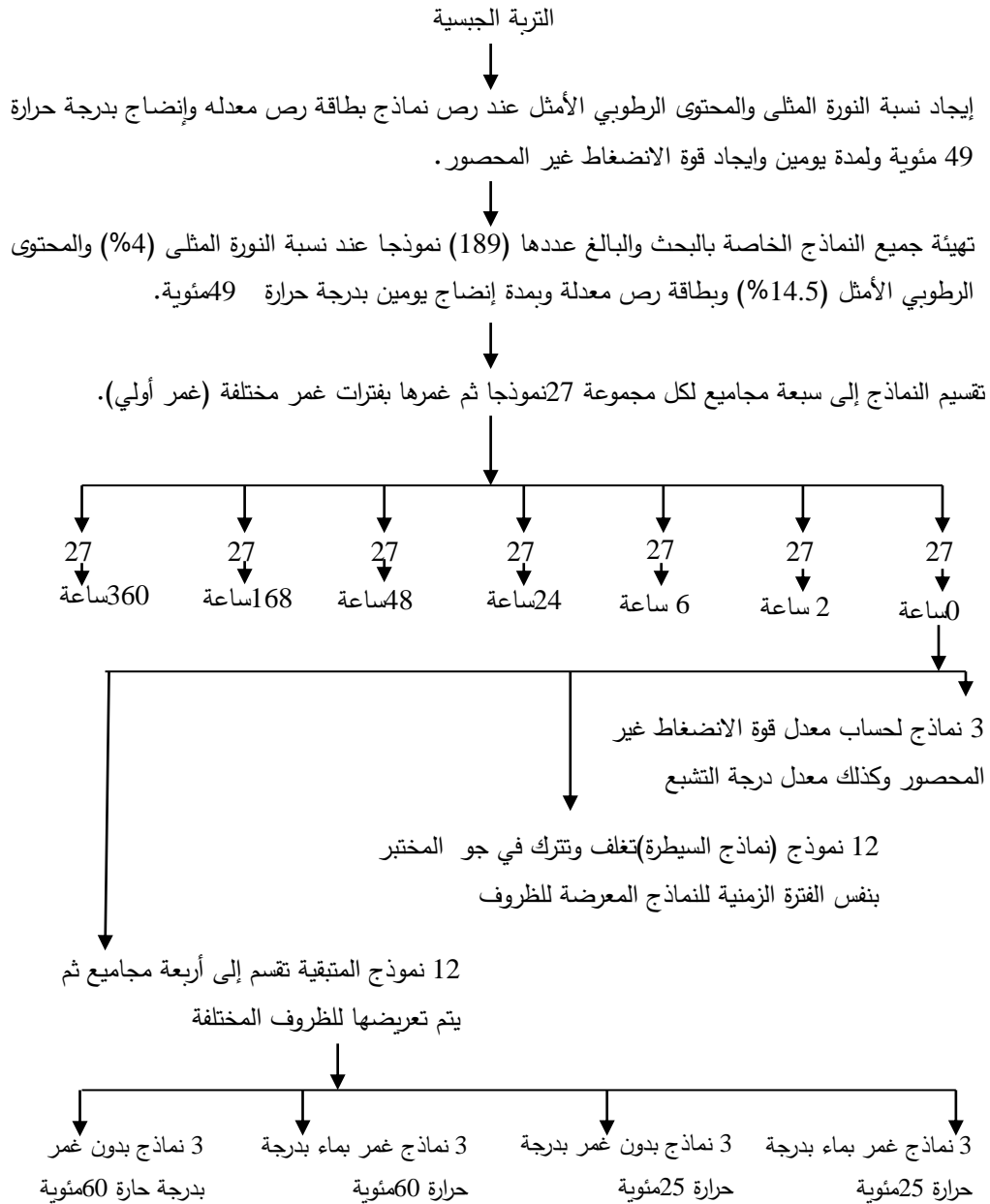
تحت الأساس ذات المحتوى الجبسي العالي بواسطة

النورة"، رسالة ماجستير، القسم المدني، كلية

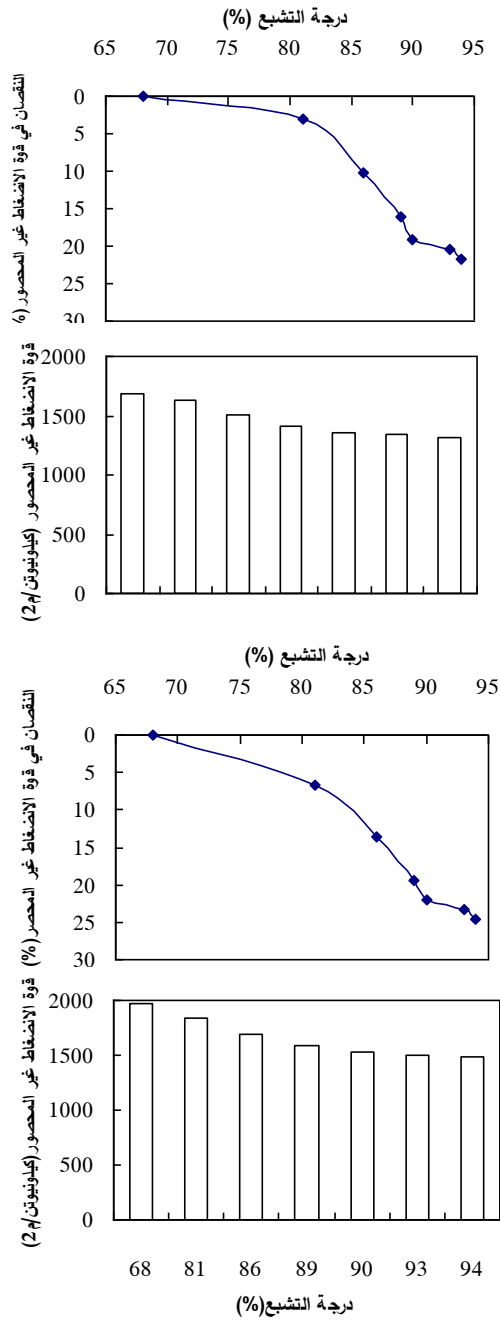
الهندسة، جامعة الموصل.



شكل رقم (1) مخطط لهيكل التحميل و خلية الفحص.

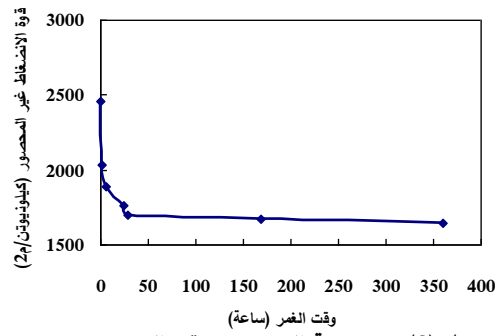


شكل (2) مخطط يوضح مجمل الفحوصات التي أجريت في البحث.

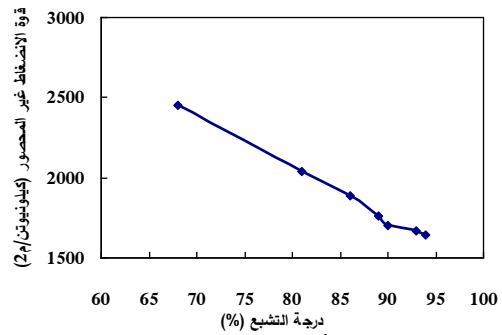


الشكل (B-6) الطرف الثاني بدون غمر والنماذج بدرجة حرارة

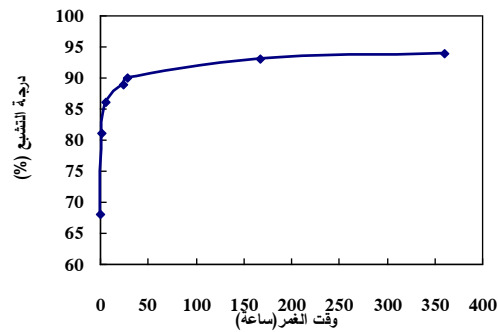
25 مئوية



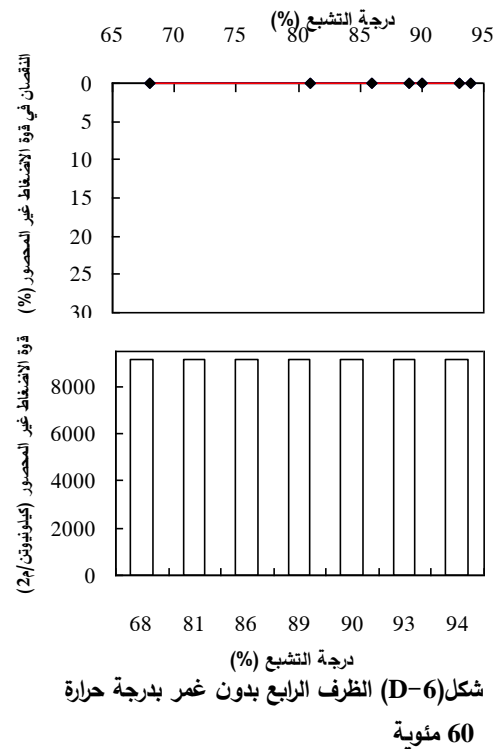
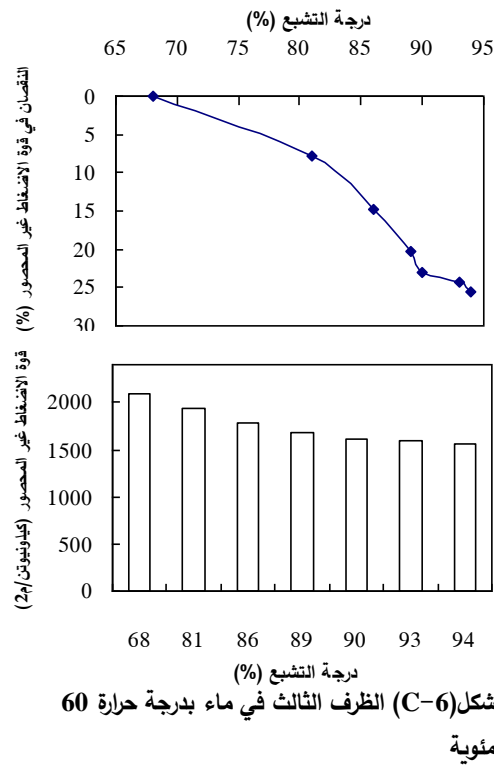
شكل (3) تغير درجة التمدد مع وقت الغمر.



شكل (4) تغير قوة الأنضغاط غير المحصور مع وقت الغمر.



شكل (5) تغير قوة الانضغاط غير المحصور مع درجة التمدد.



شكل (6) العلاقة بين درجة التشبع الاولية وقوة الانضغاط غير المحصور بعد التعرض للظروف المختلفة.

جدول (1) خواص التربة الطبيعية.

		الموصفة	الخاصية	
4	0		نسبة النورة (%)	
14.5	10.3	^[11] D698-91	O.M.C (%)*	خواص الرص
16.8	18.1	^[11] D1557-91	M.D.D.(kN /m ³)*	
2800	912	^[11] D2166-98a	48 ساعة وبدرجة حرارة 49مئوية	معدل قوة الانضغاط غير (q _u) المحصور (كيلونيوتن/م ²)

*O.M.C = Optimum Moisture Content المحتوى الرطوبي الأمثل

*M.D.D = Maximum Dry Density الكثافة الجافة العظمى

جدول (2) خصائص الرص ومقاومة الانضغاط غير المحصور للتربة الطبيعية والمعاملة.

النتيجة	الموصفة	الخاصية	
%30.5	^[11] D4318-98	حد السيولة (LL)	حدود أتربريك
%16.9		حد اللدونة (PL)	
%13.6		دليل اللدونة (PI)	
%5.07	^[12] B.S1377,1975	الانكماش الخطي (L.S)	
2.57	^[11] D854-98	الوزن النوعي (G _s)	
CL	^[11] D2487-98	حسب نظام التصنيف الموحد (U.S.C.S)	تصنيف التربة
%0	^[11] D422-63	الحصى < 4.76 ملم	التحليل الحبيبي
%22		0.074 ملم > الرمل ≥ 4.76 ملم	
%50		0.002 ملم > الغرين ≥ 0.074 ملم	
%28		الطين ≥ 0.002 ملم	
%23	[13]	نسبة الجبس	بعض الفحوصات الكيميائية
%0.35	[13]	نسبة المواد العضوية	
%0.26	[13]	أملاح الكبريتات (SO ₃)	
%26	[13]	الأملاح الذائبة الكلية (T.S.S)	
8.45	[13]	الرقم الهيدروجيني (pH- value)	

جدول (3) تغير درجة التشبع وقوة الانضغاط غير المحصور مع وقت

وقت الغمر الاولي (ساعة)	درجة التشبع بعد الغمر (%)	الزيادة في درجة التشبع نتيجة الغمر (%)	قوة الانضغاط غير المحصور بعد الغمر (كيلونيوتن/م ²)	النقصان في قوة الانضغاط غير المحصور نتيجة الغمر (%)
0	68	0.0	2455	0.0
2	81	13.0	2037	17.0
6	86	18.0	1885	23.0
24	89	21.0	1760	28.0
48	90	22.0	1700	30.7
168	93	25.0	1671	31.9
360	94	26.0	1644	33.0

جدول (4) تغيير قوة الانضغاط غير المحصور بعد التعرض للظروف المختلفة.

جدول (A-4) الظرف الأول غمر النماذج بماء بدرجة حرارة 25 مئوية.

94	93	90	89	86	81	68	درجة التشبع الاولية(%)
1315	1337	1360	1408	1508	1630	1680	قوة الانضغاط للظرف الأول
1670	1712	1750	1790	1900	2051	2478	قوة الانضغاط لنماذج السيطرة
21.3	21.9	22.3	21.1	20.6	20.5	32	النقصان في قوة الانضغاط نتيجة تأثير الظرف (%)

جدول (B-4) الظرف الثاني بدون غمر والنماذج بدرجة حرارة 25 مئوية.

94	93	90	89	86	81	68	درجة التشبع الاولية(%)
1480	1505	1530	1584	1697	1833	1964	قوة الانضغاط للظرف الثاني
1692	1723	1759	1802	1900	2060	2489	قوة الانضغاط لنماذج السيطرة
12.5	12.7	13	12.1	10.7	11	21	النقصان في قوة الانضغاط نتيجة تأثير الظرف (%)

جدول (C-4) الظرف الثالث غمر بماء بدرجة حرارة 60 مئوية.

94	93	90	89	86	81	68	درجة التشبع الاولية(%)
1562	1615	1615	1672	1791	1634	2100	قوة الانضغاط للظرف الثالث
1701	1771	1771	1813	1918	2065	2498	قوة الانضغاط لنماذج السيطرة
8.2	8.8	8.8	7.8	6.6	6.3	15.9	النقصان في قوة الانضغاط نتيجة تأثير الظرف (%)

جدول (D-4) الظرف الرابع بدون غمر والنماذج بدرجة حرارة 60 مئوية.

94	93	90	89	86	81	68	درجة التشبع الاولية(%)
9180	9180	9180	9180	9180	9180	9180	قوة الانضغاط للظرف الرابع
1731	1755	1803	1840	1950	2100	2433	قوة الانضغاط لنماذج السيطرة
430	420	410	399	370	337	277	النقصان في قوة الانضغاط نتيجة تأثير الظرف (%)

جدول (5) تأثير درجة حرارة ماء الغمر على قوة الانضغاط أثناء تعرض النماذج للظروف.

94	93	90	89	86	81	68	درجة التشبع الاولية(%)
1315	1337	1360	1408	1508	1630	1680	قوة الانضغاط للظرف الاول
1562	1589	1615	1672	1791	1934	2100	قوة الانضغاط للظرف الثالث
18.8	18.8	18.75	18.75	18.8	18.7	25	النقصان في قوة الانضغاط نتيجة تأثير الظرف (%)

جدول (6) تأثير الغمر بالماء على قوة الانضغاط أثناء تعرض النماذج للظروف.

94	93	90	89	86	81	68	درجة التشبع الاولية(%)
1315	1337	1360	1408	1508	1630	1680	قوة الانضغاط للظرف الاول
1480	1505	1530	1584	1697	1833	1964	قوة الانضغاط للظرف الثاني
11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	النقصان في قوة الانضغاط نتيجة تأثير الظرف (%)

جدول (7) الفرق في نسبة الانفعال بعد تعرض النماذج للظروف الأربعة.

جدول (A-7) الظرف الأول غمر النماذج بماء بدرجة حرارة 25 مئوية.

94	93	90	89	86	81	68	درجة التشبع الاولية(%)
4.00	3.60	3.35	3.15	3.05	2.80	2.15	الانفعال للظرف الاول
1.76	1.76	1.73	1.70	1.63	1.57	1.20	الانفعال لنماذج السيطرة
2.24	1.84	1.62	1.45	1.42	1.23	0.95	الفرق في نسبة الانفعال

جدول (B-7) الظرف الثاني بدون غمر والنماذج بدرجة حرارة 25 مئوية.

94	93	90	89	86	81	68	درجة التشبع الاولية(%)
3.60	3.25	3.00	2.85	2.75	2.60	1.95	الانفعال للظرف الثاني
1.76	1.76	1.73	1.70	1.63	1.57	1.20	الانفعال لنماذج السيطرة
1.84	1.49	1.27	1.15	1.12	1.03	0.75	الفرق في نسبة الانفعال

جدول (C-7) الظرف الثالث غمر بماء بدرجة حرارة 60 مئوية.

94	93	90	89	86	81	68	درجة التشبع الاولية(%)
3.20	2.54	2.52	2.51	2.50	2.30	1.75	الانفعال للظرف الثالث
1.76	1.76	1.73	1.70	1.63	1.57	1.20	الانفعال لنماذج السيطرة
1.44	0.78	0.79	0.81	0.87	0.73	0.55	الفرق في نسبة الانفعال