تحسين خواص الجص بإستخدام المضافات

أ.د.زين العابدين محمد رؤوف ، أ.م.د.ندى مهدي فوزي ، هديل خالد عواد العبيدي

الخلاصة

يعد الجص من المواد البنائية المهمة ويتوفر في العراق بكثرة لتوافر مواده الأولية ، وفي هذا البحث تم دراسة تأثير إضافة مواد مختلفة مثل مادة البولي فنيل أستيت ومادة الفورفرال وأيضاً مادة الفيوم سليكا وبنسب إضافة وزنية مختلفة ونوعين من الألياف هما ألياف الكاربون وألياف البولي بروبلين وبنسب إضافة حجمية مختلفة، وقد وجد عن طريق تحليل النتائج بأن النسبة المثلى لإضافة مادة الفورفرال إلى الجص هي 2,5% من وزن الجص لأنها تحسن من خاصية معاير الكسر بنسبة 3,18%، وبعمر (28) يوماً من المعالجة،وعند إستخدام مادة البولي فنيل أستيت وجد أن النسبة المثلى للإضافة إلى الجص هي 2% من وزن الجص إذ تزيد من قيمة معاير الكسر بنسبة 3,44%، ولوحظ أن النسبة المثلى لإضافة مادة الفيوم سليكا إلى الجص هي نسبة 1% من وزن الجص وذلك لأن هذه النسبة من الإضافة تزيد من معاير الكسر بنسبة 15,26%،وعند إضافة ألياف الكاربون إلى الجص وجد أن النسبة المثلى للإضافة هي 0,5% كنسبة حجمية من الجص بعد مراعاة الكلفة والجودة ، إذ تعطي هذه النسبة من الإضافة زيادة كبيرة في معاير الكسر وبنسبة 41,43%،وعند إستخدام الخلطة (PVCF) التي تحوي على 2% من مادة البولي فنيل أستيت و 0,5% كإضافة حجمية من ألياف الكاربون إلى الجص تزيد من قيمة معاير الكسر بنسبة 62,92% وهي أفضل خلطة لتحقيق الهدف من البحث وهو الحصول على مواصفات إنشائية أفضل وخاصة لتحسين مقاومة الإنثناء للعتبات الجصية.

Improving the Properties of Gypsum By Using Additives

Prof. Dr. Z. A. M. Raouf , Ass. Prof. Dr. NADA MAHDY, Hadeel khalid Awad Al- Obaidi

Abstract

Gypsum Plaster is an important building materials, and because of the availabilty of its raw materials. In this research the effect of various additives on the properties of plaster was studied , like Polyvinyl Acetate, Furfural, Fumed Silica at different rate of addition and two types of fibers, Carbon Fiber and Polypropylene Fiber to the plaster at a different volumetric rate. It was found that after analysis of the results the use of Furfural as an additive to plaster by 2.5% is the optimum ratio of addition to that it improved the flexural Strength by 3.18%. When using Polyvinyl Acetate it was found that the ratio of the additive 2% is the optimum ratio of addition to the plaster, because it improved the value of the flexural strength by a rate of 3.44% of the value of standards fraction of the mixture of reference. It was noted that the optimum ratio for the addition of Fumed Silica to the plaster is the ratio of 1%, because this ratio of addition increases the flexural strength by 15.26%. For the addition of Carbon Fiber to the plaster it was found that the volumetric ratio of the additive 0.5% is the percentage of perfect accessory after taking into account cost and quality which gives an increase in Flexural Strength by rate of 41.43% .When using Polypropylene Fiber it was found that the optimum percentage ratio of addition 1.5%, where this ratio increases flexural strength by a rate of 23.67% . When using the mixture (PVCF), which contains 2% of Poly vinyl Acetate and 0.5% as a volumetric rate of the carbon fiber to the plaster, increases the value of Flexural Strength by a rate 62.92%. After analyzing the results for all mixtures it was found that the mixture (PVCF) is the best one to satisfy the aim of the research which is to get the best structural properties specially flexural strength for gypsum beams.

كلمات رئيسية الجص،بولي فنيل أستيت،الفورفرال،مادة الفيوم سليكا،ألياف الكاربون،ألياف البولي بروبلين،معاير الكسر.

1- مقدمة

أستخدم الجص بشكل واسع منذ القدم في وادي الرافدين إذ أستعمل كمادة رابطة في أعمال بناء الدور والمعابد فضلاً عن إستخدامه في أعمال الإنهاء للجدران ، و أستخدم في حصن الأخيضر ومعبد بابل والمدرسة المستنصرية، ويتوفر الجص بوصفه مادة أولية ذات كلفة واطئة في العراق وفي أماكن مختلفة من العالم بما يشجع محاولة تطوير إستخدامه وتحسين خواصه التطبيقية لتوسيع مجال إستخدامه الحالي[18].

2- الهدف من البحث

الهدف من هذا البحث هو تحسين خواص الجص العراقي ودراسة خواصه بإضافة بعض المواد وبعض أنواع الألياف وذلك للحصول على مواصفات إنشائية أفضل خاصة لتحسين مقاومة الإنثناء للعتبات الجصية .

3- ميكانيكية تفاعل الجص

أن المادة الأولية الداخلة في صناعة الجص هي كبريتات الكالسيوم المائية ($CaSO_4.2H_2O$) التي تعرف بالجبس وغالباً ما تكون عديمة اللون نقية كاملة التبلور وبلوراتها إبرية الشكل (وقد تكون ذات ميلان إلى اللون الأبيض عندما تكون غير كاملة التبلور) وذات وزن نوعي (2,3) وصلابة (1,5-2) على مقياس موهو للصلابة، وبالنسبة لذوبان الجبس في الماء (2) غم تقريباً من ($CaSO_4$) لكل لتر في درجة حرارة (20) م وللجبس المتكلس (Calcined gypsum) هو (8) غم من ($CaSO_4$) لكل لتر (للجبس اللامائي قابل للذوبان) و(2) غم من ($CaSO_4$) لكل لتر (للجبس اللامائي غير قابل للذوبان) بدرجة حرارة (20)م، وفيما يتعلق بالمقاومة للمواد الكيمياوية فله مقاومة جيدة ضد الحوامض والقواعد وعوامل الأكسدة ومع هذا عندما يلامس الماء ينعم وبالتدريج يفقد مقاومته[5].

4- مسح البحوث والدراسات السابقة

أن خاصية معاير الكسر هي من الخواص المهمة عند دراسة الخواص الفيزيائية للجص وجرت بحوث عدة في هذا المجال ففي عام 1970م قام (Majumdar)[8] بدراسة عن الجص المسلح بألياف الزجاج والسمنت المسلح بألياف الزجاج وهي أمثلة من المواد التركيبية إذ أن مادتي السمنت والجص (وهما يعدان المادة المالئة) تكون قابلة للكسر عند تسليط حمل قليل أقل بكثير من الألياف ولذلك تضاف الألياف لزيادة تحملها لمقاومة الشد ومعاير الكسر، أن توزيع الألياف في المادة المالئة هي عملية غير سهلة تستخدم عملية الرش(Spraying Process)، أن مقاومة الشد ومعاير الكسر للمادة المركبة وهي الجص المسلح بألياف الزجاج تصل أعلى قيمة لها عند نسبة إضافة للألياف 10% حجماً.

وفي عام 1986م قام(رؤوف وزملائه)[9] بدراسة تسليح الجص بألياف زجاجية وبنسب إضافة مختلفة وقاموا بدراسة خواص الجص المسلح بالألياف الزجاجية وعند دراسة خاصية معاير الكسر لاحظوا إنها تزداد بزيادة نسبة الألياف المضافة إلى الجص فعند نسبة إضافة للألياف 1% حجماً من الجص كان معاير الكسر (2,8)ميكا نت/م^2 وعند زيادة نسبة الإضافة الحجمة 3% فأن قيمة معاير الكسر تصبح (3,9) ميكا نت/م^2 وهذه الزيادة في معاير الكسر بسبب مقاومة الشد العالية للألياف الزجاجية التي تحاول تقليل من التشققات عند زيادة الحمل المسلط، فللخلطة المرجعية غير الحاوية على الألياف فأن قيمة معاير الكسر لها (2,15) ميكا نت/م^2 .

و قام (Takeshi and Ju-He) عام 2001م[10] بدراسة تأثير طول ومحتوى ألياف البولي بروبلين على الخواص اليكانيكية والفيزياوية للألواح الجصية، ووجد أن طول ومحتوى ألياف البولي بروبلين لهما تأثير مهم على مقاومة الربط الداخلي

(Internal Bond Strength) (IB) ومعايير الكسر (MOR) حيث أستنتجوا أن أعلى قيمة (IB) حصل عليها عند إستخدام الألياف بطول(9) ملم ومحتوى ألياف9% مضافة إلى الجص ، وأعلى قيمة لمعاير الكسر(MOR) هو عند إستخدام ألياف بطول(12) ملم ومحتوى ألياف 12% مضافة إلى الجص، إذ أستنتجوا أن عند زيادة المحتوى أكثر سوف يقلل كل من مقاومة الربط الداخلي و معاير الكسر على التوالي وأن النسب المختارة سلفاً هي أعظم قيم ولايمكن إستخدام أكثر منها لتعطي ألواح جصية ذوات أداء عالي.

وفي بدراسة لـ (النعيمي) عام 2002م[18] الذي أستخدم فيه المضافات مع الجص المحلي ، حيث بينت النتائج أن المواد المضافة تؤثر على معاير الكسر وكما يأتي:

أن إستخدام الراتنج الستايرين بيوتادين مع الجص وصب عتبات أدى إلى تحسين ملحوظ في معاير الكسر بسبب زيادة الربط بين جزيئات الجص فعند نسبة الإضافة للراتنج 0,8% فأن معاير الكسر يصبح(1,4) ميكا نت/م^2 وبزيادة نسبة الإضافةإلى 1,6% فان معاير الكسر (1,6) ميكا نت/م^2،وعند إضافة رماد قشور الرز المنعم إذ كان المتبقي على غربال رقم (325) بنسبة 16% أدى إلى تحسين ملحوظ في معاير الكسر بسبب زيادة المساحة السطحية للربط بين الجزيئات بوجود جزيئات رماد قشور الرز الناعمة جداً ولكن توجد نسبة مثلى للإضافة إلى الجص وهي 12% وقد تعطي معاير كسر (1,17) ميكا نت/م^2 وبزيادة هذه النسبة يبدأ معاير الكسر بالهبوط، وعند إضافة النورة المطفأة إلى الجص لم يظهر تحسن يذكر في معاير الكسر في عمر (28) يوماً ولكن في فحص (90) يوماً يظهر هناك تحسناً ملحوظاً في معاير الكسر وذلك بسبب حاجة النورة إلى فترة طويلة لحصول الكربنة وزيادة المساحة السطحية للربط بوجود جزيئات كاربونات الكالسيوم، وفي حالة إضافة ألياف النخيل إلى الجص أدى إلى زيادة معاير الكسر بصورة واضحة بسبب إسهام الألياف في تحمل الشد فعند نسبة إضافة صفر% تكون قيمة معاير الكسر (0,9) ميكا نت/م^2 وعند زيادة نسبة الإضافة إلى 4% حجما فان معاير الكسر يصبح (1,15) ميكا نت/م^2 وعند النسبة 8% حجما يصبح معاير الكسر (1,38) ميكا نت/م^2 ومن هذا فأن زيادة نسبة الألياف يؤدي إلى زيادة معاير الكسر. وفي عام 2005م نشر (فريح وزملائه)[19] بحثاً تم إستخدام مواد مضافة طبيعية مع الجص وبنسب مختلفة لكل إضافة وتم إجراء فحص معاير الكسر لنماذج الجص وحده ونماذج الجص مع المضافات وأوضحت النتائج زيادة في معاير الكسر وصلت إلى 10,17% عند إضافة الحجر الجيري المطحون حيث المتبقي على غربال ذو فتحة (0,75) ملم بنسبة 28,34% إلى الجص بنسبة 2,5% وعند إستخدام كاربونات الكالسيوم كانت هناك زيادة طفيفة تصل إلى 1,75% عند نسبة الإضافة 5% وكلما زادت نسبة الإضافة لكاربونات الكالسيوم قل معاير الكسر، وعند إضافة النورة المطفأ فبينت النتائج إنخفاضاً ملحوظاً بنسبة 54,38% عند نسبة الإضافة 15%، وذلك بسبب عرقلة تكوين الشبكة البلورية بزيادة نسبة المضاف وزيادة نسبة(الماء / الجص) اللازمة للحصول على القوام القياسي.

5- خواص المواد المستعملة في الدراسة

5-1 الجص النقي (البورق)

تم إستعمال الجص النقي(البورق) والمنتج في شركة الجص العراقية المتحدة المحدودة – بغداد (علامة المالج)، فحصت الخواص الفيزياوية حسب متطلبات المواصفة القياسية العراقية رقم (27) لسنة 1988م [17] كما موضح في الجدول (1)، وقد أجري التحليل الكيمياوي للبورق في الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ومقارنتها بحدود المواصفة العراقية رقم (28) لسنة 1988م [16] الخاصة بالجص للأغراض البنائية ، كما موضح في الجدول (2) .

5-2المضافات وفحوصاتها

5-2-1 الفيوم سليكا Fumed Silica

وهي مادة غير متبلورة تدرجها ناعم وكثافتها قليلة وذات مساحة سطحية عالية وهي تعد مادة بوزولانية ولها عامل مثخن قوي وذات نقاوة

سليكا المستخدمة في البحث هي (Fumed Silica, HDK , N20) المنتجة في شركة وكير (Wacker Silicones) الألمانية في الجدول (3) بيانات المنتج حسب دليل الشركة المصنعة وكير[14].

عالية، تنتج بوساطة عملية تحلل الطور البخاري لرباعي كلوريد السيلكون ($SiCl_4$) [6] ،ومادة الفيوم

جرى إيجاد معامل فعالية المقاومة Strength Activity Index(S.A.I) لمادة الفيوم سليكا بموجب المواصفة الامريكية(ASTM C311-02) [1] وكانت نتيجة الفحص 110,4% وهي ضمن حدود المواصفة الامريكية C618-03) ASTM)[2]، وقد جرى الفحص الكيمياوي لمادة الفيوم سليكا في الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ونتائج الفحص موجودة في الجدول (4) .

5-2-2 الفورفورال FurFural

وهو سائل كيمياوي يستخدم في كثير من الصناعات ويستعمله أصحاب المصانع في صنع النايلون واللدائن ومنتجات أخرى ويتحول من سائل عديم اللون إلى اللون الأصفر وأخيرا إلى اللون البني الداكن عن التعرض للهواء وبخاره يثير العيون والأنف.

ويحضر صانعوا الكيميائيات الفورفرال بخلط حامض مع مواد نباتية تالفة مثل سيقان الذرة أو قشور بذور القطن أو الشوفان أو الأرز، والفورفرال مادة عضوية كيميائية ، وصيغتها (C_4H_3OCHO)

وهو تنتمي إلى عائلة الألدهايدات ويطلق عليه أحيانا الفور-فورمالدهايد ويتجمد بدرجة (38,7-) م ويغلي بدرجة (161,7) م ، وكثافتها تقدر حوالي (1,16) مرة مثل كثافة الماء. [7]

وفي هذا البحث جرى إستخدام مادة الفورفرال التي جلبت من مصفى الدورة التابع لوزارة النفط – شركة مصافي الوسط وقد أجريت فحوص لبعض الخواص لمادة الفورفرال في دائرة بحوث الكيمياء والصناعات البتروكيمياوية التابع لوزارة العلوم والتكنلوجيا ونتائج الفحوص موضحة في الجدول رقم (5).

5-2-3 البولي فنيل أستيت Poly vinyl Acetate (Pva)

وهو بوليمر متماثل (homo – polymer) ذو لزوجة عالية آمن عند الإستخدام وذو إستخدامات متعددة ويمكن أن يطبق على عدد واسع من مواد البناء .

الصيغة الجزيئية له $(CH_4\ H_6\ O_2)_n$ وهو بوليمر من المطاط الصناعي وفي الجدول رقم(6) بعض خواص البولي فنيل أستيت[12] .

ومادة البولي فنيل أستيت المستخدمة في البحث من إنتاج شركة أيلا (ayla) الأردنية وفحصت هذه المادة ووجدت إنها ضمن حدود المواصفة البريطانية (BS 5270-89) [4].

5-2-4 ألياف الكاربون Carbon Fiber

أستخدم في البحث ألياف كاربون مقطعة المنتجة في شركة Tenax (Tenax chopped carbon fiber products) وهذه الألياف تزود إنتقال جيد للخواص الميكانيكة والكهربائية وهذه الألياف سهلة الخلط مع المادة المالئة المضاف إليها

وكنسبة حجمية V_f من الجص.أضيفت الألياف بنسب مختلفة 0,5، 1، 1,5% وخواص الألياف المستخدمة موضحة في الجدول (7) [15].

5-2-5 ألياف البولي بروبلين Poly propylene fiber

تم إستخدام ألياف البولي بروبلين المنتجة من قبل شركة سيكا (Sika) وهذه الألياف عبارة عن مجموعة من الشعيرات الأحادية من مادة البولي بروبلين.[13]

أضيفت الألياف بنسب مختلفة 0,5، 1، 1,5، 3، 4,5% كنسبة حجمية V_f من الجص ،والألياف دقيقة جداً وبقطر (18) مايكرون وبطول (12)ملم وهي مغطاة بمادة (Surfactant) لتحسين الإنتشار والربط ، وفي الجدول (8) توجد مواصفات المادة حسب دليل شركة سيكا (Sika) [13].

6- معاير الكسر Flexural Strength

أجري فحص معاير الكسر لنماذج بأبعاد (50×50×250) ملم بجهاز قياس من نوع (TINIUS OLSEN) وبسعة تحميل (50000باون) بما يعادل(226,8 كيلونت) ، طريقة الفحص المتبعة تمت بتسليط الحمل المركز على منتصف مسافة العينة للنموذج المسند بمساند مدورة بنصف قطر تدوير (5) ملم وعلى بعد (170 ±5) ملم بحسب المواصفة الأمريكية (ASTM C293-02)[3] علماً بأن العينة وضعت داخل الجهاز بحيث تكون السطوح الجانبية والمواجهة لجوانب القالب في إثناء الفحص ملامسة لمساند الجهاز.

يؤخذ معدل معيار الكسر لثلاثة نماذج لكل خلطة ويعبر عنه بميكا نت /م^2 ويحسب وفقاً للمعادلة الآتية :

$$MOR = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (1)$$

MOR = **معاير الكسر (ميكا نت/م^2)**

P = **أعلى** حمل مسلط مسبب لفشل (نت)

L= المسافة بين نقطتي الإرتكاز (170) ملم

b= العرض (50) ملم

d= الارتفاع (50) ملم

7- تحليل النتائج

أجري فحص معاير الكسر على العتبات الجصية ذوات الأبعاد(50×50×250) ملم ،والجدول (9) يمثل نتائج فحص معاير الكسر للخلطة المرجعية وخلطات المواد المضافة لجميع نسب الإضافة ولجميع فترات المعالجة.

7-1 المرحلة الأولى

في هذه المرحلة وعند زيادة نسبة ماء المزج أدت إلى نقصان معاير الكسر للعتبات الجصية ، فبعمر يوم واحد كان معاير الكسر للخلطة (A)(3,66) ميكا نت/م^{2}وبزيادة نسبة (W/J) إلى (0,7) خلطة (C) أصبحت قيمة معاير الكسر (3,34) ميكا نت/م^2، وبعمر (120) يوماً أصبحت قيمة معاير الكسر للخلطة (A)(3,77) ميكا نت/م^2 وللخلطة (C) (3,21) ميكا نت/م^2، والسبب في ذلك يعود إلى زيادة نسبة الفراغات بين جزيئات الجص والتي تسبب النقصان في الترابط بين جزيئات الجص وبالتالي نقصان معاير الكسر، كما في الشكل (1).

7-2 المرحلة الثانية

7-2-1 السلسلة الأولى

عند إضافة مادة الفورفرال (Fur) تحصل زيادة في قيمة معاير الكسر ولاسيما في الأعمار المتقدمة وتقل هذه الزيادة لتصبح إنخفاض في قيمة معاير الكسر مع زيادة نسبة الإضافة لمادة الفورفرال ففي عمر (7)أيام وعند نسبة الإضافة 2,5% خلطة (Fur_1) لا يحصل تغيير في معاير الكسر عن معاير

الكسر للخلطة المرجعية (A) ومع زيادة نسبة الإضافة إلى 7,5% (Fur_3) يحصل إنخفاض في معاير الكسر بنسبة 5,09% عن المرجعية ، أما بعمر (120) يوماً فتحدث زيادة قليلة في نسبة معاير الكسر لتصل النسبة إلى 3,18% للخلطة (Fur_1) وعند زيادة نسبة الإضافة في خلطة (Fur_3) يحصل إنخفاض قليل في نسبة معاير الكسر بنسبة 4,5% عن الخلطة المرجعية ، من المحتمل أن يعود السبب في ذلك إلى أن إضافة مادة الفورفرال بالنسب القليلة أدت إلى زيادة قليلة في معاير الكسر للجص ويزداد النقصان بالترابط بين جزيئات الجص كلما زادت نسبة الإضافة بسبب إحتوائها على مواد عضوية[11] تتداخل بين جزيئات الخلطة وتقل قيمة معاير الكسر، وهذا مبين في الشكل (2).

وفي حالة إستخدام المضاف (Pva) تحصل زيادة في قيمة معاير الكسر عند زيادة الإضافة 2% وعند زيادة نسبة الإضافة يحصل إنخفاض في قيمة معاير الكسر ويزداد هذا الإنخفاض مع زيادة نسبة الإضافة ، ففي عمر المعالجة (7) أيام وعند نسبة الإضافة 2% وهي خلطة (PV_1) تحصل زيادة طفيفة في قيمة معاير الكسر وهذه الزيادة هي بنسبة 0,8% عن قيمة معاير الكسر للخلطة المرجعية (A) وعند زيادة نسبة الإضافة إلى 5% وهي خلطة (PV_3) يحصل إنخفاض قليل في قيمة معاير الكسر بنسبة 5% عن معاير الكسر للخلطة المرجعية ، وتزداد قيمة معاير الكسر لكل نسبة إضافة مع مرور فترة المعالجة ، ففي عمر معالجة (120) يوماً وعند نسبة الإضافة 2% تبقى الزيادة مستمرة في قيمة معاير الكسر حيث تكون الزيادة في معاير الكسر بنسبة قليلة 3,44% وبزيادة الإضافة إلى 5% تقل قيمة معاير الكسر بنسبة طفيفة 1,59% عن معاير الكسر للخلطة المرجعية (A)، وربما يعود السبب في ذلك هو عند إضافة مادة (Pva) بنسبة قليلة 2% تزيد من الربط بين جزيئات الجص وبالتالي يزداد معاير الكسر ولكن بزيادة نسبة الإضافة أكثر يقل هذا الربط بسبب إحتوائها على مواد عضوية[5,12] تتداخل بين جزيئات الخلطة وتقل قيمة معاير الكسر، وهذا مبين في الشكل (3).

عند إضافة مادة الفيوم سليكا (FS) تحدث زيادة في معاير الكسر عند نسب الإضافة القليلة وعند زيادة النسبة قليلاً يقل معاير الكسر ويزداد النقصان مع زيادة نسبة الإضافة ، ففي عمر (28) يوماً وعند نسبة الإضافة 1% خلطة (FS_1) تحدث زيادة في قيمة معاير الكسر لتصبح (3,62) ميكا نت/م^2 أي بزيادة عن معاير الكسر للخلطة المرجعية (C) بنسبة قليلة 3,72% وعند زيادة نسبة الإضافة إلى 2% خلطة (FS_2) يقل معاير الكسر ليصل إلى (3,17) ميكا نت/م^2 بنقصان عن معاير الكسر للخلطة المرجعية بنسبة 9,51% وللعمر نفسه وعند زيادة نسبة الإضافة إلى6% خلطة (FS_4) يزداد النقصان في قيمة معاير الكسر لتصل قيمة (2,85) ميكا نت/م^2 أي نقصان عن المرجعية بنسبة18,33% وهذا أيضاً بعمر (28) يوماً ، وتزداد قيمة معاير الكسر مع زيادة فترة المعالجة ففي عمر (120) يوماً وعند نسبة الإضافة1% تزداد قيمة معاير الكسر لتصبح (3,7) ميكا نت/م^2 أي بزيادة عن معاير الكسر للخلطة المرجعية بنسبة 15,26% وعند زيادة النسبة إلى 2% خلطة (FS_2) تزداد قيمة معاير الكسر لتصبح (3,2) ميكا نت/ وعند زيادة النسبة إلى 6% خلطة (FS_4) تصبح قيمة معاير الكسر (2,88) ميكا نت/م^{2}و بإنخفاض عن المرجعية بنسبة 10,28%، من المحتمل أن السبب في ذلك يعود هو أن إضافة مادة (FS)عند نسبة الإضافة 1% أدت إلى تحسن ملحوظ في معاير الكسر بسبب زيادة المساحة السطحية للربط بين جزيئات الجص بوجود جزيئات مادة الفيوم سليكا الناعمة جداً وتعد هذه النسبة هي النسبة المثلى فعند زيادة النسبة تقل قيمة معاير الكسر بسبب تكون الفراغات الهوائية التي بالعكس تقلل الربط بين جزيئات الجص، وهذا مبين في الشكل(4).

7-2-2 السلسلة الثانية

عند إضافة ألياف الكاربون إلى الجص حصلت زيادة واضحة جداً في قيمة معاير الكسر وتزداد هذه الزيادة مع زيادة نسبة الألياف، فعند إضافة ألياف الكاربون بنسبة حجمية0,5% خلطة (CF_1) وبعمر (7) أيام حصلت زيادة في قيمة معاير الكسر ووصلت قيمتها (4,25) ميكا نت/م^2 أي بزيادة عن معاير كسر الخلطة المرجعية (C) بنسبة22,4% وتزداد هذه الزيادة مع زيادة نسبة الألياف فعند نسبة الإضافة 1,5% خلطة (CF_3) وللعمر نفسه وصلت قيمة معاير الكسر إلى (5) ميكا نت/م^2 وبزيادة عن المرجعية بنسبة 44,09%، وتزداد قيمة معاير الكسر مع زيادة مدة المعالجة ولنسب الإضافة جميعها، فبعمر(120) يوماً وللخلطة (CF_1) وصلت قيمة معاير الكسر (4,54) ميكا نت/م^2 وبزيادة عن المرجعية بنسبة 41,43% وعند إضافة الألياف بنسبة 1,5% خلطة (CF_3) وصلت الزيادة في قيمة معاير الكسر (5,13) ميكا نت/م^{2}وبزيادة عن المرجعية بنسبة 59,81%، وربما السبب في ذلك هو أن ألياف الكاربون لها مقاومة كسر جيدة وعند إضافتها إلى الجص تسهم في تحمل إجهاد الشد للنماذج وبذلك يزداد معاير الكسر، وهذا واضح في الشكل (5).

وعند إضافة ألياف البولي بروبيلين حصل زيادة في قيمة معاير الكسر ولنسب الإضافة جميعها عن معاير الكسر للخلطة المرجعية ولكن سلوك هذه الزيادة كما يلي:

تحصل زيادة في قيمة معاير الكسر وتزداد مع زيادة نسبة الإضافة الحجمية للألياف وعند الوصول إلى نسبة الإضافة الحجمية 3% يبدأ معاير الكسر بالإنخفاض ويزداد هذا الإنخفاض بزيادة نسبة الإضافة، ففي عمر (28) يوماً وعند نسبة الإضافة 0,5% وهي الخلطة (PPF_1) يزداد معاير الكسر بنسبة 5,15% عن معاير الكسر للخلطة المرجعية وعند زيادة نسبة الإضافة إلى 1,5% وهي خلطة (PPF_3) يزداد معاير الكسر أكثر لتصل الزيادة بنسبة 12,89% عن معاير الكسر للخلطة (C) وعند زيادة النسبة إلى 3% خلطة (PPF_4) يقل معاير الكسر ولكن يبقى أكثر من معاير للخلطة المرجعية بنسبة 9,78% وعند زيادة نسبة الإضافة الحجمية إلى 4,5% خلطة (PPF_5) يقل معاير الكسر أكثر وأيضاً يبقى أكثر من معاير الخلطة المرجعية بنسبة قليلة 3,15 % ، وقد يرجع السبب في ذلك إلى أن إضافة الألياف إلى الجص تعمل على الإسهام في إجهادات الشد وبالتالي يزداد معاير الكسر ولكن هذه الزيادة تقل عند النسب الإضافة 3 و 4,5% وذلك للنقصان في قابلية التشغيل عند إضافة هذه النسب وتكون مسامات بين جزيئات وتقلل من معاير الكسر للخلطة، وهذا مبين في الشكل (6).

7-2-3 السلسلة الثالثة

يزداد معاير الكسر للخلطة (PVCF) عن معاير الكسر للخلطة المرجعية (C) وتزداد هذه الزيادة مع زيادة فترة المعالجة ، ففي عمر (7) أيام كانت قيمة معاير الكسر (4,85) ميكا نت/م^2 وبزيادة بنسبة 39,76% عن معاير الكسر للخلطة المرجعية ، وبعمر (120) يوماً تزداد قيمة معاير الكسر لتصل إلى (5,23) ميكا نت/م^2 وبزيادة بنسبة 62,92% عن معاير الكسر للخلطة المرجعية ، وربما يرجع السبب في ذلك هو أن الخلطة (PVCF) تتكون من مضافين هما مادة (Pva) بنسبة 2% ، وألياف الكاربون بإضافة حجمية 0,5% وقيمة معاير الكسر أزداد لكل مضاف مع الجص لوحدة بالتالي فأن إضافة المادتين معاً إلى الجص عملا سوياً على زيادة خاصية معاير الكسر بشكل جيد لخلطة (PVCF) ، وهذا مبين بالشكل (7).

8- الإستنتاجات

8-1 تأثير تغير نسبة ماء المزج (W/J):

تقل قيمة معايرالكسرمع زيادة نسبة ماء المزج إذ تصل قيمته (3,21) ميكانت/م^2 عند النسبة (0,7) وبعد ان كانت (3,77) ميكانت /م^2 عند نسبة (0,6) .

8-2 تأثير إضافة مادة الفورفرال (Fur)

:عند فحص معايرالكسر فأزاد معايرالكسر زيادة قليلة عند نسبة الاضافة 2,5% ليصل الى (3,89) ميكانت/م^2 مع زيادة نسبة الاضافة قل معايرالكسر عن المرجعية وصلت إلى 4,5%عند نسبة الإضافة 7,5% ، لذا يفضل إستخدام نسبة الإضافة 2,5% لأنها تعطي أفضل قيمة لمعايرالكسر.

8-3 تأثير إضافة مادة البولي فنيل أستيت (Pva):

معايرالكسر أزداد بنسبة قليلة حيث وصلت الى 3,44% عند نسبة الاضافة 2% وعند زيادة نسبة الإضافة قل معايرالكسر عن الخلطة المرجعية بنسبة طفيفة تصل الى 1,59% عند نسبة الاضافة 5% ، لذا يفضل إستخدام نسبة إضافتة 2% إلى الجص وذلك لأن هذه النسبة تعطي أفضل نتائج من النسب الأخرى من حيث معايرالكسر .

8-4 تأثير إضافة مادة الفيوم سليكا (Fs):

ومن خلال فحص معايرالكسر لنماذج الجص الحاوية على مادة (Fs) بنسبة 1 % ظهر تحسن في قيم معايرالكسر إذ تصل الزيادة بنسبة 15,26% وعند زيادة نسبة الإضافة أكثر حدث إنخفاضاً في القيم ويزداد الإنخفاض مع زيادة بنسبة الإضافة لتصل نسبة الإنخفاض إلى 10,28% عند نسبة الإضافة 6%، ومن هذا نستطيع أن نستنتج أن نسبة الإضافة 1% إلى الجص هي أفضل نسبة إضافة لتحسين وخاصية معايرالكسر وبزيادة نسبة الإضافة فأنها تعطي تأثيرات عكسية .

8-5 تأثير إضافة ألياف الكاربون (CF):

ظهرت زيادة واضحة في قيمة معايرالكسر وتزداد هذه الزيادة مع زيادة نسبة الإضافة الحجمية للألياف وذلك بسبب إسهام الألياف في تحمل إجهادات الشد، ومن دراسة هذه التأثيرات يفضل إستخدام نسبة 0,5% لأنها تعطي أفضل قيمة للمقاومة من نسبة الإضافة الأخرى وقيمة جيدة لمعايرالكسر وأيضاً لمراعاة الكلفة والجودة أختيرت هذه النسبة للإستخدام في الخلطة (PVCF).

8-6 تأثير إضافة ألياف البولي بروبلين (PPF) :

ظهرت زيادة واضحة في قيمة معايرالكسر وتزداد هذه الزيادة مع زيادة نسبة الإضافة الحجمية للألياف، وعند الوصول إلى نسبة الإضافة 3 % يبدأ معايرالكسر بالإنخفاض مع زيادة نسبة الإضافة حيث يزداد معايرالكسر بسبب مساهمة الألياف في إجهادات الشد وتبدأ بالهبوط بسبب النقصان في قابلية التشغيل وتكون فراغات بين جزيئات الجص والألياف، ومن هذا نستطيع أن نقول أن نسبة الإضافة الحجمية 1,5% هي نسبة الإضافة المثلى لأنها تعطي أفضل قيمة لمعايرالكسر.

8-1-5-7 تأثير مضافات الخاطلة (PVCF):

عند استخدام الخاطة (PVCF) حدثت زيادة واضحة في قيمة معايرالكسر إذ تصل نسبة الزيادة الى 62,92 %.

المصادر

1. ASTM C311-02, "Standard Test Methods for Sampling and Testing Fly Ash or Natural Pozzolans for use in portlant- Cement Concrete", Annual Book of ASTM Standards, Vol. 04. 02,2004; pp. 200-208.
2. ASTM C618-03, "Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete", Annual Book of ASTM Standards, Vol.04. 02, 2004; pp.309-312.
3. ASTM C293-02," Standard Test Methods for Flexural Strength of Concrete Using Simple Beam With Center-Point Loading", Annual Book of ASTM Standards, Vol . 04.02, 2004; pp.36-38.
4. B.S. 5270," Bonding Agents for use with Gypsum Plasters and Cement " Part 1: Specification for Polyvinyl Acctate (PVAC) Emulsion Bonding Agents for Indoor use with Gypsum Building Plasters,1989; pp1-13.
5. Chong , C.V.Y. ,"Properties of Materials", M and E Hand Book, 1981, pp,8-15.
6. http://en.wikipedia.org/wiki/fumed silica"properties of fumed silica".
7. "http://en.wikipedia.org/wiki/furfural".
8. Majumdar , A.J., " Glass Fiber Reinforced Cement and Gypsum Products", the Royal Society, Vol.319,No.1536, October,1970 ; pp, 69-78.
9. Raouf,Z.A., and Abood,R.H., and Metti, N.A. and Naji, B.T., "Structural Qualities of Glass Fiber Reinforced Gypsum Joists ", Forth Scientific Conferenced, scientific research concil, Vol.4, part 1 , October, 1986; pp, 174-189.
10. Takeshi, Furuno and yu–He, Deng," Properties of Gypsum Partical Board with Polypropylene Fiber", Journal of Wood Science, Vol,47, No.6, 2001; pp,445-450.
11. "WWW.Honyechemical,com, Furfural".
12. "WWW.Palacechemical.co.uk ,"PVA-Multi-Purpose Adhesive and Bonding Aid".
13. الدليل التجاري لشركة كيمياويات البناء سيكا(الياف سيكا الدليل التجاري لشركة وكير
14. الدليل التجاري لشركة تيناكس
15. المواصفة القياسية العراقية (م.ق.ع /1988/28)،" الجص للأغراض البنائية " الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، بغداد.
16. المواصفة القياسية العراقية (م.ق.ع/1988/27)،" الفحوص الفيزياوية للجص لأغراض البناء"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، بغداد.
17. النعيمي، يعرب هاني ابراهيم،" الألواح الجصية المسلحة بالألياف السليلوزية " ،رسالة ماجستير، جامعة بغداد ، تموز 2002،،ص1-90.
18. فريح، قيس جواد والفيسي، وليد عبد الرزاق والعبيدي، لمى سعدي،" تحسين زمن التجمد للجص الفني العراقي بإستخدام مضافات طبيعية "، مجلة الهندسة والتكنلوجيا، المجلد 24، العدد 9، 2005،ص380-39

.....

أ.دزين العابدين محمد رؤوف
أ.م.د.ندى مهدي فوزي
هديل خالد عواد العبيدي

الجدول (1) الفحوص الفيزياوية للبورق ومقارنتها بمتطلبات المواصفة العراقية

نوع الفحص		النتائج	حدود المواصفة العراقية رقم (28)[16]
درجة النعومة	(%)	100	100%المار من منخل رقم(16)
القوام القياس	(%)	63	—
زمن التماسك	(دقيقة)	11,5	25-8
مقاومة الإنضغاط	(كغم/سم²)	130	لا تقل عن 50

الجدول(2) نتائج التحليل الكيميائي للبورق ومقارنتها بمتطلبات المواصفة العراقية

المكونات	النتائج (%)	حدود المواصفة العراقية رقم (28) [16] (%)
ثالث أوكسيد الكبريت SO_3	50,74	لا يقل عن 45
أوكسيد الكالسيوم CaO	36,4	لا يقل عن 30
أوكسيد المغنيسيوم MgO	0,3	
ثالث أوكسيد الألمنيوم Al_2O_3	0,14	
ثالث أوكسيد الحديد Fe_2O_3	0,05	
المواد المتبقية غير الذائبة IR (الشوائب)	2,57	لا يزيد عن 5
الماء المتحد H_2O	5,6	9-4
الفقدان بالحرق L.O.I	7,46	

الجدول (3) بيانات المنتج بحسب دليل شركة وكير [14]

خصائص لنموذج لعامة	القيمة
الكثافة	2,2 غم/سم^3
محتوى ثاني أوكسيد السليكون SiO_2(عند الحرق بدرجة1000 م° لمدة ساعتين)	99,8<
الفقدان بالوزن (عند الحرق بدرجة 1000م° لمدة ساعتين)	%2>
المساحة السطحية	(170–230)م^2/غم
الدالة الحامضية (pH)	4,3–3,9
الفقدان عند التجفيف لمدة ساعتين عند درجة 105 م°	%1,5>
المتبقي على الغربال > (40) مايكرون	%0,04>

الجدول (4) التحليل الكيمياوي لمادة الفيوم سليكا المستخدمة في البحث

المركبات		النتائج
ثاني أوكسيد السليكون	SiO_2	%99,1
ثالث أوكسيد الحديد	Fe_2O_3	0,0035
ثالث أوكسيد الالمنيوم	Al_2O_3	%0,035>
ثاني أوكسيد التيتانيوم	TiO_2	% 0,006>
أوكسيد المغنيسيوم	MgO	0,0052
ثالث أوكسيد الكبريت	SO_3	0,7>
الفقدان بالحرق	L.O.I	0,7>
الرطوبة	Moistore	% 0,82
أكسيد الكالسيوم	CaO	0,03
الدالة الحامضية	pH	4,1

الجدول (5) نتائج فحوص مادة الفورفرل

ت	التحليل		النتائج
1–	نقطة الوميض	Flash Point	60م°
2–	الكثافة	Density	1,156 غم/سم^3
3–	اللزوجة بدرجة 40 م °	Viscosity at 40C°	Cst 1,0549
4–	المحتوى المائي	Water Content	لا يوجد

جدول (6) خواص مادة البولي فنيل أسيتيت[12]

الخواص	
المظهر	سائل أبيض حليب
الدالة الحامضية	4-5
كثافة	1,05 غم/سم^3
الرائحة	رائحة حامض الأسيتيك
درجة الغليان	>100 م°
قابلية الإمتزاج	100% مع ماء

الجدول (7) خواص ألياف الكاربون المقطع حسب دليل شركة (Tenax) [15]

الخواص العامة للمنتج	القيمة
مقاومة الشد (ميكا نت/م^2)	3450
معامل الشد (كيكا نت/م^2)	>207
نسبة الإستطالة عند القطع (%)	1,7
الكثافة (غم/سم^3)	1,8
طول الألياف (ملم)	6
قطر الألياف (مايكرومتر)	7

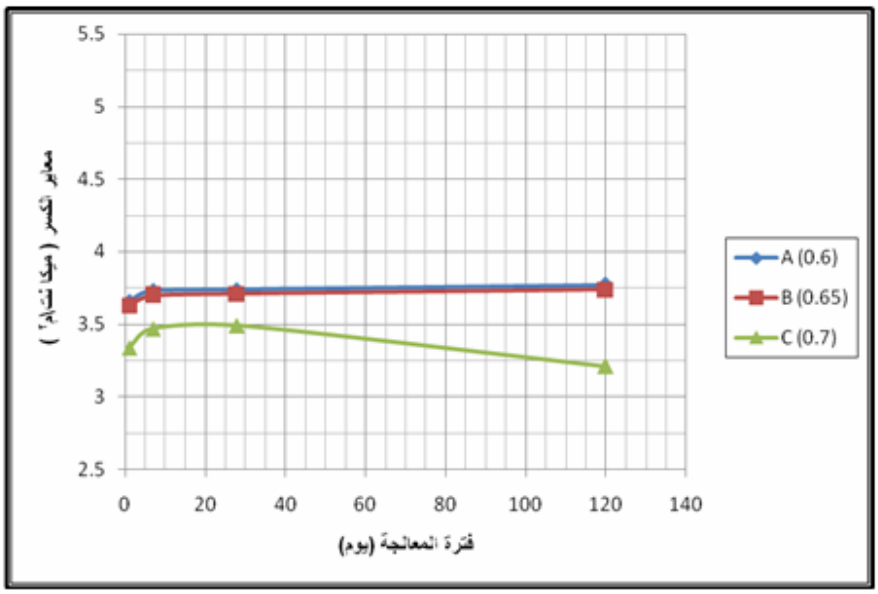
جدول (8) مواصفات ألياف البولي بروبلين حسب دليل شركة سيكا [13]

معلومات المنتج		القيمة
القاعدة	Base	100% بولي بروبلين نقي
اللون	Colour	طبيعي
التصميم	Design	شعيرات احادية
طول الليف	Fiber Length	(12) ملم
قطر الليف	Diameter	18 مايكرون
المعلومات التقنية والفنية	Technical Data	القيمة
الكثافة	Density	0,91 غم/سم^3
الإمتصاص	Absorption	لايوجد
المساحة السطحية	Specific Surface Area	250 م^2/كغم
التوصيل الحراري	Thermal conductivity	واطئ
التوصيل الكهربائي	Electrical Conductivity	واطئ
مقاومة الحوامض	Acid Resistance	عالي
مقاومة القواعد	Alkali Resistance	100%
مقاومة الشد	Tensile Strength	350 ميكا نت / م^2

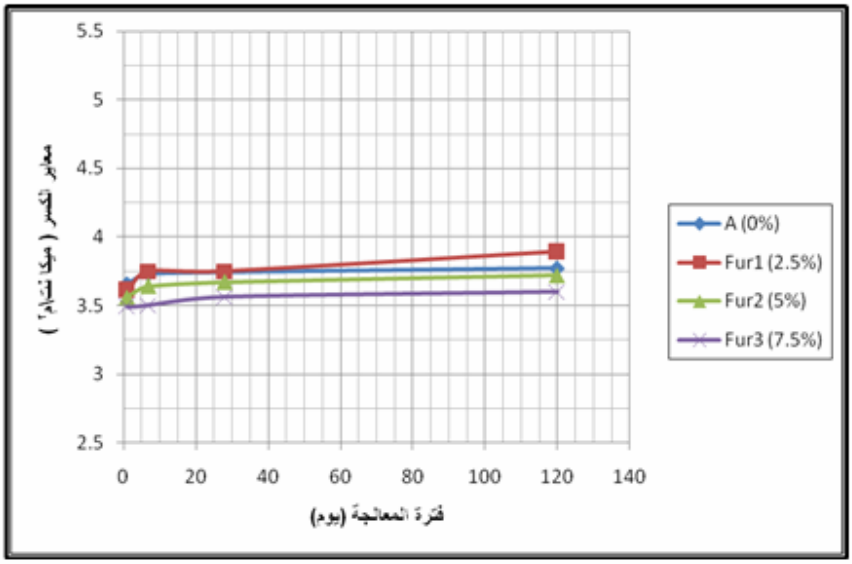
أ.دزين العابدين محمد رؤوف
أ.م.د.ندى مهدي فوزي
هديل خالد عواد العبيدي

الجدول (9) تأثير نسب المواد المضافة وفترة المعالجة على معايير الكسر للجص

المرحلة		الخلطات		معايير الكسر (ميكا نيتن/م2)					
		رمز الخلطة	نسبة الإضافة %	1 يوم	نسبة التغير عن المرجعية %	7 يوم	نسبة التغير عن المرجعية %	28 يوم	نسبة التغير عن المرجعية %	120 يوم	نسبة التغير عن المرجعية %
المرحلة الثانية		المرجعية	A	3.66	-	3.73	-	3.74	-	3.77	-
			B	3.63	-	3.7	-	3.71	-	3.74	-
			C	3.34	-	3.47	-	3.49	-	3.21	-
	المعالجة الأولى	1	Fur_1	3.61	1.366-	3.75	0.53+	3.75	0.26+	3.89	3.18+
			Fur_2	3.56	2.69-	3.64	2.41-	3.67	1.78-	3.72	1.32-
			Fur_3	3.46	4.64-	3.5	6.16-	3.56	4.81-	3.6	4.5-
		2	PV_1	3.65	0.27-	3.76	0.8+	3.77	0.8+	3.9	3.44+
			PV_2	3.62	1.09-	3.63	2.68-	3.66	2.13-	3.75	0.53-
			PV_3	3.49	4.64-	3.54	5.09-	3.6	3.74-	3.71	1.59-
		3	FS_1	3.54	5.98+	3.57	2.88+	3.62	3.72+	3.7	15.26+
			FS_2	3.11	6.88-	3.14	9.51-	3.17	9.16-	3.2	0.31-
			FS_3	3.04	8.98-	3.12	10.08-	3.13	10.31-	3.16	1.55-
			FS_4	2.73	18.2-	2.82	18.73-	2.85	18.33-	2.88	10.28-
	المعالجة الثانية	1	CF_1	4.09	22.45+	4.25	22.4+	4.32	23.78+	4.54	41.43+
			CF_2	4.44	32.93+	4.48	29.1+	4.5	28.93+	4.7	46.41+
			CF_3	4.85	45.2+	5	44.09+	5.09	45.84+	5.13	59.81+
		2	PPF_1	3.58	7.18+	3.64	4.89+	3.67	5.15+	3.7	15.26+
			PPF_2	3.73	11.67+	3.79	9.22+	3.87	10.88+	3.89	21.18+
			PPF_3	3.82	14.37+	3.88	11.81+	3.94	12.89+	3.97	23.67+
			PPF_4	3.68	10.17+	3.7	6.62+	3.73	9.87+	3.76	17.13+
			PPF_5	3.49	4.49+	3.56	2.59+	3.6	3.15+	3.63	13.08+
	المضافة المثالية		PVCF	4.7	40.71+	4.85	39.76+	5.16	47.85+	5.23	62.92

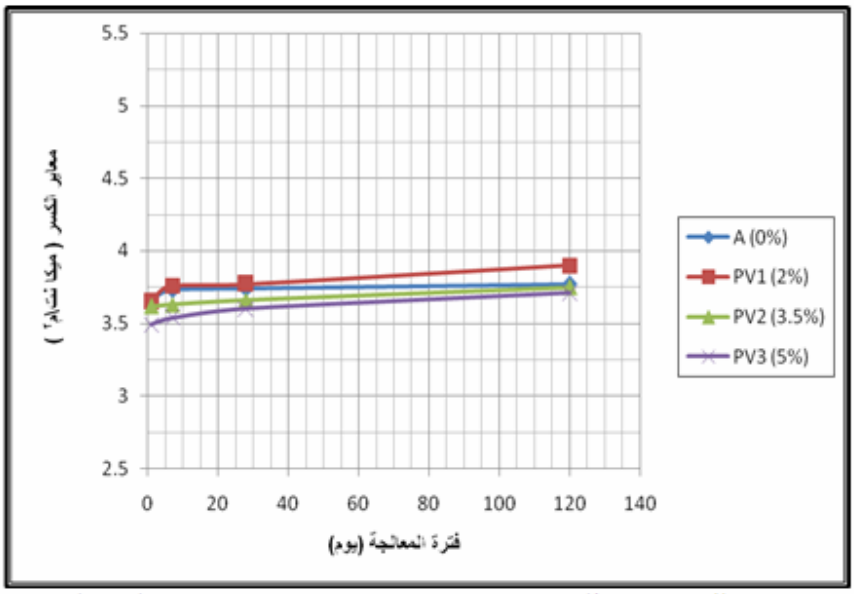


الشكل (1) تأثير إختلاف نسبة ماء المزج (W/J) على معاير الكسر للجص ولفترات معالجة مختلفة

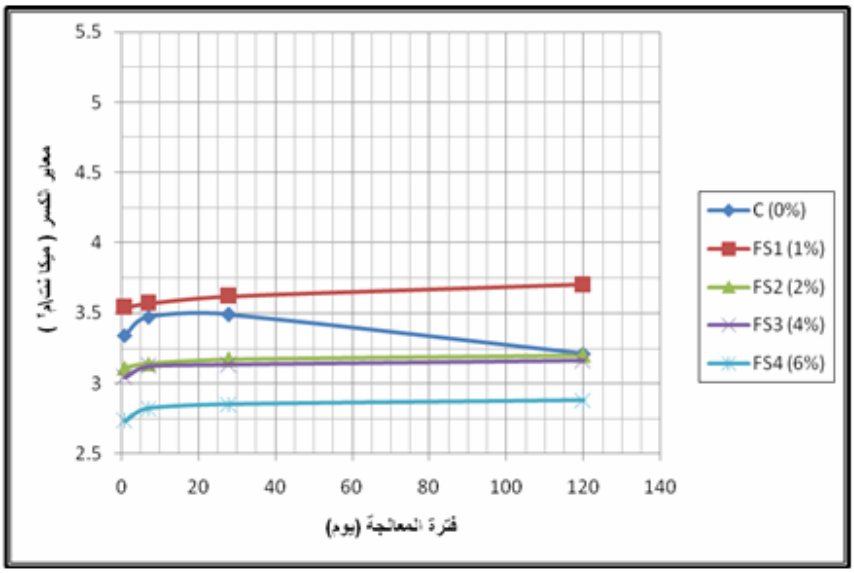


الشكل (2) تأثير نسب الإضافة لمادة الفورفرال على معاير الكسر للجص ولفترات معالجة مختلفة

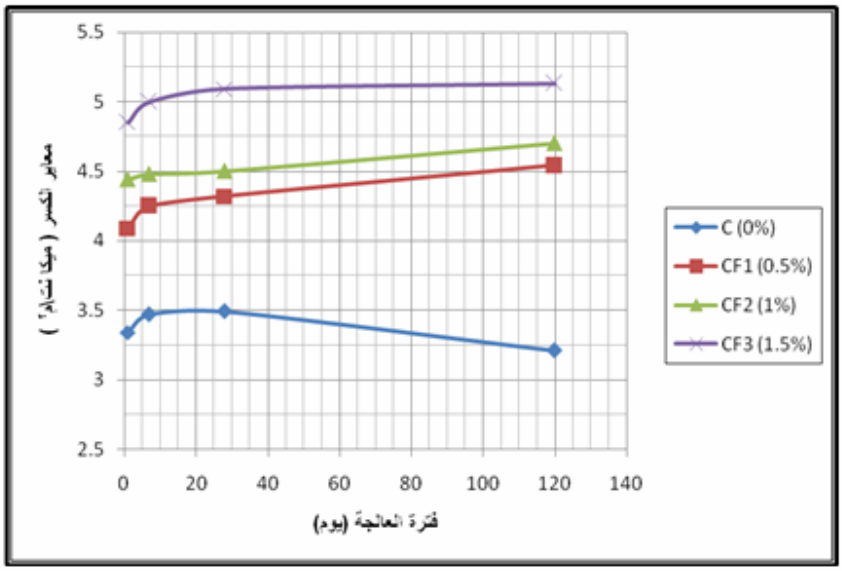
أ.دزين العابدين محمد رؤوف
أ.م.د.ندى مهدي فوزي
هديل خالد عواد العبيدي



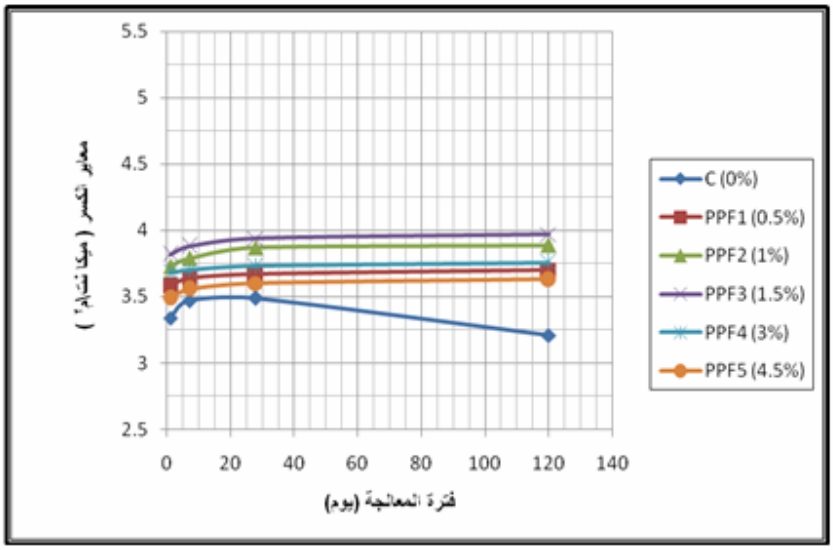
الشكل (3) تأثير نسب الإضافة لمادة (Pva) على معاير الكسر للجص ولفترات معالجة مختلفة



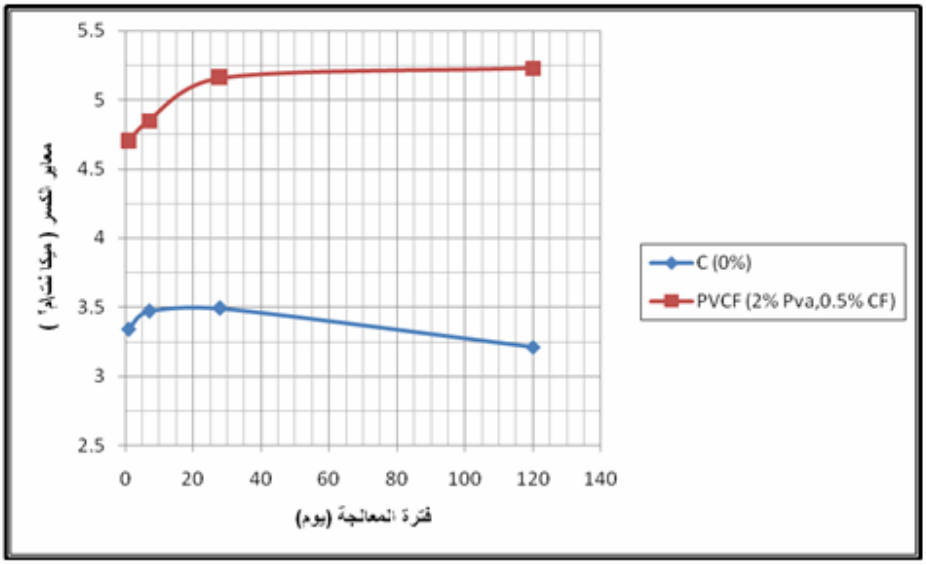
الشكل (4) تأثير نسب الإضافة لمادة الفيوم سليكا على معاير الكسر للجص ولفترات معالجة مختلف



الشكل (5) تأثير نسب الإضافة الحجمية لألياف الكاربون على معاير الكسر للجص ولفترات معالجة مختلفة



الشكل (6) تأثير نسب الإضافة الحجمية لألياف البولي بروبلين على معاير الكسر للجص ولفترات معالجة مختلفة



الشكل (7) تأثير مضافات الخلطة (PVCF) على معاير الكسر للجص ولفترات معالجة مختلفة