دراسة و تحسين مقاومة انضغاط الخرسانة الحاوية على نسب عالية من الاملاح[+]

AN APPORXIMATE METHOD TO IMPRORVEEMENT THE COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE CONTAINING HIGH PERCENTAGE OF SULPHATE

هاشم نعمه طعمه[*]

المستخلص

ان البحث الحالي موجه بالاساس لدراسة مشكلة تعرض الخرسانة للتأثير الداخلي لأملاح الكبريتات المتواجد في المواد الاولية المستعملة في تكوين الخرسانة .اعتمد البحث على استعمال ركام ناعم حاوي على نسب عالية من املاح الكبريتات ، لغرض دراسة تاثير النسب المختلفة من كبريتات الكالسيوم المائية($CaSO_4.2H_2O$)على مقاومة انضغاط الخرسانة ، حضرت نماذج فحص مقاومة الانضغاط للخرسانة وذلك باستعمال مكعبات ذات أبعاد تساوي (100) ملم وبنسب خلط 4:2:1 وزنا ونسبة ماء لـ سمنت مساوية الـ (0.5) وقد اضيفت كبريتات الكالسيوم المائية ($CaSO_4.2H_2O$)كمصدر للاملاح الداخلية .اظهرت النتائج بان استعمال ركام ناعم حاوي على نسب عالية من املاح الكبريتات يؤدي الى نقصان حاد بمقاومة الانضغاط وخاصة في الاعمار المتأخرة حيث ان الخرسانة الحاوية على أملاح الكبريتات ($SO_4^{''}$) بنسب 3% , 5% , 7% من وزن الرمل تسبب نقصان بمقاومة الانضغاط بعمر 28 يوم مساوي لـ 50.9% ,65,5% , 66.7 % على التوالي ، كذلك اظهرت النتائج بانه يمكن استعمال ركام ناعم حاوي على نسب عالية من املاح الكبريتات بدون نقصان بمقاومة انضغاط الخرسانة وذلك بزيادة كمية السمنت بنسب معينة داخل الخليط ، حيث تبين النتائج ان زيادة نسبة السمنت بنسبة 3% , 9% , 11% للخرسانة الحاوية على نسب املاح (3%,5%,7%)من وزن الرمل المستعمل على التوالي يؤدي الى المحافظة على مقاومة انضغاط الخرسانة بأعمار 60,28يوم وبشكل مساوي الى مقاومة انضغاط الخرسانة المرجعية(بدون املاح) .

ABSTRACT

The main object of the present work is to study the effect of internal sulphate($So_4^{''}$) which is present in the concrete raw materials .Natural calcium sulphate hydrate (Gypsum($CaSO_4.2H_2O$)) was used as a source of internal sulphate ($So_4^{''}$). In order to study the effect of various percentages of culcium sulphate ($CaSO_4.2H_2O$) on the properties of the hard concrete , specimens were prepared for compressive strength test , in the formed of (100mm) concrete cubes with selective mix proportionas of 1:2:4(1 cement : 2Sand : 4 gravel) by weight and water/cement ratio of 0.5 Also high percentage of calcium sulphate was added to the concrete mixes.Results have shown that the compressive strength of concrete at 28 days after curing , decreases by 50.9% , 65.5% , 66.73% when added calcium sulphateis in 3% , 5% , 7% by weight of sand to concrete mixes , respectively .

Also results have shown that when increasing the percentage of cement content by 3% , 9% , 11% in concrete mixes ,which contain calcium sulphates in 3% , 5% , 7% by weight of sand ,the compressive strength of concrete at 28 and 60 days does not decrease and has the same compressive strength of concrete without sulphates

[+] تاريخ استلام البحث ٢٠٠٦/٤/٢٠ تاريخ قبول النشر ٢٠٠٨/١/٣٠

[*] مدرس / القسم المدني / معهد التكنولوجيا – بغداد

المقدمـــة

مما لاشك فيه بان مقاومة الخرسانة تعتبر من الخصائص الاساسية التي تعتمد عليها المواصفات والسيطرة النوعية في تقدير تاثير العوامل المختلفة .ان تواجد املاح الكبريتات كجزء من المواد الداخلة في تكوين صناعة الخرسانة يشكل خطراً جسيماً على تحمل الخرسانة للظروف المخصصة من اجلها .

من الدراسات المختصة في هذا المجال ما قام به الباحث Hobbs [1] لتوضيح سلوك مونة السمنت الحاوية على املاح الكبريتات ، كذلك ما قام به الباحث Lerich[2] بدراسة تاثير كبريتات الكالسيوم المضافة خلال تكوين الخرسانة على مقاومة الانضغاط وحرارة الاماهة والتغير الطولي وباعمار مختلفة كذلك ما قام به الباحث Al-Kualaf [3] بدراسة تاثير اضافة كبريتات الصوديوم والمغنيسوم الصناعيةالمضافة كجزء من الرمل المستخدم للتعبير على تاثير الاملاح الداخلية في الرمل على مقاومة انضغاط نماذج خرسانية معمولة من السمنت العادي وبنسب خلط مختلفة هناك دراسة اخرى قام بها الباحث أحمد [4] لدراسة تاثير املاح الكبريتات في الرمل والجو الحار على الخرسانة ومونة السمنت الحاوية على البوزلانا ، وهناك دراسة قام بها الباحث الزيوري [5]لدراسة تاثير الاملاح والمواد الناعمة المتواجدة في الرمل على خواص الخرسانة .

ومن الدراسات التي اجرها الباحثAl-samarai [6]حول تاثير الاملاح الداخلية على خواص الخرسانة والتي تناول فيها تاثير الكبريتات ونوع السمنت و C_3A على التغير الطولي ومقاومة الانضغاط لمونة السمنت .

وهناك دراسة قام بها الباحث توفيق[7] حول التاثير الخارجي والداخلي لأملاح الكبريتات على خواص الخرسانة .

وكذلك ما قام به الباحثانHeller & Ben-yair [8]حول دراسة التاثير الخارجي لأملاح الكبريتات على خواص الخراسنة ومونة السمنت .وكذلك الدراسة لتي قام بها الباحثانPrice & Petrson [9] حول تاثير البيئة الحاوية على كميات كبيرة من املاح الكبريتات على متانة الخرسانة ومونة السمنت عند استعمال انواع مختلفة من السمنت والمخلوط بالوزلانا وذلك بقياس مقدار التغير الطولي والوزني.وكذلك قام الباحثانNiller & Manson [10]بدراسة لمعرفة تاثيراملاح الكبريتات على نماذج خراسانية حاوية على انواع من السمنت البورتلندي .تم دراسة تحسين متانة الخرسانة ذاتية الرص باستخدام المواد الملدنة الفائقة من قبل الباحثانKrumbach & Seyfarth [11] .وهناك دراسة قامت بها الباحثة خليل[12]حول تحسين مقاومة الخرسانة ذاتية الرص ومتانتها والمعرضة لأملاح الكبريتات والكلوريدات الخارجية .ان البحث الحالي موجه بصورة رئيسية لدراسة تاثير استعمال الركام الناعم الحاوي على نسب عالية من املاح الكبريتات على مقاومة انضغاط الخرسانة وكذلك دراسة امكانية تحسين مقاومة انضغاط الخرسانة نتيجة استعمال هذا النوع من الركام الناعم في صناعة الخرسانة وذلك بزيادة كمية السمنت داخل الخليط .

٢ – مراحل العمل :-

أ- المواد الاولية :-

١- السمنت :- استعمل السمنت العادي المنتج من قبل شركة السمنت العراقية .

٢- الركام الناعم :- استعمل ركام ناعم مستخرج من مقالع كربلاء المطابق للمواصفة العراقية (رقم 45) لسنJة 1984 [13] ضمن منطقة التدرج الثالثة و ذو وزن نوعي مساوي الى 2.6وجدول تدرج رقم (1) مبين بالملحق رقـــم (1). علماً ان الركام المستخدم كان جاف السطح وغير مشبع وذلك بتجفيفه بالفرن بدرجـــة100-110 $م^0$ لمـــدة ٢٤ ساعة ومن ثم تبريده واستعماله.

٣- الركام الخشن :- استعمل ركام حصى مدور من مقالع تكريت مطابق للمواصفة العراقية (رقم 45) لسنة

١٩٨٤ [13] وذو مقاس اقصى مساوي الى (10 ملم) وذو وزن نوعي مساوي الى 2.66 و جدول تدرج رقم (2) مبين بالملحق رقم (1) علما أن الركام المستخدم كان جاف السطح وغير مشبع حيث تم تجفيفه بالفرن بدرجة حرارة 100-110 م^0 لمدة ٢٤ ساعة ومن ثم تبريده واستعماله في الخلطات .

٤- ماء الخلط :- استعمل الماء الصالح للشرب كماء خلط في جميع الخلطات الخرسانية .

٥- الاملاح :- استعملت املاح الكبريتات($SO_4^{''}$) (كبريتات الكالسيوم المائية($Caso_4.2H_2O$)) كمصدر لأملاح الكبريتات .

ب- تحضير النماذج :- لغرض دراسة تأثير الاملاح الداخلية على مقاومة انضغاط الخرسانة تم تحضير خلطة خرسانية بنسب 4:2:1 وزنا وبنسبة ماء/ سمنت مساوية الـ (0.5) وتم تحضير النماذج بشكل مكعبات بأبعاد تساوي لـ(100)ملم وتم صب النماذج بشكل طبقات ارتفاع الطبقة(50) ملم وترص بواسطة الهزاز المنضدي لمدة (10-15) ثانية وبواقع ثلاثة نماذج لكل فحص [14] وباعمار 60,28,7 يوم وعولجت باحواض حاوية على الماء الصالح للشرب وبدرجة حرارة المختبر لحين وقت الفحص وكانت الخلطات بالشكل التالي :-

١- خلطة خرسانية مرجعية وبدون املاح و ان عدد نماذج الفحص كان مساوي لـ (9) نماذج.

٢- خلطة خرسانية حاوية على املاح الكبريتات الداخلية وبنسب 3%,5%, 7% من وزن الرمل المستعمل و ان عدد نماذج الفحص كان مساوي لـ(27) نموذج .

٣- خلطة خرسانية حاوية على املاح الكبريتات الداخلية وبنسب3%,5%, 7% من وزن الرمل المستعمل مع زيادة كمية السمنت بنسبة:- (1% , 3% , 5% , 7% , 9% , 11%) لكل نسبة من نسب املاح الكبريتات المذكورة آنفاً و ان عدد نماذج الفحص لهذه المرحلة كان مساوي لـ(168) نموذج .

النتائج

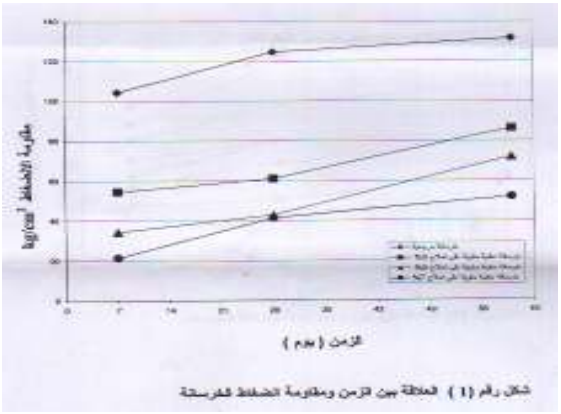
- تم قياس عامل الرص لجميع الخلطات وكان مساوي لـ (0.79) لجميع الخلطات مما يشير بان قابلية التشغيل كانت واطئة جدا نتيجة نسبة الماء الى السمنت الواطئة نسبياً .
- الشكل (1) يبين العلاقة بين مقاومة الانضغاط وعمر الخرسانة ومن الجدول يتبين بان استعمال ركام ناعم حاوي على نسبة املاح الكبريتات بنسبة 3% , 5% , 7% من وزن الرمل يؤدي الى نقصان بمقاومة انضغاط الخرسانة بعمر 28 يوم مساوي لـ 50.9% , 65.5% , 66.73 % على التوالي والسبب يعود الى ان املاح الكبريتات تهاجم المركبات الضعيفة بالسمنت وهي الومينات الكالسيوم الثلاثية (C_3A) ، والومينات الكالسيوم الرباعية الحديدية (C_4AF) ويكون ناتج التفاعل سلفات الكالسيوم الملحية وهو مركب ملحي هش وقلق وغير مستقر والذي يؤدي الى تمدد وتشقق بجسم الخرسانة وخاصة بالاعمار المتأخرة مما يسبب هبوط مقاومة انضغاط الخرسانة.
- الشكل رقم (2) يبين العلاقة بين مقاومة إنضغاط الخرسانة والعمر للخلطات الحاوية على نسبة املاح 3% من وزن الرمل ويتبين من الشكل بان زيادة نسب السمنت لهذه الخلطة بنسبة 3% يؤدي الى تحسين مقاومة الخرسانة ويوصلها الى مقاومة انضغاط الخرسانة المرجعية(بدون املاح) وبالعمرين 60 و 28 يوم .
- الشكل رقم (3) يبين العلاقة بين مقاومة انضغاط الخرسانة والعمر للخلطات الخرسانية الحاوية على نسبة املاح الكبريتات بنسبة 5% من وزن الرمل ويتبين من الشكل بان زيادة نسبة السمنت بمقدار 9% يؤدي الى تحسن مقاومة انضغاط الخرسانة بالعمرين ٢٨ و ٦٠ يوم ويصلحها الى مقاومة انضغاط الخرسانة المرجعية (بدون املاح) .
- الشكل رقم (4) يبين العلاقة بين مقاومة انضغاط الخرسانة والعمر للخلطات الخرسانية الحاوية على نسبة املاح الكبريتات بمقدار 7 % من وزن الرمل ويتبين من الشكل بان زيادة نسبة السمنت بمقدار 11% يؤدي الى تحسين مقاومة انضغاط الخرسانة ويوصلها الى مقاومة انضغاط الخرسانة المرجعية (بدون املاح) وبالعمرين 60و28 يوم .

- الشكل رقم (5) يبين العلاقة بين نسبة الاملاح الداخلية (كنسبة من وزن الرمل) و النسبة الاضافية من السمنت ومن هذا الشكل يمكن ايجاد كمية السمنت المضافة بصورة تقريبية لأي نسبة من الاملاح الموجودة في الرمل وذلك بتقاطع نسبة الاملاح مع الخط الواصل بين النقاط .ان سبب تحسن مقاومة انضغاط الخرسانة الحاوية على نسب عالية من املاح الكبريتات بزيادة كمية السمنت وللاعمار 7 , 28 , 60 يوم يعود الى ان زيادة كمية السمنت داخل الخليط يؤدي الى زيادة نواتج الاماهة داخل جسم الخرسانة مما يقلل من الفراغات الداخلية بجسم الخرسانة و بالتالي يؤدي الى تحسين مقاومة انضغاط الخرسانة و تعويض النقص الحاصل في المقاومة من جراء وجود تلك الاملاح .

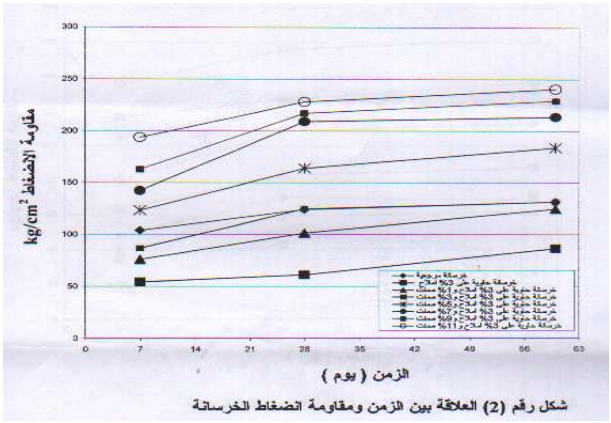
الاستنتاجات

من خلال النتائج التي تم الحصول عليها من هذا البحث يمكن الخروج بالاستنتاجات التالية :-

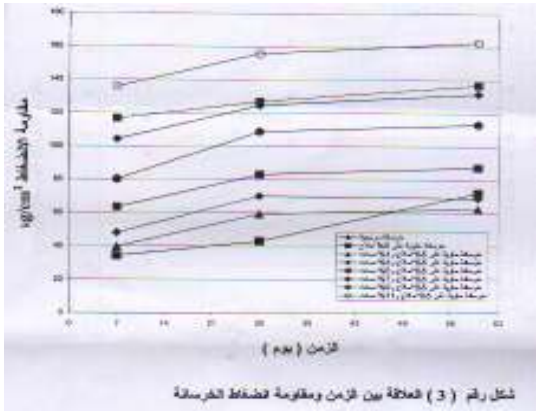
١. انخفاض مقاومة انضغاط الخرسانة بزيادة نسبة املاح الكبريتات الداخلية وبجميع الاعمار .و كانت نسب النقصان بمقاومة انضغاط الخرسانة بعمر (28)يوم مساوية لـ (66.7%,65.5%,50.9%)على التوالي للخلطات الخرسانية الحاوية على نسبة املاح (7%,5%,3%) على التوالي .
٢. زيادة مقاومة انضغاط الخرسانة الحاوية على نسبة عالية من املاح الكبريتات بزيادة كمية السمنت المضافة .حيث ان زيادة نسبة سمنت بنسبة (11%,9%,3%) للخرسانة الحاوية على نسبة املاح (7%,5%,3%) على التوالي تسبب زيادة بمقاومة الانضغاط مساوية الى (66.7%,66%,51%) على التوالي .
٣. ان كمية السمنت المضافة للخلطة الخرسانية الحاوية على نسبة املاح الكبريتات بنسبة 3% من وزن الرمل والتي تحسن مقاومة انضغاط الخرسانة وتصل بها الى مقاومة انضغاط الخرسانة المرجعية (الخالية من املاح) كانت مساوية 3% وبالعمرين 28 و 60 يوم .
٤. ان كمية السمنت المضافة للخلطة الخرسانية الحاوية على نسبة املاح الكبريتات وبنسبة 5% من وزن الرمل المستعمل والتي تحسن مقاومة انضغاط الخرسانة وبالعمرين 60 , 28 يوم والتي تصل بها الى مقاومة انضغاط الخرسانة المرجعية (الخالية من املاح) الكبريتات مساوية الـ 9% .
٥. ان كمية السمنت المضافة للخلطة الخرسانية الحاوية على نسبة من املاح الكبريتات وبنسبة 7% من وزن الرمل المستعمل والتي تحسن مقاومة انضغاط الخرسانة وبالعمرين 28 , 60 يوم والتي تصل بها الى مقاومة انضغاط الخرسانة المرجعية الخالية من املاح الكبريتات كانت مساوية الـ 11% .
٦. كمية السمنت المضافة للخلطة الخرسانية الحاوية على أي نسبة من املاح اقل او مساوياً الى 7% يمكن ايجادها مباشرةً من الشكل رقم (5) .



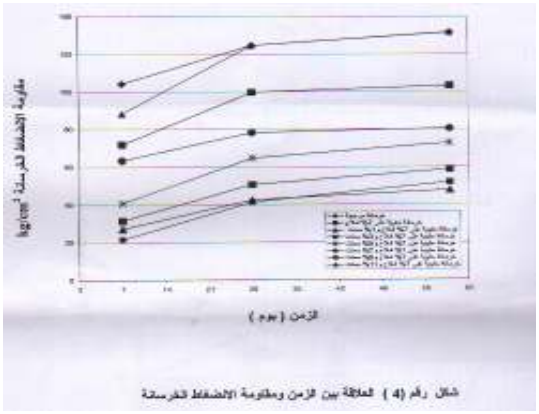
شكل رقم (1) العلاقة بين الزمن ومقاومة انضغاط الخرسانة



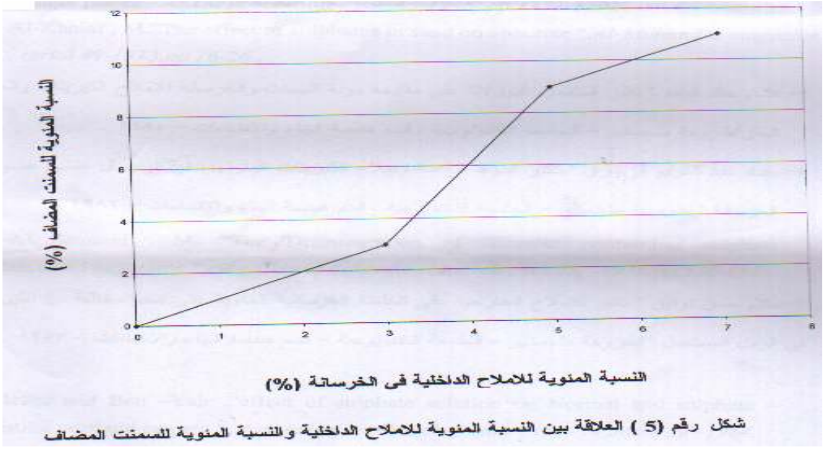
شكل رقم (2) العلاقة بين الزمن ومقاومة انضغاط الخرسانة



شكل رقم (3) العلاقة بين الزمن ومقاومة انضغاط الخرسانة



شكل رقم (4) العلاقة بين الزمن ومقاومة الانضغاط الخرسانة



شكل رقم (5) العلاقة بين النسبة المئوية للاملاح الداخلية والنسبة المئوية للسمنت المضاف

ملحق رقم (١)

: جدول رقم ١: تدرج الركام الناعم

مقاس الفتحة(ملم)	النسب المارة%	حدود المواصفات العراقية رقم 45 لسنة 1984
4.70	95.4	100-90
2.36	86.6	100-85
1.18	77	100-75
0.6	63.2	79-60
0.3	23.2	40-12
0.15	3.4	10-0

جدول رقم ٢: تدرج الركام الخشن

مقاس الفتحة (ملم)	النسب المارة %	حدود المواصفات العراقية رقم 45 لسنة 1984
12	100	100
10	89.6	100-85
5	11.4	25-5
2.36	0	5-0

المصـــــادر

1. Hobbs, D.W., "Expansion and Shrinkage of Over Sulphated Portland Cements " Cement and Concrete Resarch , Vol 8,pp.221-222. 1978
2. Lerch , W."The Influence of Gypsum on the Hydration and Properties of Portlond Cement Pastes " ASTM Proceeding , Vol .46,1946 ,pp.1252-1292 .
3. Al-Khalaf , M."The Effect of Sulphates in Sand on Concrete ",Al-Muhand i Magazine , serial 49,pp 16-26 ,1973

٤.هشام خالد احمد " تاثير استعمال البوزلانا على مقاومة مونة السمنت والخرسانة لاملاح الكبريتات والجو الحار"اطروحة ماجستير , الجامعة التكنولوجية ، قسم هندسة البناء والانشاءات ، ١٩٨٠ .

٥.مقداد عبد الكريم الزيوري، " تاثير المواد الناعمة واملاح الكبريتات المتواجدة في الرمال على خواص الخرسانة " اطروحة ماجستير ، الجامعة التكنولوجية ، قسم هندسة البناء والانشاءات، ١٩٨٢ .

6. Al Samarai , M., "The Disintegration of Concrete Containing Sulphate contaninated aggregate " Magazine of Concrete Resoarch , Vol.28, , ,pp.130-146 1976.

٧. سلام حسن توفيق "، تاثير الاملاح الخارجية على الخلطة الخرسانية الحاوية على نسب مختلفة من الكبريتات في الرمل المستعمل ،" اطروحة ماجستير ، الجامعة التكنولوجية ، قسم هندسة البناء والانشاءات ، ١٩٨٣ .

8. Heller and Ben –Yair ."Effect of Sulphate Solution on Normal and Sulphate–Resisting Portland Cement ", Journal of Applied Chemistry , Vol 14,Januray –1964.

9.Price , C.and peterson , R."Experience with Concrete in Sulphate Environments in western Canada "- Performance of Concrete Resistance of Concrete to Sulphate and other Environmental Conditions Asymposium in Honour of Thorbergur Thorvalson , E.G.Swenson , Technical Editor pp.93-103 1968.

10.Miller,D.G and Manson ,P.W "Test of 106 Commerical Cement for Sulphate Resistance "ASTM Proc. . Vol-40, pp. 988-1006 1990, .

11.Krumbach ,R.,and Seyfarth K.,"Investigation on Durobility of High Reformance Self – Compacting Concrete " http://acpdinwifa.uni-Leipzig.del /Lacer 05,105- pp.47-156 . 2000

١٢.الهام خليل محمد خليل ، " ديمومة الخرسانة عالية الاداء ذاتية الرص المعرضة لمحاليل الكلوريدات والكبريتات " .، اطروحة ماجستير، الجامعة التكنولوجية ، قسم هندسة البناء والانشاءات ، ٢٠٠٥ .

١٣.المواصفة العراقية رقم ٤٥ لسنة " ١٩٨٤" ركام المصادر الطبيعية والمستعملة في الخرسانة والبناء " الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية ، بغداد ، العراق .

14 .B.S 1984: part 116 " Method for Determination of Compressive Strength of Concrete Cubes " British Standoed institution , 3pp,1989 .