

Republic of Iraq  
Ministry of Higher Education and Scientific Research  
University of Technology  
Building and Construction Engineering Department



# **Improvement of Gypseous Soil Using Different Remediation Techniques**

**A Thesis**

Submitted To The Building And Construction Engineering Department Of The  
University Of Technology In Partial Fulfillment Of The Requirements For The  
Degree Of Master Of Science In Building And Construction Engineering

(Geotechnical Engineering)

BY

**Huda Khalis Kareem Al-Qaysi**

(B.Sc. Building and Construction Engineering department 2007)

Supervised by

**Prof. Dr. Hussein Hameed Karim**

**Assist. Prof. Dr. Zeena Waleed Samuel**

June 2017

Ramthan 1438

## ABSTRACT

Gypseous soils often called collapsible soils are characterized by decreasing strength upon wetting, become problematic and undergo large settlement.

The main purpose of the work is to conduct a series of model tests to withstand on the ability of soil improvement techniques to treat the collapsible soil by investigating the reduction of settlement and the improvement in bearing capacity of the entire system.

Samples of disturbed normal gypseous soil with 30% gypsum content were brought from Ain Al-Tamur (SW Karbala, Iraq) and used. Grain size distribution, as well as physical, chemical properties and X-ray diffraction for the soil were measured. The model setup used for testing includes steel frame and axial loading. The dimensions of the soil tank are (60×60×75) cm. A rigid square steel base plate (20×20×1) cm was used to model footing. In this work, a comprehensive laboratory investigation was undertaken to study 15 different model tests performed for stabilization of gypseous soil that subjected to static vertical load which can be grouped into 6 categories as follows: placing a footing on the surface of soil bed (untreated soil); reinforcement of native soil by geogrid; embankment; reinforced embankment; stone columns (ordinary and encased); piled (column) embankment.

On the light of experimental tests and analyses of these model tests, it is found that, the settlement ratio of the untreated soil increases linearly with an increase of stress and the mode of failure seems to be local shear failure.

A reduction in settlement with high bearing capacity was noticed after using single geogrid layer reinforcement as compared with the case of unreinforced soil. The bearing ratio is increased when the single geogrid layer depth increases, with optimal depth was at depth B (bearing improvement ratio

=1.29). Also, increasing the number of geogrid layers results in a decrease in collapse settlement ratio, and an increase in the bearing ratio as compared with untreated soil. The optimal depths for using double geogrid layers was  $(2/3) B$  and  $B$  (bearing improvement ratio =1.41). Similar enhanced values are obtained for settlement reduction ratio.

The results show a noticeable increase in bearing ratio by using ballast layer. The maximum bearing ratio was observed when the geogrid layer placed at the middle of ballast layer compared to the geogrid placed at the interface between the ballast layer and gypseous soil. When the geogrid layer was incorporated with the ballast and placed at the bottom along the interface and middle plane, a remarkable increase in bearing improvement ratio was noticed.

It can be noticed that the bearing ratio increases from 0.75 for untreated soil to 1.17 and 1.25 for the case of ordinary and encased stone columns respectively , reaching to bearing improvement ratio of 1.66 for encased stone columns. The settlement reduction ratio was around 0.5, without any significant effect observed between ordinary and encased stone columns.

An increase was achieved in bearing ratio using reinforced ballast layer incorporated with stone columns compared with corresponding models without stone columns. Pronounced decrease in the settlement reduction ratio under the combined effect of ballast reinforced with two geogrid layers incorporated with ordinary stone columns is noticed to be 0.35.

In bearing capacity for soil treated by ordinary stone columns insignificant increase is observed or encased stone columns with ballast reinforced by two geogrid layers of the same configuration. While, a decrease in settlement reduction ratio due to combined effect of reinforced ballast layer incorporated with encased and ordinary stone columns was found to be 0.32 to 0.35 respectively.

## الخلاصة

تتميز الترب الجبسية التي غالبا ما تسمى بالترب الانهيارية بانخفاض مقاومتها عند الترطيب، وتصبح تربة ذات مشاكل وتعرض لهطول كبير. ان الغرض الرئيسي من هذا العمل هو اجراء سلسلة من الاختبارات النموذجية التي تبين قدرة تقنيات تحسين التربة لعلاج التربة القابلة للانهيار من خلال تحقيق تقليل في الهطول وتحسين في قدرة تحمل النظام بأكمله.

استخدمت عينات من التربة الجبسية الطبيعية المخلخلة ذات محتوى جبسي قدره ( 30 % ) أخذت من منطقة عين التمر (جنوب غرب كربلاء، العراق). تم قياس التوزيع الحجمي لحبيبات التربة وكذلك الصفات الفيزيائية والكيميائية وحيود الأشعة السينية للتربة. اشتمل إعداد النموذج المستخدم للاختبار على إطار حديدي لفحص التربة ومنظومة التحميل المحوري. كانت أبعاد خزان التربة هي (60 × 60 × 75) سم. واستخدمت لوحة حديدية ذات قاعدة مربعة بأبعاد (200 × 200 × 10) ملم لتمثل الأساس. في هذا العمل، إجريت تحريات مختبرية شاملة لدراسة 15 نمودجا اختباريا مختلفا لتحري استقرارية التربة الجبسية المعرضة الى حمل عمودي ثابت ويمكن تصنيفها في 6 فئات على النحو التالي: وضع أساس (footing) على سطح طبقة التربة (التربة غير المعالجة) ؛ تسليح التربة الأصلية بواسطة المشبكات البلاستيكية (geogrid)؛ وجود تعلية أو سده (embankment) ؛ تسليح السده؛ الأعمدة الحجرية العادية والمغطاة (OSC و ESC)؛ تعلية سده بركيزة (عمود) (piled embankment).

على ضوء الفحوصات المختبرية والتحليلات لفحوصات الموديل (النموذج)، وجد ان نسبة الهطول تزداد خطيا بزيادة الاجهاد للتربة غير المعالجة ويبدو ان نوع الفشل هو فشل قصي موقعي.

لوحظ انخفاض في الهطول مع قدرة تحمل عالية بعد استخدام طبقة مفردة من مشبكات التسليح (geogrid) مقارنة مع التربة غير المسلحة. وتزداد نسبة التحمل مع زيادة عمق طبقة المشبك البلاستيكي المنفردة، ويقع العمق الأمثل على مسافة تساوي عرض الأساس  $B$  ( $BIR=1.29$ ). كما ان زيادة عدد طبقات مشبكات التسليح تؤدي إلى انخفاض في نسبة الهطول، وزيادة في نسبة التحمل مقارنة مع التربة غير المعالجة. وجد ان العمق الأمثل لاستخدام طبقات مشبكات التسليح المزدوجة هو  $[B + (3/2)B]$  ( $BIR=1.41$ ). وتم الحصول على قيم تحسين مماثلة في نسبة تحسين التحمل ونسبة تقليل الهطول.

تظهر النتائج وجود زيادة كبيرة في نسبة التحمل عند استخدام طبقة الحصى المرصوف (ballast) وقد لوحظت نسبة التحمل القصوى عند وضع طبقة المشبك البلاستيكي في منتصف طبقة الحصى المرصوف بالمقارنة مع الشبكة الموضوعية في الحد الفاصل (interface) بين طبقة الحصى

المرصوف والتربة الجبسية. وعند مشاركة طبقة الشبكة مع طبقة الحصى المرصوف بوضع شبكة اخرى في الأسفل على طول الحد الفاصل وعلى المستوي الوسطي، لوحظ وجود زيادة ملحوظة في نسبة تحسين التحمل.

ويمكن ملاحظة الزيادة في نسبة التحمل من 0.75 للتربة غير المعالجة إلى 1.17 و 1.25 في حالة الأعمدة الحجرية العادية والمغطاة ( OSC و ESC ) على التوالي مع نسبة تحسين في التحمل قد تصل الى 1.66 للأعمدة الحجرية والمغطاة (ESC) وكانت نسبة التخفيض في الهطول نحو 0.5 بدون أي تأثير كبير ملحوظ بين الأعمدة الحجرية العادية والمغطاة ( OSC وESC ).

وقد تحققت زيادة في نسبة التحمل باستخدام طبقة الحصى المرصوف المدعمة بمشاركة الأعمدة الحجرية بالمقارنة مع نماذج بنفس الترتيب ولكن بدون أعمدة حجرية. ويلاحظ انخفاض واضح في نسبة تقليل الهطول تحت التأثير المشترك لطبقة الحصى المرصوف المدعمة بمشاركة طبقتين من المشبكات البلاستيكية والأعمدة الحجرية العادية لتصل الى 0.35.

لوحظت زيادة ضئيلة في سعة التحمل على التربة المعالجة بواسطة الأعمدة الحجرية العادية أو المغطاة ( OSC أو ESC ) مع طبقة الحصى المرصوف المدعمة بمشاركة طبقتين من المشبكات البلاستيكية ولنفس الترتيب. في حين وجد انخفاض في نسبة تقليل الهطول بسبب التأثير المشترك لطبقة الحصى المرصوف المعززة بواسطة الأعمدة الحجرية العادية والمغطاة ويكون بحدود 0.32-0.35 على التوالي.



جمهورية العراق  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
الجامعة التكنولوجية  
قسم هندسة البناء والإنشاءات

## تثبيت التربة الجبسية باستخدام تقنيات معالجة مختلفة

### رسالة

مقدمة إلى قسم هندسة البناء والإنشاءات كجزء من متطلبات نيل درجة  
ماجستير علوم في هندسة البناء والإنشاءات  
(الهندسة الجيوتكنيكية)

من قبل

**هدى خالص كريم القيسي**

بإشراف

**الأستاذ الدكتور حسين حميد كريم**

**الأستاذ المساعد الدكتور زينة وليد صموئيل**

حزيران/2017

رمضان/١٤٣٨