

دراسة تحليلية مقارنة بين تصميم الخلطات الخرسانية بالطريقتين البريطانية والأمريكية

زهير ظاهر حبيب

المعهد التقني-بابل

الخلاصة

ان الهدف الرئيسي للبحث هو إجراء مقارنة بين نتائج فحص مقاومة الانضغاط للخلطات الخرسانية المصممة بالطريقة البريطانية المتمثلة بالمكعبات الخرسانية بأبعاد (150*150) ملم مع تلك المصممة بالطريقة الأمريكية المتمثلة بالاسطوانات الخرسانية بأبعاد (150*300) ملم .

تم اخذ ثلاثة مستويات لمقاومة الانضغاط المطلوبة للخرسانة (f_c) وهي (45,30,15) نيوتن/ملم², وأجريت الفحوصات المختبرية لثلاثة أعمار مختلفة وهي (90,28,7) يوم .

تم الحصول على معدل مقاومة انضغاط مقدارها (46.3,31.9,16.3) و (46.2,30.4,15.6) و (45.2,30.1,15.8) نيوتن/ملم² بعمر (28) يوم و لمقاس أقصى للركام الخشن (40,20,10) ملم ولمديات مقاومة (45,30,15) نيوتن/ملم² على التوالي والمصممة حسب الطريقة البريطانية .

كما تم الحصول على معدل مقاومة انضغاط مقدارها (56.4,35.6,21.2) و (49.8,32.8,18.2) و (45.8,30.9,16.5) نيوتن/ملم² بعمر (28) يوم و لمقاس أقصى للركام الخشن (40,20,10) ملم ولمديات مقاومة (45,30,15) نيوتن/ملم² على التوالي والمصممة حسب الطريقة الأمريكية .

Abstract

The main aim of this research is to make a comparison between the test results of compressive strength for concrete mixes which are designed according to British Standards which represented in concrete cubes have the dimensions of (150*150)mm, with those which are designed according to American Standards and represented in concrete cylinders which have the dimensions of (150*300)mm.

Three levels are taken for the required compressive strength of concrete (f_c) as follows (15,30,45) N/mm², laboratory tests are carried for three different ages as follows (7,28,90) day .

The average compressive strength obtained is (16.3,31.9,46.3) , (15.6,30.4, 46.2) and (15.8,30.1,45.2) N/mm² in the age of (28)day for maximum size of coarse aggregate (10,20,40) mm for the three levels of required compressive strength (15,30,45) N/mm² respectively for that designed according to British Standards .

The average compressive strength obtained is (21.2,35.6,56.4) , (18.2,32.8, 49.8) and (16.5,30.9,45.8) N/mm² in the age of (28)day for maximum size of coarse aggregate (10,20,40) mm for the three levels of required compressive strength (15,30,45) N/mm² respectively for that designed according to American Standards.

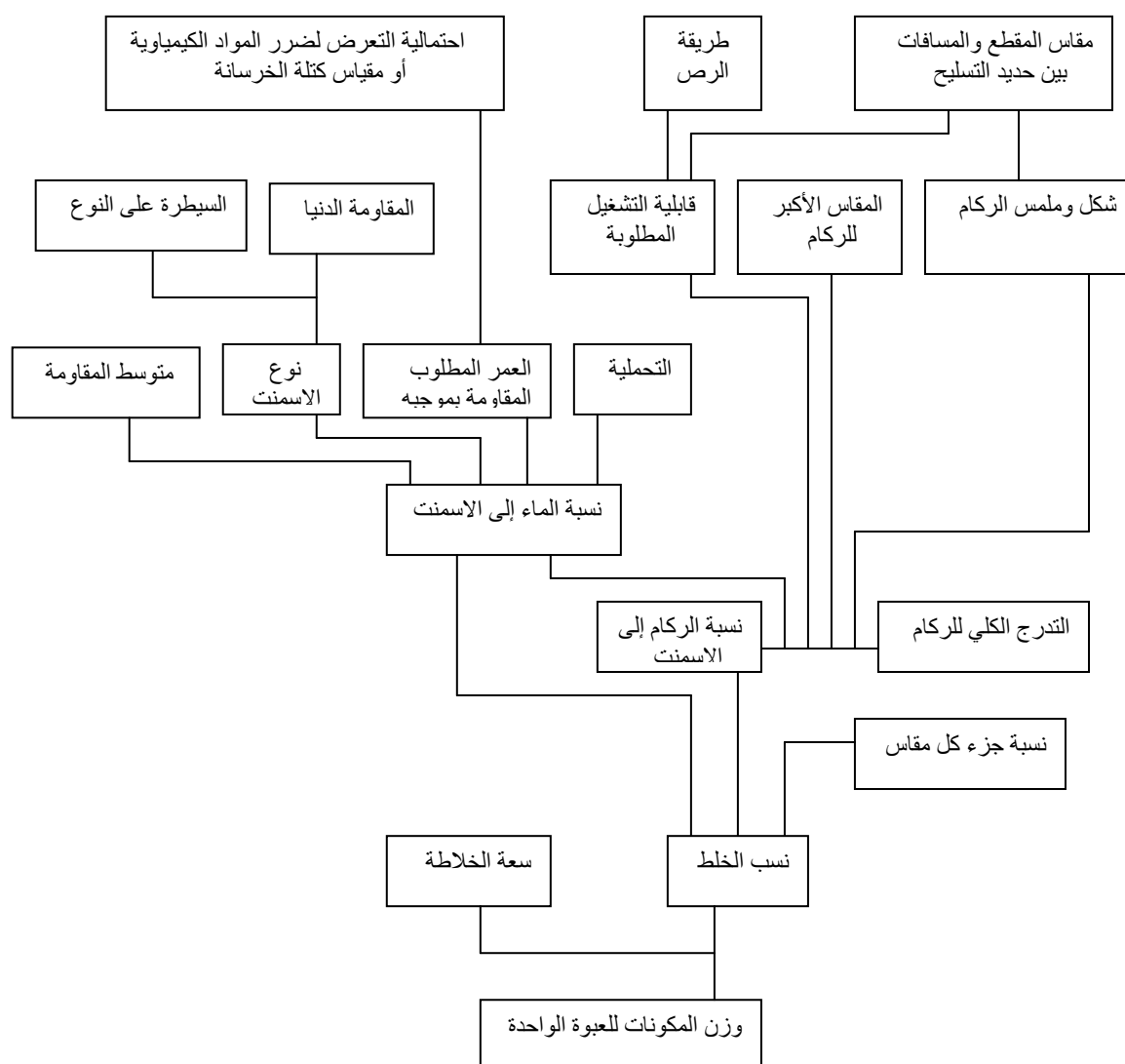
المقدمة

إن خواص الخرسانة تدرس مبدئياً لأغراض تصميم الخلطات الخرسانية وتحدد من قبل مصمم المنشأ , كما ان خواص الخرسانة الطرية تخضع لنوع المنشأ وأسلوب الوضع والنقل المتوفر لتلك الخرسانة مع الاخذ بنظر الاعتبار درجة السيطرة في موقع العمل والتي من خلالها يتم تحديد مكونات الخلطة الخرسانية , ولذا يمكن التعبير عن تصميم الخلطات على إنها عملية اختيار مكونات ملائمة للخرسانة وتحديد كمياتها النسبية لغرض إنتاج خرسانة اقتصادية وبأدنى الخواص المحددة مثل القوام الجيد والمقاومة والمتانة (Neville, 2000 ; BRE, 1975 ; CDTDT, 2005) .

كانت المواصفات في الماضي تحدد نسب الخلط للأسمنت والركام الناعم والركام الخشن ولذا كانت تنتج خلطات تقليدية معينة , ولكن وبسبب المتغيرات في مكونات الخلطة فان أنواع الخرسانة الحاوية على نسب

ثابتة وقابلية تشغيل معينة تتغير وبشكل واسع من حيث المقاومة وهذا ما يجعل المواصفات مقيدة وبشكل غير ملائم عند توفر نوعية جيدة من المواد (الخلف ويوسف , 1982 ; Neville , 2000) .

إن الخضوع لمتطلبات المقاومة ونسب الخلط وشكل الركام وتدرجه لا يترك مجالاً للاقتصاد في تصميم الخلطة , لذلك فإن الميل الحديث يتجه نحو تقليل التحديدات في المواصفات , ومن العوامل الأساسية التي تؤخذ بعين الاعتبار في تحديد نسب الخلط مبنية في الشكل رقم (1) (Neville, 2000) , وهناك اختلافات في الطريقة الدقيقة لاختيار نسب الخلط بين الطريقة المعتمدة من قبل مركز بحوث البناء في المملكة المتحدة (الطريقة البريطانية) وبين الطريقة المعتمدة من قبل معهد الخرسانة الأمريكي (ACI) (الطريقة الأمريكية) (Wadud and Ahmad , 2001) .



شكل رقم (1) العوامل الأساسية في أسلوب تصميم الخلطات

إن المقاومة هي واحدة من أهم خواص الخرسانة , سواء كانت تلك الأهمية تتعلق بالمقاومة بحد ذاتها أو من حيث تأثير المقاومة على عدة خواص مرغوبة في الخرسانة المتصلبة .

من الصعب تصميم خلطة حاصلة على أفضل الخواص بنفس الوقت وكمثال على ذلك للحصول على مقاومة عالية من الضروري تقليل الفجوات في الخرسانة إلى أقل حد ممكن ولكن من ناحية ثانية للحصول على متانة جيدة يجب إن يكون هناك حد أدنى من فجوات الهواء المقصود ولهذا يكون الهدف عادة عند تصميم الخلطة الخرسانية الحصول على الحدود العليا لخاصية معينة كالمقاومة او المتانة وبنفس الوقت مطابقة لمتطلبات الحدود الدنيا للخواص الأخرى (الخلف ويوسف , 1982 ; Maiti , Agarwal and Kumar , 2006) .

إن الطريقة البريطانية لتصميم الخلطة الخرسانية معتمدة من قبل مركز بحوث البناء في المملكة المتحدة وتشمل عملية التصميم خمسة مراحل والاستفادة من المواد الأولية القريبة من موقع العمل لإنتاج خرسانة اقتصادية , ويحدد دليل الممارسة للمواصفات البريطانية الخاص باستعمال الخرسانة للأغراض الإنشائية (CP 110:1972) الحد الأدنى لمقاومة الخرسانة المستعملة لأغراض مختلفة (7,15,20,30,40) نيوتن/ملم² للخرسانة الاعتيادية وللخرسانة المسلحة والحاوية على ركام خفيف الوزن وللخرسانة المسلحة والحاوية على ركام اعتيادي وللخرسانة ذات الشد اللاحق وللخرسانة المسبقة الشد على التوالي وبعمر (28) يوم(الخلف ويوسف , 1982) .

توصي المواصفة القياسية المرقمة (ACI 211.1-05) لمعهد الخرسانة الأمريكي بإتباع أسلوبها لتصميم الخرسانة (الطريقة الأمريكية) وتستعمل هذه الطريقة بشكل واسع , هذا وتستخدم طريقة المعهد الأمريكي للخرسانة حقيقة انه لركام بمقاس أقصى معين فان محتوى الماء في المتر المكعب يحدد قابلية تشغيل الخلطة دون الاعتماد على نسب الخلطة, وتطبق فقط على تلك الخلطات التي لا يقل هبوطها عن (30) ملم , وتعتمد أسلوب إتباع خطوات بسيطة ومباشرة لتقدير أوزان المواد الأولية المتوفرة موقعيا المطلوبة لكل وجبة او لوحدة الحجم من الخرسانة (ACI 318 RM-05 ; Shakhmenko and Birsh , 1998) .

المواد وطرائق العمل :

1- المواد المستعملة :-

- الأسمنت : استخدم الإسمنت البورتلاندي الاعتيادي نوع (طاسلوجة) والمطابق (للمواصفة العراقية رقم 5 لسنة 1984). وقد أجريت الفحوصات الفيزيائية والكيميائية للإسمنت في مختبرات جامعة بابل وكما مبين في الجدول رقم (1) و(2) أدناه .

جدول رقم (1) نتائج الفحوصات الفيزيائية للإسمنت الاعتيادي

الفحص	النتيجة	حدود المواصفة القياسية العراقية (5)/1984
وقت التماسك الابتدائي (دقيقة)	137	لا يقل عن 45 دقيقة
وقت التماسك النهائي (ساعة)	7.09	لا يزيد على 10 ساعات
مقاومة الانضغاط بعمر (3) أيام	16.8	لا تقل عن 15 نيوتن/ملم ²
مقاومة الانضغاط بعمر (7) أيام	24.4	لا تقل عن 23 نيوتن/ملم ²

جدول رقم (2) نتائج الفحوصات الكيميائية للإسمنت الاعتيادي

الفحص	النتيجة	حدود المواصفة القياسية العراقية (5)/1984
ثاني أكسيد السيليكون (SiO ₂) %	22.01	

اوكسيد الكالسيوم (CaO) %	62.33	
اوكسيد الألمنيوم (Al ₂ O ₃) %	5.49	
اوكسيد الحديد (Fe ₂ O ₃) %	3.93	
اوكسيد المغنيسيوم (MgO) %	2.54	لايزيد عن (5 %)
ثالث اوكسيد الكبريت (SO ₃) %	2.38	لايزيد عن (2.5 %) إذا كان (C ₃ A) اقل من (5%) لايزيد عن (2.8 %) إذا كان (C ₃ A) أكثر من (5%)
الفقدان عند الحرق %	0.38	لايزيد عن (4 %)
عامل الإشباع الجيري	0.86	(1.02 - 0.66)
المواد غير القابلة للذوبان %	0.34	لايزيد عن (1.5 %)
سيليكات ثلاثي الكالسيوم (C ₃ S) %	31.73	
سيليكات ثنائي الكالسيوم (C ₂ S) %	39.42	
الومينات ثلاثي الكالسيوم (C ₃ A) %	7.91	
الومينات حديد رباعي الكالسيوم (C ₄ AF) %	11.95	

- الركام الناعم: استعمل الرمل المستخرج من مقالع كربلاء (الاخضر). المطابق (للمواصفة العراقية رقم 45 لسنة 1984) ضمن منطقة التدرج الثانية ونسبة الكبريتات فيه 0.35% , معايير النعومة (2.8) , والوزن النوعي هو (2.63) , تدرج هذا الركام موضح في الجدول رقم (3).

جدول رقم (3) تدرج الركام الناعم

حجم المنخل (mm)	النسبة المارة % وزنا	حدود المواصفة العراقية (1984/(45) منطقة تدرج (2)
10	100	100
5	100	100 - 90
2.36	96	100 - 75
1.18	62	90 - 55
0.6	54	59 - 35
0.3	11	30 - 8
0.15	2.3	10 - 0

- الركام الخشن: استعمل الحصى المكسر المستخرج من منطقة النباعي المطابق (للمواصفة العراقية رقم 45 لسنة 1984) وبثلاث مقاسات قصوى هي (10 ملم , 20 ملم , 40 ملم) . نسبة الكبريتات فيه 0.094% , والوزن النوعي هو (2.65) . تدرج هذا الركام حسب المقاسات القصوى موضح في الجداول رقم (4) و(5) و(6).

جدول رقم (4) تدرج الركام الخشن (المقاس الأقصى 10 ملم)

حجم المنخل (mm)	النسبة المارة % وزنا	حدود المواصفة العراقية (1984/(45)
12.5	100	100

100 – 85	95	10
25 – 0	17.6	5
5 – 0	1.6	2.36

جدول رقم (5) تدرج الركام الخشن (المقاس الأقصى 20 ملم)

حجم المنخل (mm)	النسبة المارة % وزنا	حدود المواصفة العراقية (45)/1984
37.5	100	100
20	96	100 – 95
10	43	60 – 30
5	2.8	10 – 0

جدول رقم (6) تدرج الركام الخشن (المقاس الأقصى 40 ملم)

حجم المنخل (mm)	النسبة المارة % وزنا	حدود المواصفة العراقية (45)/1984
75	100	100
37.5	100	100 – 90
20	63.6	70 – 35
10	28.4	40 – 10
5	1	5 – 0

- الماء : استعمل الماء الصالح للشرب (ماء الإزالة) كماء خلط ومعالجة لجميع النماذج.

2- تحضير الخلطات :

أ- تم تحضير ثلاث خلطات خرسانية وحسب النسب والمكونات المصممة بموجب الطريقة البريطانية ولثلاثة مستويات لمقاومة انضغاط الخرسانة وهي (15 , 30 , 45) نيوتن/ملم² وبهطول مقداره (30-60) ملم، حيث استخدمت ثلاثة مقاسات قصوى للركام الخشن (نوع مكسر) وهي (10, 20, 40) ملم , والجدول رقم (7) يبين مكونات الخلطات الثلاث ونسب الخلط .

ب- تم تحضير ثلاث خلطات خرسانية وحسب النسب والمكونات المصممة بموجب الطريقة الأمريكية ولثلاثة مستويات لمقاومة انضغاط الخرسانة وهي (15 , 30 , 45) نيوتن/ملم² وبهطول مقداره (80-100) ملم , حيث استخدمت ثلاثة مقاسات قصوى للركام الخشن وهي (10, 20, 40) ملم , والجدول رقم (8) يبين مكونات الخلطات الثلاث ونسب الخلط .

جدول رقم (7) مكونات الخلطات الخرسانية المصممة بالطريقة البريطانية

نسبة الخلط	كميات المواد الأولية لكل (1) م ³ من الخرسانة			نسبة الماء الطليق إلى الاسمنت W / C	مقاومة الانضغاط المستهدفة بعمر (28) يوم (نيوتن / ملم ²)	محتوى الماء الطليق (كغم)	الكثافة الرطبة للخرسانة (كغم / م ³)	المقاس الأقصى للركام الخشن (ملم)
	وزن الركام الخشن (كغم)	وزن الركام الناعم (كغم)	وزن السمنت (كغم)					
3.34.1:1	850	1039	256	0.9	15	230	2375	10
2.7:2.6:1	919	883	343	0.67	30			
2:1.7:1	915	779	451	0.51	45			
4.7:3.7:1	1096	861	233	0.9	15	210	2400	20
3.7:2.3:1	1164	713	313	0.67	30			
2.8:1.6:1	1138	640	412	0.51	45			
5.9:3.7:1	1238	791	211	0.9	15	190	2430	40
4.5:2.3:1	1291	665	284	0.67	30			
3.5:1.6:1	1288	579	373	0.51	45			

جدول رقم (8) مكونات الخلطات الخرسانية المصممة بالطريقة الأمريكية

نسبة الخلط	كميات المواد الأولية لكل (1) م ³ من الخرسانة			نسبة الماء الطليق إلى الاسمنت W / C	مقاومة الانضغاط المستهدفة بعمر (28) يوم (نيوتن / ملم ²)	وزن الماء المضاف (كغم)	وزن الخرسانة الطرية (كغم / م ³)	المقاس الأقصى للركام الخشن (ملم)
	وزن الركام الخشن (كغم)	وزن الركام الناعم (كغم)	وزن السمنت (كغم)					
2.3:3.1:1	735	975	319	0.8	15	255	2285	10
1.6:1.8:1	735	831	464	0.55	30			
1.1:0.9:1	735	624	671	0.38	45			
4:3.7:1	992	913	250	0.8	15	200	2355	20
2.7:2.2:1	992	799	364	0.55	30			
1.9:1.2:1	992	637	526	0.38	45			
5.3:4:1	1152	874	219	0.8	15	175	2420	40
3,6:2.4:1	1152	775	318	0.55	30			
2.5:1.4:1	1152	632	461	0.38	45			

3- عمل النماذج:

- أ- تم استعمال قوالب حديدية بأبعاد (150*150*150) ملم وحسب المواصفة (BS 1881 Part 116-83) يتم تزييت القوالب لكل مجموعة نماذج قبل عملية الصب ولمعدل ستة مكعبات لكل مقاومة انضغاط مستهدفة وبالأعمار (90,28,7) يوم .
- ب- تم استعمال اسطوانات حديدية بأبعاد (300*150) ملم وحسب المواصفة (ASTM C39-86) يتم تزييت القوالب لكل مجموعة نماذج قبل عملية الصب ولمعدل ستة مكعبات لكل مقاومة انضغاط مستهدفة وبالأعمار (90,28,7) يوم .
- 4 - إنضاج النماذج وتحضيرها: تم استخدام طريقة الغمر بالماء في أحواض الإنضاج في عملية معالجة الخرسانة ولحين وقت الفحص .
- 5- الفحوصات أليختبريه: عرضت النماذج للتحميل بماكنة فحص قياسية (200) طن وبسرعة موصوفة مقدارها (15) ميكانيوتن/م² / دقيقة بموجب المواصفة البريطانية المرقمة (1881) لسنة 1971 لحين تصدع النماذج (Neville, 2000) .

النتائج والمناقشة

- 1- يبين الجدول رقم (9) قيم معدلات نتائج فحص مقاومة الانضغاط للمكعبات الخرسانية المصممة باستخدام الطريقة البريطانية وللمقاسات القصوى للركام الخشن (40,20,10) ملم وبالأعمار (90,28,7) يوم كما بين الجدول رقم (10) قيم معدلات نتائج فحص مقاومة الانضغاط للمكعبات الخرسانية المكافئة للاستوانات الخرسانية المصممة باستخدام الطريقة الأمريكية وللمقاسات القصوى للركام الخشن (40,20,10) ملم وبالأعمار (90,28,7) يوم .
- 2- تبين الأشكال رقم (2) و(3) و(4) و(5) و(6) و(7) و(8) و(9) و(10) العلاقات البيانية بين قيم معدلات نتائج فحص مقاومة الانضغاط لكل من الطريقة البريطانية والطريقة الأمريكية مع العمر وللمقاسات القصوى للركام (40,20,10) ملم ولمقاومة الانضغاط المستهدفة (45,30,15) نيوتن/ملم² .

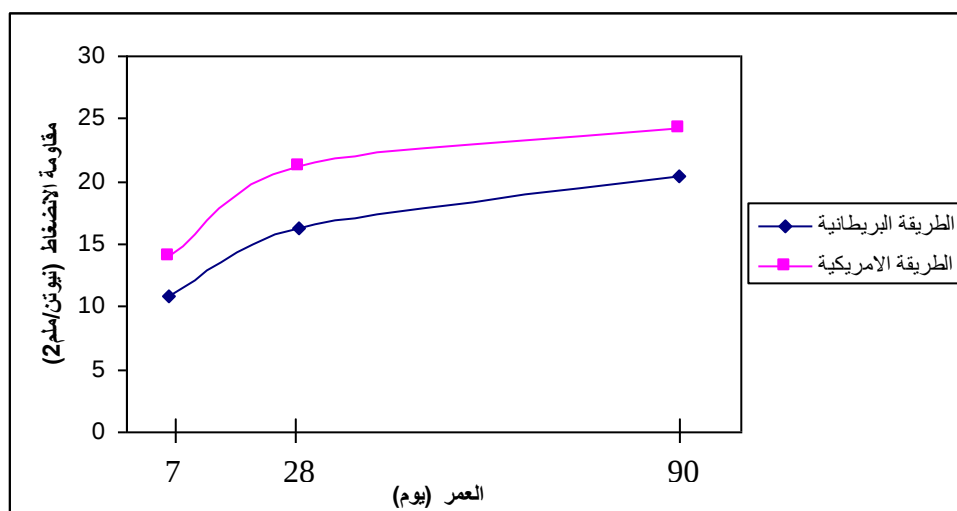
جدول رقم (9) معدلات نتائج فحص مقاومة الانضغاط للمكعبات الخرسانية المصممة باستخدام الطريقة

البريطانية

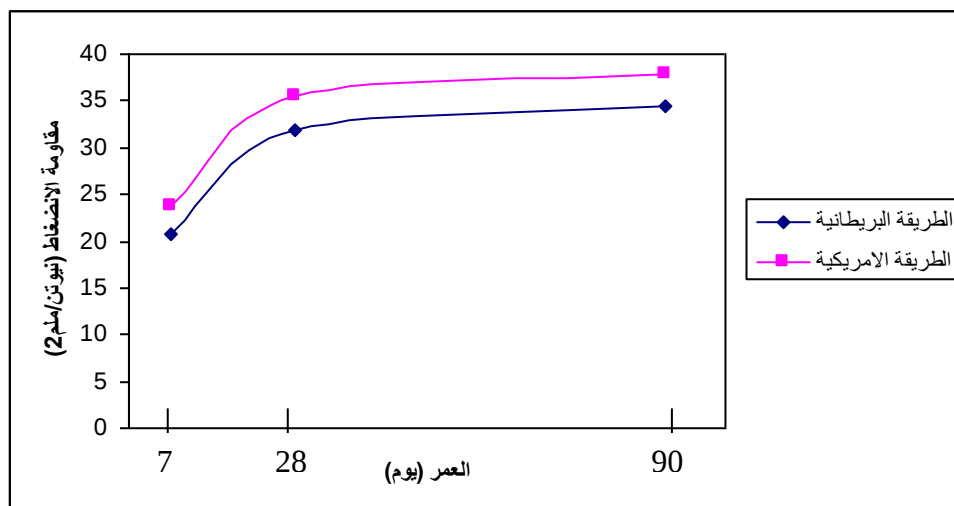
معدل نتائج فحص مقاومة الانضغاط للمكعبات الخرسانية (ستة نماذج لكل عمر) (نيوتن/ملم ²)			مقاومة الانضغاط المستهدفة بعمر (28) يوم (نيوتن / ملم ²)	المقاس الأقصى للركام الخشن (ملم)
عمر (90) يوم	عمر (28) يوم	عمر (7) يوم		
20.4	16.3	10.8	15	10
34.4	31.9	20.8	30	
51.1	46.3	30.2	45	
18.6	15.6	9.8	15	20
32.8	30.4	19.8	30	
49.7	46.2	29.5	45	
18.4	15.8	10.7	15	40
32.5	30.1	19.7	30	
47.2	45.2	27.5	45	

جدول رقم (10) معدلات نتائج فحص مقاومة الانضغاط للمكعبات الخرسانية المكافئة للاسطوانات الخرسانية المصممة باستخدام الطريقة الأمريكية

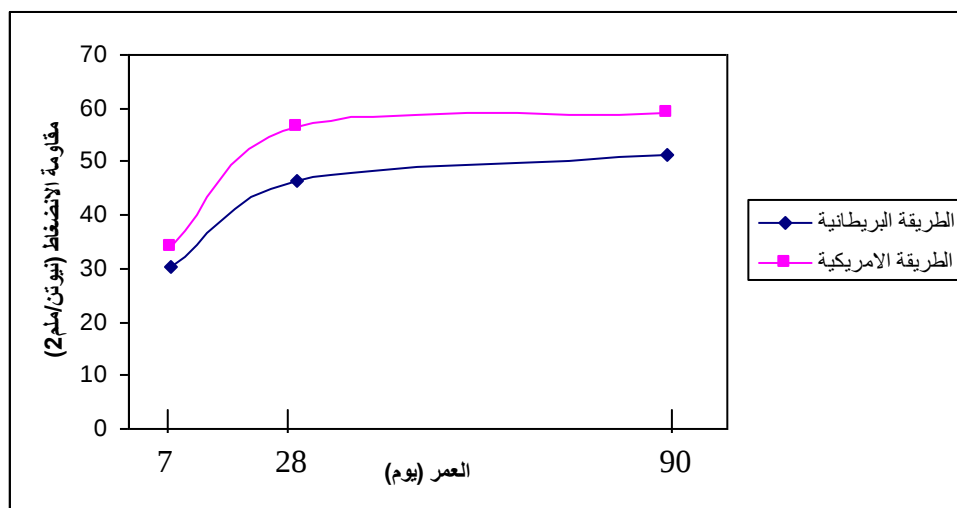
معدل نتائج فحص مقاومة الانضغاط للمكعبات الخرسانية المكافئة اسطوانات الخرسانية (ستة نماذج لكل عمر) (نيوتن/ملم ²)			مقاومة الانضغاط المستهدفة بعمر (28) يوم (نيوتن / ملم ²)	المقاس الأقصى للركام الخشن (ملم)
عمر (90) يوم	عمر (28) يوم	عمر (7) يوم		
24.3	21.2	14.1	15	10
37.8	35.6	23.8	30	
59.2	56.4	34.2	45	
20.8	18.2	12.5	15	20
34.9	32.8	21.3	30	
53	49.8	31.9	45	
18.6	16.5	11.4	15	40
33.4	30.9	19.1	30	
48.5	45.8	30.5	45	



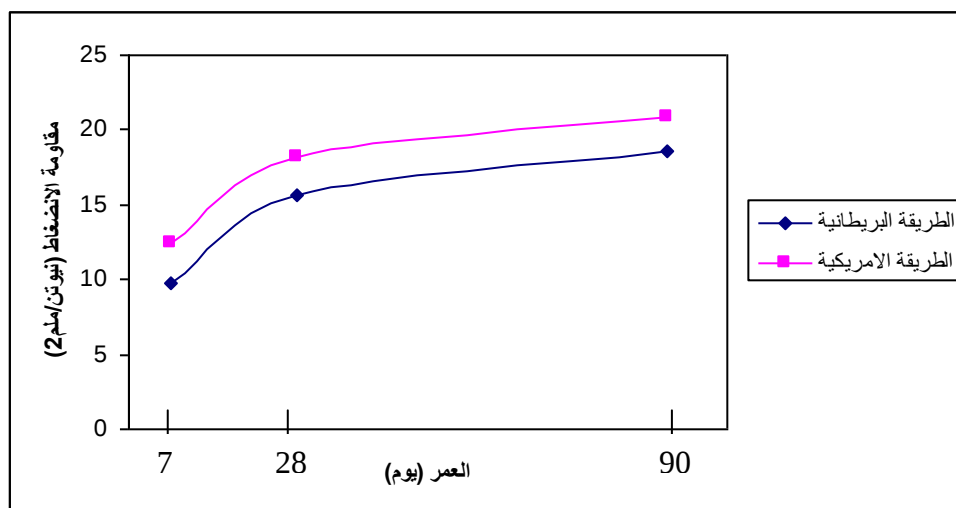
شكل رقم (2) العلاقة بين قيم معدلات نتائج فحص مقاومة الانضغاط لكل من الطريقة البريطانية والطريقة الأمريكية مع العمر (المقاس الأقصى للركام الخشن 10 ملم , مقاومة الانضغاط المطلوبة 15 نيوتن/ملم²)



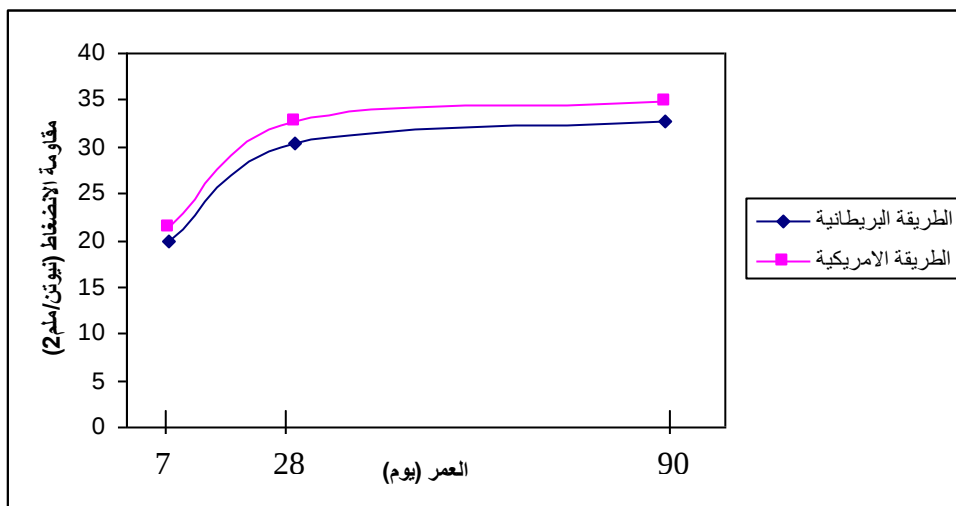
شكل رقم (3) العلاقة بين قيم معدلات نتائج فحص مقاومة الانضغاط لكل من الطريقة البريطانية والطريقة الأمريكية مع العمر (المقاس الأقصى للركام الخشن 10 ملم , مقاومة الانضغاط المطلوبة 30 نيوتن/ملم)



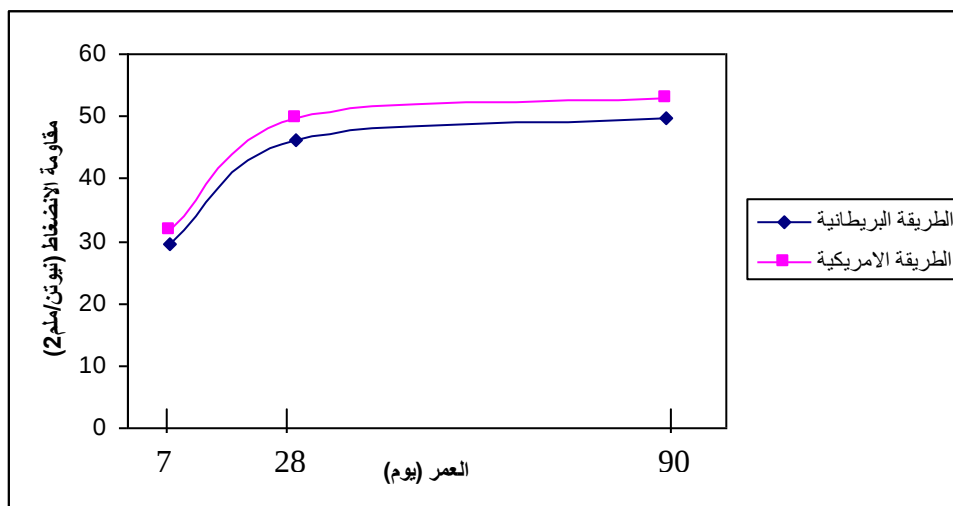
شكل رقم (4) العلاقة بين قيم معدلات نتائج فحص مقاومة الانضغاط لكل من الطريقة البريطانية والطريقة الأمريكية مع العمر (المقاس الأقصى للركام الخشن 10 ملم , مقاومة الانضغاط المطلوبة 45 نيوتن/ملم²)



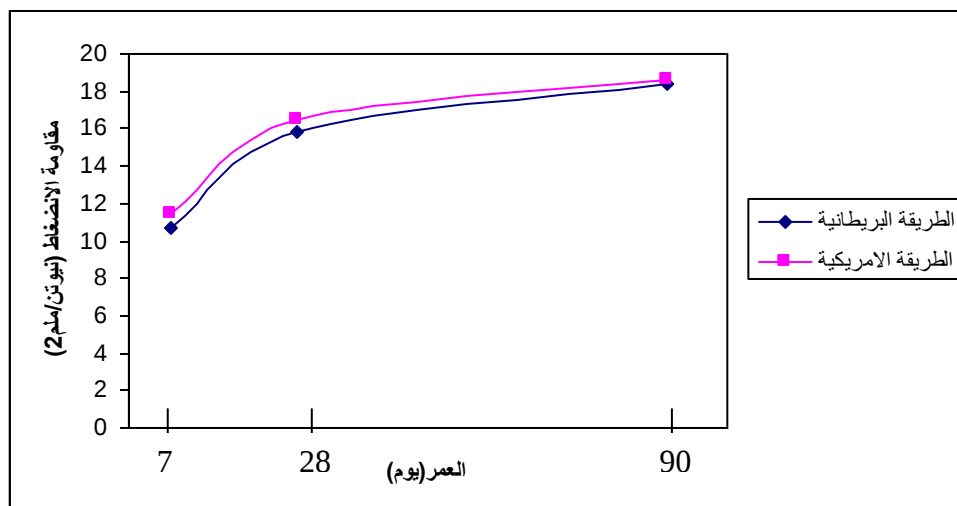
شكل رقم (5) العلاقة بين قيم معدلات نتائج فحص مقاومة الانضغاط لكل من الطريقة البريطانية والطريقة الأمريكية مع العمر (المقاس الأقصى للركام الخشن 20 ملم , مقاومة الانضغاط المطلوبة 15 نيوتن/ملم²)



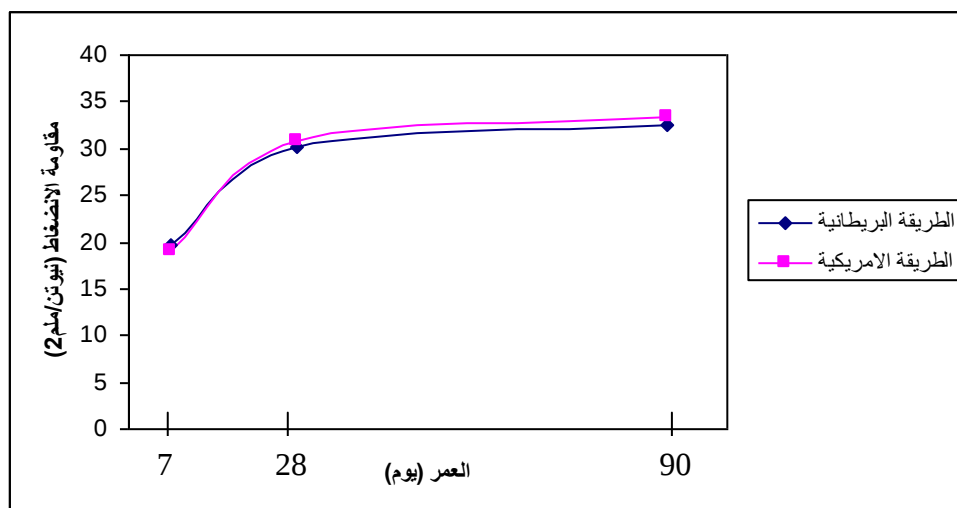
شكل رقم (6) العلاقة بين قيم معدلات نتائج فحص مقاومة الانضغاط لكل من الطريقة البريطانية والطريقة الأمريكية مع العمر (المقاس الأقصى للركام الخشن 20 ملم , مقاومة الانضغاط المطلوبة 30 نيوتن/ملم²)



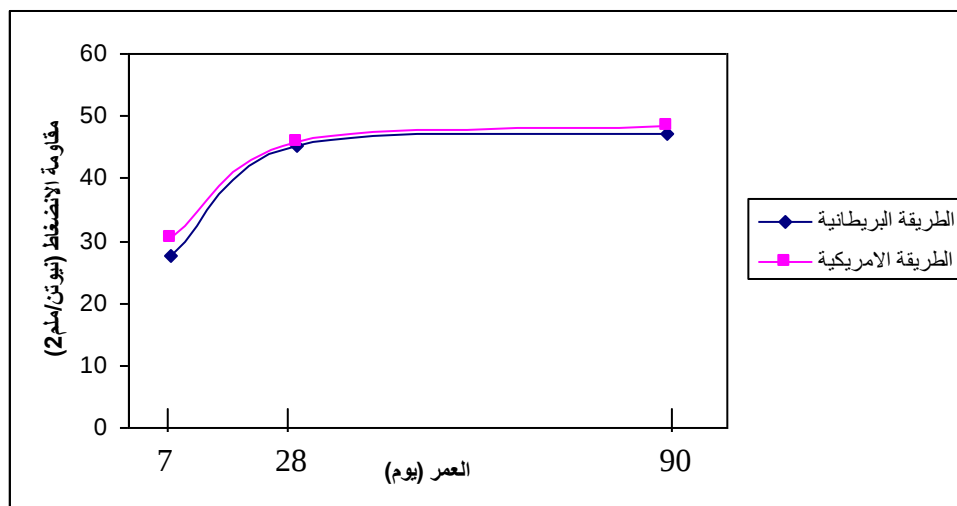
شكل رقم (7) العلاقة بين قيم معدلات نتائج فحص مقاومة الانضغاط لكل من الطريقة البريطانية والطريقة الأمريكية مع العمر (المقاس الأقصى للركام الخشن 20 ملم , مقاومة الانضغاط المطلوبة 45 نيوتن/ملم²)



شكل رقم (8) العلاقة بين قيم معدلات نتائج فحص مقاومة الانضغاط لكل من الطريقة البريطانية والطريقة الأمريكية مع العمر (المقاس الأقصى للركام الخشن 40 ملم , مقاومة الانضغاط المطلوبة 15 نيوتن/ملم²)



شكل رقم (9) العلاقة بين قيم معدلات نتائج فحص مقاومة الانضغاط لكل من الطريقة البريطانية والطريقة الأمريكية مع العمر (المقاس الأقصى للركام الخشن 40 ملم , مقاومة الانضغاط المطلوبة 30 نيوتن/ملم²)



شكل رقم (10) العلاقة بين قيم معدلات نتائج فحص مقاومة الانضغاط لكل من الطريقة البريطانية والطريقة الأمريكية مع العمر (المقاس الأقصى للركام الخشن 40 ملم , مقاومة الانضغاط المطلوبة 45 نيوتن/ملم²)

3- من الجدولين رقم (9) و(10) يتبين بأن الخرسانة المنتجة بالطريقة الأمريكية أعطت مقاومة انضغاط أعلى من الخرسانة المنتجة بالطريقة البريطانية ولجميع مديات المقاومة وذلك بسبب استخدام نسب ماء /الاسمنت بنسب اقل من نسب الماء/الاسمنت المستخدمة في الطريقة البريطانية, كذلك استخدام كميات سميت في المتر المكعب الواحد بكمية اكبر من الكميات المستخدمة في الطريقة البريطانية وذلك لتقليل حجم الفجوات الموجودة في الخرسانة وزيادة الترابط بين مكونات الخرسانة .

4- من الأشكال رقم (2) و (3) و(4) و(5) و(6) و(7) و(8) و(9) و(10) يتبين بأن الخرسانة المنتجة باستخدام المقاس الأقصى للركام الخشن (10) ملم أعطت مقاومة أعلى من الخرسانة المنتجة باستخدام المقاس الأقصى للركام الخشن (20) ملم و(40) ملم وذلك بسبب التداخل الكبير بين حبيبات الركام

ولتغليف جميع حبيبات الركام بالاسمنت وربط أجزاء الخليط مع بعضها وجعلها كتلة متماسكة وغير قابلة للانزلاق (الخلف ويوسف , 1982 ; Mehta and Aitcn , 1990) .

5- ان الخرسانة المنتجة باستخدام الركام الخشن ذو المقاس الأقصى (40) ملم أعطت مقاومة اقل بسبب الاجهادات الناتجة عن تقييد الانكماش من قبل حبيبات الركام والتي تؤدي إلى تشقق عجينة الاسمنت المحيطة بالحبيبات الكبيرة او فقدان التلاصق بين الركام والاسمنت (Mehta and Aitcn , 1990 ; Neville , 2000) .

الاستنتاجات

- من خلال النتائج التي تم الحصول عليها في هذا البحث يمكن الخروج بالاستنتاجات التالية:
- 1- لا يوجد اختلاف كبير في عملية التصميم للخلطات الخرسانية في حالة استخدام أي من الطريقتين البريطانية والأمريكية في إعداد الخلطة واستخدام الكميات المناسبة للحصول على المقاومة المطلوبة .
 - 2- إن خواص الركام (المقاس) تؤثر على مقدار الحمل في الانضغاط ويختلف مقدار هذا التأثير على نسب الماء إلى الاسمنت وإن تأثير الركام على المقاومة يقل بزيادة نسبة الماء إلى الاسمنت .
 - 3- وجد إن الاسطوانات (الطريقة الأمريكية) تعطي نتائج أكثر تجانسا وإن مقاومتها اقل تأثرا بخواص الركام الكبير المستعمل في الخلطة .
 - 4- تكون فحوصات الاسطوانات أكثر واقعية لأنها تصب وتفحص وهي بنفس الوضعية في حين انه في حالة المكعبات فإن التحميل بشكل زاوية قائمة على محور المكعب عند صبه , وفي حالة أجزاء المنشأ المتعرضة للضغط فإن الحالة مشابهة لتلك الموجودة في فحص الاسطوانة .
 - 5- من الصعب تحديد أي من الطريقتين أفضل ولكن يظهر إن هنالك ميل وعلى الأقل لأغراض البحوث يفضل استعمال الطريقة الأمريكية .

التوصيات

- 1- تحديث المواصفات البريطانية و الأمريكية أو إعداد طريقة خاصة لتصميم الخلطات الخرسانية تتلاءم مع خصائص وأنواع الركام والاسمنت المحليين .
- 2- إعداد مواصفة جديدة لتصميم الخلطات الخرسانية للأنواع الجديدة من الخرسانة (ذاتية الرص , عالية الأداء , وغيرها) .

المصادر

- الخلف, مؤيد نوري و يوسف, هناء عبد (1982) , تكنولوجيا الخرسانة , وزارة التعليم العالي والبحث العلمي - الجامعة التكنولوجية , بغداد.
- الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية (1984) , المواصفة القياسية العراقية رقم (5)/(1984):الإسمنت البورتلاندي , بغداد , العراق.
- الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية (1984) , المواصفة القياسية العراقية رقم (45)/(1984):ركام المصادر الطبيعية المستخدم في الخرسانة و البناء , بغداد , العراق.
- Aitcn , P.C. , and Mehta P.K. (March-April , 1990) , Effect of coarse aggregate characteristics on Mechanical Properties of High-Strength concrete , ACI Material , vol.87, No.2 , pp.103-107 .
- American Concrete Institute (2005) 318 RM .
- ASTM C39-86, Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

- Annual Book of American Society for Testing and Materials, Philadelphia , Penurylrania , Vol.04:PP.19-23 .
- BS 1881,part 116 (1969) , Method for Determination of Compressive Strength of Concrete Cubes , British Standards Institute , 3pp .
- Building Research Establishment (1975) , Design of normal concrete mixes .
- Construction Division of the Texas Department of Transportation for use in conjunction with 2004 standard specifications for Construction and Maintenance of Highways , Street , and Bridges (2005) , 2004 Concrete Mix Design Guidance Document pp. 1-16 .
- Maiti ,S.C , Agarwal Raj K. , and Kumar Rajeeb (2006) , Concrete Mix Proportioning , The Indian Concrete Journal , pp.23-26 .
- Neville , A. M. (2000) , Properties of concrete , Pitman , Wiley , New York and Longman , London , 5th , and final edition .
- Shakhmenko Genadij , and Birsh Juris (1998) , Concrete Mix Design and optimization , 2nd Int. PhD. Symposium in Civil Engineering , Department of Building Materials , Riga Technical University , Budapest .
- Wadud , Z. , and Ahmed , S. (2001) , ACI Method of Concrete Mix Design : A parametric study , The Eighth East Asia-pasific Conference on Structural Engineering and Construction , Singapore , paper No. :1408 .