خواص الوحدات الخرسانية الجاهزة الصب المنتجة باستخدام ركام ناعم ذو محتوى الأملاح أعلى من 0.5 %

ميس فؤاد الربيعي

مدرس مساعد

قسم هندسة البناء والإنشاءات\ الجامعة التكنولوجية

Abstract:-

At the last period, the problems of the pre-cast concrete units have been increased rapidly due to its unconformity to the adopted specifications with regards to sulphate content. The high content of sulphate in Iraqi fine aggregate in many aggregate quarries, which are out of the Iraqi standard specification limits, causes many difficulties for most pre-cast concrete units Factories to provide an acceptable fine aggregate with regards to sulphate content.

This study has been conducted to assess the possibility of using fine aggregate with sulphate content higher than the upper limit of the Iraqi standard (0.5%) to produce pre-cast concrete units: hollow concrete block and paving concrete brick, where the total amount of sulphate has been controlled by decreasing the fine aggregate content in the adopted mixes.

The tests are conducted on reference mix with an acceptable fine aggregate according to the Iraqi standard (with regards to sulphate content) and three mixes with fine aggregates contain (1.19, 1.90 and 2.47%) of sulphate respectively. The hollow concrete block and paving concrete brick are produced from all these mixes.

The results indicate the possibility of using unacceptable fine aggregate (those with sulphate content higher than 0.5%) to produce an acceptable hollow concrete block and paving concrete brick according to Iraqi specifications. This could be done by reducing the fine aggregate content in the mixtures within a specific limit.

Keywords: pre-cast concrete units, internal sulphate in concrete, sulphate in fine aggregate.

الخلاصة: -

كثُرت في الآونة الأخيرة مشاكل الكتل الخرسانية الجاهزة الصب نتيجة لعدم مطابقتها للمواصفات المعتمدة من حيث نسبة الأملاح. ان وجود كميات كبيرة من الركام الناعم ولمقالع عديدة يحتوي على نسب املاح خارج حدود المواصفة العراقية أدى الى توليد العديد من الصعوبات في معظم معامل الخرسانة الجاهزة الصب للحصول على ركام ناعم مطابق للمواصفات من حيث نسبة الأملاح.

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

اجريت هذه الدراسة لبحث امكانية استخدام ركام ناعم ذو نسب أملاح اعلى من الحد الأقصى المسموح به في المواصفة العراقية (0.5%) لانتاج كتل خرسانية جاهزة الصب من البلوك الخرساني المجوف او طابوق الرصف لخرساني. و تم التحكم في النسبة الكلية للاملاح من خلال تقليل محتوى الركام الناعم في الخلطات المعتمدة.

اجريت الفحوصات على خلطة مرجعية ذات ركام ناعم مطابق للمواصفات العراقية (من حيث نسبة الاملاح) وثلاث خلطات اخرى ذات ركام ناعم يحتوي على (1.19، 1.90، 2.47%) من الكبريتات على التوالي، وتم انتاج البلوك الخرساني المجوف وطابوق الرصف الخرساني من جميع هذه الخلطات.

بينت النتائج امكانية استخدام الركام الناعم غير المطابق للمواصفات من حيث نسبة الاملاح لانتاج بلوك خرساني مجوف وطابوق رصف خرساني مطابق للمواصفات العراقية المعتمدة من حيث المقاومة والامتصاص ونسبة الاملاح الكلية. و ذلك من خلال تقليل محتوى الركام الناعم في الخلطات وضمن حدود معينة.

الكلمات الدالة: الوحدات الخرسانية الجاهزة الصب، الاملاح الداخلية في الخرسانة، املاح الكبريتات في الركام الناعم.

1. المقدمة:-

تعد مشكلة مهاجمة املاح الكبريتات للخرسانة من المشاكل الانشائية الكبيرة التي اثارت اهتمام الباحثين والمهندسين خلال القرن الماضي ولا تزال تثير الاهتمام نفسه في الوقت الحاضر وخاصة بعد ان ظهر تاثير تلك المشكلة على الكثير من المنشآت المهمة حول العالم [1]. وبصورة عامة فان هناك مصدرين اساسيين للاملاح الكبريتية التي تهاجم الخرسانة وهما الاملاح الموجودة في المياه الجوفية اوالسطحية او في التربة المحيطة بالخرسانة وهذا مايعرف بالاملاح الخارجية. والاملاح الموجودة ضمن المواد الداخلة في انتاج الخرسانة كالرمل والحصى والسمنت والماء والمضافات وهذا مايعرف بالاملاح الداخلية [2].

ان هجوم الكبريتات الداخلية على الخرسانة لم يلق اهتماما مشابها للاهتمام الموجه نحو هجوم الكبريتات الخارجية في اغلب دول العالم ويبدو ذلك واضحا من قلة البحوث التي تناولت مشكلة الكبريتات الداخلية بالمقارنة مع العديد من الابحاث التي تطرقت الى هجوم الكبريتات الخارجية. ومن المرجح ان السبب في ذلك يرجع الى ندرة وجود مشاكل من هذا النوع في تلك الدول. اما محليا فتبدو هذه المشكلة واضحة من خلال مظاهر التآكل المتفاقم في كثير من المنشآت والمباني سواء في خرسانة الصب الموقعي او الوحدات الخرسانية الجاهزة الصب ويرجع السبب في ذلك الى ارتفاع نسبة الاملاح الكبريتية في الرمال العراقية والمياه الجوفية. فقد اشار السامرائي [3] الى ان تفتت الخرسانة بتأثير الاملاح يعتبر من اهم المشاكل التي تواجه المهندس في العراق والى ان الاملاح توجد في تربة العراق ومياهه الجوفية وهي منتشرة سطحا وعمقا وخصوصا في المنطقة الوسطى. كما واشاركل من الكاظمي[4] وعبد اللطيف [5] نقلا عن الراوي الى ان محتوى الكبريتات في اغلب الرمال في بلدان الشرق الاوسط هو اعلى من الحدود المسموح بها في المواصفات ولذلك فان كميات كبيرة من الرمال في العراق لايمكن استخدامها بسبب ارتفاع محتوى الكبريتات فيها.

وقد بين الراوي[6] ان مهاجمة الكبريتات الداخلية تعتبر السبب الرئيسي في فشل المنشآت في الشرق الاوسط، حيث ان اغلب الرمال ملوثة بالكبريتات والمتمثلة بالجبسيوم.

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

كما ذكر كل من السامرائي [3] و عبد اللطيف [5] و رؤوف [7] ان 95% من الكبريتات الموجودة في الرمل هي كبريتات الكالسيوم المائية والسبب الرئيسي لذلك هو قابلية الذوبان القليلة جدا لهذا النوع من الكبريتات مما يقلل امكانية غسلها وانجرافها مع المياه السطحية او الجوفية.

وللسيطرة على مشكلة مهاجمة املاح الكبريتات الداخلية للخرسانة والتقليل من اثارها ووضع الحلول المناسبة لها فقد قامت اغلب الدول في العقود الثلاثة الماضية بتضمين مواصفاتها ومدوناتها حدودا للقبول والرفض سواء للخرسانة او لمكوناتها الاولية كالرمل والحصى على اساس محتوى الكبريتات فيها وذلك تبعا لظروف كل بلد ولنوعية الخرسانة المنتجة فيه او طبيعة استخدامها وظروف التعرض الخاصة بها، ويبين الجدول رقم (1) بعض المواصفات العالمية المعتمدة بهذا الشأن[8، 9].

قام الصالحي [10] باجراء التحري والمراجعة على متطلبات المواصفة العراقية القياسية رقم 45 لسنة 1984 الخاصة بركام المصادر الطبيعية في جوانبها المتعلقة بالنسب المسموحة لاملاح الكبريتات في الركام. ومن خلال هذه الدراسة توصل الى الاستنتاجات التالية:

1. يمكن استخدام الركام الناعم الحاوي على اي نسبة من املاح الكبريتات في انتاج الخرسانة شرط عدم تجاوز المحتوى الكلي لاملاح الكبريتات في الخرسانة عن الحدود المسموح بها لاملاح الكبريتات في الخرسانة.

2. يمكن السماح باستخدام الركام الناعم الحاوي على نسب من أملاح الكبريتات العالية (أعلى من0.5 %) في حالة تقليل نسبة الاملاح الكبريتية في السمنت.

بيّن الربيعي [11] في دراسته لمقاومة الخرسانة عالية الاداء المعرضة لهجوم الكبريتات الداخلية والخارجية والتي تم فيها اضافة الجبس الطبيعي كأحلال جزئي من وزن الرمل وبنسب تراوحت بين 0.5-2.5% ان التأثير الضار للكبريتات الداخلية يظهر في الاعمار المبكرة (ابتدءا من 7 ايام) ويزداد مع تقدم العمر خلافا لتأثير الكبريتات الخارجية التي لايظهر تأثيرها السلبي في الاعمار المبكرة. وفي دراسة مشابهة اجريت من قبل الجنابي [12] حول تصرف الخرسانة العالية الأداء المعرضة لتأثير الكبريتات الداخلية نجد استنتاجا مماثلا لما ذكره الربيعي ولخلطات خرسانية تحوي نسب من املاح الكبريتات تصل الى 4% من وزن الركام الناعم. كما وتدعم كلا الدراستين ان استخدام المواد البوزولانية يقلل من التأثيرات السلبية لاملاح الكبريتات الداخلية وخاصة في الاعمار المتقدمة.

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

لجدول (1): بعض المواصفات العالمية والمحلية المعتمدة في تحديد الحد الاعلى المسموح به لاملاح الكبريتات في الركام والخرسانة.

المواصفات	رقمها وتاريخها	الحد الأعلى المسموح به لأملاح الكبريتات	الملاحظات
البريطانية	B.S 5328-1976	%4 %0.4	النسبة الكلية المسموح بها في الخلطة الخرسانية كنسبة من وزن السمنت نسبة الأملاح 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

2. المواد المستخدمة:-

تم في هذا البحث استخدام الرمل والحصى المحلي الشائع الاستخدام في انتاج البلوك الخرساني المجوف وطابوق الرصف الخرساني في معامل الخرسانة جاهزة الصب. وادناه تفاصيل المواد المستخدمة في البرنامج العملي للبحث. وقد اجريت جميع الفحوصات للمواد في المركزالوطني للمسح الجيولجي والتعدين.

1.2 - السمنت:-

تم استخدام السمنت البورتلندي المقاوم للاملاح، نوع ترابة السبع لبناني المنشأ والجدول (2) يوضح خواصه الكيميائية والفيزيائية. تبين النتائج ان السمنت مطابق للمواصفة العراقية رقم 5 لسنة 1984(13). وان نسبة الاملاح في السمنت هي 2.48%.

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

جدول(2): الخواص الكيميائية والفيزيائية للسمنت البورتلندي المقاوم لاملاح المستخدم في البحث

المتطلبات الكيمائية		
الاوكسيد	ألنسبه (%)	متطلبات المواصفة القياسية العراقية رقم 5 لسنة 1984
CaO	62.32	-
SiO_2	21.83	-
Al_2O_3	3.55	-
Fe_2O3	4.20	-
MgO	2.13	% 5.0 >
SO_3	2.48	% 2.5 >
الفقدان اثناء الحرق	1.83	% 4.0 >
المواد الغير قابلة للذوبان	0.65	% 1.5 >
عامل الاشباع الجيري	0.90	0.66-1.02
C_3S	50.81	
C_2S	24.25	
C_3A	2.30	
C_4AF	12.78	

المتطلبات الفيزيائية		
الخواص المفحوصة	نتائج الفحص	متطلبات المواصفة القياسية العراقية رقم 5 لسنة 1984
النعومة (م2/كغم) مقاسة بطريقة Blaine	290	250<
فحص الثبات بطريقة الاوتوكليف (%)	0. 35	0.8 ≥
زمن التجمد:		
- الابتدائي (دقيقة)	2:10	45 ≤
- النهائي (ساعة)	3:30	10 ≥
مقاومة الانضغاط (نيوتن/مم2)		
- بعمر ثلاثة ايام	22.7	15 ≤
- بعمر سبعة ايام	31.5	23 ≤

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

2.2 الركام الناعم:-

تم استخدام الركام الناعم من منطقة الاخيضر حيث تم جلب اربعة نماذج جميعها تقع ضمن منطقة التدرج الثانية بموجب المواصفة العراقية رقم 45 لسنة 1984 [9] كما موضح بالجدول (3). ويبين الجدول ان نسبة الاملاح في النماذج الاربعة هي (0.42%، 1.19، 1.90 و2.47) على التوالي.

الجدول (3): تدرج الركام الناعم للانواع الاربعة المستخدمة ونسبة الاملاح لكلٍ منها

مقاس المنخل (ملم)	النسبة المئوية المجمعة المارة للركام الناعم المستخدم في الخلطة:				حدود المواصفة القياسية العراقية رقم 45 لسنة 1984
	MR	M1.19	M1.9	M2.47	منطقة التدرج الثانية
4.75	94.1	92.5	98.0	96.7	90-100
2.36	84.1	82.0	80.0	88.8	100-70
1.18	72.5	76.1	62.0	77.0	90-55
0.60	55.3	56.8	50.0	45.4	59-53
0.30	20.7	22.5	23.1	18.6	30-8
0.15	4.4	6.2	5.0	3.2	10-0
النسبة المئوية الأملاح%	0.42	1.19	1.90	2.47	≤0.5
معامل النعومة	2.69	2.64	2.82	2.70	

3.2 - الركام الخشن:-

يوضح الجدول (4) خواص الركام الخشن الذي مصدره منطقة النباعي. وهو من نوع مكسر جزئيا وذو مقاس اقصى 10ملم و وزن نوعي 2.65 وهو مطابق للمواصفة العراقية رقم 45 لسنة 1984[9] من حيث التدرج وان نسبة الاملاح فيه هي 0.08%.

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

مقاس المنخل (ملم)	النسبة المئوية العابرة	حدود المواصفة القياسية العراقية رقم 45 لسنة
14	100.0	100-90
10	79.7	85-50
4.75	8.4	10-0
2.36	-	-
النسبة المئوية للأملاح%	0.08	%0.1

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

4.2 - الماء: -

تم استخدام ماء الشرب الاعتيادي في الخلطات الخرسانية وفي معالجة النماذج. وان نسبة $SO_4^=$ كانت 210 ملغم\ لتر وهي اقل من الحد الاعلى المسموح للمواصفة القياسية العراقية رقم 1703 [14] لسنة 1992 والتي تشترط ان لاتزيد نسبة $SO_4^=$ في الماء المستعمل في خلط ومعالجة الخرسانة عن 1000 ملغم\لتر.

3. الخلطات الخرسانية: -

اعتمادا على خواص المواد المستخدمة تم تصميم خلطة خرسانية بالطريقة البرطانية بحيث تكون ذات قابلية تشغيل واطئة جدا ومقاومة انضغاط لاتقل عن 30 نت\ملم^2 واعتبرت هذه الخلطة مرجعية لاحتوائها على ركام ناعم ذو نسبة املاح مطابقة للمواصفة العراقية رقم 45 لسنة 1984.

وبعد ذلك تم استخدام ثلاث خلطات اخرى فيها ركام ناعم ذو نسب املاح اعلى من الحد الاقصى المسموح به بموجب المواصفة الاّ انه قد تم التحكم بنسبة الاملاح الكلية في الخلطة وجعلها ضمن حدود المواصفة بالنسبة للكتل الخرسانية [9] وذلك عن طريق تقليل محتوى الركام الناعم وزيادة محتوى الركام الخشن، والجدول (5) يوضح تفاصيل الخلطات المستخدمة في البحث مع نسب الاملاح للمواد المستخدمة ونسبة الاملاح الكلية في الخلطات المختلفة.

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	المحتوى كغم\م^3	%الاملاح	المحتوى كغم\م^3	%الاملاح	
MR	330	2.48	790	0.42	1150	0.08	3.77
M1.19	330	2.48	660	1.19	1280	0.08	5.17
M1.9	330	2.48	530	1.9	1410	0.08	5.87
M2.47	300	2.48	400	2.47	1540	0.08	5.84

*محتوى الماء في جميع الخلطات 165 كغم \م^3

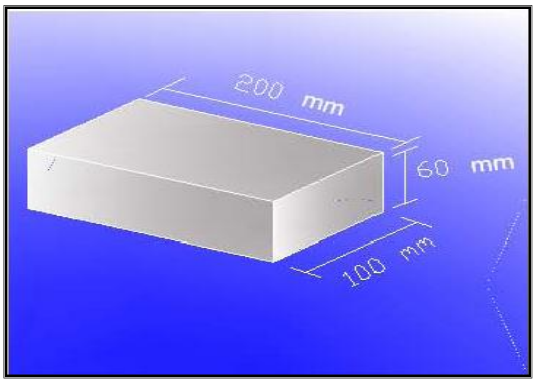
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

4. تهيئة النماذج والفحوصات:-

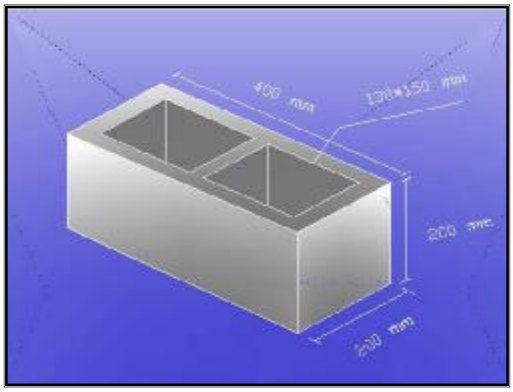
تم الاستعانة باحد المعامل الاهلية لانتاج البلوك الخرساني المجوف وطابوق الرصف الخرساني باستخدام كافة الخلطات الخرسانية المقترحة والموضحة في الجدول (5).وقد تم انتاج طابوق الرصف الخرساني بطبقة واحدة وذلك لضمان تشابه الخواص في الكتلة الواحدة. حيث تم انتاج :

بلوك خرساني مجوف بابعاد (200*200*400) ملم كما مبين في الشكل (1)، حيث تم فحصه بموجب المواصفة العراقية رقم 1077 [15] من حيث مقاومة الانضغاط و نسبة الامتصاص وبموجب الدليل الاسترشادي الموحد رقم 448 [16] من حيث نسبة الاملاح الكلية. وقد اجريت هذه الفحوصات على النماذج الخرسانية بالاعمار 28، 60,90 و180 يوما. علما ان نتائج الفحوصات مأخوذة كمعدل لثلاث نماذج في كل عمر.

- طابوق الرصف الخرساني بابعاد (100*200*60) ملم كما مبين في الشكل (2) وقد تم اجراء الفحوصات على النماذج بالاعمار 28، 60، 90 و180 يوما حيث اجريت فحوصات مقاومة الانضغاط ونسبة الامتصاص بموجب المواصفة العراقية القياسية رقم 1606 [17] وفحص نسبة الاملاح الكلية بموجب الدليل الاسترشادي الموحد رقم 448 [16] . علما ان نتائج الفحوصات مأخوذة كمعدل لعشرة نماذج في كل عمر.



الشكل (1): شكل و ابعاد البلوك الخرساني المنتج.



الشكل (2): شكل وابعاد طابوق الرصف الخرساني المنتج.

5. النتائج والمناقشة:-

1.5 - مقاومة الانضغاط:-

تبين نتائج الفحوصات التي تم اجرائها على نماذج البلوك الخرساني المجوف لكافة الخلطات وبكافة الاعمار ان البلوك المنتج مطابق لمتطلبات المواصفة القياسية رقم 1077 للكتل الخرسانية المجوفة صنف ب فيما يتعلق بمقاومة الانضغاط والتي تقتضي ان لا يقل معدل مقاومة البلوك عن 5 نت\ملم^2 للبلوك المجوف من الصنف ب و عن 7 نت\ملم^2 للبلوك المجوف من الصنف أ، وكما مبين في الجدول (6) والشكل (3). كما وتبين النتائج عدم حصول تاثير سلبي في قيم مقاومة الانضغاط للبلوك المنتج من الخلطات (M1.9, M1.19 و M2.47) الحاوية على ركام ناعم ذو محتوى املاح اعلى من الحدود المسموحة في المواصفة القياسية العراقية رقم 45 عندما يكون المحتوى الكلي للاملاح في الخلطة مطابقا لمتطلبات المواصفة القياسية. حيث ان نسبة التغير بالمقاومة للنماذج المنتجة من الخلطات (M1.9, M1.1 و M2.47) مقارنة مع الخلطة المرجعية (MR) بعمر 28 يوماً كانت (-

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

4.1، -11.1 و -15.5%) على التوالي. وكانت النسبة بعمر 180 يوما هي (6.3، 10.3 و 16.9%) على التوالي. وان هذا التفاوت يعزى بالدرجة الاساسية الى الاختلاف بمحتوى الركام الناعم والخشن بين الخلطاتM1.9, M1.1 و M2.47 مقارنة بالخلطة المرجعية (MR).

اما الجدول (7) و الشكل (4) فيبينان نتائج مقاومة الانضغاط لطابوق الرصف الخرساني والتي يتضح من خلالها ان مقاومة الانضغاط لم تتاثر بنسبة كبيرة في الخلطات الحاوية على ركام ناعم ذو نسبة املاح اعلى من تلك المسموح بها وفق متطلبات المواصفة القياسية العراقية مقارنة مع الخلطة المرجعية (MR) ذات الركام الناعم الحاوي على املاح 0.42%. حيث ان نسبة التغير بالمقاومة للخلطات (M1.9, M1.1 و M2.47) مقارنة مع الخلطة المرجعية (MR) بعمر 28 يوما كان (2.0، - 5.8 و - 12.4%) على التوالي. وكانت النسبة بعمر 180 يوما هي (1.4، -6.7 و -12.4%) على التوالي. وان هذا التفاوت يعزى الى نفسس السبب سابق الذكر. وهنا تجدر الاشارة الى ان جميع النتائج المستحصلة كانت مطابقة لمتطلبات المواصفة القياسية العراقية رقم 1606. ووفقا لهذه النتائج فان طابوق الرصف الخرساني المنتج من كافة الخلطات يصلح للاستخدام في رصف طرق المشاة والاماكن غير المعرضة للسيارات فضلا عن امكانية استخدامه في رصف طرق السيارات ذات الحمولات الخفيفة ومناطق الخدمات وذلك وفقا للتصنيف المعتمد ضمن المواصفة القياسية العراقية رقم 1606و كما مبين في الجدول (8).

الجدول (6): نتائج فحص مقاومة الانضغاط للبلوك الخرساني المجوف.

رمز الخلطة	مقاومة الانضغاط للبلوك الخرساني المجوف (نت /ملم^2) بعمر			
	28 (يوم)	60(يوم)	90(يوم)	180(يوم)
MR	6.65	7.25	7.78	7.95
M1.19	6.38	7.00	7.18	7.45
M1.9	5.91	6.55	6.82	7.13
M2.47	5.62	6.23	6.44	6.61

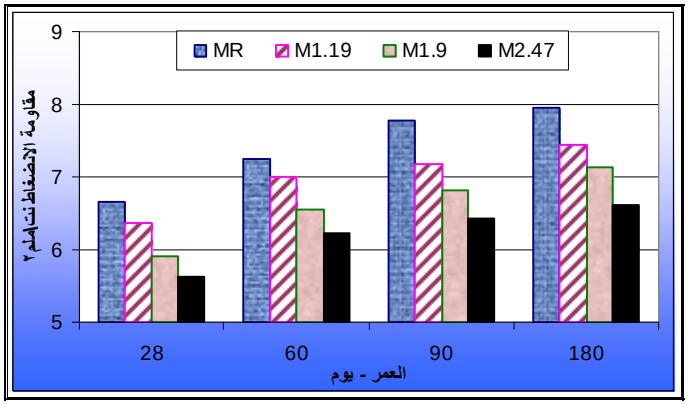
الجدول (7): نتائج فحص مقاومة الانضغاط لطابوق الرصف الخرساني.

رمز الخلطة	مقاومة الانضغاط لطابوق الرصف الخرساني(نت /ملم^2) بعمر			
	28 (يوم)	60(يوم)	90(يوم)	180(يوم)
MR	39.5	40.6	41.5	42.1
M1.19	40.3	41.2	42.1	42.7
M1.9	37.2	38.1	38.7	39.3
M2.47	34.6	35.9	36.1	36.9

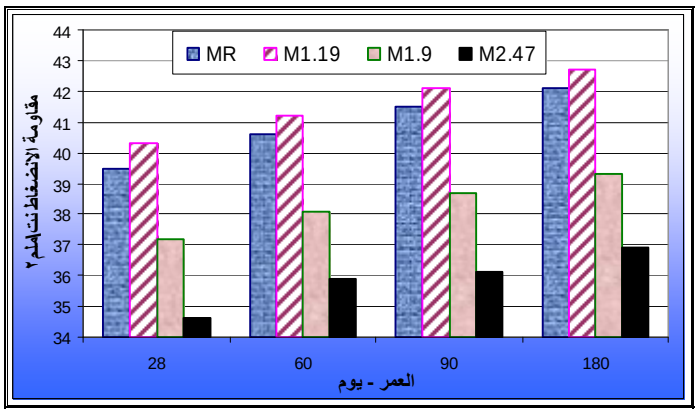
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الجدول (8): تصنيف طابوق الرصف الخرساني وفقا لمتطلبات المواصفة العراقية القياسية 1606

الصنف حسب نوع درجة التحمل	الاستخدام	نسبةامتصاص الماء(%)كحداعلى		مقاومةالانضغاط (نت\ملم^2)كحد ادنى	
		المعدل لخمسة نماذج	لوحدة واحدة	المعدل لعشر نماذج	لوحدة واحدة
النوع ذو درجة التحمل العالية	رصف ساحات الصناعات الثقيلة والموانئ وساحات الحاويات وطرق السيارات ذات الحمولات الثقيلة والساحات التي يتعرض سطحها للتآكل الشديد	6	8	55	50
النوع ذو درجة التحمل المتوسطة	رصف طرق السيارات ذات الحمولات الخفيفة ومناطق الخدمات	7	9	35	30
النوع ذو درجة التحمل الخفيفة	رصف طرق المشاة والاماكن غير المعرضة للسيارات اوعوامل التعرية	10	12	30	25



الشكل (3): مقاومة الانضغاط للبلوك الخرساني المجوف للاعمار المختلفة وللخلطات المختلفة.



الشكل (4): مقاومة الانضغاط لطابوق الرصف الخرساني للاعمار المختلفة وللخلطات المختلفة.

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

2.5 - نسبة الامتصاص: -

يبين الجدول (9) والشكل (5) نتائج فحص الامتصاص للبلوك الخرساني المجوف والتي يتضح من خلالها ان قيم فحص الامتصاص لكافة النماذج للخلطات (M1.19, M1.9 , M2.47 و MR) وبكافة الاعمار لم تتجاوز الحد المسموح به وفق متطلبات المواصفة القياسية العراقية رقم 1077 والتي تحدد الحد الاعلى لنسبة الامتصاص للكتل الخرسانية المجوفة بان لا يزيد عن 15 % للصنف أ و 20% للصنف ب. وعموما فأن النتأئج بينت بان اجراءات نقصان محتوى الركام الناعم وزيادة الركام الخشن ادت الى زيادة نسبة الامتصاص كلما قل محتوى الركام الناعم حيث كانت اعلى نسبة امتصاص هي 14.8% مسجلة للخلطة M2.47 ذات محتوى الركام الناعم الاقل بين الخلطات (400 كغم/م^3). اذ ان نسبة الركام الناعم فيها هي 50% من تللك المستخدمة في الخلطة المرجعية.

اما عن نسب الامتصاص لطابوق الرصف الخرساني فتشير النتائج المبينة في الجدول (10) والشكل (6) الى مطابقتها لمتطلبات المواصفة القياسية العراقية رقم 1606 الخاصة بالطابوق ذي درجة التحمل الخفيفة والمتوسطة عدا الطابوق المنتج من الخلطة M2.47 والتي تطابق نتائج الامتصاص فيها النوع ذو درجة التحمل الخفيفة فقط و الذي يستعمل في رصف طرق المشاة والاماكن غير المعرضة للسيارات.

كما وتجدر الاشارة الى ان الزيادة في معدل نسبة الامتصاص للوحدات المنتجة من الخلطات (M1.19, M1.9 و M2.47) بالمقارنة مع الخلطة المرجعية (MR) ترجح الى قلة المواد الناعمة في هذه الخلطات نتيجة لتقليل محتوى الركام الناعم الامر الذي يزيد من حجم المسامات الشعرية والفجوات في الهيكل الخرساني مما يؤدي الى زيادة نسبة الامتصاص للوحدات المنتجة. و على سبيل المقارنة نذكر هنا ان اعلى نسبة الامتصاص سُجلت للخلطة المرجعية كانت 4.8% بينما كانت اعلى نسب مسجلة للخلطات (M1.19 , M1.9 ، M2.47) هي (7.2 ,5.7، 9.1%) على التوالي.

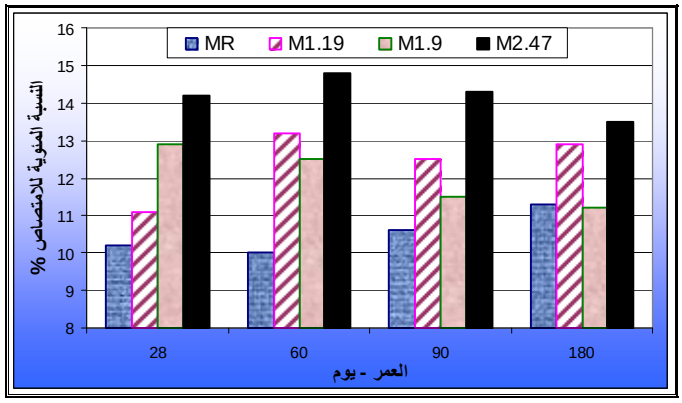
الجدول (9): نتائج فحص نسبة الامتصاص(%) للبلوك الخرساني المجوف.

رمز الخلطة	نسبة الامتصاص(%) للبلوك الخرساني المجوف بعمر			
	28 (يوم)	60(يوم)	90(يوم)	180(يوم)
MR	10.2	10.0	10.6	11.3
M1.19	11.1	13.2	12.5	12.9
M1.9	12.9	12.5	11.5	11.2
M2.47	14.2	14.8	14.3	13.5

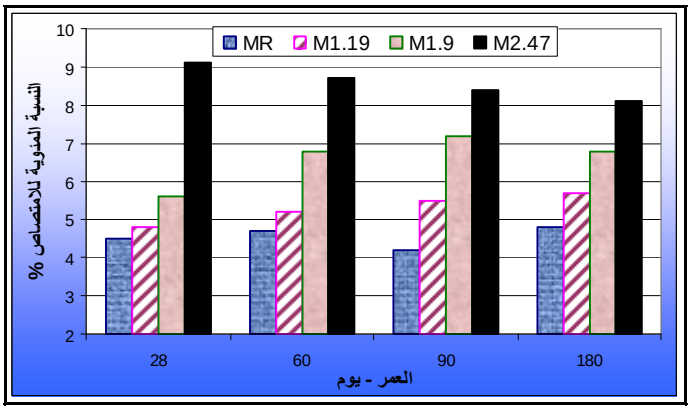
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الجدول (10): نتائج فحص نسبة الامتصاص(%) لطابوق الرصف الخرساني المجوف.

رمز الخلطة	نسبة الامتصاص(%) لطابوق الرصف الخرساني بعمر			
	28 (يوم)	60(يوم)	90(يوم)	180(يوم)
MR	4.5	4.7	4.2	4.8
M1.19	4.8	5.2	5.5	5.7
M1.9	5.6	6.8	7.2	6.8
M2.47	9.1	8.7	8.4	8.1



الشكل (5): نتائج فحص الامتصاص للبلوك الخرساني المجوف للاعمار المختلفة وللخلطات المختلفة.



الشكل (6): نتائج فحص الامتصاص لطابوق الرصف الخرساني للاعمار المختلفة وللخلطات المختلفة

3.5 - الكثافة الكلية: -

من خلال اجراء فحوصات الكثافة لكل من البلوك الخرساني المجوف وطابوق الرصف الخرساني تم الحصول على النتائج المبينة في الجداول (11) و(12) والاشكال (7) و(8) على التوالي. حيث نلاحظ انه كلما قل محتوى الركام الناعم قلت كثافة الوحدات الخرسانية المنتجة والسبب في ذلك يرجع الى زيادة نسبة الفجوات نتيجة

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

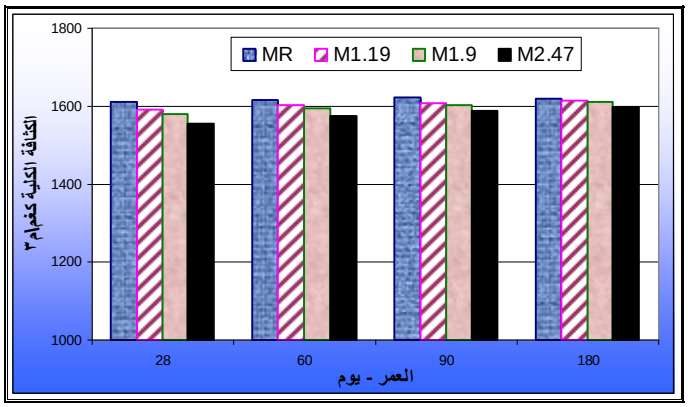
قلة محتوى المواد الناعمة. كما وتشير كافة النتائج الى وجود زيادة في كثافة النماذج مع تقدم العمر نتيجة لاستمرار عمليات الاماهة وملئ الفراغات والفجوات بنواتج الاماهة. حيث كانت النسبة المئوية للنقصان بالكثافة بعمر 28 يوما للبلوك الخرساني المجوف المنتج من الخلطات (M1.19, M1.9 و M2.47) بالمقارنة مع الخلطة المرجعية (MR) هي (1.2، 1.9 و 3.4%) على التوالي اما لطابوق الرصف الخرساني فكانت (1.2، 3.1 و4.0%) على التوالي. ويمكن ملاحظة نقصان هذا التفاوت مع تقدم العمر ولكافة الوحدات المنتجة.

الجدول (11): نتائج فحص الكثافة الكلية للبلوك الخرساني المجوف.

رمز الخلطة	الكثافة الكلية للبلوك الخرساني المجوف (كغم\ م^3) بعمر			
	28 (يوم)	60(يوم)	90(يوم)	180(يوم)
MR	1610	1617	1621	1620
M1.19	1591	1602	1609	1613
M1.9	1580	1595	1604	1610
M2.47	1556	1575	1588	1596

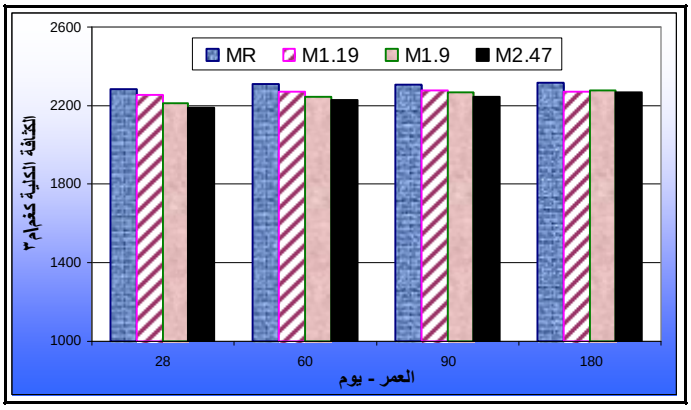
الجدول (12): نتائج فحص الكثافة الكلية لطابوق الرصف الخرساني.

رمز الخلطة	الكثافة الكلية لطابوق الرصف الخرساني (كغم\ م^3) بعمر			
	28 (يوم)	60(يوم)	90(يوم)	180(يوم)
MR	2282	2312	2306	2317
M1.19	2255	2270	2277	2275
M1.9	2211	2247	2266	2278
M2.47	2190	2229	2247	2264



الشكل (7): نتائج فحص الكثافة الكلية للبلوك الخرساني المجوف للاعمار المختلفة وللخلطات المختلفة.

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



الشكل (8): نتائج فحص الكثافة الكلية لطابوق الرصف الخرساني المجوف للاعمار المختلفة وللخلطات المختلفة.

4.5 - نسبة الاملاح الكلية:-

كما ذكر انفا انه قد تم الاعتماد على نسبة الاملاح الكلية في الوحدات الخرسانية المنتجة لتقييم صلاحية هذه الوحدات بدلا من اعتماد نسبة الاملاح الموجودة في كل من مكوناتها بشكل منفرد. وعليه فقد تم حساب نسبة الاملاح في كافة النماذج ولكافة الاعمار وكما مبين في الجداول (13) و (14). حيث تراوحت النسبة الكلية للاملاح (كنسبة مئوية من وزن السمنت) بين (3.82 - 4.25 %) للخلطة MR وبين (5.12 - 5.35 %) للخلطة M1.19 وبين (5.54-5.91 %) للخلطة M1.9 وبين (5.71-5.97%) للخلطة M2.47. ومن ذلك نستنتج ان نسبة الاملاح الكلية لم تتجاوز الحد الاعلى المسموح به وفق متطلبات المواصفة القياسية العراقية رقم 45 والتي تشير الى ان لا تزيد نسبة الاملاح الكلية للكتل الخرسانية عن 6% من وزن السمنت، على الرغم من ان نسبة الاملاح في الركام الناعم للخلطات (M1.19, M1.9 و M2.47) تجاوزت الحد الاعلى الذي تسمح به المواصفة القياسية رقم 45 وكانت (1.19, 1.9و2.47 %) على التوالي.

الجدول (13): نتائج فحص نسبة الاملاح الكلية في البلوك الخرساني المجوف كنسبة (%) من وزن السمنت.

رمز الخلطة	نسبة الاملاح الكلية في البلوك الخرساني المجوف كنسبة (%) من وزن السمنت بعمر			
	28 (يوم)	60(يوم)	90(يوم)	180(يوم)
MR	4.25	4.19	4.03	3.82
M1.19	5.31	5.22	5.20	5.15
M1.9	5.82	5.91	5.70	5.72
M2.47	5.81	5.83	5.71	5.73

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

الجدول(14): نتائج فحص نسبة الاملاح الكلية في طابوق الرصف الخرساني كنسبة (%) من وزن السمنت

رمز الخلطة	نسبة الاملاح الكلية في طابوق الرصف الخرساني كنسبة (%) من وزن السمنت بعمر			
	28 (يوم)	60(يوم)	90(يوم)	180(يوم)
MR	4.13	4.17	3.98	3.82
M1.19	5.35	5.31	5.15	5.16
M1.9	5.73	5.61	5.60	5.54
M2.47	5.97	5.88	5.78	5.71

6. الإستنتاجات:-

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

1. امكانية استخدام الركام الناعم الذي تكون نسبة الاملاح فيه اعلى من الحدود التي تسمح بها المواصفة القياسية العراقية (0.5%) لانتاج وحدات بنائية خرسانية مطابقة لمتطلبات المواصفات الخاصة بالكتل الخرسانية وطابوق الرصف الخرساني شرط ضمان عدم تجاوز نسبة الاملاح الكلية في الوحدات 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 التاثير على خواص الوحدات المنتجة كمقاومة الانضغاط والامتصاص وغيرها من المتطلبات الاساسية التي تحدد وفق نوع الوحدات المنتجة.
3. ان تقليل محتوى الركام الناعم وزيادة الركام الخشن يؤدي الى نقصان المقاومة و الكثافة وزيادة النسبة المئوية للامتصاص. وبالرغم من ذلك فان استبدال 50% من وزن الركام الناعم المستخدم في الخلطة المرجعية بركام خشن دون اجراء اي تغيرات اخرى على نسب الخلط كزيادة محتوى السمنت او تغيير نسبة الماء\السمنت سمح بانتاج البلوك الخرساني المجوف و طابوق الرصف الخرساني المطابق لمتطلبات المواصفات القياسية العراقية رقم 1077 و1606 على التوالي.

7. المصادر:-

1- عباس، يحيى يونس " آلية تغلغل الاملاح الكبريتية في الخرسانة" رسالة ماجستير، الجامعة التكنولوجية، 2002. ص1

2- Neville A. M. “Properties of Concrete”, Long Man Group Limited, London, Fourth Edition, 2005.

3- السامرائي، مفيد " مقترح تحديد نسبة الاملاح في الرمل"، المركز الوطني للمختبرات الانشائية، مجلة البناء الحضاري، العدد1، السنة الاولى. ص(1-3)

4- 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, pp. (17-41).

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

5- Abdul-Latif, A. M.” Mathematical Model for The Optimum Gypsum Content in Concrete,’ PhD. thesis University of Baghdad, Baghdad 2001, pp. (1-14).

6- 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. p 543

7- رؤوف، زين العابدين" الرمال العراقية" مركزبحوث البناء، 1970.

8- الخلف، مؤيد وعبد يوسف، هناء " تكنولوجيا الخرسانة" ، 1984.

9- المواصفة القياسية العراقية رقم (45) لسنة 1984، " ركام المصادر الطبيعية المستعمل في الخرسانة والبناء".

10- Al - Salihi, R. A. " Proposed revision of Iraqi specification for concrete ingredients to Cape with post war are " M. Sc. Thesis University of Baghdad , Baghdad 1994, pp (112-116).

11- Al-Robayi, A. H. “Resistance of High Performance Concrete to External and Internal Sulfate Attack”, M. Sc. Thesis University of Technology, Baghdad 2005.p(100-102).

12- Al-Janabi, T. H. “Behavior of High Performance Concrete Exposed to Internal Sulphate Attack”, M. Sc. Thesis University of Technology, Baghdad 2007, pp.(113-115).

13- المواصفة القياسية العراقية رقم (5) لسنة 1984 ، "الأسمنت البورتلندي".

14- المواصفة القياسية العراقية رقم (1703) لسنة 1992، "المياه المستعملة في الخرسانة"

15- المواصفة القياسية العراقية رقم (1077) لسنة 1985، "كتل البناء الخرسانية المحملة".

16- الدليل الاسترشادي الموحد رقم (448) لسنة 1984.

17- المواصفة القياسية العراقية رقم (1606) لسنة 2006 ، "طابوق الرصف الخرساني".

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