تحسين زمن التجمد للجص الفني العراقي باستخدام مضافات طبيعية

قيس جواد فريح،* وليد عبد الرزاق القيسي،* لمى سعدي عبد الخالق*

تاريخ التقديم: 2004/11/29
تاريخ القبول : 2005/6/26

الخلاصة

تمت دراسة زيادة زمن التجمد للجص الفني العراقي باستخدام مضافات طبيعية هي الحجر الجيري المطحون وكاربونات الكالسيوم والنورة المطفأة وخام الكاؤولين الأبيض والميتاكاؤولين.

بينت الدراسة هناك تأثير واضح جداً على زيادة زمن التجمد للجص الفني ، حيث تم زيادة زمن التجمد من 5 دقائق بدون مضافات الى 10 دقائق عند إضافة الحجر المطحون بنسبة15% والى 12 دقيقة عند إضافة كاربونات الكالسيوم بنسبة 10% والى زيادة كبيرة عند إضافة النورة المطفأة بنسبة 15% بلغت 27 دقيقة ، وبلغ زمن التجمد 9 دقائق و12 دقيقة عند إضافة الكاؤولين والميتاكاؤولين وعلى التوالي وبنسب معينة. ولوحظ بأن إضافة كل من الحجر المطحون وكاربونات الكالسيوم والنورة المطفأة بنسب معينة أدت الى زيادة في مقاومة الإنضغاط للجص الفني بلغت 5% و9.78% و34.1% وعلى التوالي ، وقلت مقاومة الإنضغاط بنسبة 13.64% و 18.53% لبعض نسب الإضافة للكاؤولين والميتاكاؤولين وعلى التوالي . وأوضحت الدراسة أيضاً بأنه هناك إنخفاض ملحوظ على معاير الكسر للجص الفني عند إستخدام المضافات أعلاه .

The Effect of some Natural Admixtures on the Setting Time of Iraqi Plaster of Parts

Abstract

The effect of using some kinds of natural admixtures on the setting time of one type of Iraqi gypsum has been studied by using lime stone, calcium carbonate, hydrated lime, white kaolinite and metakaolin.

Results showed that the setting time of gypsum can be increased from 5 min. to 10min. , 12min. , 27min. , 9min. , and 12min. by using 15% lime stone, 10% $CaCO_3$, 15% hydrated lime , 5% kaolinite and 5% metakaolin respectively. Results also showed that by using a specific weight percent of adding lime stone, $CaCO_3$ and hydrated lime the compressive strength of gypsum increasing by 5%, 9.78%, 34.1% respectively, and decreasing for some weight percent of adding by 13.64% and 19% for kaolinite and metakaolin respectively.

An obvious decrease in the modulus of rupture of gypsum can be observed when using the above admixtures.

1- المقدمة:

يعد الجص مادة بناء مهمة تستعمل للإغراض الإنشائية المختلفة وذلك لتوفر مواده الأولية بشكل كبير في قطرنا و بنوعيات جيدة وبسبب خصائص الجص وميزات منتجاته الملائمة للبيئة والاستخدام (مثل خفة الوزن، العزل الحراري والصوتي، مقاومة الحريق،... الخ).

الجص هو المركب الكيميائي لكبريتات الكالسيوم ($CaSO_4.1/2\ H_2O$)

* قسم هندسة البناء والانشاءات / الجامعة التكنولوجية

https://doi.org/10.30684/etj.24.9A.2
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

مع مواد غريبة بنسب متفاوتة وحسب درجة نقاوة الجص . والجبس هو المركب المتبلور لكبريتات الكالسيوم ($CaSO_4.2H_2O$) وشكل بلوراته هي ابرية الشكل وقد يميل الى اللون الابيض مع زرقة خفيفة عندما يكون غير كامل التبلور وقد يحوي على مواد سيليكونية او طينية او كلسية او مركبات معدنية او خليط منها تجعل لونه ابيض يميل الى الرمادي او الاحمر الفاتح وان نسب هذه الشوائب لا تزيد عن 30% من مادة كبريتات الكالسيوم المائية وزناً.

ان الجص الفني هو جص محضر من نفس خامات الجص الا انه يحرق بافران دوارة عمودية او مائلة وبدرجة حرارة ثابتة وهو اكثر نعومة من الجص الميكانيكي وهو يستعمل لطلاء الطبقة الاخيرة في البياض او في النقوش واجزاء السقوف الثانوية ... الخ . وان زمن تجمده اسرع من الجص الميكانيكي لعدم احتوائه على المواد الشائبة والتي تزال منه لعدم ملائمتها مع استخدام الجص الفني في البناء ولذا نلاحظ بأن مستخدميه يعانون من سرعة تجمده مما يتطلب السرعة في العمل وكثرة التلفيات.

لذا فقد تم في هذا البحث إمكانية زيادة زمن تجمد الجص الفني لأحد الأنواع المحلية التجارية بإستخدام مضافات طبيعية متوفرة محلياً وبكلف واطئة وهي الحجر الجيري المطحون وكاربونات الكالسيوم والنورة المطفأة والكاؤولين والميتاكاؤولين.

2- البحوث السابقة:

أجرت مؤسسة دوكسيادس [1] دراسة عن مشاكل الجص والمنتجات الجصية في العراق التي تتعلق بنوعية المواد الأولية وطرق الإنتاج ، واستنتجت بأن نوعية المنتج غير متجانسة لاختلاف مصادر المواد الأولية واختلاف مقالعها وان قيم زمن التجمد للجص مختلفة ولنفس السبب أعلاه وفي أغلب الاحيان مايكون زمن التجمد قصير ، ووجد إن بزيادة نسبة الماء إلى الجص يزداد زمن التجمد وتقل مقاومة الانضغاط والوزن النوعي لذلك فان زيادة زمن التجمد بزيادة نسبة الماء إلى الجص يعد حل غير سليما.

وقد تمت دراسة [2] زيادة زمن التجمد بتغيير برنامج الحرق للإنتاج وتمت زيادة زمن التجمد إلى(20) دقيقة بدون التأثير على مقاومة الانضغاط بإضافة (0.3%) من الصمغ العربي أدى بدوره إلى نقصان نسبة الماء إلى الجص بمقدار(8%) وتحسنت مقاومة الانضغاط بمقدار (7%).

قام (الجباري وآخرون) [3] بدراسة لتحسين الخواص الفيزيائية الجص الفني بإضافة الجير الهيدروليكي المطفأ وبنسبة (2.5–20 %) وكانت افضل نسبة للإضافة (15 %) حيث أعطت زيادة في زمن التجمد تراوحت من (42 – 57) دقيقة بدلاً من (4) دقيقة في حين قلت مقاومة الانضغاط من (16.2- 7.5) نت/ مم2 ، وكما وجد إن إضافة(60 %) من مسحوق الحجر الجيري للجص الفني يزيد زمن التجمد إلى(32) دقيقة لكنه أدى إلى انخفاض مقاومة الانضغاط دون حدود المواصفة القياسية العراقية.

أجرى (النعيمي وآخرون) [4] دراسة تأثير إضافة كربونات الصوديوم Na_2CO_3 الى الجص الفني حيث بينت الدراسة إن إضافة 9 % من كاربونات الصوديوم الى الجص الفني أدت إلى زيادة زمن التجمد الى 14.4 دقيقة ولوحظ هناك نقصان في مقاومة الانضغاط من 8.89 الى6.44 نت/مم^2.

وهناك دراسة أخرى [5] حول تأثير تغير نسبة الماء المضاف وباستخدام مسحوق الحجر كمضاف الى الجص الفني ولوحظ إن زيادة الماء مع ثبوت الغبرة المضافة يزداد زمن التجمد وتقل مقاومة الإنضغاط . ومن البحوث الأخرى [6] فقد تم إستخدام مادتي الحجر الجيري المار من غربال رقم (100) والشريص حيث تم التوصل الى زمن تجمد قدره 11 دقيقة عند إضافة الحجر الجيري بنسبة 12.5% والى

زمن تجمد مساوي اليه عند إضافة مادة الشريص بنسبة 5% .

وبينت دراسة أخرى[7] إمكانية زيادة زمن التجمد للجص الفني من 14دقيقة الى 29 دقيقة بإستخدام خليط من حامض البوريك بنسبة 0.43% وأمونيا بنسبة 1.14% وكبريتات البوتاسيوم بنسبة 1.28% ولوحظ بأنه بالإمكان زيادة زمن التجمد بشكل كبير جداً عند مضاعفة نسبة حامض البوريك الى 0.86% من وزن الجص الفني مع الإبقاء على النسب المئوية الأخرى للمضافات الأخرى ثابتة .

وأوضحت دراسة أخرى [8] بأنه بإضافة مخلفات صناعة السكر (المولاس) بنسبة 1.25% قد زاد زمن التجمد الى 28دقيقة مع نقصان مقاومة الإنضغاط بنسبة 26.3% ونقصان في قوة معايير الكسر بنسبة 14.4% .

3- المواد المستخدمة

3-1 الجص الفني :

تم إستخدام أحد أنواع الجص الفني المتوفر في الاسواق المحلية والمنتج من قبل إحدى شركات القطاع الخاص ، وقد تم إجراء التحليل الكيميائي حسب المواصفة القياسية العراقية رقم (26)[9] والمقارنة بحدود متطلبات المواصفة القياسية العراقية رقم (28)[10] وكما مبين بالجدول (1) أدناه، وتم إجراء الفحوصات الفيزيائية حسب متطلبات المواصفة القياسية العراقية رقم(27)[11] وكما موضح بالجدول (2).

جدول (1) التحليل الكيميائي للجص الفني

المكونات	النسب المئوية (%)	النسب المئوية لحدود المواصفة القياسية العراقية رقم 28 لسنة 1988 (%)
CaO	39.58	لاتقل عن 26.7
MgO	0.08	لا تزيد عن 0.25
H_2O	3.82	لا تزيد عن 9
R_2O_3	1.04	-
الشوائب(SiO_2)	1.72	-
الفقدان بالحرق عند درجة 230م	4.32	لا تزيد عن 9

جدول (2) الفحوصات الفيزيائية للجص الفني

نوع الفحص	النتائج	حدود متطلبات المواصفة القياسية العراقية رقم 27 لسنة 1988
درجة النعومة (%)	2	لا يزيد المتبقي على منخل رقم 16عن 5 %
القوام القياسي (%)	55	-
زمن التماسك (دقيقة)	5	20 - 12
مقاومة الانضغاط (نت/مم^2)	11.7	لاتقل عن 5.88
معايير الكسر (نت/مم^2)	4.0	لايقل عن 1.96
قوة الصلادة (صدمة الكرة الساقطة) مم	3	لا يزيد قطرالاثر عن 5 مم

2-3 المضافات وفحوصاتها :

1-2-3 الحجر الجيري المطحون :

تم إستخدام الحجر الجيري لمنطقة الموصل بعد طحنه بطاحونة مختبرية ذات كرات مصنوعة من البورسلين (porcelain) أقطارها تتراوح من (12- 25) مم ولمدة (6) ساعات ، تم إجراء التحليل الكيميائي للحجر المطحون حسب متطلبات(ASTM C25-1984) [12] وكما هو مبين بالجدول(3) ، وتم ايجاد التدرج الحبيبي وكما هو مبين بالجدول(4) .

جدول(3)التحليل الكيميائي للحجر المطحون

الأكاسيد	النسبة المئوية (%)
CaO	54.19
SiO_2	1.2
MgO	0.65
R_2O_3	1.1
SO_3	0.07
L.O.I بدرجة 950°م	42.31

جدول(4)التحليل المنخلي للحجر المطحون

مقاس المنخل (مم)	المتبقي على المنخل (%)
1.18	0.13
0.6	0.37
0.3	18.18
0.15	26.55
0.75	28.34
Pan	20.45

2-2-3 كاربونات الكالسيوم :

تم إجراء التحليل الكيميائي لكاربونات الكالسيوم وكما هو مبين في الجدول (5) وتم إجراء التحليل المنخلي لكاربونات الكالسيوم المطحونة بدرجة عالية من النعومة لإيجاد التدرج الحبيبي وكما هو مبين بالجدول(6) .

3-2-3 النورة المطفأة :

تـــم إجـــراء التحليـــل الكيميـــائي والفحوصات الفيزيائية ومقارنتها مع حدود متطلبات المواصفة القياسية العراقية رقـــم (807) لسنة 1988 للنـــورة المطفـــأة [13] وكما مبين بالجـــدولين(7) و(8)علـــى التوالي.

جدول(5)التحليل الكيميائي لكاربونات الكالسيوم

الأكاسيد	النسبة المئوية %
CaO	55.41
SiO_2	0.18
R_2O_3	0.26
المتبقي غير الذائب	1.0
L.O.I بدرجة 950 م°	43.39

جدول(6)التحليل المنخلي لكاربونات الكالسيوم

مقاس المنخل (مم)	المتبقي على المنخل (%)
0.6	0.6
0.3	1.8
0.15	22.5
Pan	75.1

جدول(7) التحليل الكيميائي للنورة المطفأة

المركبات	النسبة المئوية للمركبات %	حدود المواصفة القياسية العراقية رقم 807 لسنة 1988 %
CaO +MgO	88.9	85 كحد أدنى
MgO	0.75	5 كحد أعلى
SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3	3.67	5 كحد أعلى
المتبقي غير الذائب	0.71	-
CO_2	1.99	5 كحد أعلى

جدول (8) الفحوصات الفيزيائية للنورة المطفأة

نوع الفحص	نتائج الفحوص	حدود المواصفة القياسية العراقية رقم 807 لسنة 1988
النعومة للمتبقي على المنخل 90 مايكرون (%)	5.1	10% كحد أعلى
زمن الإطفاء (دقيقة)	12	15 - 5
درجة حرارة الإطفاء (م)	75	70% كحد أدنى

3-2-4 خام الكاؤولين الأبيض :

تم استخدام أطيان الكاؤولينات من ترسبات منطقة دويخلة الواقعة في محافظة الانبار،ومكوناتها الكيميائية الأساسية H_2O، AL_2O_3 ، SiO_2 ، والتحليل الكيميائي للكاؤولين موضح بالجدول(9).

جدول (9) التحليل الكيمياوي للكاؤولين

الأكاسيد	النسب الوزنية (%)
SiO_2	51.27
Al_2O_3	32.82
Fe_2O_3	1.29
TiO_2	1.42
K_2O	0.35
CaO	0.62
L.O.I	11.18

3-2-5 الميتاكاؤولين :

تم الحصول على الميتاكاؤولين وذلك بحرق أطيان الكاؤولين بدرجة(700)م° ولمدة ساعة واحدة والجدول (10) والجدول (11) يبينان نتائج التحليل الكيميائي والتحليل المنخلي وعلى التوالي .

4-التجارب العملية

4-1 درجة النعومة:

تم أجراء الفحص حسب المواصفة القياسية العراقية رقم(27) لسنة (1988)[11] .

2-4 القوام القياسي:

تم تحديد نسبة الماء الى الجص الفني المناسبة للحصول على القوام القياسي بموجب المواصفة القياسية العراقية رقم (27) لسنة(1988)[11] .

3-4 زمن التجمد :

تم إجراء الفحص حسب المواصفة القياسية العراقية رقم (28) لسنة 1988 [10] باستخدام جهاز(Vicat)، وهو الوقت منذ إضافة الماء الى الجص ولحين تجمد الجص ويستدل على ذلك من خلال الابرة الخاصة بالجهاز أعلاه عندما تترك بشكل حر ومتكرر الى ان تحصل إعاقة في نزول الابرة من قبل الجص ونحصل على قراءة في الجهاز أكبر من الصفر.

الجدول (10) التحليل الكيميائي للميتاكاؤلين

الاكاسيد	النسب الوزنية (%)
SiO_2	58.46
Al_2O_3	35.92
Fe_2O_3	1.31
CaO	0.90
MgO	0.07
Na_2O	0.04
SO_3	-
L.O.I	1.40

4-4 مقاومة الانضغاط :

تم إجراء فحص مقاومة الانضغاط بجهاز سعة (200) كيلو نيوتن ، وأجري الفحص لأنصاف العينات من المواشير الناتجة من فحص معاير الكسر وحسب متطلبات المواصفة القياسية العراقية رقم (27) لسنة 1988 [10] إذ تقطع بالمنشار بطول(62.5) مم وتوضع بين صفيحتين من الفولاذ بالجهاز مثبتة وتوجه بحيث تتقارب مع بعضها ثم تسليط قوة بمعدل (1 كيلو نيوتن / ثانية) ولحين فشل النموذج ، يتم حساب معدل النتائج لثلاث نماذج على أساس المساحة المعرضة للضغط (2500) مم^2 .

مقاس المنخل (مم)	النسبة المئوية المحجوزة (%)
0.3	0.0
0.15	11.8
0.075	14.7
Pan	73.5

5-4 معاير الكسر :

تم إجراء هذا الفحص للنماذج (40*40*160 مم) حسب المواصفة القياسية العراقية (27) لسنة 1988 [11] والمواصفة (ISO 3051 ,1973) [14] بجهاز بسعة تحميل(10) كيلونيوتن ، تم تسليط الحمل المركز على منتصف مسافة العينة للنموذج المسند بمساند مدورة نصف قطر التدوير(5)مم وعلى بعد (100± 0.5) مم علماً إن العينة وضعت داخل الجهاز بحيث تكون السطوح الجانبية والمواجهة لجوانب القالب أثناء الفحص ملامسة لمساند الجهاز تسلط حمولة تتراوح من(600 - 6000 نت) بدقة (2%) تزداد بمقدار(50 ± 10) نت /ثانية إلى أن تتكسر العينة وكما مبين بالشكل(1) ، يؤخذ معدل معاير الكسر لثلاث نماذج ويعبر عنه بميكانيوتن /مم2 ، يتم حساب معايير الكسروفقاً للمعادلة التالية :-

$$U = \frac{3PL}{2bh^2}$$

U = قوة معاير الكسر (نت/مم^2)
P = القوة القصوى المسببة لفشل النموذج(نت)
L=المسافة بين نقطتي الارتكاز(100) مم
b= العرض (40) مم
h= الارتفاع (40) مم

5- النتائج والمناقشة :

5-1 القوام القياسي :

كانت نتائج القوام القياسي للخلطة المرجعية هي 55% للجص الفني ، وتغيرت هذه النسبة حسب المضافات المستخدمة ، فقد زادت نسبة القوام القياسي بمقدار 34.5% لبعض الخلطات عند إستخدام الحجر الجيري المطحون ، وزادت بمقدار 14.5% لبعض الخلطات عند إستخدام النورة المطفأة وتعود الزيادة بسبب النعومة العالية للحجر والنورة المطفأة .

كما أظهرت بعض الخلطات نقصان نسبة الماء اللازمة للحصول على القوام القياسي بنسبة قد تصل الى 11% عند إستخدام كاربونات الكالسيوم الذي يعمل على تغليف حبيبات الجص والتقليل من معدل ذوبان الجص هذا وأظهرت الخلطات الحاوية على خام الكاؤولين والميتاكاؤولين زيادة بنسبة 5.5% بسبب النعومة العالية لخام الكاؤولين والميتاكاؤولين وقابلية الامتصاص العالية للماء ،وكما هو مبين في الشكل (2) .

5-2 زمن التجمد :

أظهرت نتائج زمن التجمد للجص الفني للخلطة المرجعية هي 5 دقائق ، حيث إزداد هذا الزمن لجميع نسب الاضافة للمواد المختلفة ويعتقد بسبب نعومة المواد المضافة والتي تعمل على تغليف حبيبات الجص مما يعرقل وصول الماء الى بلورات الجص بالاضافة الى زيادة نسبة الماء الى الجص اللازمة للوصول الى القوام القياسي عند إستخدام المضافات المختلفة وكما تم بيانه في الفقرة أعلاه . فقد وصل زمن التجمد الى 10 دقائق لبعض نسب الإضافة للحجر والى 12 دقيقة عند إضافة كاربونات الكالسيوم بنسبة 10% ، هذا وبينت النتائج زيادة ملحوظة في زمن التجمد بلغت 27 دقيقة عند إضافة النورة بنسبة 27% . وإزداد زمن التجمد بشكل طفيف عند إضافة الكاؤولين والميتاكاؤولين فقد بلغ 9 و 12 دقيقة على التوالي لبعض نسب الإضافة ، وكما هو مبين في الشكل (3).

5 -3 مقاومة الإنضغاط :

كانت مقاومة الإنضغاط للخلطة المرجعية للجص الفني 13.81 نت/مم^2 لنماذج المواشير و15.7 نت/مم^2 لنماذج المكعبات . أظهرت إضافة الحجر الى الجص زيادة في مقاومة الإنضغاط بنسبة 5% عن الخلطة المرجعية بسبب النعومة العالية للحجر المطحون الذي يملأ المسامات الموجودة ضمن النموذج كما في الشكل(4). وبينت الخلطات التي اضيفت اليها كاربونات الكالسيوم زيادة في مقاومة الإنضغاط بنسبة 9.78% بسبب كون هذا المضاف أدى الى التقليل في نسبة الماء/الجص وكذلك النعومة العالية للمضاف التي ادت بدورها الى ملىء المسامات الموجودة ضمن النموذج كما في الشكل(5)، اما عند إضافة النورة الى الجص أوضحت النتائج زيادة في مقاومة الإنضغاط بلغت 34.1% لبعض نسب الإضافة قد يعود لسبب الى إحتمال حدوث كربنة كما في الشكل (6).

ويلاحظ إن مقاومة الإنضغاط قلت بنسبة 13.64% و18.53% لبعض نسب الإضافة من الكاؤولين والميتاكاؤولين وعلى التوالي بسبب قابلية إمتصاص الماء العالية للكاؤولين والميتاكاؤولين وزيادة نسبة الماء/الجص اللازمة للحصول على القوام القياسي وكما في الشكلين (7) و (8) على التوالي .

4-5 معايير الكسر :

أوضحت النتائج زيادة في معايير الكسر وصلت الى 10.17% عند إضافة الحجر بنسب معينة،وهناك زيادة طفيفة جدا بنسبة 1.75% عند إستخدام كاربونات الكالسيوم. وبينت النتائج إنخفاض ملحوظ بنسبة 54.38% لبعض نسب الإضافة للنورة بسبب عرقلة تكوين الشبكة البلورية بزيادة نسبة المضاف وزيادة نسبة الماء/الجص اللازمة للحصول على القوام القياسي وكما هو موضح في الاشكال (9) و (10) و (11) .

6- الإستنتاجات :

من خلال المواد والمحددات الأخرى المستخدمة في هذه الدراسة ، تم الإستنتاج مايلي :-

1- إمكانية زيادة زمن التجمد للجص الفني من 5 دقائق الى 27 دقيقة عند إضافة النورة المطفأة بنسبة 15% كنسبة وزنية من الجص الفني .

2- إمكانية مضاعفة زمن التجمد للجص الفني (أو الوصول الى أكثر من الضعف أحيانا) عند إضافة الحجر المطحون بنسبة 15% وكاربونات الكالسيوم بنسبة 10% والكاؤولين بنسبة 5% والميتاكاؤولين بنسبة 5%عند إضافة هذه المواد كل على إنفراد.

3- زيادة مقاومة الإنضغاط للجص الفني :

- بنسبة 5% عند إضافة الحجر المطحون بنسبة 2.5% كنسبة وزنية .
- بنسبة 9.78% عند إضافة كاربونات الكالسيوم بنسبة 5% كنسبة وزنية .
- 34.10% عند إضافة النورة المطفأة بنسبة 2.5% كنسبة وزنية .

4- إنخفاض مقاومة الإ نضغاط للجص الفني :

- بنسبة 13.64% عند إضافة الكاؤولين بنسبة 1% ويزداد الإنخفاض وزيادة نسبة الكاؤولين تصل الى 28% عند إضافته بنسبة 5% .
- بنسبة 20.7% و 18.53% عند إضافة الميتاكاؤولين بنسبة 3% و 5% وعلى التوالي .

5- إنخفاض معاير الكسر للجص الفني وبشكل ملحوظ لجميع نسب الإضافة لمادتي كاربونات الكالسيوم والنورة المطفأة ، وزيادته بنسبة 10.17% عند إضافة الحجر بنسبة 2.5%

6- ومن مما تقدم أعلاه يمكن الأستنتاج بأن إضافة الحجر بنسبة 2.5% وزنا يعمل على تحسين زمن التجمد ومقاومة الإنضغاط ومعاير الكسر للجص الفني وبشكل ملحوظ ، في حين إضافة النورة المطفأة بنسبة 2.5% وزنا تعمل على تحسين زمن التجمد ومقاومة الإنضغاط فقط .

7- المصادر

1- Reprint from Doxiad -QBE-5, "Survey of the problems of Juss and Juss production in Iraq", Building Research Centre, Baghdad 1969, pp 1-58.

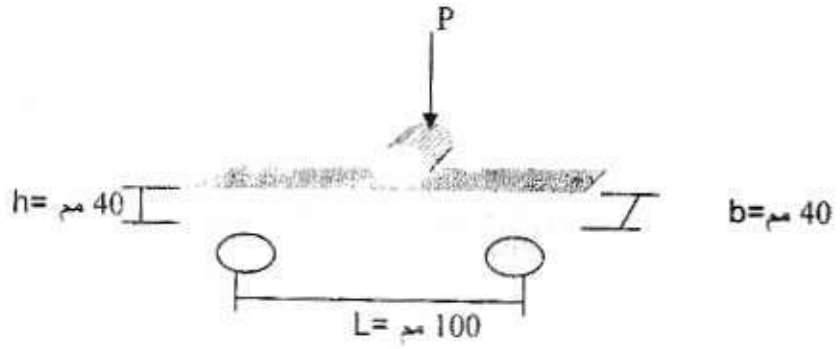
2-Taneja G., Al-Ramadani K., "Development of Gypsum Plaster Products for Use in Buildinge". Building Research Centre, Baghdad, R.P. 77/88, pp.37-40, 1983.

3- الجباري، صبحي والحمداني، فراس فيصل، "تحسين الخواص الفيزيائية للجص الفني باستعمال المواد المضافة"، وقائع بحوث المؤتمر العلمي الخامس، مجلس البحث العلمي، المجلد الرابع، الجزء (1)، 1989، ص102-118.

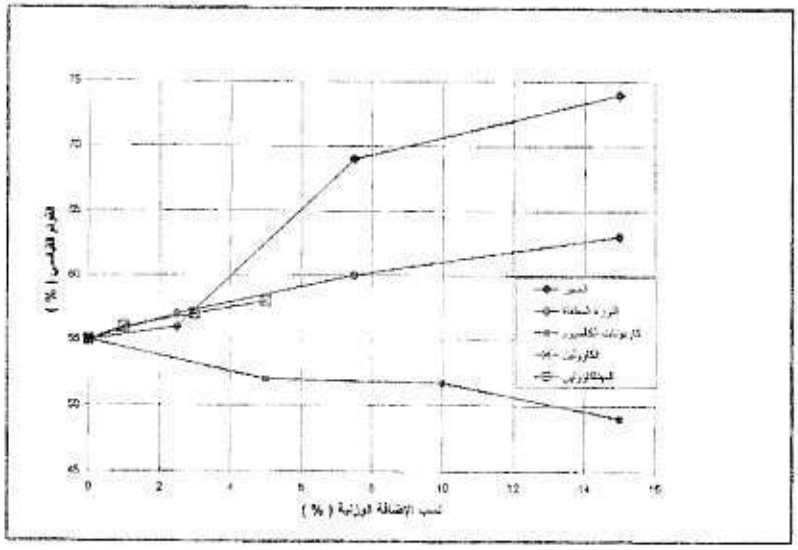
4- النعيمي، سرمد فخري والحديثي، ريا ياسين، "اضافة مواد لتقييس زمن تماسك الجص الفني والبورق"، هيئة المعاهد الفنية، معهد التكنولوجيا، 1993، ص81.

5- طارق حداد ، "تحسين مواصفات الجص الفني العراقي". الجامعة التكنولوجية ، بغداد ،1980 .

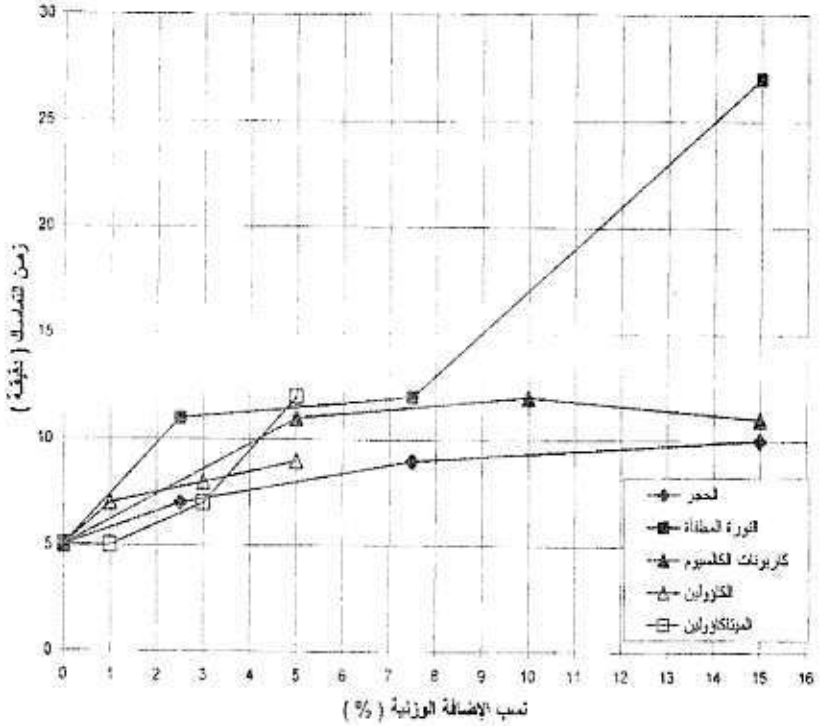
6- أحمد تاج الدين ، "دراسة إمكانية زيادة زمن التجمد للجص الفني العراقي" ، الجامعة التكنولوجية ، بغداد ، 1990 .
7- وليد عبد الرزاق ، "تأثير بعض المضافات الكيميائية على زمن التجمد للجص الفني العراقي" ، مجلة الهندسة والتكنولوجيا ، المجلد23 ، العدد1 – 2004 .
8- لمى سعدي ، "تحسين خواص الجص بإستخدام المواد المضافة " ، بحث ماجستير،الجامعة التكنولوجية /قسم هندسة البناء والإنشاءات ، 2004 .
9- المواصفة القياسية العراقية/م ق ع رقم 26 لسنة 1988 ، " التحليل الكيميائي للجص " ، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية .
10- المواصفة القياسية العراقية/م ق ع رقم 28 لسنة 1988 ، "الجص للأغراض البنائية " ، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية.
11- المواصفة القياسية العراقية/م ق ع رقم 27 لسنة 1988 ، "الفحوص الفيزيائية للجص للأغراض البناء " ، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية .
12-ASTM C25-88, "Standard method for Chemical Analysis of Limestone", Annual Book of ASTM Standards American Society for Testing and Material, Vol. 04.01, pp. 9-31, 1989.
13- المواصفة القياسية العراقية/م ق ع رقم 807 لسنة 1988 ، "الجير المستعمل في البناء وفي انتاج المواد البنائية"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية.
14- ISO 3051, "Gypsum Plasters Determination of Mechanical Properties", 1973.



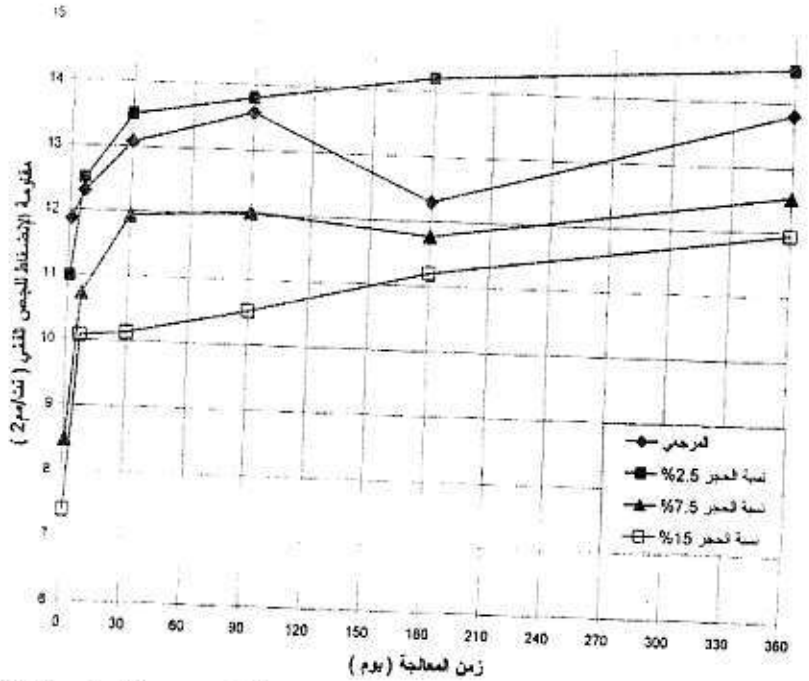
الشكل (1) طريقة فحص معاير الكسر



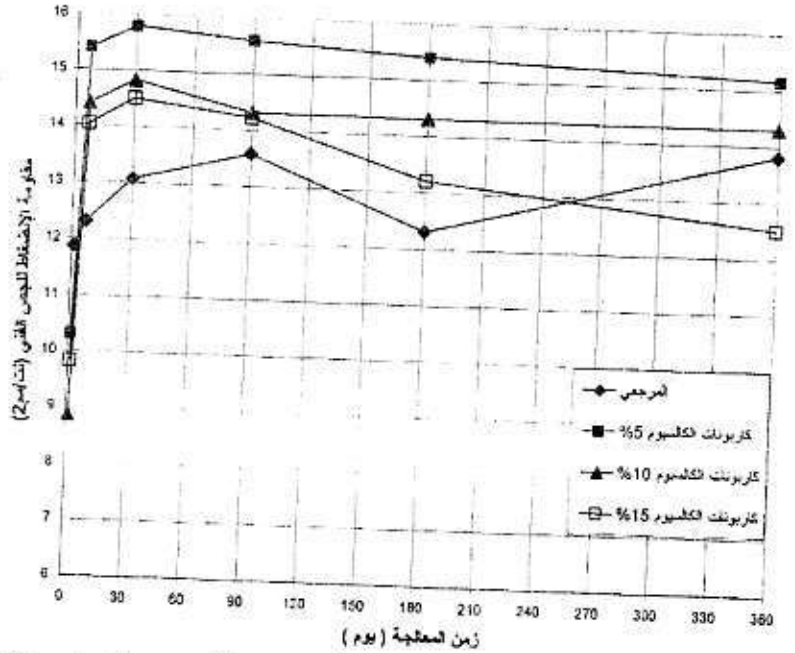
الشكل (2) العلاقة بين القوام القياسي للجص الفني ونسب الإضافة للمواد المختلفة



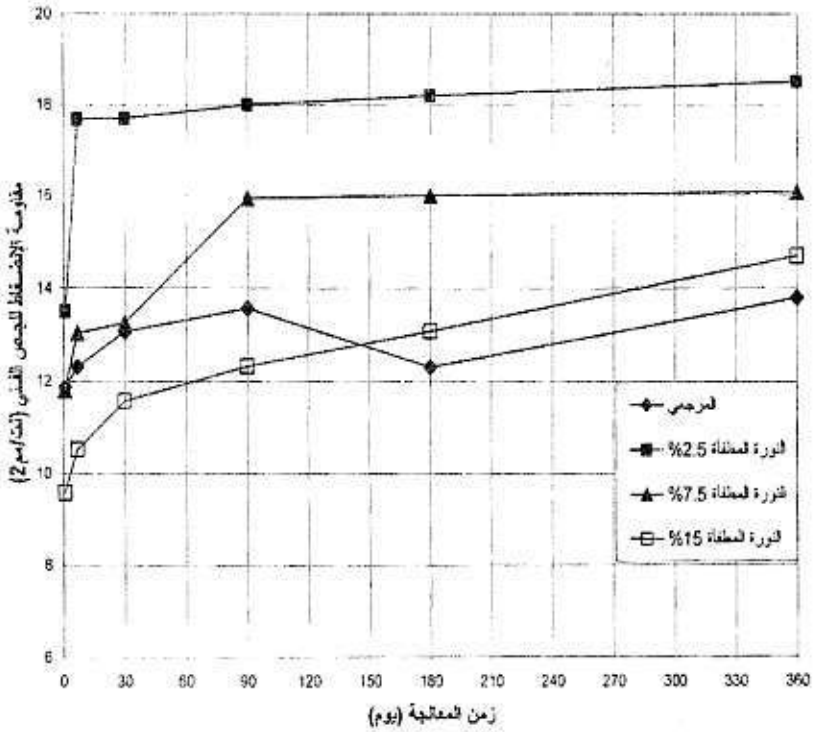
الشكل (3) العلاقة بين زمن التجمد للجص الفني ونسب الإضافة للمواد المختلفة



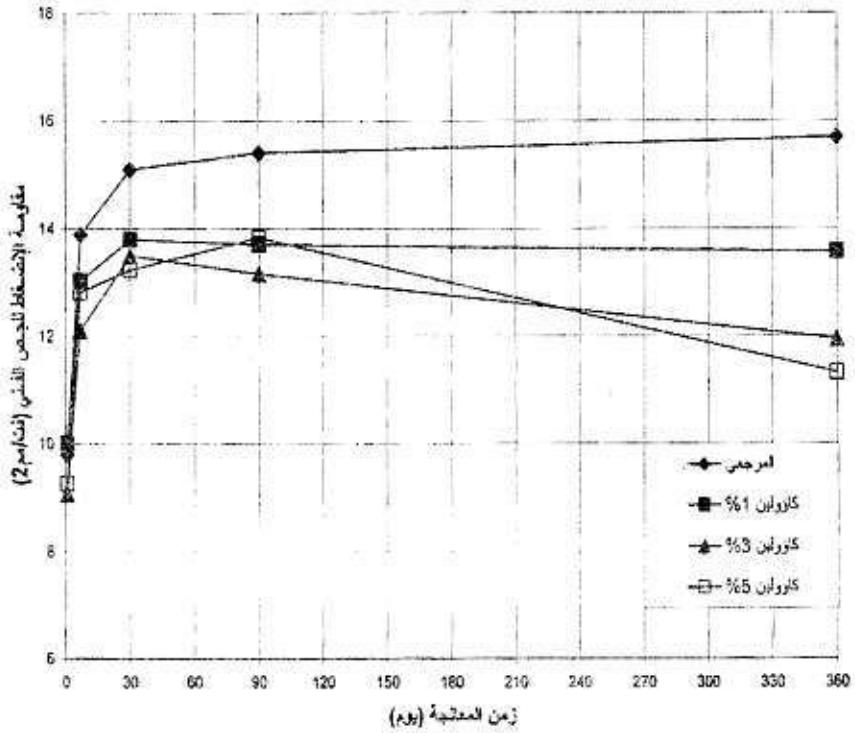
الشكل (4) تاثير نسب اضافة الحجر على مقاومة الانضغاط للجص ولأعمار مختلفة



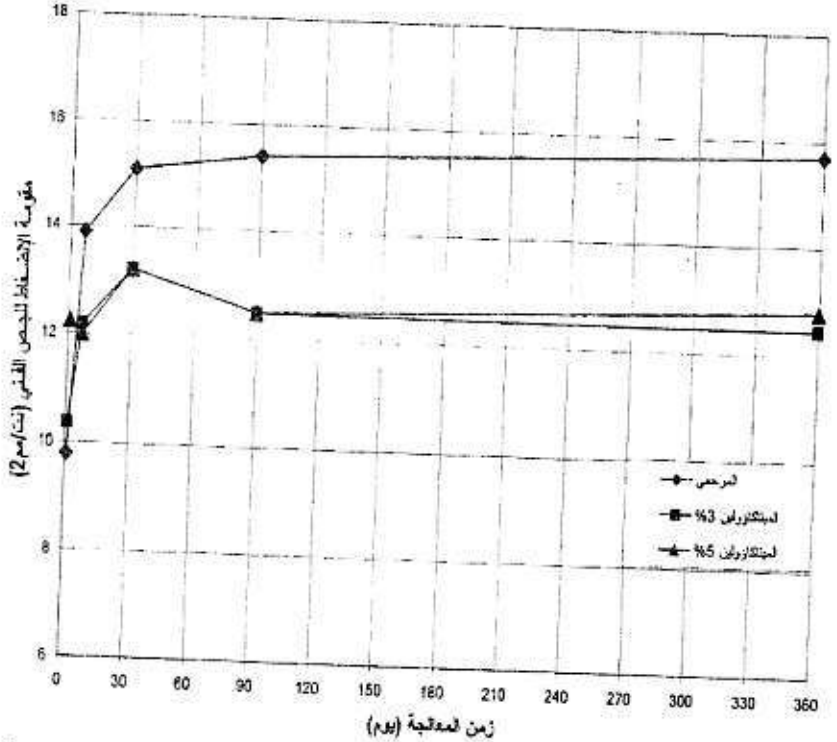
الشكل(5)تاثير نسب اضافة كاربونات الكالسيوم على مقاومة الانضغاط للجص ولأعمار مختلفة



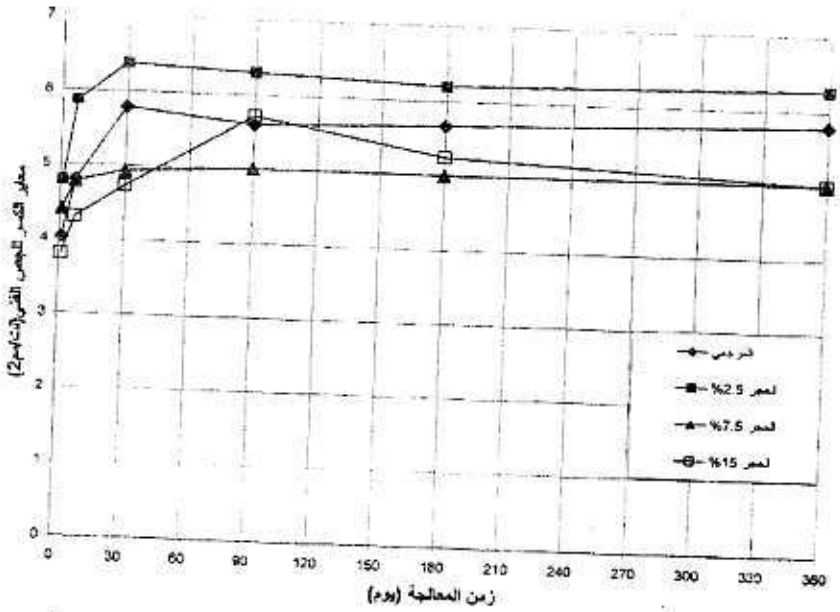
الشكل (6) تاثير نسب اضافة النورة المطفأة على مقاومة الانضغاط للجص ولأعمار مختلفة



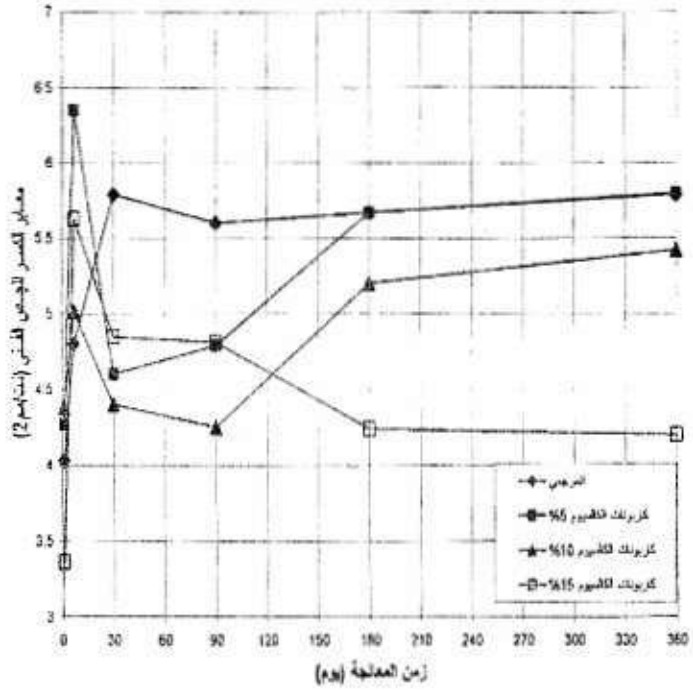
الشكل (7) تاثير نسب الاضافة لخام الكاؤولين على مقاومة الانضغاط للجص ولأعمار مختلفة



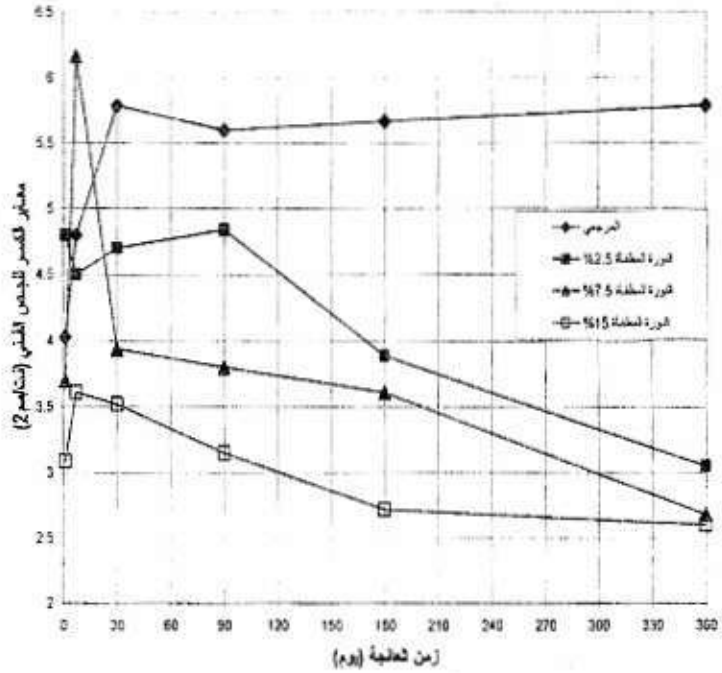
الشكل (8) تاثير نسب الاضافة للميتاكاؤولين على مقاومة الانضغاط للجص ولأعمار مختلفة



الشكل (9) تاثير نسب اضافة الحجر على معاير الكسر للجص ولأعمار مختلفة



الشكل (10) تاثير نسب اضافة كاربونات الكالسيوم على معاير الكسر للجص ولأعمار مختلفة



الشكل (11) تاثير نسب اضافة النورة المطفأة على معاير الكسر للجص ولأعمار مختلفة