

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



# **A LABORATORY AND NUMERICAL STUDY ON NATURAL IRAQI SOFT CLAYEY SOIL**

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:

**Rula Fuad Ibrahim**

B.Sc. (Building and Construction Engineering Department, 2012)

Supervised by:

**Prof. Dr. Mohammed Y. Fattah**

**Assist. Prof. Dr. Nahla M. Salim**

December 2014

Rabi` Al-Awaal 1436

# ABSTRACT

The aim of this research is to gain a more thorough understanding of how soft clays can be modelled and predicted more accurately with respect to primary consolidation settlements by using finite element analysis, and how to cope with uncertainties that follow the selection of soil parameters drawn from standard soil investigation reports. The testing program includes determination of water content, specific gravity, particle size distribution by sieve analysis and hydrometer and Atterberg limits. The program also includes compaction test on soil samples, unconfined compression test, consolidation test and triaxial compression test on samples prepared at different water contents.

The natural soil used in this study is a brown soft clay soil brought from “Al-Sadar’s Sewerage Net Project” in Al-Sadder site east of Baghdad city and taken from a depth (2-4) m below the surface. Standard tests were performed to determine the physical and chemical properties of the soil. The grain size distribution of the soil used revealed that the soil is composed of (6.9 %) sand, (93.1%) fines (silt and clay). Soil classification (CL) is according to the Unified Soil Classification System (USC). The finite element method is utilized to solve geotechnical problems including this soil.

Two material models are adopted; Mohr-Coulomb and Soft Soil model. The first case included embankment on soft soil, the second case study included loading of a strip footing of two-layer soil which consists of the soil tested. To compare the strength and weakness of the two material models properly, a finite element computation is performed with the PLAXIS 2D software for two cases of study. The case study 1 comprises a 200 day consolidation analysis of embankment which is assumed to be constructed of the soil tested.

The design parameters adopted by two failure criteria; Mohr-Coulomb and Soft Soil model were determined experimentally for a soil from Baghdad city. The initial water content of soil samples play controlling role in determination of soil strength and compressibility. As the water content is increased from 15% to 25%, the undrained cohesion is halved. On the other hand, the initial tangent modulus decreases five times for same change in water content. Consolidation settlement analyses for soft clays experiencing virgin compression should always be computed with an advanced constitutive model that can incorporate a logarithmic compression feature and a plastic hardening behavior.

As can be seen when analyzing the two case studies, projects with soft clay subjected to virgin compression should benefit from the implementation of the soft soil model during consolidation computations rather than the Mohr-Coulomb model. Especially in case study two, it was shown that the magnitude of consolidation settlements was much larger for the soft soil model than any other method; the soft soil model seems to predict more accurate settlements than the Mohr-Coulomb model.

## الخلاصة

الهدف من هذه الدراسة هو الحصول على فهم مستفيض عن كيفية تمثيل الترب الطينية الرخوة وكيف يمكن تنبؤ سلوكها بدقة نسبة الى هبوط الانضمام الاولي بأستعمال التحليل بالعناصر المحددة، وكيفية التعامل مع عدم الدقة في اختيار معاملات التربة المستحصلة من تقارير التربة القياسية.

يتضمن برنامج الفحوصات ايجاد محتوى الرطوبة والوزن النوعي وتوزيع احجام الحبيبات بالتحليل المنخلي والمكثاف وحدود اتربرغ . ويتضمن البرنامج ايضاً فحص الرص على نماذج التربة وفحص الانضغاط غير المحصور وفحص الانضمام وفحص الانضغاط ثلاثي المحاور على نماذج تم تحضيرها بمحتويات رطوبة مختلفة.

التربة الطبيعية في هذه الدراسة عبارة عن تربة طينية رخوة بنية اللون جلبت من مشروع شبكة مجاري مدينة الصدر شرق مدينة بغداد حيث اخذت نماذج من عمق (٢-٤) امتار تحت سطح الارض الطبيعية، واجريت فحوصات قياسية لايجاد الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة. بيّن توزيع احجام الحبيبات ان التربة مؤلفة من (٦,٩)% رمل و(٩٣,١) % مواد ناعمة ( غرين وطين ) وان تصنيف التربة هو (CL) حسب نظام تصنيف التربة الموحد. واستعملت طريقة العناصر المحددة لحل مسائل جيوتكنيكية تتضمن استعمال هذه التربة.

تم اعتماد نموذجين لتمثيل سلوك التربة هما (مور-كولومب) و(نموذج التربة الرخوة). وتضمنت الحالة الاولي دراسة سدة ترابية على تربة رخوة، في حين تضمنت الحالة الثانية تحميل اساس شريطي على طبقتين من التربة يتألف كلاهما من تربة الدراسة المفحوصة، ولغرض مقارنة نقاط القوة والضعف للنموذجين بشكل صحيح اجريت حسابات بطريقة العناصر المحددة بأستخدام برنامج الحاسبة PLAXIS 2D لحالتي الدراسة.

حالة الدراسة الاولي تشمل تحليل انضمام لمدة (٢٠٠) يوم لسدة ترابية يفترض انها انشأت من نفس التربة المفحوصة.

ان المعاملات التصميمية المتبنية للنموذجين الرياضيين: (مور-كولومب) و(نموذج التربة الرخوة) قد تم ايجادها مختبرياً لتربة من مدينة بغداد. وقد وجد ان محتوى الرطوبة الابتدائي لنماذج التربة يلعب دوراً حاكماً في ايجاد مقاومة القص والانضغاطية. فعندما يزداد محتوى الرطوبة من ١٥% الى ٢٥% تقل قيمة التماسك غير المبزول الى النصف، من ناحية اخرى يزداد معامل المرونة المماسي خمس مرات لنفس التغيير في محتوى الرطوبة. ان حسابات هبوط الانضمام للترب الطينية باستعمال نموذج علاقة تكوينية متقدم يمكنه التعامل مع العلاقة اللوغاريتمية للانضغاط والسلوك اللدن المتصلب، وكما لوحظ من دراسة حالتي الدراسة ان المشاريع التي تتعامل مع نموذج التربة الرخوة المعرضة الى انضغاط أكبر يجب ان تستفيد من نموذج التربة الرخوة خلال حسابات الانضمام بدلاً من نموذج مور-كولومب. وبشكل خاص في حالة الدراسة الثانية، وجد ان مقدار هبوط الانضمام كان اكبر بكثير عند حساب نماذج التربة الرخوة مقارنة مع بقية النماذج، حيث يبدو ان هذا النموذج يعطي قيماً ادق للهبوط من نموذج مور-كولومب.



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

## دراسة مختبرية والنمذجة العددية على التربة الطينية الرخوة العراقية الطبيعية

رسالة

مقدمة الى قسم هندسة البناء والإنشاءات – الجامعة التكنولوجية  
كجزء من متطلبات نيل درجة الماجستير  
في علوم هندسة البناء والإنشاءات – هندسة الجيوتكنيك

من قبل:

رُلى فؤاد إبراهيم

بكالوريوس (هندسة البناء والإنشاءات، ٢٠١٢)

بإشراف:

أ.د. محمد يوسف فتاح

أ.م.د. نهلة محمد نوري