

دراسة تأثير طرق المعالجة المختلفة ونسب الماء / السمنت على مقاومة انضغاط الخرسانة

خالد عبدالعزيز زكريا¹، عشتار صالح احمد اللهيبي²، رنا برهان عبدالرحمن الشهبواني³

^{1,2} قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة الموصل، الموصل، العراق.

³ قسم هندسة البيئة، كلية الهندسة، جامعة الموصل، الموصل، العراق.

¹Khalid_aziz@yahoo.com, ²aziztaher@uomosul.edu.iq, ³rn.burha@uomosul.edu.iq

الملخص

تم دراسة تأثير المعالجة باستخدام طرق مختلفة على مقاومة الانضغاط للخرسانة الاعتيادية وكثافتها، حيث اخضعت النماذج الى خمس طرق معالجة مختلفة تضمنت المعالجة القياسية (الغمر بالماء)، معالجة بالهواء، معالجة باستخدام أكياس بلاستيكية (أكياس البولي اثيلين) مغلقة ذات الوان مختلفة وهي أكياس شفافة وبيضاء واخيرا سوداء، كما وقد تم دراسة تأثير تغير نسبة الماء/السمنت على مقاومة الانضغاط للخرسانة وتحت ظروف المعالجة الخمسة السابق ذكرها، اظهرت النتائج ان المعالجة القياسية (الغمر بالماء) هي افضل انواع المعالجة تليها المعالجة بالأكياس البلاستيكية الشفافة تليها المعالجة بالأكياس البيضاء ثم المعالجة بالأكياس السوداء حيث انها اعطت نتائج جيدة مقارنة بالمعالجة القياسية كما ان المعالجة بالأكياس البلاستيكية اعطت نتائج افضل من المعالجة بالهواء، وفيما يخص الكثافة فهناك نقصان في قيمها عند استخدام المعالجة بالهواء والأكياس البلاستيكية، وفيما يتعلق بتأثير نسبة الماء/السمنت فإنه لوحظ تحت نفس النوع من المعالجة هناك انخفاض في مقاومة الانضغاط عند زيادة نسبة الماء/السمنت.

الكلمات الدالة: معالجة الخرسانة، معالجة الخرسانة بالأكياس، نسبة الماء/ السمنت.

DOI: <http://doi.org/10.32894/kujss.2019.14.2.6>

The Effect of Different Curing Method and Water /Cement Ratios on Concrete Compressive Strength

Khalid Abdul Aziz Zakaria¹, Ashtar Saleh AL-Luhybi², Rana Burhan Alshahwany³

^{1,2} Department of Civil Engineering, College of Engineering, University of Mosul, Mosul, Iraq.

³ Department of Environmental Engineering, College of Engineering, University of Mosul, Mosul, Iraq.

¹Khalid_aziz@yahoo.com, ²aziztaher@uomosul.edu.iq, ³rn.burha@uomosul.edu.iq

Abstract

At this paper, an experimental investigation was conducted to explore the effect of different curing methods and water cement ratios on compressive strength and density of normal weight concrete. The samples had been submitted to five different curing methods including: water curing (standard curing), air curing and three types of colored plastic bags curing including (Transparent, white and black bags). The effect of w/c ratio on compressive strength at different curing had been studied too. Test results shows that the curing by plastic bags gives accepted results compared with standard curing and better than air curing. For all kinds of referenced curing the increasing in w/c ratios decrease the compressive strength, and the density of concrete samples reduces at air and plastic bags curing compared with standard curing.

Key words: curing of concrete, plastic bags for curing concrete, water/ cement ratio.

DOI: <http://doi.org/10.32894/kujss.2019.14.2.6>

1. المقدمة:

ان مادة الخرسانة هي المادة الأكثر شيوعا في الاستخدام في مجال البناء، اهم خاصيتين للخرسانة تكمن في مقاومتها للضغط وقوة تحملها. هناك عدة عوامل تؤثر على هاتين الخاصيتين منها كمية ونوعية السمنت المستخدم في الخلطة الخرسانية والتدرج والمقاس الاقصى للركام والشكل والملمس السطحي لحبيبات الركام [1]، إضافة إلى نسبة الماء إلى السمنت وطريقة المعالجة [2]. ان الهدف من المعالجة هو المحافظة بقدر الامكان على ابقاء الخرسانة مشبعة او قريبة من الإشباع لحين ملئ الفراغات التي كانت أصلا مملوءة بالماء في عجينة السمنت الطرية بالكمية المرغوبة من نواتج عملية الاماهة، كما ان الحاجة الى المعالجة تأتي من حقيقة حصول اماهة السمنت فقط عندما تكون المسامات الشعرية مملوءة بالماء ولهذا السبب يكون من الضروري منع فقدان الماء من المسامات الشعرية نتيجة للتبخر بالإضافة لذلك فان الماء المفقود داخليا بسبب الجفاف الذاتي لا بد من تعويضه من الماء الخارجي، اي يجب جعل دخول الماء إلى الخرسانة ممكنا [3].

معالجة الخرسانة عن طريق منع الماء المستخدم في الخلطة من الخروج عادة تنفذ بأحد الأساليب التالية [4]:

1- غمر الخرسانة بالماء.

2- معالجة سطح الخرسانة بحيث يمنع جفاف السطح.

3- تغطية الخرسانة اما باستخدام الرمل الرطب ونسيج الخيش والتي يحافظ عليهما رطبين من خلال رشها على فترات، او باستخدام أكياس البولي اثيلين (الأكياس البلاستيكية).

هناك العديد من البحوث التي أجريت لدراسة تأثير طرق المعالجة المختلفة على خصائص الخرسانة، حيث قام الباحث ناظم خليفة وآخرون [5] بدراسة تأثير طرق الإنضاج على مقاومة انضغاط الخرسانة حيث تم استخدام خمس طرق انضاج في الدراسة وهي الطريقة البريطانية والتي تشمل غمر الخرسانة بالماء بعد صب النموذج بـ 24 ساعة ثم وضعه في أكياس البولي اثيلين لحين الفحص، والمعالجة بواسطة التغطية بالخيش مع الرش بالماء مرتين يوميا وطريقة الغمر بالماء وطريقة الرش بالماء مرتين يوميا وطريقة الطلاء بمادة الفلنكوت وظهرت نتائج بحثهم ان مقاومة الانضغاط لنماذج الخرسانة المعالجة باستخدام الطريقة البريطانية سجلت اكبر قيم للمقاومة. كما قام الباحث Aluko [2] بعمل مقارنة بين خمس طرق لمعالجة الخرسانة وهي الغمر بالماء، تغطية الخرسانة بأكياس البولي اثيلين، وطريقة الرش بالماء بشكل مستمر والتغطية بطبقة من الرمل الرطب واخيرا تغطية الخرسانة بنسيج الخيش الرطب، وقد تبين من دراسته ان طريقة الرش المستمر بالماء هي التي

سجلت أعلى مقاومة انضغاط. وفي عام 2013 قام الباحثان Abalaka and Okdi [6] بإجراء دراسة حول تأثير المعالجة بالماء والمعالجة بالهواء على مقاومة انضغاط الخرسانة عند اعمار مختلفة ووجدوا ان النماذج المعالجة بالهواء سجلت انخفاضا مقداره 15.5% مقارنة بالنماذج المعالجة بالماء.

2.1 أهمية البحث:

يعتبر الماء مفتاح الحياة والسبيل الأبرز لدوامها على سطح الأرض، وجميعنا متأكد دون أدنى شك ان الماء هو أكثر المواد استهلاكاً من قبل الانسان متصديراً لترتيب المواد الأكثر استهلاكاً من ناحية أخرى تعتبر الخرسانة ثاني أكثر المواد استهلاكاً بعد الماء [7]. من الممكن تقليل استهلاك المياه باستخدام المواد العازلة التي تقلل تبخر المياه في تطبيقات المعالجة للخرسانة بدلاً من عملية الرش والغمر بالمياه، كما هو معلوم ان المعالجة القياسية للخرسانة (الغمر بالماء) تحتاج الى توفير الكثير من الماء الصالح للشرب Tap water ومع قلة توفر المياه في بعض البلدان وخصوصاً في البلدان التي تلجأ الى تحلية مياه البحر كمصدر للمياه [8] أو عندما تكون المشاريع الخرسانية مقامة في مناطق نائية أو قرى بعيدة عن مصادر المياه الصالحة للشرب فالبحت عن طرق معالجة أخرى بديلة عن المعالجة القياسية يكون أفضل بحيث الطرق البديلة تحافظ على مقاومة الخرسانة وتكون اقتصادية (اقل تكلفة من توفير المياه الصالحة للشرب لغرض المعالجة)، فهناك طرق أخرى للمعالجة منها استخدام طريقة المعالجة بالرش وعلى الرغم من انها تحتاج الى كميات اقل للماء مقارنة بالمعالجة القياسية الا ان اعتماد هذه الطريقة يكون صعباً احيانا خصوصا مع العناصر الانشائية ذات الارتفاع العالي وكما ان كلفتها تكون اعلى اضافة الى ان دورات الترطيب والتجفيف تعمل على حدوث شقوق في سطح الخرسانة [9]. يمكن استخدام الأكياس البلاستيكية في معالجة الخرسانة التي توفر بعض الفوائد كعدم حاجتها للماء لان عملها في المعالجة يكون من خلال منع ماء الخلط من التبخر وذلك باستخدام خاصيتها بأنها مادة غير نفاذة للماء، كما انها خفيفة الوزن ومتوفرة وسهلة الاستخدام في تغليف الاعضاء الخرسانية ذات الشكل البسيط والمعقد، وهناك خيار آخر بمعالجة الخرسانة بالهواء اي بدون تغطيتها باي مادة او رشها بالماء.

يهدف هذا البحث الى:

- دراسة تأثير طرق المعالجة المختلفة على مقاومة انضغاط الخرسانة وكثافتها.

- دراسة تأثير تغير لون الأكياس البلاستيكية على مقاومة انضغاط الخرسانة.
- دراسة تأثير تغير نسبة الماء/السمنت على مقاومة الانضغاط للخرسانة عند طرق المعالجة المختلفة.

2. المواد وطرائق العمل:

2.1 المواد المستعملة في الخلطة الخرسانية:

2.1.1 السمنت: تم استخدام سمنت عراقي محلي مصنع في معمل سمنت بادوش في الموصل حسب المواصفة العراقية رقم (5)

لسنة 1984 [10]. الجدول 1 و الجدول 2 يوضحان الخصائص الكيميائية والفيزيائية لهذا السمنت على التوالي.

جدول 1: الخصائص الكيميائية للسمنت المستخدم.

Property	Test result	Standard IQS, No.5
1.Oxide composition:	(Percentage)	1984[10]
Alumina, Al ₂ O ₃	4.7	≤ 6
Silica, SiO ₂	21.5	≤ 21
Ferric Oxide, Fe ₂ O ₃	2.41	≤ 6
Lime, CaO	62.86	60-67
Sulphuric Anhydride, SO ₃	3.02	Max. 2.8
Magnesia, MgO	2.25	Max. 5
2.Compound composition:		
C ₃ S	46.14	31.03-41.05
C ₂ S	27.18	28.61-37.9
C ₃ A	8.4	8±
C ₄ AF	7.3	7.72-8.02

جدول 2: الخصائص الفيزيائية للسمنت المستخدم.

Property	Test result	Standard IQS, No.5 1984
Fineness(Residue on sieve No. 170)	9%	Max. 10%
Specific surface "Blaine"	335.9 (m ² /gm)	Min. 230 (m ² /kg)
Initial setting time	130 (min.)	≥45 (min.)
Final setting time	230 (min.)	≤600 (min.)
Specific gravity	3.15	
Compressive strength 70.7mm cubes		
at 3 days	18.96 (MPa)	≥15.0 (MPa)
at 7 days	25.6 (MPa)	≥23.0 (MPa)

* النتائج معطاة من قبل المعمل المجهز للسمنت.

2.1.2 الركام الخشن: تم استخدام حصي نهري اعتيادي ذو شكل كروي وبمقاس اقصى (19mm) ومطابق للمواصفات

الامريكية (ASTMC33-93) [11] ، الجدول 3 والجدول 4 يوضحان الخصائص والتحليل المنخلي للركام الخشن.

جدول 3 : التحليل المنخلي للركام الخشن.

Grading of Coarse Aggregate M.A.S 19 mm		
Sieve Size (mm)	%Passing	Specification Limits According to ASTMC33-93,%
25	100	100
19	95	90-100
9.5	38	20-55
4.75	0	0-10
2.36	0	0-5

جدول 4: خصائص الركام الخشن

Type of coarse aggregate	Specific Gravity (SSD)	Absorption%
Rounded gravel	2.68	1.11

2.1.3 الركام الناعم: تم استخدام رمل ذو معامل نعومة (2.63) مطابق للمواصفات الامريكية (ASTMC33-99) [11]

الجدول 5 والجدول 6 يوضحان نتائج التحليل المنخلي وخصائص الركام الناعم.

جدول 5: التحليل المنخلي للركام الناعم.

Sieve Size (mm)	Passing%	Specification Limits According to ASTMC33-99,%
4.75	100	89-100
2.36	86	60-100
1.18	74	30-100
600µm	54	15-100
300µm	23	5-70
150µm	0	0-15

جدول 6: خصائص الركام المستخدم

Type of fine aggregate	Color	Specific Gravity	Absorption%
Medium sand	Brown	S.S.D basis	1.8
		2.54	

2.2 تحضير النماذج:

تم إجراء الدراسة على مجموعتين:

المجموعة الاولى:

الغاية من هذه المجموعة هو دراسة تأثير اختلاف طرق المعالجة على مقاومة انضغاط الخرسانة وكثافتها حيث تم تصميم خلطة خرسانية مرجعية (M4) حسب الطريقة البريطانية نسبة (السمنت: الرمل: الحصى: الماء) هي (1/2.4/3.32/ 0.55) وبمقاس أقصى للركام (19mm). تمت المعالجة بخمس طرق مختلفة تضمنت المعالجة بغمر النماذج في الماء والمعالجة بالهواء والمعالجة باستخدام الأكياس البلاستيكية الشفافة والبيضاء وأخيراً الأكياس السوداء تم صب 60 مكعب بأبعاد

(100mm×100mm×100mm) للمزجة المرجعية ولكل ظرف من طرق المعالجة تم اخذ معدل 3 نماذج لفحص مقاومة الانضغاط للخرسانة لأعمار مختلفة (1,3,14,28) يوم، كما تم حساب معدل كثافة النماذج لحظة فتح القوالب أي بعد مرور (24) ساعة على عملية الصب وبعد إتمام مدة المعالجة ولمدة (28) يوم وذلك لغرض المقارنة بين كثافة النماذج (رطوبتها) عند استخدام طرق المعالجة مختلفة.

المجموعة الثانية:

في هذه المجموعة تم دراسة تأثير تغير نسبة الماء/ السمنت على مقاومة الانضغاط للخرسانة عند معالجتها بالماء والهواء والأكياس البلاستيكية حيث تم تصميم ثلاث خلطات خرسانية (M1,M2,M3) إضافة إلى الخلطة السابقة المستخدمة في المرحلة السابقة وفق الطريقة البريطانية بقابليات تشغيل مختلفة وذلك من خلال تغيير نسبة الماء/ السمنت وتثبيت المقاس الأقصى للركام الخشن وهو (19mm)، ومن ثم إخضاع نماذج كل خلطة لخمس ظروف معالجة وفحص مقاومة الانضغاط لهذه النماذج بعد مرور (28) يوم. **الجدول 7** يبين نسب مواد الخلطات الأربعة.

جدول 7: النسب الوزنية للخلطات الخرسانية المستخدمة ذات مقاس أقصى (19 mm).

Mixture	cement	sand	Gravel	Water	Slump(mm)
M1	1	1.76	4.32	0.38	0
M2	1	1.85	4.1	0.44	20
M3	1	2.11	3.73	0.5	55
M4	1	2.4	3.32	0.55	85

تم صب 60 مكعب بأبعاد (100mm×100mm×100mm) لإيجاد مقاومة الانضغاط لجميع الخلطات وبمقاس أقصى واحد للركام هو (19mm) حيث ان كل قيمة هي معدل فحص ثلاثة مكعبات خرسانية. تم فحص الهطول للخلطات الخرسانية وفق المواصفة الأمريكية (ASTMC143-04) [12]، كما تم اجراء فحص مقاومة الانضغاط حسب المواصفة البريطانية (BS 1881: Part 116) [13].

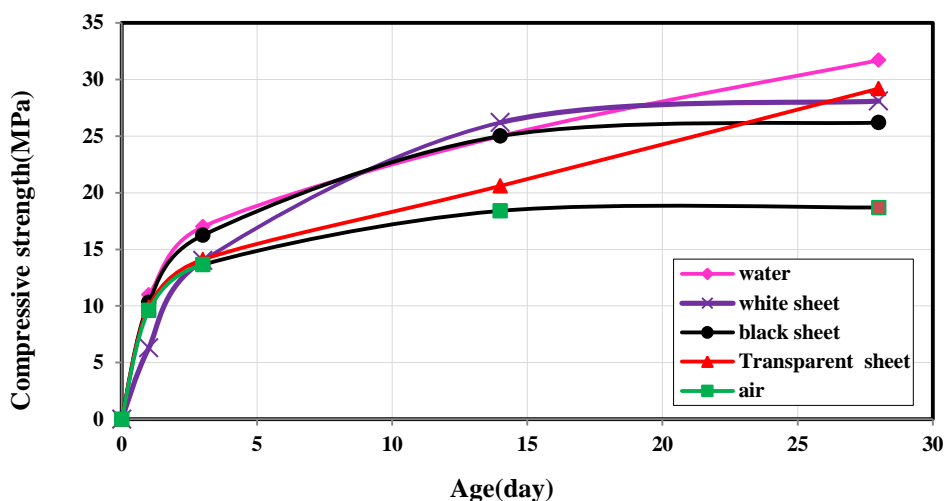
3. النتائج والمناقشة:

3.1 تأثير ظروف المعالجة المختلفة على مقاومة انضغاط الخرسانة:

ان المنشآت التي تستخدم الخرسانة كمادة انشائية في البناء تعتمد بالأساس على مقاومة الخرسانة كخاصية اساسية ولذلك يجب اعطاء اهمية وعناية للطريقة التي ستتصلب بها الخرسانة لأنها من العوامل المؤثرة على مقاومة الخرسانة ومن الملاحظات المهمة ان ليس كل الاعضاء او الاجزاء الخرسانية يمكن غمرها بالماء خصوصا ذات الاحجام الكبيرة [14] ولهذا حاولنا في هذه الدراسة ان نرى تأثير طرق المعالجة المختلفة على مقاومة الانضغاط للخرسانة لمعرفة امكانية استخدام هذه المعالجات في مواقع العمل، الجدول 8 و الشكل 1 يوضحان تأثير عمر المعالجة على مقاومة الانضغاط للخرسانة. الشكل 1 يبين انه في الاعمار المبكرة لا يوجد فرق كبير في مقاومة الانضغاط للنماذج مع اختلاف طرق المعالجة ولكن باستمرار مدة المعالجة خصوصا بعد الاسبوع الاول نلاحظ ان هناك اختلافا في مقاومة الانضغاط باختلاف طريقة المعالجة. فمن الملاحظ من النتائج المبينة ان النماذج التي تم معالجتها بغمرها بالماء اظهرت اعلى قيمة لمقاومة الانضغاط حيث بلغت 31.7MPa بعمر 28 يوم وهي بذلك اعلى بمقدار (41%، 7.9، 11.4، 17.4) من مقاومة النماذج المعالجة بالهواء، الاكياس الشفافة، والاكياس البيضاء والسوداء على التوالي وهذا يعزى الى ان استمرار غمر النماذج في الماء يؤدي الى تغلغل الماء الى داخل الخرسانة الى حد معين عن طريق المسامات الموجود على سطحها فتتم عملية امهة السمنت [5]. اما المعالجة بالهواء والتي اعطت أقل قيمة لمقاومة الانضغاط حيث بلغت 18.7Mpa بعمر 28 يوم، ويرجع سبب ذلك الى ان المعالجة بالهواء تؤدي الى الاستهلاك الكلي لماء المزج في نموذج الصب والذي بدوره يقود الى ايقاف عملية امهة السمنت وبالتالي انخفاض كبير في مقاومة الانضغاط نسبة الى مقاومة الانضغاط للنماذج المعالجة بالماء (المعالجة القياسية) [15].

جدول 8: مقاومة انضغاط الخلطة المرجعية (M4) بأعمار مختلفة تحت ظروف معالجة مختلفة.

Curing condition	Age of concrete (days)			
	1	3	14	28
Water(moist)	11.0	17.0	25.0	31.7
Air	9.6	13.7	18.4	18.7
Transparent sheet	9.9	14.1	20.6	29.2
White sheet	6.3	14.0	26.2	28.1
Black sheet	10.3	16.3	25.0	26.2



شكل 1: مقاومة انضغاط الخلطة المرجعية (M4) بأعمار مختلفة تحت ظروف المعالجة المختلفة.

كما يلاحظ ايضا ان المعالجة بالأوكياس البلاستيكية بجميع الوانها تأتي بالمرتبة الثانية بعد المعالجة بالغمر في الماء حيث انها أعطت نتائج أفضل من المعالجة بالهواء وكانت اقل انخفاضاً في مقاومة الانضغاط نسبة الى المعالجة بالماء ويرجع السبب في ذلك ان معالجة النماذج عن طريق تغليفها بالأوكياس البلاستيكية يحافظ على سطح الخرسانة وذلك بسبب امتلاك هذه الأوكياس خاصية انها مواد غير نفاذة ونتيجة لذلك فانها ستمنع تبخر الماء من الخرسانة وستحافظ هذه المعالجة على كمية رطوبة جيدة والتي تستخدم لإتمام عملية امهارة السمنت، وفيما يخص تأثير تغيير ألوان الأوكياس البلاستيكية على مقاومة الانضغاط فانه تم صب النماذج في أجواء معتدلة ولذا يلاحظ أن النماذج المغلفة بالأوكياس البلاستيكية الشفافة كانت تعطي أعلى نتائج لمقاومة الانضغاط حيث بلغت 29.2MPa وهي اعلى بمقدار (3.8%، 10.3) من مقاومة الانضغاط للنماذج المعالجة بالأوكياس البيضاء والأوكياس السوداء على التوالي ويمكن تفسير ذلك كالتالي الأوكياس الشفافة تسمح بمرور أشعة الشمس وبالتالي يعمل ذلك على زيادة درجة الحرارة داخل الأوكياس وهذا يقود إلى معالجة أسرع من الأوكياس البيضاء فهي تعكس أشعة الشمس ولذلك تكون درجة الحرارة أوطأ داخل الأوكياس مقارنة بدرجة الحرارة داخل الأوكياس الشفافة الأمر الذي يؤدي الى التباطؤ في عملية امهارة السمنت اما بالنسبة للمعالجة بالأوكياس السوداء فكما هو معلوم أن اللون الأسود يمتص الحرارة ويحافظ عليها لذلك فهو يعمل على تبخر ماء الخلط للنماذج الأمر الذي يؤثر على عملية امهارة السمنت، ولهذا يفضل

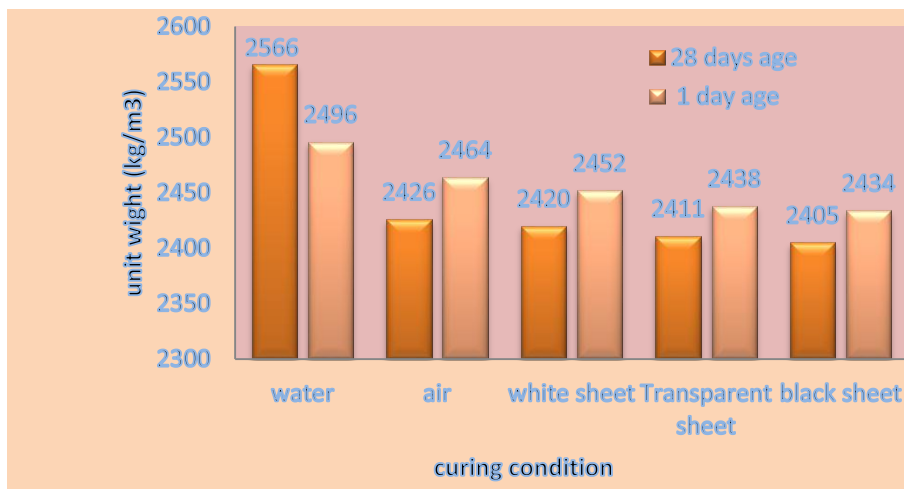
استخدام الأكياس الشفافة بالأجواء المعتدلة، واستخدام الأكياس البيضاء في الأجواء الحارة واستخدام الأكياس السوداء في فصل الشتاء [9].

3.2 تأثير ظروف المعالجة على وحدة الوزن (كثافة) للخرسانة:

الجدول 9 و الشكل 2 يوضحان معدل قيم وحدة الوزن للنماذج الخرسانية بعمر يوم واحد وبعمر 28 يوم قبل فحص النماذج. عند مقارنة نتائج الكثافة بعمر يوم وبعمر 28 يوم نرى ان هناك زيادة مقدارها (2.8%) في كثافة النماذج المعالجة بغمرها في الماء في حين يلاحظ أن جميع النماذج لباقي طرق المعالجة عانت من نقصان في قيم الكثافة واعلى انخفاض كان للنماذج المعالجة بالهواء حيث بلغ 1.5% عند المقارنة مع كثافته بعمر يوم واحد اما النقصان في كثافة النماذج المعالجة بالأكياس البلاستيكية فقد كانت متقاربة حيث سجلت بنسب مقدارها (1.2, 1.1, 1.3%) للنماذج المعالجة بالأكياس البيضاء والأكياس الشفافة والأكياس السوداء على التوالي اي ان الاكياس الشفافة كان فقدانها اقل للمحتوى الرطوبي ولهذا سجلت مقاومة انضغاط اعلى من طرق المعالجة الاخرى باستثناء المعالجة القياسية (المعالجة بالماء)، وهنا يمكن القول ان مقاومة الخرسانة وكثافتها مرتبطة بنوع المعالجة.

جدول 9: وحدة الوزن (الكثافة) للخلطة الخرسانية المرجعية عند ظروف المعالجة المختلفة.

Curing condition	Unit weight(kg.m ³)		% decrease and increase
	age 1 day	at test 28 days	
<i>water (moist)</i>	2496	2566	2.8
<i>Air</i>	2464	2426	-1.5
<i>white sheet</i>	2452	2420	-1.3
<i>Transparent sheet</i>	2438	2411	-1.1
<i>black sheet</i>	2434	2405	-1.2



شكل 2: كثافة النماذج الخرسانية تحت ظروف معالجة مختلفة.

3.3 تأثير نسبة الماء/الاسمنت على مقاومة الانضغاط للخرسانة باستخدام طرق معالجة مختلفة:

الجدول 10 يبين قيم مقاومة الانضغاط للخلطات الخرسانية الاربعة بنسب الماء/ الاسمنت المختلفة عند عمر (28) يوم وتحت ظروف المعالجة المختلفة. ان نسبة الماء/ الاسمنت هي من العوامل المؤثرة على مقاومة الانضغاط للخرسانة، عند زيادة نسبة الماء في الخرسانة ذلك سيؤدي الى زيادة قابلية التشغيل للخرسانة وهذه من الامور المرغوب فيها ولكن بالمقابل سيؤدي الى نقصان مقاومة الانضغاط لكون الاسمنت يتفاعل مع النسبة اللازمة من المياه لعملية الاماهة والزيادة تبقى على هيئة فقاعات في الخرسانة بعد جفاف الزيادة تترك محلها مسامات في هيكل الخرسانة مما يؤدي الى ضعف في مقاومة الخرسانة، كما ان نسبة الماء/الاسمنت القليلة تؤدي كذلك الى انخفاض في مقاومة الانضغاط لعدم توفر كمية الماء اللازمة لعملية اماهة الاسمنت [16].

ولهذا نلاحظ قيم مقاومة الانضغاط للمزجة M2 ذات نسبة ماء/ اسمنت 0.44 قد اعطت اعلى مقاومة لجميع ظروف المعالجة وانخفضت المقاومة عند زيادة نسبة الماء/الاسمنت في المزجتين M3 و M4، كذلك انخفضت المقاومة عند نقصان نسبة الماء/ الاسمنت في المزجة M1 للسبب المذكور اعلاه.

جدول 10: مقاومة الانضغاط للخلطات الخرسانية بعمر (28) يوم وتحت ظروف المعالجة المختلفة.

Curing condition	M1	M2	M3	M4
Water (moist)	34.6	43.6	40.35	31.7
Air	27.3	30.85	25.60	18.7
Transparent sheet	31.75	33.5	28.55	29.2
White sheet	29.1	32.25	29.80	28.1
Black sheet	26	30.55	27.90	26.2

يلاحظ من النتائج انه بغض النظر عن مقدار نسبة الماء/الاسمنت لكل خلطة فان المعالجة بالماء اعطت اعلى قيم مقاومة الانضغاط وذلك بسبب ان هناك سيطرة على حركة الرطوبة من والى الخرسانة وهناك سيطرة على عملية امالة السمنت ودرجة الحرارة، بينما المعالجة بالهواء قد اعطت اقل قيم لمقاومة الانضغاط مقارنة مع طرق المعالجة الاخرى فعند مقارنة قيم مقاومة الانضغاط للنماذج المعالجة بالهواء مع المعالجة القياسية (المعالجة بالماء) لكل المزجات نلاحظ ان الانخفاض في مقاومة الانضغاط بلغ (21, 29, 36,41%) لكل من M1,M2, M3,M4 على التوالي اي ان المزجة ذات نسبة الماء/الاسمنت الاعلى (M4) كان مقدار انخفاض مقاومتها الاعلى %41 عند معالجتها بالهواء وهذا قد يرجع الى مساميتها الاعلى مقارنة مع باقي المزجات الاخرى، اما فيما يخص النماذج المعالجة بالأكياس البلاستيكية فأنها اعطت نتائج مقبولة لقيم مقاومة الانضغاط ولكنها اقل من النماذج المعالجة بالماء ولكن نسب الانخفاض في المقاومة هي اقل من النماذج المعالجة بالهواء حيث بلغ الانخفاض في مقاومة الانضغاط للمزجات المعالجة بالأكياس الشفافة (8, 23, 29,8%) لكل من M1, M2, M3, M4 على التوالي وهذا ممكن أعزؤه الى سبب ان المبدأ الذي تعمل عليه طرق المعالجة بتغطية الخرسانة باستعمال وسط عديم النفاذية او اي واسطة اخرى لتغطية سطح الخرسانة هو امكانية الحصول على معالجة مقبولة عند منع تبخر الماء الاصيلي من الخرسانة. واي نوع من الغلاف شريطة ان لا يكون متقوياً او ممزقاً سيمنع تبخر الماء من الخرسانة بصورة فعالة ولكنه بنفس الوقت سوف لن يسمح بدخول الماء من خارج الخرسانة للتعويض عن الماء المفقود بالجفاف الذاتي [3].

4. الاستنتاجات:

على ضوء الدراسة الحالية يمكن القول ان المعالجة بغمر النماذج في الماء هي أفضل أنواع المعالجات حيث اعطت اعلى قيم لمقاومة انضغاط وكثافة الخرسانة وينصح باستخدامها عند توفر المياه الصالحة للشرب للأجزاء الخرسانية التي يمكن غمرها، كما ان المعالجة بتغليف النماذج بالأكياس البلاستيكية أعطت قيم جيدة مقارنة بمعالجة النماذج بغمرها في الماء وأفضل من المعالجة بالهواء، ولهذا يمكن استخدام هذه الطريقة في الأماكن التي لا يتوفر فيها ماء بسهولة لإجراء المعالجة وان اختيار المعالجة بالأكياس الشفافة هو الأفضل من بين المعالجة بالأكياس البيضاء والسوداء في الأجواء المعتدلة، بينما المعالجة بالأكياس السوداء هو الافضل في فصل الشتاء لامتناعه الحرارة اما الأكياس البيضاء فيفضل استخدامها في فصل الصيف لعكسها للحرارة.

References:

- [1] C. Arum, and Y. A. Alhassan, "*Combined Effect of Aggregate Shape, Texture and Size on Concrete Strength*", Forthcoming In The Journal of Science, Engineering and Technology, 13(2), 44 (2005).
- [2] O. S. Aluko, "*Comparative Assessment of Concrete Curing Methods*", Diploma Thesis, Federal University of Technology, Akure, Nigeria, (2005).
- [3] مؤيد نوري الخلف، هناء عبد يوسف، "*تكنولوجيا الخرسانة*"، مركز التعريب والنشر، الجامعة التكنولوجية، بغداد، (1984).
- [4] C. B. Wilby, "*Structural Concrete*", 1st Ed., Butterworths Publishing Ltd, London, (1983).
- [5] ناظم خليفة مطلب، نداء نعمان مجيد، وعد عبداللطيف سعيد، "*تأثير طرق الانضاج على مقاومة الانضغاط للخرسانة*"، المجلة العراقية للهندسة المدنية، 8(1)، 15 (2012).
- [6] C. Mayer, "*The Greening of the Concrete Industry*", cement and concert composites, 31(8), 601 (2009).



-
- [7] A. E. Abalaka and O. G. Okoli, "*Influence of Curing Regime on Strength Development of Grade C60 Concrete*", International Journal of Modern Engineering Research, 3(2), 709 (2013).
- [8] D. Nassani, and H. Kalyoncu, " *Effect Of Curing On Plain And Blended Cement Concretes Under Hot Weather*", The Clute Institute International Academic Conference, Paris, France, (2013).
- [9] S. H. Kosmatka, B. Kerkhoff, and W. C. Panarese, "*Design and Control of Concrete Mixtures*", Portland Cement Association, Illinois, USA, 189 (2002).
- [10] Iraqi Standard Specification No.5 , "*Properties of Ordinary Portland Cement*", Iraq, (1984).
- [11] ASTM C33-93, "*Aggregate from Natural Source for Concrete*", American Society for Testing and Materials, (2004).
- [12] ASTM C143-04, "*Slump of Hydraulic-Cement Concrete*", American Society for Testing and Materials, (2004).
- [13] BS 1881:part116: "*Testing of Hardened Concrete* ", British Standard Institution, (1983).
- [14] O. Ogah, "*Effect of Curing Methods on the Compressive Strength of Concrete*", International Journal of Engineering and Computer Science, 5(7), 17161 (2016).
- [15] A. A. Raheem, A. A. Soyngbe, and A. J. Emenike, "*Effect of Curing Methods on Density and Compressive Strength of Concrete*", International Journal of Applied Science and Technology, 3(4), 55 (2013).
- [16] C. Arum, and A. O. Olotuah, "*Making of Strong and Durable Concrete*", Emirates Journal for Engineering Research, 1(11), 25 (2006).