جامعة الموصل

كلية الهندسة

تأثير محاليل ملحية وحامضية على ديمومة بعض الصخور الجيرية في مدينة الموصل

رسالة تقدمت بها

هديل محمد صالح عثمان محمد الباچچي

إلى

مجلس كلية الهندسة - جامعة الموصل

وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير علوم في الهندسة المدنية / ميكانيك التربة

بإشراف

الأستاذ الدكتور

سهيل إدريس عبد القادر خطاب

1433هـ **2012م**

الخلاصة

تكمن أهمية هذه الدراسة في استخدام الصخور الجيرية المختارة من ثلاث مناطق مختلفة محيطة بمدينة الموصل والتي لم يتم استغلالها مسبقا قبل عام 2003 لأعمال البناء. حاليا لا يكاد يقام بناء إلا ويستخدم فيه الحجر الجيري كمادة رئيسية في هيكل البناء أو للعزل الحراري أو لأغراض تغليف الجدران الداخلية والخارجية لما تتمتع به هذه الصخور من مواصفات ملائمة لهذا الغرض.

تضمن هذا البحث دراسة بعض الخصائص الفيزيائية والميكانيكية والديناميكية لصخور الحجر الجيري المأخوذة من مقالع (باعذرا، شارع بغداد و الورشان). إضافة إلى دراسة ديمومة الصخور الجيرية والتي تعد الهدف الرئيسي من هذه الدراسة، من خلال تعريض هذه الصخور إلى دورات عديدة من الترطيب والتجفيف (wetting/drying) عن طريق فحص قابلية التآكل (slake-durability test) باستخدام محاليل ملحية وحامضية بتراكيز مختلفة إضافة إلى استخدام الماء المقطر. تم أيضا دراسة خصائص التشبع الجزئي (unsaturated properties) لهذه الصخور والتي تشمل الخاصية الشعرية (capillary characteristic) ومنحني قابلية الاحتفاظ بالماء (water retention curve).

أظهرت النتائج بأن هنالك تباين واضح في خصائص الصخور الجيرية بين المقالع الثلاثة وكذلك بين صخور المقلع الواحد. حيث تم تصنيف الصخور الجيرية لكل مقلع إلى صنفين استنادا إلى الخصائص التي تم إيجادها لهذه الصخور. فقد تبين من خلال نتائج الفحوصات التي تم التوصل إليها ومقارنتها مع تصانيف بعض الباحثين أنه بالإمكان تصنيف النماذج الصخرية إلى صخور ضعيفة جدا_ ضعيفة (very weak-weak)، ضعيفة_ متوسطة (weak-medium) ومتوسطة_ قوية (medium-strong) للنماذج (A,C)، (E.F)، (B,D) على التوالي. كما أظهرت نتائج هذه الدراسة بأن التجوية التي تعرضت لها هذه الصخور من خلال إجراء فحص الديمومة أدت بشكل عام إلى إضعاف التركيب الداخلي لها تحت تأثير جميع المحاليل التي تم استخدامها، تم ملاحظة ذلك من خلال حساب نسبة الفقدان بالوزن و نسبة الانخفاض في مقاومة التحميل النقطي والتي تراوحت قيمهم بين (14%-7) و (25%-15) على التوالي للنماذج الصخرية المعاملة بالماء المقطر بعد عشر دورات. بينما تختلف هذه الحالة عند معاملة الصخور مع المحاليل الملحية، وذلك لاختلاف كمية الملح المترسب داخل مسام الصخرة والتي لكل منها مسامية

تختلف عن الأخرى، ويظهر تأثير هذه الأملاح بشكل واضح مع زيادة عدد دورات الترطيب والتجفيف التي تؤدي فيما بعد إلى إضعاف الصخرة، إذ تزداد أيضا عمليات الإذابة وإعادة التبلور للأملاح، وبذلك يزداد الضغط المسلط على جدران المسام (Crystallization Pressure) ما يؤدي ذلك إلى ازدياد الشقوق داخل الصخرة وبالتالي تصبح الصخرة أقل قوة ووزنا. لوحظ أيضا بأن الصخور المعاملة بالحوامض المخففة تكون مقاومتها أعلى نتيجة لإذابة الأطوار الكاربوناتية واستبدال معادن الصخرة بمعادن أخرى أقل قوة وتؤدي بدورها فيما بعد إلى زيادة حجم الصخرة نتيجة لتبلورها مولدة بذلك إجهادات ضغط على الصخرة ربما تصبح هذه كبيرة بما يكفي لإحداث شقوق داخلها، فضلا عن كون مستوى التقائهما يمثل مستوى ضعف للصخرة. وقد لوحظ أيضا من خلال معاملة الصخور بجهاز الديمومة لمدة (20 و 30 دقيقة) بأن تدهور الصخرة يزداد بزيادة فترة تعرض هذه الصخور لعملية التجوية. من جهة أخرى بينت نتائج مقاومة التحميل النقطي للنوع A والمعامل بالمحاليل الملحية المشبعة بعد أن تم غسلها انخفاضا كبيرا في قيمها، إذ بلغ مقدار الانخفاض (35%) و (85%) لكل من النماذج الصخرية المعاملة بمحلول كبريتات الكالسيوم $CaSO_4$ و كبريتات المغنيسيوم $MgSO_4$. وأخيرا أوضحت نتائج خصائص التشبع الجزئي بأن الصخور الحاوية على نسبة عالية من المسامات تمتلك معامل ارتفاع ماء عالي (Capillary height coefficient) بالخاصية الشعرية بالإضافة إلى قابليتها العالية على امتصاص الرطوبة كصخور باعذرا. إذ وصل هذا المعامل للنوع A و B إلى (1.0 √min/ cm و 0.833) على التوالي، بينما النماذج (C, D, E, F) كان مقدار المعامل لها أقل من النوع A بمقدار (47.0, 79, 74, 73%) على التوالي.

Abstract

This study shows the importance of limestone selected from three different localities in Mosul which have not been exploited yet before 2003 for building works. Wherever there is a building there must be a use of limestone as a main material for the skeleton of that building or for external garment purposes, as these stones have suitable properties.

This study consists of some properties: physical, mechanical and dynamic for limestone from the three quarries. The research includes also study the durability of limestone which is the main aim of it, through subjecting these rocks to many cycles of wetting and drying by slake-durability apparatus, using salts and acids solutions in addition to the use of distilled water. The unsaturated properties have also been studied for these rocks including the capillary characteristic and water retention curve (W.R.C).

The results showed clear variation in the properties of limestone between three quarries and within these of every quarry. Rocks studied have been classified into two types according to the properties of these rocks. Generally, these rocks could be classified according to some researchers as (very weak_weak), (weak_medium) & (medium_strong) for specimens rocks (A,C), (E,F), (B,D) respectively. The weathering which these rocks has been subjected through the durability test under different liquids causes to deterioration of these rocks. Where, reached the rate of weight loss and the reduction in strength after 10 cycles to (7.0-14.0%) & (15-25%) respectively for these rocks which were treated with distilled water; While differ these ranges when treatment specimens of rocks with salts solutions, this is attributed to variance amount of salt precipitate inside porous stones, due to difference of the porosity values for these rocks. The effect of salts shows clearly when the increase of wetting/drying cycles which lead to increase in weight loss for specimens due to increase of dissolution/ recrystallization of salts, which apply stress on the wall of porous stones and lead to a weight and strength reduction of the rocks. Also, it was observed that the

strength for the rocks which were treated with diluted acids solutions was higher, due to dissolution of a certain minerals forming the rock and attributed to that the strength of the ($CaSO_4$ & $Ca(NO_3)_2$) in general is less than the strength of limestone, furthermore, the limestone gypsum & limestone calcium nitrate interface planes formed the weakest planes within the materials. Also, it was observed that the rock deterioration increases with the increase of the period of these rocks which are subjected to weathering processes. On the other sides, the results showed high reduction in the point load strength for treatment rocks (type A) with saturated salts solution after their washing, where reached this reduction to (35%) & (85%) for each of **$CaSO_4$** & **$MgSO_4$** respectively. The properties of unsaturated properties showed that rocks containing high rate of porosity have high capillary height coefficient in addition its ability to absorbed of moisture as in Baathra rocks, where reached this coefficient for type A & B to (1.0 & 0.833 cm/√min) respectively, while this coefficient for specimens rocks (C,D,E & F) was less about (47, 79, 74 & 73%) respectively when compared with type A.

University of Mosul

College of Engineering

Effect of Salts and Acids Solutions on the Durability of some Limestone in the City of Mosul

A Thesis Submitted

By

Hadeel Mohammed Saleh Othman Mohammed AL-Pachachy

To

The Council of College of Engineering

University of Mosul as partial fulfillment of the

Requirements for the degree of M.Sc.

In

Civil Engineering

Supervised by

Dr.Suhail Idrees A.Khattab

2012 A.D. **1433A.H.**