خواص الخرسانة المنتجة باستخدام ركام ناعم بمحتوى أملاح اعلى من حدود المواصفة

أسراء يونس جهاد*

تاريخ التسلم:2009/2/16
تاريخ القبول:2009/5/7

الخلاصة

تزايدت مشكلة تواجد الأملاح في الركام الناعم في العراق وأصبحت كافة الجهات التنفيذية تلاقي صعوبات في أيجاد ركام ناعم ذو نسبة أملاح مطابقة للمواصفات المعتمدة.يتناول هذا البحث أمكانية التحكم بمحتوى الركام الناعم في الخلطات الخرسانية بما يؤمن أستخدام ركام ناعم ذو نسبة أملاح أعلى من حدود المواصفه (0.5%) الا انه تم مراعاة ان تبقى نسبة الاملاح الكليه في الخرسانه كنسبة من محتوى السمنت ضمن حدود المواصفه العراقيه رقم45 لسنة1984. تم في هذه الدراسه استخدام خلطه مرجعيه واحدة ذات ركام ناعم مطابق للمواصفه العراقيه من حيث نسبة الاملاح وبعدها تم استخدام ثلاثة خلطات اخرى ذات محتوى ركام ناعم مختلف تدريجيا وذات نسبة املاح في الركام الناعم مختلفة أيضا . اجريت بعض الفحوصات على الخلطات الخرسانيه المنتجه لمعرفة خواصها الميكانيكية. بينت الدراسة انه بالأمكان أستخدام ركام ناعم ذو نسبة أملاح لغاية(2.33%) وبما يؤمن مقاومات أنضغاط وأنشطار و معايركسر بحدود عن (80%) و(94%) و(84%) على التوالي مقارنة بالخلطة المرجعية ولغاية عمر (180) يوم.

The Properties of Produced Concrete by Using Fine Aggregate with Sulphate Content Higher Than Iraqi Specification Limits

Abstract

The sulphate problem in fine aggregate increases with time in Iraq and the construction companies became face a lot of difficulties to find fine aggregate within the specification with regard to sulphate content. This paper studies the possibility of adjusting fine aggregate content in concrete mixes to facilitate using fine aggregate with sulphate content higher than the Iraqi specification limit (0.5%), but the total sulphate content of the mix will be within the specification (I Q S 45, 1984). One reference mix is used in this study with fine aggregate conformed to the specification for sulphate content ,and three other mixes are used with different fine aggregate content and also different sulphate content .Some tests are conducted for these produced mixes to fined their mechanical properties. This study shows the ability of using fine aggregate with sulphate content up to (2.33%) to produce mixes with a compressive strength ,splitting tensile strength ,and modulus of rapture not less than (80%),(94%), (84%) respectively as compared with the refrence mixe at age of (180) days .

Keywords : Internal sulphate in concrete ,sulphate in fine aggregate

• قسم هندسة البناءوالانشاءات, الجامعة التكنولوجية/ بغداد

https://doi.org/10.30684/etj.27.15.19
2412-0758/University of Technology-Iraq, Baghdad, Iraq
This is an open access article under the CC BY 4.0 license http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

المقدمة

_لاتهاجم الأملاح الصلبة الخرسانة , ولكن عند تواجدها على شكل محلول فأنها تتفاعل مع عجينة السمنت حيث تتفاعل الكبريتات مع هيدروكسيد الكالسيوم ومع هايدرات الومينات الكالسيوم مكونة الجبس وسلفو الومينات- الكالسيوم ($CaO.Al_2O_3.3CaSo_4.31H_2O$), وتكون هذه المركبات بحجم اكبر من حجمها قبل التفاعل , ولذلك فأن التفاعلات مع الكبريتات تؤدي الى تولد اجهادات شد في عجينة السمنت المتصلبة .

تظهر الخرسانة المهاجمة من قبل الكبريتات بمظهر مائل للبياض كما أن الضرر يبدأ عادة في الحافات والأركان ويتبعه تشققات وتشظي متزايد يجعل الخرسانة هشة سهلة التفتيت (1).

تتواجد الكبريتات عادة في الرمل بهيئة حبيبات جبس وأن لزيادة نسبة تواجدها في الرمل تأثيرات ضارة على مقاومة الأنضغاط وكذلك ربما على متانة الخرسانة . وفي العراق هناك مقالع رملية واسعة غير مناسبة للأستخدام في الخرسانة لأحتوائها على نسب عالية من الكبريتات الضارة تبدو على شكل حبيبات جبس .

أكد (3) في احدى مقالاته أن محتوى الكبريتات في أغلب الرمال العراقية تكون بنسبة عالية تفوق النسبة المسموح بها في المواصفات(0.5 %) , حيث لايمكن أستخدام هذه الرمال وفقا للمواصفات المعتمدة. وبسبب هذه المشكلة أقترح أحد الباحثين(4) استخدام الرمل النهري كركام ناعم وذلك لكون نسبة SO_3 فيه لاتزيد عن(0.1%) و تعطي مقاومة أنضغاط مماثلة لمقاومة أنضغاط خرسانة حاوية على رمل طبيعي. أن الخلطات الخرسانية الحاوية على نفس المحتوى الكلي للكبريتات ستبدي أختلاف واضح في مقاومتها للأنضغاط في حالة اختلاف نسب (SO_3) في مكوناتها, لذلك أخذ (5) أعتبار جديد يعرف بمحتوى الكبريتات الفعال حيث ربط فعالية الكبريتات في الرمال والركام الخشن بمعامل نعومتها.

واكد (5) انه من الممكن السماح بزيادة نسبة محتوى الكبريتات الكلي في الخرسانة و من الممكن تحديد محتوى SO_3 في الرمل الذي يعطي أعلى مقاومة أنضغاط للخرسانة عبر فحص يعرف بفحص الدموجية(Compibility) . وعلى هذا الأساس أكد الباحث من امكانية أستخدام رمال او ركام خشن بنسبة محتوى كبريتات أعلى من تلك التي تحددها المواصفات.أضافة الى ذلك تتواجد الكبريتات في الخرسانة عند أضافة الجبس الى السمنت أثناء طحن الكلنكر, حيث يظهر تأثير الجبس على معدل الاماهة في السمنت فالعديد من البحوث حددت المحتوى الأمثل للجبس لكل نوع من أنواع السمنت وفقا لنوعيته ودرجة نعومته, لذلك حددت المواصفات الامريكية (6) مفهوم المحتوى الأمثل للجبس والطريقة القياسية لايجاد نسبة المحتوى الأمثل الى (SO_3).

ان وجود املاح الكبريتات بكمية كبيرة تفوق النسبة المثلى يؤثرسلبا على عجينة السمنت المتصلبة بسبب تكون كميات أضافية من الأترنكايت (Ittrengite) حيث تحصل زيادة حجمية كبيرة في العجينة السمنتية المتصلبة مؤدية الى حصول أجهادات داخلية تسبب تشققات في الكتلة الخرسانية وهذه بدورها تؤثر على مقاومة الخرسانة (7) .

أستنتج الباحث (8) أن تأثير الجبس في الأعمار المبكرة يمكن أن يحسب أعتمادا على تأثيره في أماهة السمنت الا أنه لايمكن تحديد تأثيره في الأعمار المتأخرة نظرا لعدم أمكانية تحديد أماهة السمنت أضافة الى أنه هناك علاقة بين حرارة الأماهة ومقاومة الخرسانة . وأشار (9) الى أن القيم العالية لمقاومة الأنضغاط في الخرسانة تعود الى كون محتوى الكبريتات الامثل يعمل على تنظيم معدل التأثيرات الكيميائية في الأعمار المبكرة أضافة الى أنها تمنع التركيز الموقعي لنواتج الأماهة التي تسبب زيادة الكثافة وتقلل من مسامية المحيط الفيزيائية أضافة الى زيادة نسبة الجل/الفراغ .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

هناك تناقضات تناولها بعض الباحثين حول تأثير وجود الكبريتات على خواص الجل المنتج في عملية الأماهة , وجد الباحث (10) أن زيادة محتوى الكبريتات تؤدي الى تكون جل كثيف وقوي مما يزيد من مقاومة الخرسانة كنتيجة لزيادة معدل كثافة نواتج الأماهة . وفي عام 1986 وجد (7) أن كثافة نواتج الأماهة لاتعتمد على محتوى الكبريتات بالسمنت وأن تأثير الجبس يعتمد على نوعية الجل المتكون من دون زيادة في كثافة نواتج الأماهة.
ونظرا للتأثير الضار لمشكلة وجود الكبريتات تم اقتراح كثير من الحلول لتخطي هذه المشكلة حيث تضمنت :-

- تقليل نسبة الجبس المضاف الى السمنت أثناء طحن الكلنكر لكي يصبح من الممكن رفع نسبة محتوى الكبريتات في الرمل . أستند هذا المقترح على حقيقة أن كمية الجبس المضافة عادة تكون أكثر من الكمية اللازمة للسيطرة على زمن تجمد الخرسانة . حيث أكد (5) على أن كمية (SO_3) لاتزيدعلى (0.3)% من وزن السمنت , و كذلك فأن نسبة(1%) (SO_3) تكون موافقة للمواصفات للسيطرة على زمن التجمد في الخرسانة.
- فصل حبيبات الجبس من الرمل المستخدم في الخرسانة (11), وتكون عملية الفصل أما بعمليات تتضمن التسخين, التعويم والمعالجة بالحك والفرك , الا أن هذه العمليات مكلفة جدا .
- أما الباحثون (12) فقد أقترحوا أعتماد المحتوى الكلي للكبريتات من مكونات الخرسانة كنسبة وزنية من السمنت بدلا من تحديد نسبةالاملاح في كل مادة من المواد الأولية على حدة وهذا مقترح جيد أذ عند أستخدام سمنت ذو نسبة واطئة من الكبريتات وركام خشن كذلك فعندها يمكن أستخدام رمل ذو نسبة أملاح عالية نسبيا (أعلى من حدود المواصفة العراقية الحالية) الأ أنه لازالت النسبة الكلية للأملاح ضمن الحدود المقبولة .

وهذا مايتم دراسته في هذا البحث وذلك من خلال التحكم بالنسبة الكلية للأملاح عن طريق أستخدام رمال ذات محتوى كبريتات أعلى من حدود المواصفات العراقية الحالية (0.5%). وللسيطرة على مشكلة مهاجمة أملاح الكبريتات الداخلية للخرسانة والتقليل من أثارها ووضع الحلول المناسبة لها فقد قامت أغلب الدول في العقود الثلاثة الماضية بتضمين مواصفاتها ومدوناتها حدودا للقبول والرفض سواء للخرسانة او لمكوناتها الأولية كالرمل والحصى على أساس محتوى الكبريتات فيها وذلك تبعا لظروف كل بلد ولنوعية الخرسانة المنتجة فيه او طبيعة أستخدامها وظروف التعرض الخاصة بها , ويبين الجدول(1) بعض المواصفات العالمية المعتمدة بهذا الشأن(13).

الجانب العملي

لغرض تحقيق هدف هذه الدراسة سيتم استخدام المواد الاولية المحلية المتوفرة بكثرة و الشائعة الأستخدام في مواقع العمل و معامل الخرسانة الجاهزة الخلط . وروعي استخدام ركام ناعم خارج حدود المواصفة العراقية (14) من حيث نسبة الاملاح . و سيتم التحكم بمحتوى الركام الناعم في الخلطات الخرسانية المنتخبة بما يؤمن ان تكون نسبة الاملاح الكلية في الخرسانة ضمن حدود المواصفات .

المواد المستخدمة

١- **السمنت** : -

تم أستخدام السمنت البورتلاندي الأعتيادي (ترابة السبع) وقد كان مطابقا لشروط (15) .يوضح الجدول (2) الخواص الكيميائية والفيزيائية للسمنت المستخدم . ويلاحظ بأن

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

نسبة الأملاح الكبريتية في السمنت المستخدم هي (2.42%) .

ب- الركام الناعم :-

أستخدم في هذه الدراسة رمل منطقة الأخيضر كركام ناعم وقد كان تدرجه ضمن منطقة التدرج الثانية بموجب المواصفة العراقية رقم(45) لسنة(1984) . وقد تم أستخدام أربعة نماذج احدهم يعتبر مرجعي (نسبة أملاحه ضمن حدود المواصفة العراقية وكانت 0.45%) والثلاثة الأخرى تم أستخدامها كما هي من حيث تواجد الأملاح فيها حيث كانت نسبة الأملاح فيها (1.07% , 1.55% , 2.33 %) على التوالي وأن جميع تدرجات هذه النماذج كانت ضمن منطقة التدرج الثانية وبنسبة تفاوت فيما بينها (لاتتجاوز5% في جميع المناخل) .

والجدول (3) يبين بعض خواص نماذج الركام الناعم المستخدمة في الدراسة .

ج - الركام الخشن :-

تم استخدام الحصى من منطقة النباعي كركام خشن بمقاس أقصى (20) ملم ومكسر جزئيا وان نسبة الاملاح الكبريتية هي (0.085 %) وذو وزن نوعي هو (2.65) والجدول (4) يوضح تدرج الركام الخشن المستخدم .

د - خلط الخرسانة:-

تم أستخدام خلاطة سعة (0.1) م^3 لخلط مكونات الخرسانة, خلطت الخرسانة وهي جافة تقريبا 1.5دقيقة للحصول على خليط متجانس , بعدها تمت أضافة الكمية المطلوبة من ماء الخلط حيث خلطت المواد جميعها لمدة 2 دقيقة حيث لوحظ تجانس الخليط . وقد تم استخدام ماء الشرب في خلط ومعالجة الخرسانة .

الخلطات الخرسانية:

بالرغم من ان معظم مواقع العمل ومعامل الخرسانه الجاهزة الخلط تستخدم خلطات خرسانيه تقليديه (1:2:4او 1:1.5:3) الا انه تم في هذه الدراسه تصميم خلطات خرسانيه وفقا للطريقه البريطانيه. بحيث تؤمن مقاومة انضغاط بعمر(28)يوم لاتقل عن(30)نت/ملم^2 وذات هطول 50+5ملم . وتم استخدام الركام الناعم المطابق للمواصفه العراقيه من حيث نسبة الاملاح لانتاج الخلطه المرجعيه . وفي الخلطات الاخرى تم تقليل محتوى الركام الناعم وزيادة محتوى الركام الخشن مقارنة بالخلطه المرجعيه بما يؤمن أمكانية استخدام نماذج من الركام الناعم ذات نسبة املاح اعلى من الحد الاعلى المسموح به في المواصفة العراقيه (رقم45 لسنة 1984) مع مراعاة الحفاظ على الحد الاعلى المسموح به في الكتله الخرسانيه (محتوي الاملاح الكلي) . يوضح الجدول(5) تفاصيل الخلطات المستخدمه في البحث مع نسبة الأملاح للمواد المستخدمة ونسب الأملاح الكلية في الخلطات المختلفة .

2-3 تحضير النماذج والصب:-

تم أستخدام قوالب حديدية (48 مكعب بمقاس(100)ملم,48 أسطوانة بمقاس (100*200)ملم ,48 موشور بمقياس (100*100*500)ملم) لقياس مقاومة الأنضغاط, ومقاومة الأنشطار ومعاير الكسر على التوالي وللأعمار (7 ,28 ,60 ,180) يوم. حيث تم تنظيف هذه القوالب قبل أستخدامها وتزيتها لتجنب ألتصاق الخرسانة بأوجه القوالب بعد تصلبها. بعد الأنتهاء من تهيئة النماذج تم صب الخرسانة(حسب المواصفة البريطانية) بطبقتين للمكعبات والمواشير وثلاث طبقات للأسطوانات ورصها بصورة منتظمة بواسطة المنضدة الهزازة لمدة كافية يضمن فيها تقليل الفجوات الى أقل مايمكن. وبعد ذلك تم انهاء سطوح القوالب الخرسانية تنهى بشكل مستوي وصقيل وتغطى النماذج بقطع من النايلون لضمان عدم تبخر بقاء المحيط رطب لمدة 24ساعة .

وبعد ذلك وضعت النماذج بعد رفعها من القوالب في خزانات من الماء لغاية يوم الفحص .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الفحوصات:-

ا- مقاومة الأنضغاط :-

-فحصت مقاومة الأنضغاط وفقا للمواصفة البريطانية (16) بأستخدام جهاز فحص بسعة 2000كيلو نيوتن [ELE digital testing machine]حيث تم الاعتمادعلى معدل ثلاث نماذج الحصول على مقاومة الأنضغاط .

ب- مقاومة الأنشطار :-

فحصت النماذج وفقا للمواصفة الامريكية (17) بأستخدام ماكنة فحص بسعة 2000كيلو نيوتن(ELE digital). تم حساب معدل مقاومة الأنشطار لثلاث اسطوانات بأستخدام المعادلة التالية:-

$$Fct = 2\pi p / d L \qquad (1)$$

حيث:

Fct= مقاومة الانشطار (نت/ملم^2)

P =أقصى حمل مسلط (نت)

d =قطر النموذج (ملم)

L=طول النموذج (ملم)

ج- معاير الكسر :-

ان فحص معاير الكسر للمواشير الخرسانية تم وفقا للمواصفة البريطانية(19) باستخدام جهاز فحص بسعة(3000كيلو نيوتن وباسلوب نقطتي التحميل على بعد (100) ملم عن نقطة الاسناد . وتم استخدام المعادلة التالية لحساب معاير الكسر وتم اعتماد المعدل لثلاث نماذج لكل فحص .

$$Fr = p L / b d^2 \qquad (2)$$

حيث:-

Fr= معاير الكسر (نت/ملم^2)

P= اقصى حمل مسلط (نت)

l= طول الفضاء (ملم)

b=عرض النموذج (ملم)

d=عمق النموذج (ملم)

د- الكثافة الكلية :-

تم استخدام مكعبات(100) ملم لايجاد الكثافة الكلية (مجففه بالهواء), وبعمر(28) يوم بموجب المواصفة(18)

النتائج والمناقشة :-

مقاومة الانضغاط :-

أبدت مقاومة الانضغاط ووفقا لنتائج الفحوصات التي اجريت على النماذج الخرسانية لكافة مراحل المعالجة تطورا ملحوظا لجميع الخلطات (C1.07,C1.55,C2.33)الحاوية على ركام ناعم ذو محتوى املاح كبريتات اعلى من الحدود المسموح في المواصفات القياسية العراقية رقم (45) ولكن المحتوى الكلي للاملاح في الخلطة كان مطابقا لمتطلبات المواصفات القياسية . وان الجدول (6) , الشكل (1) يبين نتائج مقاومة الانضغاط . وكما تبين النتائج ان مقاومة الانضغاط لم تتأثرفي الخلطات الحاوية على ركام ناعم ذو نسبة املاح مختلفة وجميعها أعلى من الحدود المسموح بها في المواصفة القياسية العراقية لان المحتوى الكلي للكبريتات في الخلطات ضمن حدود المواصفات القياسية .الا ان النقصان الذي بدى على مقاومة الانضغاط كان وفقا لقلة محتوى الركام الناعم في الخلطات المستخدمة حيث تتراوح نسب النقصان بالمقاومة للخلطات ((C2.33,C1.55,C1.07) مقارنة بالخلطة المرجعية (CR) بعمر7يوم (12 ,17 ,20.5)% على التوالي ,وبعمر28يوم (6 ,10 ,19) % على التوالي ,وبعمر60يوم (22,17,9)% على التوالي,وبعمر180يوم (23,20,8)% على التوالي.

مقاومة الانشطار :-

يبين الجدول (7) نتائج مقاومة الانشطارلمختلف انواع الخرسانة المستخدمة والمعالجة بالماء الى عمر (180) يوم وتم توضيح تطور مقاومة الانشطار مع العمر بالشكل(3) . ابدت مقاومة الانشطار تطورا مستمرا للخلطات الحاوية على ركام ناعم بنسب كبريتات عالية وكذلك الخلطة المرجعية مع تقدم العمر والمعالجة بالماء. لم يكن لاستخدام الركام الناعم بمحتوى كبريتات أعلى من المسموح به تأثيرملموسا على مقاومة الانشطار لان المحتوى الكلي

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

للكبريتات في الخرسانة كان ضمن حدود المواصفات القياسية . ان تقليل محتوى الركام الناعم في الخلطات المستخدمة مقارنة بالخلطة المرجعية ادى الى نقصان مقاومة الانشطار وبمقدار (20,16,5)%بعمر 7 يوم ,(10,4.4,4)% بعمر 28 يوم,(3,1,9)% بعمر60 يوم و(14,1.4,4)%بعمر180 يوم للخلطات (C2.33,C1.55,C1.07) على التوالي مقارنة بالخلطة المرجعية (CR) ,ان النقصان في مقاومةالانشطار هو بسبب قلة نسبة كمية المونة الى الركام الخشن مما يزيد من الفجوات المتكونة بالتالي ضعف الاصرة الرابطةلمكونات الخلطة الخرسانية . اضافة الى ذلك يمكن ملاحظة ان مقدار النقصان يقل مع تقدم العمر ويرجح هذا الى اكتمال عمليات الاماهة تقريبا .

معاير الكسر :-

ان تاثير استخدام ركام ناعم بمحتوى قليل ونسب عالية من املاح الكبريتات يفوق الحد المسموح به في المواصفات القياسية على معاير الكسر لنماذج الخلطات الخرسانية (C2.33,C1.55,C1.07,CR) موضحة في الجداول (8) والشكل (4) . حيث يلاحظ التطور المستمر في معاير الكسر لجميع الخلطات مع تقدم عمر الخرسانة ,الا ان تأثير قلة محتوى الركام الناعم بدى واضحا في نقصان نسبة معاير الكسر للخلطات جميعها مقارنة بالمرجعية وذلك بسب زيادة نسبة الفجوات كنتيجة لقلة محتوى الركام الناعم وبنسب تتراوح (25,21,19)%بعمر 7 يوم ,(16,6,2.5)% بعمر 28 يوم ,(18,9,5)% بعمر 60 يوم و(16,5,4,5)% بعمر 180 يوم للخلطات (C2.33,C1.55,C1.07) على التوالي .

الكثافة :-

من خلال اجراء فحوصات الكثافة لنماذج الخلطات الخرسانية المستخدمة في هذه الدراسة تم الحصول على النتائج المبينة في الجدول (9) والشكل (6) . حيث نلاحظ الزيادة الواضحة في معدلات قيم الكثافة لجميع الخلطات مع تقدم العمر وهذا يرجع الى استمرار عملية الاماهة وتكون الجل ونقصان المسامات . كذلك يمكن ملاحظة النقصان الحاصل بنسبة الكثافة للخلطات الخرسانية (C2.33,C1.55,C1.07) مقارنة بالمرجعية نتيجة قلة محتوى الركام الناعم الذي يسبب زيادة في نسبة الفجوات في الخرسانة . حيث كانت نسبة النقصان في نماذج الخلطات بعمر 7 يوم (2.3,2,1) % ,(2,1.4,1) % في عمر 28 يوم ,(2,1.4,1) % في عمر60 يوم, وفي عمر 180 يوم (2,1.2,1) % للخلطات (C2.33,C1.55,C1.07) على التوالي مع الخلطة المرجعية .

اما زيادة نسبة املاح الكبريتات في الركام الناعم المستخدم عن الحد المسموح به في المواصفات القياسية لم يكن له تأثير مباشر لان محتوى الكبريتات في الخلطات الخرسانية لجميع الخلطات اقل من (5%) .

الاستنتاجات :-

من خلال البرنامج العملي لهذا البحث تم التوصل الى الاستنتاجات التالية :-

1. امكانية استخدام الركام الناعم الذي تكون نسبة الاملاح فيه أعلى من الحدود التي تسمح بها المواصفة القياسية (0.5%) لانتاج خرسانة مطابقة لمتطلبات المواصفات القياسية شرط ضمان عدم تجاوز نسبة الاملاح الكلية في الخلطات الخرسانية لمتطلبات المواصفة القياسية العراقية رقم (45) .
2. ان تقليل محتوى الركام الناعم وزيادة محتوى الركام الخشن في الخلطات الخرسانية ولحدود معينة يمكن اعتباره طريقة مناسبة لتقليل محتوى الاملاح الكلية في الخرسانة مع ضرورة اجراء الخلطات التجريبية التي تضمن عدم التأثير على الخواص الميكانيكية للخرسانة المنتجة .
3. ان تقليل محتوى الركام الناعم وزيادة الركام الخشن يؤدي الى نقصان قليل جدا في المقاومة والكثافة . وبالرغم

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

من ذلك فأن أستبدال (50%) من وزن الركام الناعم المستخدم في الخلطة المرجعية بركام خشن دون اجراء اي تغيرات اخرى على نسب الخلط كزيادة محتوى الاسمنت او تغير نسبة الماء / السمنت , أدى الى الحصول على خرسانة ذات مقاومة انضغاط وانشطار ومعاير كسر بمقدار (43.1,37.3,35.9)نت\ملم^2 و(4.08,4.3,4.22) نت\ملم^2 و(6.92,6.86,6.12) نت\ملم^2 على التوالي وان الكثافة كانت (2301,2290,2277) كغم\ملم^3 بعمر (180) يوم وعلى التوالي للخلطات (C1.07,C1.55,C2.33) على التوالي.

المصادر: -

[1]Neville A. M. "Properties of Concrete", Long Man Group Limited, London, Fourth Edition, 2005.

[2]Al Rawi, R. S., " Internal Sulphate Attack in Concrete Related to Gypsum Content of Cement With Pozzolan Addition", ACI-Rilem , joint symposium, Monterrey, N.L. Mexico , 1985.

[3]Al-Kadhimi, T. K. and Hamid, F.A. "Effect of Gypsum Present in Sand on The Properties of Concrete", BRC-Journal, Vol2, No.2, 1983.

[4] Al Salihi ,R.A"Proposed Revision of Iraq Specification For Concrete Ingredients to Cope With Post War Era ",M .Sc .Thesis University of Baghdad ,College of Engineering , pp 139, 1994.

[5]AL-Rawi,R.S." Some Problems in concrete manufacture in Arab Homeland and Suggested Remedial Measures " مؤتمر مواد البناء العربية والتحديات الاقتصادية .

[6]ASTM C 563-03 "Standard test method for optimum SO_3 in Hydraulic Cement Using 24-h compressive strength " , Annual Book ofASTM Standard ,Vol .04-02,2003.

[7]Soroka , I. ,and Abayneh ,M. , "Effect of Gypsum on Properties and Internal Structure of PC past " Cement and Concrete Research ,Vol. 16 ,No .4 , pp 495-504, 1986.

[8]Lerch ,W ."The Influence of Gypsum on Hydration and Properties of Portland Cement Pastes " ASTM Proc ,Vol .46,pp 1252-1292,1946.

[9]AL-Hadeithy .A.,Raouf ,Z .and Abid –Yousif ,H.
(تأثيرات الجص المضاف الى الكلنكر على خواص السمنت المنتج في العراق) . ندوة المواد الاولية للبناء .نقابة المهندسين –بغداد . 1999

[10] Soroka, I., and Relis ,M., "Effect of Added Gypsum on Compressive strength of Portland Cement Clinker " Ceramic bulletin , Vol .62, pp.695-703, 1983.

[11]AL –Kadhimi ,T.K. and Abdul Kadir ,F .,"Separation of gypsum particles form sand used in concrete "BRC Journal,Vol .4, No.2 ,pp 1-17,1985.

[12]Kattwan ,M.H.,Nori,S., Al–Kheban,A
نسبة الاملاح الكبريتية في الخرسانة وتعديل المواصفة العراقية (45) وزارة الاسكان والتعمير المركز الوطني للمختبرات الانشائية)1993.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

[13] الخلف, مؤيد وعبد يوسف, هناء " تكنولوجيا الخرسانة",وزارة التعليم العالي والبحث الجامعة التكنولوجية , 1984
[14]المواصفة القياسية العراقية رقم(45) لسنة 1984،" ركام المصادر الطبيعية المستعمل في الخرسانة والبناء"

[15] المواصفة القياسية العراقية رقم (5) لسنة 1984 ، "الأسمنت البورتلندي"

[16]BS .1881, Part 116," Method for Determination of Compressive Strength of Concrete Cubes", British Standard Institution ,1989.

[17]ASTM C496-96 "Standard Test Method for Splitting Tensile of Cylindrical Concrete Specimens" Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials ,Vol.04-02,1996.

[18] ASTM C642-97 , " Standard Test Method for Density, Absorption ,and Void in Hardened Concrete ",Annual Book of ASTM Standard ,Vol. .04-02,1997.

[19]BS .1881 ,part 118 , "Method for determination of flexural strength "British Standards Institution , 3pp, 1989

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الجدول (1): بعض المواصفات العالمية والمحلية المعتمدة في تحديد الحد الاعلى المسموح به لاملاح الكبريتات في الركام والخرسانة [13]

المواصفات	رقمها وتاريخها	الحد الاعلى المسموح به لاملاح الكبريتات	الملاحظات
البرطانية	B.S 5328-1976	%4 %0.4	النسبة الكلية المسموح بها في الخلطة الخرسانية كنسبة من وزن السمنت نسبة الاملاح المسموح بها كنسبة من وزن الركام الناعم والخشن
الالمانية	DIN 4226-1971	%1	نسبة الاملاح المسموح بها كنسبة من وزن الركام الناعم والخشن
العراقية	م.ق.ع 45-1984	%0.5 %6	نسبة الاملاح المسموح بها كنسبة من وزن الركام الناعم النسبة الكلية المسموح بها في الكتل الخرسانية كنسبة من وزن السمنت
الهندية	Part1-1976	%0.5	نسبة الاملاح المسموح بها كنسبة من وزن الركام الناعم والخشن
الروسية	4797-1969 4798-1969	%1	نسبة الاملاح المسموح بها كنسبة من وزن الركام الناعم والخشن
البلغارية	BSS 177-1977	%0.5 %1	نسبة الاملاح المسموح بها كنسبة من وزن الرمل للخرسانة مسبقة الجهد نسبة الاملاح المسموح بها كنسبة من وزن الرمل لانواع الخرسانة الاخرى
اليوغسلافية	JUS $U.M_2.010$	%1	نسبة الاملاح المسموح بها كنسبة من وزن الركام الناعم

جدول (2) الخواص الكيميائية والفيزيائية للسمنت البورتلاندي الأعتيادي المستخدم في البحث

الفقدان اثناء الحرق	2.36	% 4.0 >
المواد الغير قابلة للذوبان	0.76.	% 1.5 >
عامل الاشباع الجيري	0.95	1.02 – 0.66
C_3S	50.81	
C_2S	24.25	
C_3A	10.3	
C_4AF	12.78	
المتطلبات الفيزيا ئية		
الخواص المفحوصة	نتائج الفحص	متطلبات المواصفة القياسية العراقية رقم 5 لسنة 1984
ا لنعومة (سم^2/كغم) مقاسة بطريقة Blaine ا	2400	2300<

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

فحص الثبات بطريقة الاوتوكليف (%)	0.24	0.8≥
زمن التجمد: الابتدائي (دقيقة) النهائي (ساعة)	120 3	45 ≤ 10 ≥
مقاومة الانضغاط (نيوتن/مم^2) بعمر ثلاثة ايام بعمر سبعة ايام	23.1 33.46	15 ≤ 23 ≤

جدول (3) تدرج الركام الناعم المستخدم ونسبة الاملاح له

مقاس المنخل (ملم)	النسبة المئوية المجمعة المارة للركام الناعم المستخدم في الخلطة:				حدود المواصفة القياسية العراقية رقم 45 لسنة 1984
	CR	C1.07	C1.55	C2.33	
4.75	94.1	92.5	98.0	96.7	100-90
2.36	84.1	82.0	80.0	88.8	100-70
1.18	72.5	76.1	62.0	77.0	90-55
0.6	55.3	56.8	50.0	45.4	59-35
0.3	20.7	22.5	23.1	18.6	30-8
0.15	4.4	6.2	5.0	3.2	10-0
النسبة المئوية للاملاح%	0.45	1.07	1.55	2.33	0.5≤
معامل النعومة	2.69	2.64	2.82	2.70	

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الجدول(4): تدرج الركام الخشن المستخدم ونسبة الاملاح له.

مقاس المنخل (ملم)	النسبة المئوية العابرة %	حدود المواصفة القياسية العراقية رقم 45 لسنة 1984 %
14	100.0	90-100
10	79.7	50-85
4.75	8.4	0-10
2.36	-	-
النسبة المئوية للاملاح%	0.085	0.1

الجدول (5): تفاصيل الخلطات المنتجة مع نسب الاملاح للمواد المستخدمة ونسبة الاملاح الكلية في الخلطات المختلفة .

رمز الخلطة	السمنت		الركام الناعم		الركام الخشن		نسبة الاملاح الكلية في الخلطة %من وزن السمنت
	المحتوى كغم/م^3	%الاملاح كنسبة مئوية من وزن السمنت	المحتوى كغم/م^3	%الاملاح كنسبة مئوية من وزن السمنت	المحتوى كغم/م^3	%الاملاح كنسبة مئوية من وزن السمنت	
CR	330	2.48 2.48	740	0.45 1.01	1150	0.085 0.29	3.72
C1.07	330	2.48 2.48	620	1.07 2.01	1235	0.085 0.31	4.76
C1.55	330	2.48 2.48	500	1.55 2.35	1355	0.085 0.35	5.12
C2.33	330	2.48 2.48	380	2.33 2.68	1475	0.085 0.38	5.48

محتوى الماء في جميع الخلطات 195 كغم /م^3

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الجدول (6): معدل نتائج فحص مقاومة الانضغاط لنماذج الخلطات المستخدمة.

رمز الخلطة	مقاومة الانضغاط للخلطات الخرسانية (نت/ملم^2) بعمر			
	7 (يوم)	28(يوم)	60(يوم)	180(يوم)
CR	27.8	39.8	43.7	46.8
C1.07	24.4	37.6	40.0	43.1
C1.55	23.16	35.8	36.4	37.3
C2.33	22.1	32.4	34.1	35.9

الجدول (7) معدل نتائج فحص مقاومة الانشطا رلنماذج الخلطات الخرسانية المستخدمة

رمز الخلطة	مقاومة الانشطار للخلطات الخرسانية(نت املم^2) بعمر			
	7 (يوم)	28(يوم)	60(يوم)	180(يوم)
CR	2.51	3.41	4.02	4.36
C1.07	2.38	3.29	3.67	4.08
C1.55	2.11	3.26	4.00	4.30
C2.33	2.00	3.06	3.92	4.22

الجدول (8): معدل نتائج فحص معاير الكسر لنماذج الخلطات الخرسانية المستخدمة

رمز الخلطة	معاير الكسر للخلطات الخرسانية (نت/ملم^2) بعمر			
	7 (يوم)	28(يوم)	60(يوم)	180(يوم)
CR	4.78	6.03	6.85	7.25
C1.07	3.89	5.88	6.53	6.92
C1.55	3.80	5.66	6.25	6.86
C2.33	3.59	5.08	5.62	6.12

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الجدول (9): معدل نتائج فحص الكثافة الكلية لنماذج الخلطات الخرسانية المستخدمة.

رمز الخلطة	الكثافة الكلية للخلطات الخرسانية (كغم\ م^3) بعمر			
	7 (يوم)	28(يوم)	60(يوم)	180(يوم)
CR	2303	2312	2317	2318
C1.07	2280	2294	2302	2301
C1.55	2265	2280	2284	2290
C2.33	2250	2262	2275	2277

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com