تأثيرات درجة حرارة ماء الخلط على خواص الخرسانة

بحث تكميلي لنيل درجة البكلاريوس مرتبة الشرف في الهندسة المدنية

إعداد الطلاب:

- **ايمن محمد أحمد آدم**
- **محمد الصديق محمد حسن**
- **نورين عبدالفضيل كشابة**

أشراف :

أ/ زينب مصطفى

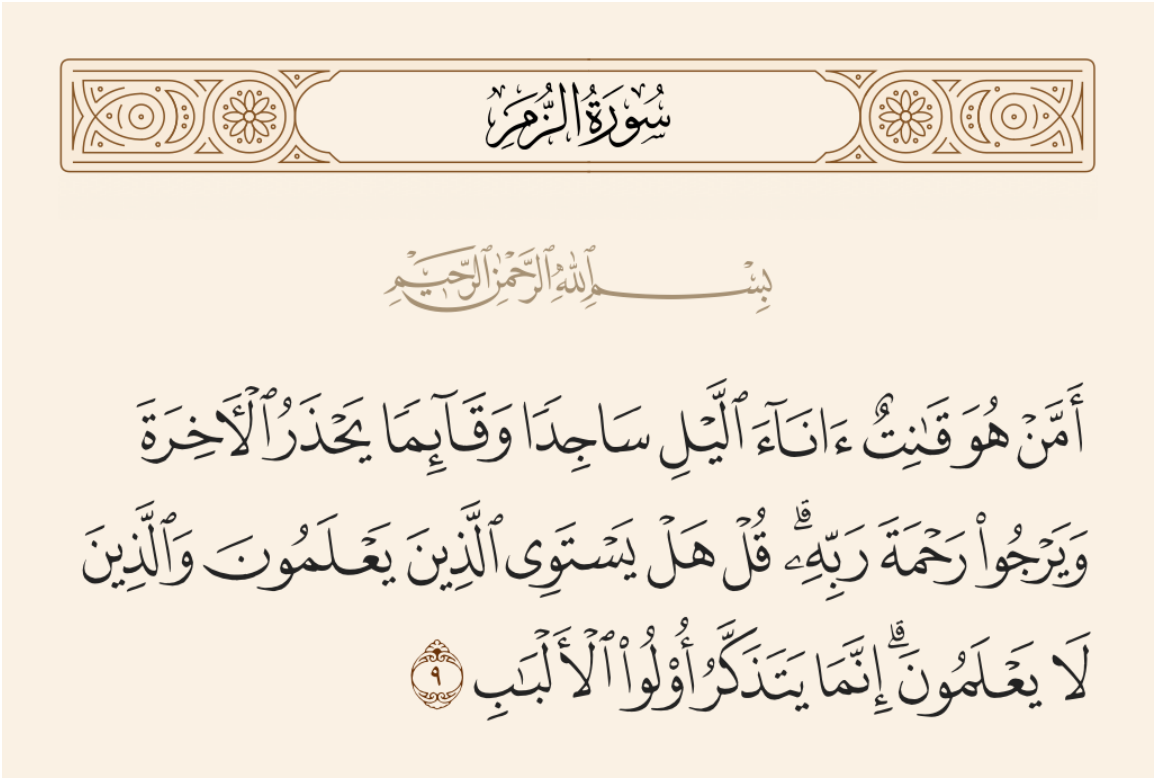
قسم الهندسة المدنية

كلية الهندسة

جامعة الشيخ عبدالله البدري

فبراير 2023

بسم الله الرحمن الرحيم



إهداء

الهي لا يطيب الليل إلا بشكرك ولا يطيب النهار إلا بطاعتك ولا تطيب اللحظات إلا بذكرك ولا تطيب الآخرة إلا بعفوك ولا تطيب الجنة إلا برؤيتك جل و جلالك

إلي أمي

التي علمتني الصبر وحببت الي القناعة وغالبت في غيبتي عنها الالام والدموع وكانت تعيش دائمأ اوبة الغائب وتدعو له في خلواتها وصلواتها واحلامها

الي والدي العزيز

الي من كلله الله بالهيبة والوقار

الي من علمنا العطاء دون انتظار

الي من احمل اسمه بافتخار

الي أساتذتي

بكلية الهندسة جامعة الشيخ عبد الله البدري

الي كل من علمني حرفا واضاء الطريق امامي

الي الكادحون في الطرقات الي كل من كانت امنيتهم دراسة الهندسة المدنية وحالت الظروف دون ذلك

الي اخوتي واصدقائي

الي كل من رافقني خلال مسيرتي

الي جميع طلاب الدفعة الخامسة

كل مهندسي بلادي

ياملهما يسمو بارض الهندسة يمضي بدرب العلم حتي يغرسه

شكر وتقدّير

الحمد هلل حمدا كثُرا طُبا مباركا فُه والشكر له على نعمه التَّي لأ تعد ولا تحصى .

اما بعد:

لا بد لنا ونحن نخطو خطواتنا الأخُيرة فَي الحُياة الجامعُية من وقفة نعود فُها الى اعوام قضُناها فَي رحاب الجامعة

فالشكر موصول لجامعة الشيخ عبدالله البدري- ذلك الصرح الشامخ فَ سماء العلم والمعرفة ,

متمثلة فَي كليُة الهندسة والتكنولوجًا قسم الهندسة المدنُية

ادارة واساتذة - تلك الكواكب النُيرة التَّي نهلت من علمها ومازالت,

بحروف نكتبها لكم من نور ... صدقا وأمانة نطوقها بالعهد والوفاء نترجمها شكرا وتبجُيل لفضائل

وجلائل أعمالكم التَّي أشرأبت لها هامة الزمان وتظل أعمالكم تضُئ عزة وشموخا . شعلا

فعندماُتوارث الناس روائع الأشُياء ... تكون منبعا للأصالة أو فَي لأق التهذُيب...

هكذا عرفناكم ... وانصهرت هممكم العاليُة بذلا وعطاء وامتزجت أرواحكم بالنُيل

والنقاء وكنتم قناديلا تحترق لتهب غُيرها الضُياء

وبفُيض من الحب والتقدُير اتقدم بخالص الشكر والامتنان الى الذُين حملوا اقدس رسالة فَي الحُياة , الى الذُين مهدو لنا الطريق الى جميع الاساتذة الأفاضل علي ما بذلوهو من جهود فب سبيل تعلمنا وتدربنا.

الى اولئك الذين منحونا العزم تلو العزم لتخطي الصعاب وان نقف واثقي الخطى

حرفا ولغة نشاطرهم الابداع اساتذة ومهندسين فلا تسع الحروف الا ان تمتزج لتكون كلمات شكر وعرفان لكل من دعمنا ولكل من ساهم في تدريبنا مهندسين واساتذة

كن عالما فان لم تستطع فكن معلما وان لم تستطع فأحب العلماء فان لم تستطع

فلا تبغضهم

والى رفقاء الدرب الدفعة الخامسة قسم الهندسة المدنُية

واخص بالشكر والتقدّير

الأستاذة : زينب مصطفى

على ما بذلته معنا من جه

***المستخلص :-**

تناولت التجارب المعملية لدراسة تأثير التغير في درجة حرارة مياه الخلط علي مقاومة الخرسانه باختبار مقاومة الضغط، و تم تصميم خلطة مرجعية حسب الطريقة البريطانية بدرجة حرارة .(30 درجة مئوية) لتعطي مقاومة (25 ميقا باسكال) واختبار مقاومة الضغط في 7يوم و28يوم.

عمل أربعة خلطات بدرجات حرارة (10 و20 و40 و50)مع تثبيت نسبة الإسمنت للماء و تثبيت أوزان المواد و اوضحت التجارب أن عند درجة حرارة ماء الخلط (10و20و30) درجة مئوية ، اعطت مقاومة ضغط أعلى عن (25 درجة مئوية) المستهدفة ، و لكن عند زيادة درجة حرارة ماء الخلط عن(30 درجة مئوية) القياسية ، انخفضت مقاومة الضغط عند 7يوم و28 يوم تدريجياً.

*Extract:

The laboratory experiments were dealt with to study the effect of the change in the mixing water temperature on the strength of the concrete by testing the pressure resistance, and a reference mix was designed according to the British method at a temperature of (30 degrees Celsius) to give a resistance of (25 MPa) and the pressure resistance test in 7 days and 28 days.

Four mixtures were made at temperatures (10, 20, 40, and 50) while fixing the ratio of cement to water and fixing the weights of the materials. Experiments showed that at the mixing water temperature (10, 20, and 30) degrees Celsius, it gives higher compressive strength than the target (25 degrees Celsius), but at Increasing the mixing water temperature from 30 °C (standard) pressure resistance gradually decreases at 7 days and 28 days.

فهرست المحتويات

البند	المحتويات	رقم الصفحة
	الآية	I
	الإهداء	II
	الشكر والعرفان	III
	المستخلص	IV
	Absteact	V
	فهرست المحتويات	VI
	فهرست الجداول	X
	فهرست الأشكال	IX
	فهرست المخططات	XI
الفصل الأول: المقدمة		
1-1	المقدمة	2
2-1	أهداف البحث	3
3-1	منهجية البحث	3
4-1	هيكلة البحث	4
5-1	مشكلة البحث	4
الفصل الثاني: الإطار النظري		
1-2	المقدمة	6
2-2	تقسيم مفهوم الطقس الحار والبارد	6
1-2-2	تقسيم ظروف الطقس الحار	7
3-2	تأثير ارتفاع درجة الحرارة على الخرسانة	7
4-2	مرحلة التصلب المبكر للخرسانة	9
5-2	تشقق الخرسانة	9

1-5-2	أسباب تشقق الخرسانة ومضارها	9
6-2	حرارة الاماهة	10
7-2	التاثيرات الناتجة عن صب الخرسانة في الجو الحار	11
8-2	الاحتياطات اللازمة لصب الخرسانة في الطقس الحار	12
9-2	تأثير انخفاض درجة الحرارة على الخرسانة	13
10-2	التأثيرات الناتجة عن صب الخرسانة في الطقس البارد	14
11-2	الاحتياطات اللازمة لصب الخرسانة في الطقس البارد	14
الفصل الثالث		
1-3	التحليل المنخلي للركام	17
1-1-3	الهدف من الاختبار	17
2-1-3	الاجهزة المستخدمة	17
3-1-3	خطوات الاختبار	18
2-3	اختبار الكثافة النوعية والامتصاص للركام	19
1-2-3	الغرض من الاختبار	19
2-2-3	الامتصاص	19
3-2-3	الادوات المستخدمة	20
4-2-3	طريقة الاختبار	20
5-2-3	الحسابات	21
3-3	فحص القوام القياسي للأسمنت	21
1-3-3	الغرض من الفحص	21
2-3-3	المواصفات	21
3-3-3	الجهاز المستخدم	21
4-3-3	اسلوب العمل	22
4-3	اختبار تعيين زمن الشك الابتدائي والنهائي	23
1-4-3	زمن الشك الابتدائي	23
2-4-3	الاجهزة المستخدمة	23

3-4-3	طريقة الاختبار	23
5-3	اختبار مقاومة المونة الاسمنتيه للضغط	24
1-5-3	الغرض من الاختبار	24
2-5-3	الادوات المستخدمة	24
3-5-3	خطوات التجربة	24
4-5-3	النتائج	26
6-3	اختبار الهبوط	26
1-6-3	الغرض من الاختبار	26
2-6-3	قالب الاختبار	26
3-6-3	طريقة الاختبتار	27
7-3	اختبار مقاومة الضغط المكعبات الخرسانة	30
1-7-3	طريقة الاختبار	30
الفصل الرابع		
4	نتائج الاختبارات	34
1-4	نتائج اختبارات الأسمنت	34
2-4	نتائج اختبارات الركام	35
3-4	نتائج اختبارات مقاومة الضغط للخرسانة	37
الفصل الخامس		
5	الخلاصة والتوصيات	49
1-5	الخلاصة	49
2-5	التوصيات	49
3-5	المراجع	51

فهرست الأشكال

رقم الشكل	اسم الشكل	رقم الصفحة
1-2	زيادة استهلاك الماء	8
1-3	جهاز فيكات	22
2-3	قالب الهبوط	27
3-3	رفع قالب الهبوط	28
4-3	قياس الهبوط	29
5-3	اشكال الهبوط	29
6-3	نموذج للهبوط الحقيقي	30
7-3	وضع العينات في ماكينة الضغط	32
8-3	كسر العينات المكعبة في اختبار مقاومة الضغط	32

فهرس الجداول

رقم الجدول	اسم الجدول	رقم الصفحة
1-4	نتائج اختبارات الاسمنت	34
2-4	نتائج التحليل المنخلي للركام الناعم	35
3-4	الخواص الفيزيائية للركام الناعم	36
4-4	نتائج التحليل المنخلي للركام الخشن	36
5-4	الخصائص الفيزيائية للركام الخشن	36
6-4	نتائج مقاومة الضغط لدرجة حرارة 10 درجة مئويه	37
7-4	نتائج مقاومة الضغط لدرجة حرارة 20 درجة مئويه	38
8-4	نتائج مقاومة الضغط لدرجة حرارة 30 درجة مئويه	39
9-4	نتائج مقاومة الضغط لدرجة حرارة 40 درجة مئويه	40
10-4	نتائج مقاومة الضغط لدرجة حرارة 50 درجة مئويه	41
11-4	نتائج مقاومة الضغط بعد 7 ايام	42
12-4	نتائج مقاومة الضغط بعد 28 يوم	44
13-4	متوسطات مقاومة الضغط	45

فهرست المخططات

رقم المخطط	المحتوى	رقم الصفحة
1-4	مقاومة الضغط بعد 17 يوم	43
2-4	مقاومة الضغط بعد 28 يوم	45

الباب الأول

المقدمة

الباب الأول

المقدمة

1-1 مقدمة :-

الخرسانة هي ماده تتكون من الاسمنت والرمل والماء مع اضافة نوع من الركام مثل الكوارتز او الزلط ، وتعد الخرسانة من اهم مواد البناء في العصر الحديث خصوصآ مع تدعيمها بالحديد لتصبح خرسانة مسلحة.

(Concrete)جاءت كلمة خرسانة والتي تعني " تنمو معا " (Concretus)من الكلمة اللاتينية وهذا ما يحدث بالضبط عندما تجمع مكونات الخرسانة الثلاث الركام والاسمنت والماء.

يعتبر الرومان اول من استعمل الخرسانة العاديه في التاريخ ، منذ حوالي ألفي عام ، وقد استعملت في معظم مبانيهم لسهولة تشكيلها وامكان تنفيذها بعماله مدربة تدريبا بسيطا.

وللخرسانة خصائص كثيرة تمتاز بها عن المواد الاخرى ، فهي تأخذ شكلا صلدا ومتينا مع الزمن تدريجيا ، وتبدأ بالشك الابتدائي وتنتهي بالشك النهائي . كذلك فهي شديدة المقاومة للاجهادات الناتجة عن ضغطها ولكنها في نفس الوقت ضعيفه جدا في مقاومتها للشد لذلك الخرسانة العادية (غير المسلحة) لا تستخدم ابدا في الاماكن التي تحدث فيها اجهادات الشد (مثل الكرات) .

للتغلب على هذه المشكلة يوضع الحديد و هو مقاوم ممتاز لقوى الشد وقوى الضغط وفي حين ان اسياخ الحديد الطويلة يمكن ان تتحمل قوى الشد كلها فان الخرسانة لا تتحمل قوى الضغط كلها اذا كانت قطاعاتها نحيفة يؤدي ذلك الى احتمال انبعاج العنصر الخرساني .

لذلك ،نجد أن مركبا خليطا من الخرسانة والحديد يعطي مادة مثاليه لمقاومة الاجهادات المختلفة المؤثرة عليها . وهذا المركب هو ما يعرف باسم الخرسانة المسلحة .

تسبب درجات الحرارة العالية للمياه ، في رفع درجة حرارة الخرسانة بالتبعية و لسوف تزداد متطلبات الماء و لسوف تقل للخرسانة ذات نفس القوام .

و يتسبب الماء الزائد اذا لم يصحح تأثيره على نسبة (الماء\الأسمنت) في انقاص الجودة القصوى المتحملة للخرسانة في الموقع.

نظرا لارتفاع درجة الحرارة الداخلية للخرسانة نتيجة اماهة الاسمنت ،السطح الخارجي يمكن ان يبرد وينكمش ،اذا اختلفت درجات الحرارة بشدة بداخل المنشأ ،فان المادة سوف يحدث لها شروخ .

2-1 ـ اهداف البحث :-

1 . التعرف علي تأثير درجة حرارة مياه الخلط علي خواص الخرسانة.
2 . توضيح مفهوم الجو الحار و البارد.

3-1 ـ منهجية البحث :-

ـ استخدم اسمنت من نوع الاسمنت البورتلاندي العادي ماركة اسمنت بربر.

ـ استخدم ركام خشن و ركام ناعم.

ـ عمل اختبارات المواد وفصل المواد.

ـ تصميم خلطة خرسانية مرجعية اعتمادا على المدونه البريطانية .(BS-8110).

ـ عمل 6 مكعب من الخلطة الخرسانية المرجعية و اختبار مقاومة الضغط ل3 مكعبات بعد 7 يوم و 28 يوم .

ـعمل 6 مكعبات من الخلطة الخرسانية مع رفع درجة حرارة مياه الخلط الي (40 درجة مئوية) واختبار مقاومة الضغط 3 مكعبات بعد 7 يوم و 28 يوم.

ـ عمل 6 مكعب من الخلطة الخرسانية مع رفع درجة حرارة المياه الي (50 درجة مئوية) و اختبار مقاومة الضغط 3 مكعبات بعد 7يوم و 28يوم.

ـ عمل 6 مكعب من الخلطة مع خفض درجة حرارة المياه(10درجة مئوية) واختبار مقاومة الضغط ل3 مكعبات بعد 7 و 28 يوم.

ـ عمل 6 مكعب من الخلطة الخرسانية و ذلك بخفض درجة حرارة المياه الي (20 درجة مئوية) و اختبار مقاومة الضغط ل3 مكعبات 7 يوم و 28 يوم .ـ عمل مقارنة لتحصيل النتائج و التوصيات .

4-1 : هيكلة البحث :

يحتوي البحث علي خمسة أبواب مبينة كما يلي :

الباب الأول : مقدمة عامة .

الباب الثاني : الدراسات السابقة.

الباب الثالث : اختبارات المعملية.

الباب الرابع : نتائج الاختبارات المعملية ومناقشة النتائج .

الباب الخامس : الخلاصة والتوصيات.

5.1: مشكلة البحث :

يمكن أن تؤثر درجات الحرارة أثناء تصنيع ووضع الخرسانة علي وقت التصلب والقوة النهائية , عندما تكون درجات الحرارة مرتفعة يمكن أن يؤدي ذلك إلي حدوث تشققات , وتستخدم العديد من الأعمال الخرسانية الماء المبرد لعملية الخلط للتحكم في درجة حرارة الخرسانة وتقليل فرص التشقق والتلف.

الباب الثاني

الإطار النظري

الباب الثاني

الاطار النظري

1.2:المقدمة :-

بمجرد أن يتم تصلب الخرسانة و اكتساب قوتها التصميمية المقبولة عموما علي انها 28 يوما ، سوف تتمدد الخرسانة و تنكمش إعتمادا علي درجة الحرارة في الأجواء التي توجد فيها . بحيث يتم تحديد هذه الحركة من خلال معامل التمدد الحراري للخرسانة و التغيرات في درجة الحرارة التي يتعرض لها الهيكل خارجيا .

يتم تحديد نسبة التطوير بشكل أساسي من خلال الركام المستخدم حيث انها تشكل 70-80% من حجم الخرسانة .

كما يمكن أن تؤدي درجات الحرارة المرتفعة إلي حدوث تشققات . يمكن أن يؤدي الطول الإجمالي للهيكل الخرساني أيضا إلي ضغوط إضافية في التكوين .

يمكن أن تؤدي درجات الحرارة المنخفضة إلي انكماش الخرسانة و يمكن أن تتعطل ادا تعرضت المياه للشقوق ، مما يؤدي إلي تشكل الجليد الذي يمكن أن يسبب ضغوطا كبيرة في الخرسانة بسبب زيادة الحجم .

2.2- مفهوم الطقس الحار :-

مفهوم الطقس الحار هو مفهوم واسع ، وقد تمت الإشارة إليه في كثير من الأبحاث ولكن من منطلقات مختلفة تنطبق علي منطقة ولا تنطبق علي أخرى.

يعرف الجو الحارعلي انه خليط من الظروف التالية :

- ارتفاع درجة حرارة الجو المحيط .

- الرطوبة النسبية للجو .

- سرعة الرياح.

- العوامل الأساسية المؤثرة علي درجة الحرارة في الخرسانة العادية هي :

- حجم المنشأة .

- درجة حرارة الوسط الخارجي .

- درجة الحرارة الإبتدائية للخرسانة أثناء الصب و التنفيد.

- نوع الأسمنت .

- مكونات الخلطة الأسمنتية.

حيث تؤدي هذه الظروف مجتمعة إلي زيادة معدل فقدان رطوبة الخرسانة و زيادة معدل إماهة الأسمنت ، هذان يتسببان في الإضرار بجودة الخرسانة الطازجة و المتصلدة . يمكن أن يظهر هدا التأثير خلال إي جزء من السنة في البلاد الحارة الرطبة أو الحارة الجافة . كما يمكن أن يظهر في المناطق الأخرى من العالم خلال فصل الصيف .

1.2.2 تقسيم ظروف الطقس الحار إلي :-

- الطقس الحار الرطب : يتسم بدرجات حرارة عالية ونسبة رطوبة عالية أيضا .

- الطقس الحار الجاف : يتسم بدرجات حرارة عالية و نسبة رطوبة منخفضة.

3.2- تأثير إرتفاع درجة الحرارة علي الخرسانه:-

كلما زادت درجة حرارة الخرسانة أثناء الصب زادت أيضا سرعة نمؤ المقاومة المبكرة ولكن المقاومة النهائية تكون اقل نسبيا .و تظهر تأثيرات الطقس الحار مباشرة علي المكونات الرئيسية للخرسانة قبل عملية الخلط . فعند تخزين الاسمنت في أماكن مكشوفة معرض مباشرة لأشعة الشمس تزداد درجة حرارته بمقدار خمس الي ست درجات مئوية عن درجه حرارة الوسط المحيط.

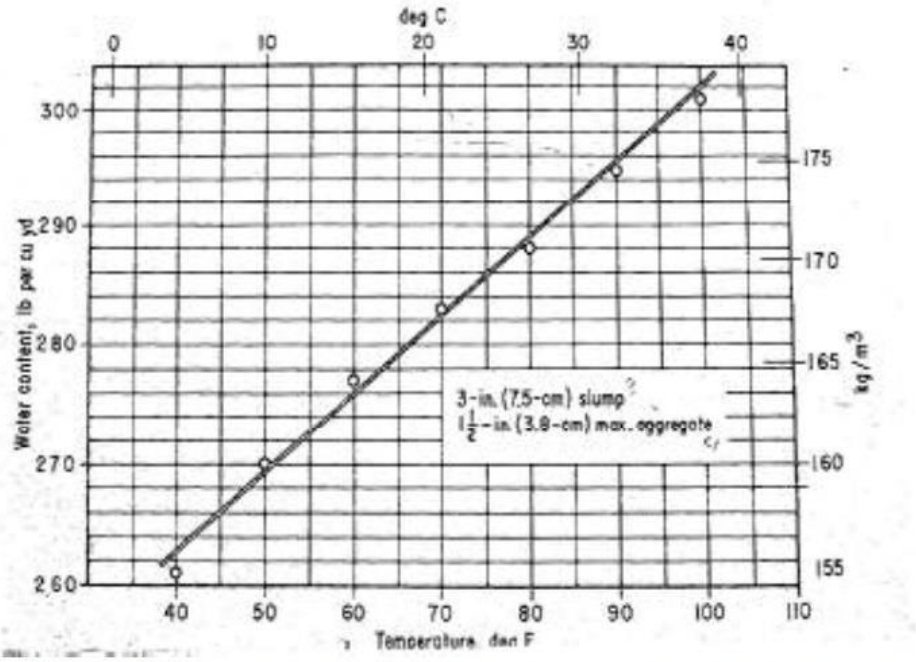
كما ان تعرض الأسمنت للرطوبة يؤدي الي تكوين حبيبات متصلدة تقلل من خواصه الفيزيائية والميكانيكية.

الركام الذي يتم خزنه في موقع مكشوف ومعرض لأشعة الشمس المباشرة ترتفع درجة الحرارة بحوالي اربع الي خمس درجات مئوية عن الركام الذي يتم حمايته من هذه العوامل.

كما ترتفع درجة الحرارة الماء المستخدم في خلط الخرسانة ، بل وينتج من تأثير الجو الحار والاستهلاك المرتفع لماء الخلط بهدف تحسين قابليتها للتشغيل ولكن هذه المياه المضافة تؤثر سلبا علي خواص الخرسانة في الحالة اللدنة و المتصلدة .

ولا بد من فهم دور الماء في العجينة الاسمنتية .فبعد خلط الاسمنت والماء مباشرة يحدث تكتل لحبيبات الاسمنت والماء، ويسمي الماء المحصور في الفراغات داخل هذا التكتل بالماء الشعري حتى يحدث له تفاعل كامل مع الاسمنت ويحتاج الاسمنت الي ربع وزنه ماء لإتمام التفاعل ،كما يحتاج الي(10%)من وزنه ماء اخر لتكوين عجينة الاسمنت الجيلاتينية.

ويسمى هذا الماء الاضافي بالماء الجيلاتيني من زيادة القابلية للتشغيل ازداد نسبة الماء للأسمنت عن المطلوبة للإماهة ولتكوين العجينة. هذا الماء الزائد بالإضافة الي الماء الجيلاتيني هو الذي يسبب زيادة المسام الشعرية عند تبخره وبعد عمل الخلطة الخرسانية تتصلد العجينة الأسمنتية مكونة جسما متجانسا به 25% من حجمه فراغات داخلية (المسام الجيلاتينية) .وتعتمد على المسام الكلية وهي التي تحدد مقاومة الخرسانة للضغط .



شكل (1) زيادة استهلاك الماء في الخلطة الخرسانية مع زيادة درجة حرارة الجو [5]

الشكل (1.2): زيادة استهلاك الماء في الخلطة الخرسانية مع زيادة درجة حرارة الجو

4.2 مرحلة التصلب المبكر للخرسانة :

الخرسانة المتصلبة هي الخرسانة التي قلت لدونتها نتيجة لبدء عمليه الشك, كما تقل قدرة الخرسانة علي التشوه بينما مقاومتها للشد لم تصل قيمتها للحد الأدنى , وبذلك تكون الخرسانة في بداية مرحلة التصلب وبعد انتهاء عمليه الشك تزداد المقاومة في البداية ببطء مع ازدياد درجة التصلب وبعدها تزداد بسرعة, وتقل بدرجه كبيره درجه الخرسانة على التشوه حتى تصل الى حدها الادنى ثم تزداد في النهاية مع زيادة المقاومة.

وخلال هذه المرحلة تتولد حرارة داخل الخرسانة نتيجة التفاعل الكيميائي (الإماهة) وتنتج عنها ارتفاع درجة حرارة الكتلة الخرسانية .

وفي الخرسانة الكتلية تكون درجه الحرارة عالية وخاصة في قلب العنصرالخرساني يتكون مجال حراري متدرج تكون فيه القيمة العظمى في اللب والدنيا في السطح,وينتج عن ذلك فروقات حرارية تسبب اجهادات شد على السطح وضغط في الداخل .

5.2 تشقق الخرسانة :-

1.5.2 أسباب تشقق الخرسانة عديدة ومضارها جسيمة:-

ومن بين هذه الأسباب انكماش الخرسانة الذى يحدث في الساعات الأولى بعد صبها ويتراوح بين ساعة واحدة و 8 ساعات. ويرتبط هذا النوع من التشققات عادة بصب الخرسانة في الطقس الحار. وتحدث عندما يتبخر الماء من سطح الخرسانة.

تظهر التشققات بسبب الفرق في درجة الحرارة عند ارتفاع درجة حرارة قلب الخرسانة بالكتل الضخمة وفي الأجواء الحارة ويلها برودة على السطح الخارجي.

ولا يحدث أي تشقق إذا كانت الخرسانة حرة الحركة ولا يوجد ما يحد من حرية الحركة. مثال على هذه القيود وجود حديد التسليح داخل الخرسانة.

والظروف التالية تتسبب في تبخر الماء من سطح الخرسانة و بالتالي احتمال حدوث التشققات:

-درجة حرارة الجو العالية.

-رطوبة الجو منخفضة.

-سرعة الرياح العالية.

بعد صب الخرسانة يجب منع تبخر الماء من الخرسانة ولكن عندما تزيد عن 1.2 كم /الساعة

يجب أخذ الإجراءات الوقائية بينما قد تظهر تشققات إذا تعدت هذه الكمية 1 كم/الساعة.

و يكون طول التشققات بعض السنتمترات و قد تصل إلى متر ، و يتراوح عرضها بين بعض السنتمترات وحوالي 71 سم.

6.2 حرارة الإماهة- :

التفاعلات الكيميائية بين الأسمنت و الماء هي تفاعلات طاردة للحرارة ، يليها إرتفاع في درجة الحرارة ، وهذه التفاعلات تولد كمية من الحرارة (جول Joules)وتعرف بحرارة الإماهة أو التفاعلات.

و تزيد كمية حرارة التفاعلات كلما زادت :

-نسبة الماء إلى الأسمنت.

- نعومة الأسمنت.

-درجة حرارة المعالجة.

-كمية الأسمنت في الخرسانة.

- درجه حرارة الجو المحيط.

- سمك العنصر الخرساني.

لذلك يجب الاحتياط عند صب الخرسانة في الأجواء الحارة بأن لا يستعمل الأسمنت بكميات كبيرة.

تسمى درجة حرارة الخلطة الخرسانية الطازجة بدرجة الحرارة الابتدائية. وتتأثر هذه الحرارة كثيرا بدرجة حرارة مكونات الخرسانة الرئيسية، إذا لم يتم حمايتها من ظروف الجو في موقع العمل، وخاصة ظروف الجو الحار. وارتفاع درجة الحرارة الإبتداية للخرسانة يسبب ارتفاع الدرجة الحرارة الناتجة من عملية الإماهة وعلى درجة الحرارة العظمى التي تتولد في مركز الكتلة الخرسانية في الساعات الأولى بعد عملية الصب.ويمكن خفض درجه الحرارة الابتدائية عن طريق خفض درجه حرارة

مكونات الخرسانة نفسها.فالتغير في درجه حرارة المكونات بمعدل 10درجات مئوية يحدث تغيرا في درجت الحرارة الابتدائية للخرسانة بحسب المعدلات الأتية :

الاسمنت 0.7 درجه مئوية والركام 7.1 والماء 2.3 (تم احتساب هذه المعدلات لخلطه خرسانيه بكميه اسمنت 200 كجم|م 3 ونسبه الماء إلى الاسمنت 0.7).

وكقاعدة عامه يمكن خفض درجه الحرارة الابتدائية للخرسانة بمعدل درجه مئوية واحده عن طريق :

خفض درجه حرارة الركام بمعدل 2.9 درجه مئوية-

خفض درجة حرارة ماء الخلط بمعدل 6.5 درجه مئوية .-

- الاستعاضة عن جزء من ماء الخلط بكميه من الثلج حوالي 7كجم|م 3

7.2 التأثيرات الناتجة عن صب الخرسانة في الطقس الحار :-

أعمال الخرسانة في الطقس الحار تحتاج الى عناية أكثر من الخرسانة في الأجواء العادية لوجود مشاك لإضافية مثل :

1. الاستهلاك المرتفع للماء
2. صعوبة ضبط ومراقبة الهواء الحبيس
3. التبخر السريع لمياه الخلط.
4. الانخفاض السريع في القيمة الحاصلة من اختبار الهبوط.
5. المعدل المرتفع للشك.
6. نقصان زمن تجمد الخلطة الخرسانية.
7. الميل المرتفع للانكماش اللدن.
8. نقصان مقاومة انضغاط الخرسانة.
9. عناية أكبر في معالجة ووقاية الخرسانة الطرية.

8.2الاحتياطات اللازمة لصب الخرسانة في الطقس الحار:

1-خفض درجه الحرارة الابتدائية عن طريق خفض درجه حرارة مكونات الخرسانة نفسها.

2 -رش سطح الأرض والشدات والركام الجاف بالماء ، حتى تحافظ الخرسانة على كمية ماء الخلطة ثابتة ، وبالتالي نحافظ على الدرحة التشغيلية للخرسانة.

3 - صب الخرسانة في الصباح الباكر أو في الليل إذا أمكن ذلك وهذا لتقليل الانكماش الحراري والتصدعات الناتجة عنها.

4 -يجب أن يكون صب ونقل الخرسانة من أقرب مكان.

5 -يجب تفادي تمديد زمن الخلط.

6 -أن لا تزيد عدد دورات الخلاط عن 300 دورة.

7 -بناء مؤقت لحواجز الرياح لخفض سرعة الرياح وبالتالي تقليل تبخرالماء من سطح الخرسانة.

8 -حفظ الخرسانة من اشعة الشمس لتقيل درجة حرارة الخرسانة لتفادي التصدعات أو التشققات الناتجة عن اختلاف درجة الحرارة بين النهار والليل.

9 -رش الخرسانة بالماء باستمرار في الطقس الجاف مع الأخذ بعين الاعتبار تبخر الماء من سطح الخرسانة يعطي نتائج فعالة لتبريد الخرسانة إضافة إلى معالجة ناجعة للخرسانة.

10-يجب أن لا يكون الماء أبرد بكثير من الخرسانة لتفادي التصدعات الناتجة عن الفرد فيدرجة حرارة الخرسانة والماء.

11 -استعمال الالواح البلاستيكية او الورق غير النافذ الذي لونه أبيض لعكس أشعة الشمسوتخفيض امتصاص حرارة الشمس.

12 -عند استحالة استعمال الرش بالماء لمدة أكثر من 2 ساعة ، فيجب تغطية سطح الخرسانة بالألواح البلاستيكية أو الورق غير النافذ أو استعمال المركبات الكيميائية. في الحاجة الضرورية لمعالجة الخرسانة بالماء تكون خلال الساعات الأولى بعد التهذيب وتسمتر على الأقل 24 ساعة.

9.2- تأثير إنخفاض درجة الحرارة على الخرسانة:-

إن معدل نمو الخرسانة ضعيف جدا في درجة الحرارة المنخفضة. ويجب حفظ الخرسانة الطرية من تأثير التجمد حتى تصل مقاومة الخرسانة إلى حوالي 3.5 MPaفي درجة الحرارة العادية ، وتصل مقاومةالخرسانة إلى هذه القيمة بعد حوالي 4 ساعات فقط . وتنخفض مقاومة الخرسانة بحوالي 50 % إذاتعرضت الخرسانة إلى التجمد خلال الساعات الأولى بعد صبها.

فدرجة الحرارة المنخفضة تعيق نمو التفاعل بين الإسمنت والماء وبالتالي تأخر تصلب الخرسانةونقصان مقاومتها. فإذا كانت درجة الحرارة أقل من 10 درجات مئوية تتوقف التفاعلات الكيميائية وبالتالي تقل مقاومة الخرسانة. ويمكن صب الخرسانة بدون التعرض لخطر طوال فصل الشتاء والأجواء الباردة إذا أخذنا بعض الاحتياطات بعين الاعتبار.

ينصح بعدم صب الخرسانة فوق طبقة الأرض المجمدة لأنه ينتج عنه فقدان الحرارة من الخرسانة وبالتالي احتمال تجمد الطبقة السفلى من الخرسانة. والفرق في درجة حرارة الخرسانة ينتج عنه تشققات.

كما هو معروف أن الخرسانة تولد حرارة أثناء تصلدها نتيجة التفاعل الكيميائي بين الإسمنت و الماء ،وهذه الحرارة مهمة جدا عند صب الخرسانة في فصل الشتاء. لذلك يجب تغطية الخرسانة بأغطية كحاجز فعال لمنع خروج الحرارة من الخرسانة مباشرة بعد صبها. وفي بعض الأحيان هذه الكمية من الحرارة كافية لمعالجة الخرسانة بدون استعمال حرارة إضافية مثل البخار، فالحصول على مقاومة عالية في الأيام الأولى بعد صب الخرسانة في الطقس البارد مفيدة للتقليل من المدة اللازمة للمحافظة على الخرسانة.

ويمكن الحصول على هذه المقاومة العالية باستعمال احدى الطرق التالية:

1-استعمال أسمنت سريع التصلد .

2-استعمال كمية مضاعفة من الأسمنت البورتلاندي العادي (من 60 كجم/م 2 إلى 120 كجم/م 2).

3- استعمال اضافات لتعجيل الشك .

10.2-التأثيرات الناتجة عن صب الخرسانة في الطقس البارد:-

1-في الجو شديد البرودة تفقد الخرسانة جزء كبير من الحرارة الناتجة عن التفاعل بين الماء والاسمنت والتي بدونها لايتحقق التفاعل بين الماء والاسمنت.

2-في الجو شديدة البرودة تتجمد جزيئات الماء داخل الخلطة ومن المعروف لأنه عندما يتجمد الماء يزداد حجمه وهذه الزيادة في الحجم تؤدي إلى تكسر بلورات الجسم البلوري الرابط لمكونات الخلطة وبالتالي تلف أو إلحاق الضرر بالخرسانة المصبوبة.

11.2 الاحتياطات اللازمة لصنع وصب الخرسانة في الطقس البارد :-

1- يفضل ان تتجنب صب الخرسانة فى اجواء البرد القارص اذا امكن.

2- الابتعاد عن الصب في الصباح الباكر والليل والسعي قدر الإمكان للصب عند فترة الظهر.

3- تسخين ماء الخلطة وينصح عدم تسخين الماء أكثرمن(60 إلى80) درجة مئوية.)

4- تسخين الركام بالبخار حتى 52 درجة مئوية إذا كان تسخين الماء غيركاف.

5- قبل ان توضع الخرسانة في القوالب يجب ان تنظّف القوالب من الثلج والجليد.

6- الاماكن التي سيوضع فيها الخرسانة يجب ان يكون حرارتها مناسبة لحرارة الخرسانة الجديدة. لذلك يغطي المكان الذي يوضع فيه الخرسانة أو يسخّن.

7- قد يرجح القوالب الخشبية بديلا عن القوالب الفولاذية.

8- الحصول على درجة حرارة ملائمة بصنع حواجز عازلة حول المنشأ و تزويد المنطقة في الداخل بالحرارة.

9-يجب أن يكون الحد الادني لدرجة حرارة القالب 2 درجات والحد الأدنى لدرجة حرارة الخليط 15 درجة.

10- يجب المحافظة علي الخرسانة من التجمد لمدة 3 ايام علي الأقل.

11- يمكن حماية الخرسانة من شروط البرد القارص والرياح بعمل الاتي :-

- تسخين مكان الذي سيصبّ فيه الخرسانة.

- الحماية بإستعمال (المواد العازلة الالواح الهشة البوليستران ، الخيش ، الصوف المعدني ، القش ، نشارةالخشب والغطائات البلاستيكية.)

12-قد تضاف ثلاث مواد لحماية مياه الخرسانة من التجمد و هي: المضادات للتجمد -الملدنات - معجلات الشك.

13-وفي بعض الإنشاءات الخرسانية يستحسن استعمال خرسانة مع نسبة الإسمنت إلى الماء منخفضة للازدياد في المقاومة المبكرة أيضا.

14- مدة تفكيك القوالب والفرم قد يمتد الي أيام لضمان وصول الخرسانة للمقاومة المطلوبة.

الباب الثالث

الاختبارات المعملية

الباب الثالث

الاختبارات المعملية

3-الاختبارات المعملية

3-1التحليل المنخلي للركام:-

3-1-1الهدف من الاختبار :-

1. تحديد التوزيع الحجمي لحبيبات الركام الكبير و الصغير وذلك بطريقة التحليل بالمناخل القياسية مع توضيح التدرج الحبيبي للركام بيانيا ومقارنته بالمواصفات القياسية.

2. تحديد معايير النعومة لكل من الركام الكبير والشامل.

3. تحديد نسبة خلط الركام الصغير و الكبير للحصول على ركام شامل ذي تدرج حبيبي معين

4. تحديد مدى صالحية الركام وملاءمته للأعمال الخرسانية.

3-1-2 الاجهزة والمواد المستخدمة:

1. مجموعة من المناخل القياسية المستعملة في التحليل المنخلي للركام الخشن و الناعم كماهي مبينة:

المواصفات مناخل للركام الخشن

(Standard sieve size for coarse aggregates)

BS 1.5 in 3/4 in 0.5 in 3/8 in 3/16 in

ASTM 1.5 in 1 in 3/4 in 0.5 in 3/8 in 3/16 in

مقياس الفتحة 4.75 9.52 13.2 19.0 26.5 37.5 (mm)

المواصفات مناخل للركام الناعم

(Standard sieve size for aggregates)

BS 3/16 in No. 7 No. 14 No. 25 No. 52 No. 100

ASTM No. 4 No. 8 No. 16 No. 30 No. 50 No. 100

مقياس الفتحة 0.150 0.300 0.600 1.18 2.36 4.75 (mm)

ملاحظة : للمنخل القياسي 1.5 in مقاس فتحة المنخل البريطاني = 37.5 mm والمنخل الامريكي=38.1mm

2.ميزان حساس لا تقل حساسيته عن 0.1 %من وزن العينة.

3. عينة من الركام (ناعم وخشن.)

3-1-3 خطوات الاختبار:

1. تحضر عينة الركام لهذا الإختبار بالأوزان المبينة في الجدول وذلك من العينة الكلية والتي تمثل تمثيلا تاما للمجموعة المأخوذة منها ونحصل على العينة الكلية هذه بطريقة التقسيم الربعي او باستخدام صندوق التقسيم ويراعى تجفيف العينة في الهواء قبل وزنها او اجراء تجربة التحليل المنخلي عليها.

المقاس الاعتباري للركام . (mm) الحد الادنى لوزن العينة المستعمله في التحليل المنخلي(kg)

15.040

5.028

2.020

1.014

0.510

3او5 او 0.26

3 او اقل من 0.1

2- في حالة الركام المخلوط يفضل الركام الخشن و ناعم استعمال المنخل 3/16 الانجليزي او رقم (4) بالامريكي.

3.تنخل العينة بعد ذلك على المناخل القياسية للركام الخشن او الناعم بحيث يبدا التنخيل على المنخل الاكبر وينتهي بالاصغر ويراعى ان تكون المناخل سليمة ونظيفة قبل استعمالها.

4. تجرى عملية النخل بهزالمناخل ميكانيكيا اويدويا مدة كافية لا تقل مدة النخل عن دقيقتين.

5. يراعى ان لا تجبرحبيبات الركام على المرور من فتحات المناخل بالضغط عليها باليد , وفيحالة المناخل 20 مم او اكبر يسمح بمساعدة حبيبات الركام على المرور من فتحات هذه المناخل.

6. توزن مقادير الركام المحجوزة على كل منخل باستعمال الميزان الحساس.

7. تحسب النسبة المئوية للركام المحجوز والنسبة المئوية المارة التراكمية للركام في جدول والنسبة المئوية المحجوزة التراكمية للركام.

8 .يوضح التدرج الحبيبي للركام بيانيا.

2-3 اختبار الكثافة النوعية والامتصاص للركام الخشن :-

Specific gravity and absorption of coarse:-

Aggregate test

1-2-3 الغرض من الاختبار scope :-

تحديد الكثافة النوعية و الامتصاص للركام الخشن ،الكثافة النوعية هي الخاصية المستخدمة بصفة عامة في حساب الحجم الذي يشغله الركام الخشن(aggregate coarse) في العديد من الخلطات المحتوية على ركام خشن ، وتشمل خرسانة الأسمنت البورتالاندي و الخرسانة الإسفلتية و الاساس الحصوي.

2-2-3 الامتصاص Absorption:-

هو الزيادة في وزن الركام نتيجة لتواجد الماء في مساماته ولا يشمل الماء الملتصق بالسطح الخارجي للحبيبات، ويعبر عنه كنسبة من الوزن الجاف .

يعتبر الركام جافا إذا تم تجفيفه في درجة حرارة 110 ± 5 درجة مئوية لوقت كافمابين (16 الي 24) ساعة لإزالة كل الماء.

الكثافة النوعية الكلية (BSG)

specific gravity Bulk

الكثافة النوعية الظاهرية المشبعة (SSG)

Specific Gravity Saturated

الكثافة النوعية الظاهرية (ASG)

Specific Gravity Apparent

3-2-3 الأدوات المستخدمة :- Apparatus

- ميزان يقرأ 0.01 مزودة بسلة ذات شبك سلكي ، خزان ماء اسفل الميزان لغمر العينة تماماً.
- فرن تجفيف.
- قطعة قماش(1.5-2) لها قابلية امتصاص الماء.
- منخل رقم 4.

4-2-3 الطريقة:

1. تجلب العينة من مكانها بالطريقة صحيحة لأن جلب العينة قد يؤثرعلى دقة الاختبار.
2. تقسم العينة بالاقسام.
3. يؤخذ منها وزن حسب المقاس الاكبر للعينة.
4. تغمر العينة في الماء لمدة 24 ساعة.
5. توضع العينة داخل السلة داخل في الماء وتوزن ويسجل وزن العينة المشبعة في الماء.
6. يجفف سطح العينة بواسطة القماش مع مراعاة عدم هزالعينة وتوزن العينة ويسجل وزن العينة المشبع في الهواء بالجرام.
7. توضع العينة في فرن في درجة حرارةمن (100_110) لمدة ما بين (16 الي 24) ساعة ثم تخرج العينة من الفرن وتترك حتي تبرد ثم توزن ويسجل وزن العينة الجافة في الهواء.

5-2-3 الحسابات Calculations

BSG =A/B-C

SSD =B/B-C

ASG=A/A-C

Absorption% = (B-A)/A*100

حيث أن:

A = وزن العينة الجافة في الهواء بالجرام.

B = وزن العينة المشبعة جافة السطح في الهواء بالجرام.

D = وزن العينة الشبعة في الماء بالجرام.

3.3 فحص القوام القياسي للاسمنت:-

1.3.3 الغرض من الفحص:-

تعيين كمية الماء الالزمة للحصول على عجينة اسمنت ذات قوام قياسي، تستعمل في فحوصات تحديد الوقت الالزم للتجمد وثبات الأسمنت .

2.3.3 المواصفات:-

اعتمدت في هذا الاختبار المواصفة القياسية البريطانيه

(B.S.12 part:2 1971)

3-3-3 الجهاز المستخدم:-

يستخدم في هذا الفحص جهاز فيكات مع استخدام طرف اسطواني قطره 10 مليميتر

الشكل (3-1) جهاز فيكات

4-3-3 اسلوب العمل :

ان كمية الماء الالزمة للحصول على عجينة اسمنت ذات قوام قياسي هي الكمية التي تعطي عجينة تسمح للطرف الأسطواني بالنفوذ الى نقطة تبعد بين 5 الى 7 ملم عن قاعدة قالب فيكات وذلك عندما تفحص عجينة الأسمنت.

1 .تحضر كمية من الأسمنت وزنها 400 غم وتخلط مع كمية مناسبة من الماء , تقدر كنسبة مئوية من وزن الأسمنت الجاف لمدة 4 دقائق ومدة الخلط هذه هي الفترة المحجوزة بين بدأ إضافة الماء الى الأسمنت الجاف وحتى بدأ ملئ قالب جهاز فيكات بعجينة الأسمنت الناتجة.

2 .يملأ قالب فيكات المرتكز على لوح مستوي غير مسامي بعجينة الأسمنت ملئا تاما وبطبقة واحدة ثم يسوى السطح مع حافة القالب بالسرعة الممكنة ويالحظ عند ملئ القالب إلا يستعمل في ذلك سوى يد القائم بالفحص .

3 .يوضع قالب فيكات المملوء بعجينة الأسمنت تحت القضيب الحامل للطرف الأسطواني لجهاز فيكات ثم يدلى هذا الطرف حال ملئ القالب ببطئ الى إن يمس سطح عجينة الأسمنت، حينئذ يترك حرا لينفذ فيها.

4 .يحدد مقدار نفاذ الطرف الأسطواني في عجينة الأسمنت بتعيين المسافة بين حافته السفلى وبين قاع قالب فيكات بواسطة التدريج الموجود في الجهاز.

5 .يعاد عمل عجائن تجريبه باستعمال نسب مختلفه من الماء لحين الحصول على كمية الماء التي تعطي عجينة اسمنت ذات قوام قياسي وتقدر هذه الكمية كنسبة من وزن الأسمنت الجاف وتشترط

المواصفة القياسية البريطانية بان تكون درجة الحرارة في الغرفة والأسمنت والماء بحدود 20 درجة مئوية عند اجراء الاختبار

4-3 اختبار تعيين زمن الشك الابتدائي والنهائي:

تعيين زمن الشك الابتدائى وزمن الشك النهائى للأسمنت على ألا يقل زمن الشك االبتدائى عن 45 دقيقة والا يزيد زمن الشك النهائى عن 10ساعات وذلك للاسمنت البورتالندى العادى والأسمنت البورتالندى سريع التصلد وذلك عند إجراء اختبار جهاز فيكات على عجينة الاسمنت الخالص ذات القوام القياسى.

1-4-3زمن الشك الابتدائى:

هو الزمن الذى يمضى من لحظة إضافة الماء إلى الاسمنت الجاف إلى اللحظة التى تستطيع إبرة جهاز فيكات أن تخترق عجينة الأسمنت بمسافة أقل من 0.5 مم (أى تستطيع إبرة جهاز فيكات أن تترك أثرا له او لا يظهر أي أثر لجرف الجزء الاسطوانى المثبت حولها) .

2-4-3الاجهزة المستخدمة :-

يستعمل جهاز فيكات السابق مع استبدال الطرف الاسطوانى بإبرة فيكات لتحديد زمن الشك الابتدائى واستعمال إبرة فيكات المثبت بنهايتها الجزء الدائري لتحديد زمن الشك النهائي جهاز فيكات.

3-4-3 طريقة إجراء الأختبار:

1. يملئ قالب جهاز فيكات بعجينة الأسمنت ذات القوام القياسى ويسوى سطحها ثم يوضع القالب فى مكانه بالجهاز وتدلى الابرة ببطء حتى تمس سطح العجينة وتترك لتنفذ الابرة رأسيا فى العجينة ويقرأ التدريج الذى يدل على المسافة بين قاعدة القالب ونهاية الابرة ويسجل الزمن من بداية الخلط (صفر القياس)

2 . تكررعملية نفاذ الابرة على نفس العجينة فى مواضع متباعدة لا تقل المسافة بينهما وكذلك من حافة القالب عن 10 مم وبعد فترات زمنية متتالية حوالي 10دقائق .

3-يسجل الوقت المقاس من صفر القياس حتى تصل إبرة الجهاز إلى بعد (5 ± 1مم) من قاعدة القالب كزمن الشك الابتدائى ألقرب 5 دقائق.

4- لتحديد زمن الشك النهائى تستبدل الإبرة بإبرة جهاز فيكات المثبت بنهايتها الجزء الدائرى ثم تدلى الإبرة ببطء حتى تمس سطح العجينة وتترك حرة لتنفذ فى العجينة وتكرر الخطوات السابقة على أن تزاد الفترة بين اختبارات الغرز إلى 30دقيقة.

5. يسجل الزمن لأقرب خمس دقائق من بدء القياس حتى نفاذ الإبرة لمسافة 0.5 مم كزمن شك نهائى وهو لها الزمن الذى يمضى من لحظة إضافة الماء للأسمنت الجاف إلى اللحظة التى تترك إبرة جهاز فيكات أثراً ولا يظهر أى تأثير للجزء الدائرى المثبت حولها.

5-3اختبار مقاومة المونة الأسمنتية للضغط:-

1-5-3 الغرض من الاختبار:

تعيين مقاومة الضغط للمونة الأسمنتية والتي تعتبر أهم خصائص الأسمنت، وكذلك يتم تحديد مقاومة الأسمنت للضغط للمقارنة بين انواع الأسمنت المختلفة لتحديد مدى جودتها ومطابقتها للمواصفات.

2-5-3 الادوات المستخدمة:

1. ماكينة الضغط (وسائل تحميل.)
2. قوالب من الحديد المقاوم للصدأ 50 50x50xملم.

3-5-3 خطوات التجربة:

1. تجهيز قالب المونة بربط أجزائه ودهنه بطبقة رقيقة من الزيت.
2. تجهيز عينه من المونة الأسمنتية بنسبة 1:3(أسمنت: رمل) تخلط خلطا جيدا على الناشف لمدة دقيقة، ثم يضاف لها مقدار 10 %ماء من مجموع وزني الأسمنت والرمل وتخلط جيدا لمدة أربع دقائق.
3. توضع المونة في القوالب وبعد ملء القوالب تهز بالهزاز لمدة دقيقتين.
4. معالجة العينات على مرحلتين :

- ❖ المرحلة الأولى: تحفظ العينات في جو لا تقل رطوبته عن 90% وبدرجة حرارة 20+-1 درجة مئوية لمدة 24 ساعة، مع تغطية القوالب بغطاء غير منفذ للماء لتفادي التبخر .
- ❖ المرحلة الثانية : تحفظ العينات في حوض المعالجة وتعلم بعلامات أو أرقام لحين اختبارها .

5. يتم اختبار عدد 3 عينات بعد 7 ايام، وعدد 3 عينات بعد 28 يوم، يحسب عمر العينات من نهاية عملية الهز.

6- توضع العينة في ماكينة الاختبار مع مراعاة الاحتياطات الفنية التالية:

- ❖ أن توضع العينة بحيث يتطابق مركز العينة مع مركز الماكينة .
- ❖ أن يكون سطح العينة مستو (أملس) وأفقي

7 .التحميل على العينة حتى الكسر بحيث يكون التحميل (ساكن) متدرج يبدأ من الصفر وينتهي بالكسر.

4-5-3 النتائج:-

يتم تكسير عدد 3 عينات في كل مرحلة (7 أيام، 28 يوم) وتحسب نتائجها على النحو التالي:

$$\textbf{حمل الكسر} = \frac{\text{مجموع الكسر أحمال للعينات}}{\text{عدد العينات (3)}}$$

$$\text{مقاومة المونة للضغط} = \frac{\text{الكسر حمل}}{\text{مساحة مقطع العينة}} \text{ نيوتن / ملم}^2$$

6-3 اختبار الهبوط (Slump Test):-

1-6-3-الغرض من الاختبار:

تحديد قوام الخلطة الخرسانية بتعيين مدى هبوطها بعد تشكيلها على هيئة مخروط ناقص وذلك إما في المعمل أو فى موقع التنفيذ .وذلك للتأكد من نسب مكونات الخلطة الخرسانية حيث أن أي تغيير فى نسبة الاسمنت أو كمية الماء والركام يؤثر على قيمة الهبوط .ويعتبر هذا الاختبار من أبسط وأفضل الوسائل لضبط الجودة فى محطات الخلط وفي مواقع التنفيذ.

2-6-3 قالب الاختبار:-

عبارة عن مخروط ناقص ومصنوع من معدن متين بسمك 1،5 مم على الأقل

مفتوح من أعلى ومن أسفل ، قطر فتحته العليا 10 سم والسفلى 20 سم وإرتفاعه 30 سم كما بالشكل (2).

قضيب الدمك :وهو سيخ من الصلب بقطر 15 مم وطول 60 سم.

الشكل (3-2): قالب اختبار الهبوط وقضيب الدمك

3-6-3طريقة إجراء الاختبار:

1. ينظف السطح الداخلي للقالب بحيث لا توجد به أى مياه عالقة أو آثار خرسانية.

2. يوضع القالب على سطح أفقى أملس غير ُمنفذ للماء على أن يثبت جيدا.

3. يملأ القالب على ثالث طبقات إرتفاع كلا منها يساوى ثلث إرتفاع القالب تقريبا على أن تدمك آلطبقة بواسطة قضيب الدمك 25 مرة موزعه تقريبا على السطح وبشرط أن ينفذ القضيب إلى الطبقة التى تحتها.

4. بعد الانتهاء من دمك الطبقة العليا للقالب يسوى سطحها مع حافة القالب.

5. يرفع القالب بعد ملئة مباشرة فى إتجاه رأسى وببطء وعناية كما بشكل (3)

5. يقاس مقدار الهبوط بعد رفع القالب مباشرة وهو الفرق بين إرتفاع القالب وإرتفاع مركز عينة الخرسانة الطازجة كما بالشكل (4).يتم توصيف القوام إما جاف أو صلب أو - لدن أو مبتل أو رخو

وذلك طبقا لقيمة الهبوط كما هو موضح بالجدول (1)

أما الجدول () فيوضح قيم استرشادية للقوام ودرجة الدمك فى بعض الأنشاءات المختلفة-

ملاحظات :

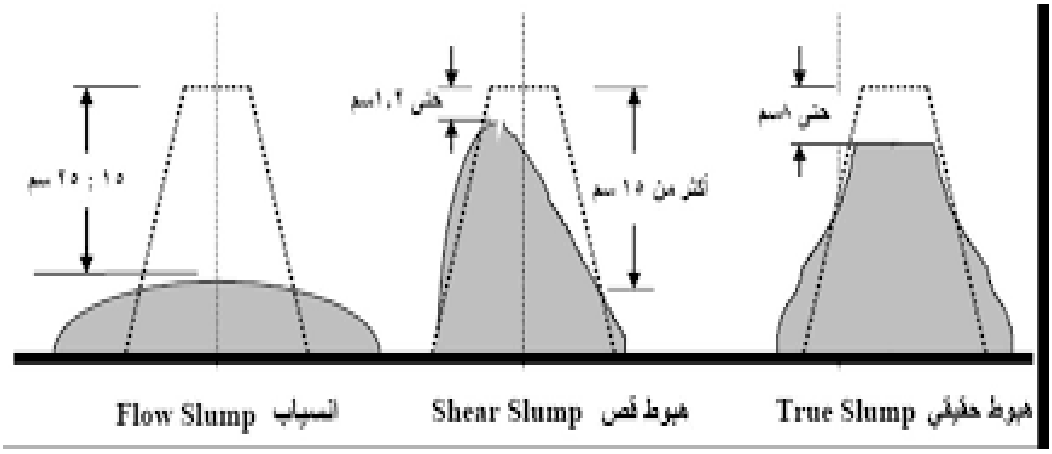
- يجب أن لا يزيد المقاس الإعتبارى للأكبر للركام المستخدم عن 40 مم.
- يجب أن لا تزيد الفترة بين إنتهاء الخلط وبداية إجراء الإختبار عن دقيقتين.
- تحدث ثالثة أشكال مختلفة لحالة الهبوط فقد يكون هبوطا حقيقيا أو هبوط قص أو إنهيار كما بشكلي (5) و(6)
- يراعى اعادة الأختبار على عينة أخرى في حالة حدوث إنزلاق جانب فى العينة أو انهيار. إذا تكرر ذلك في حالة إعادة الاختبار فيقاس الهبوط مع تسجيل ذلك مع النتيجه.

الجدول (3-1) قيم الهبوط المناظرة لدرجات قوام الخرسانة المختلفة

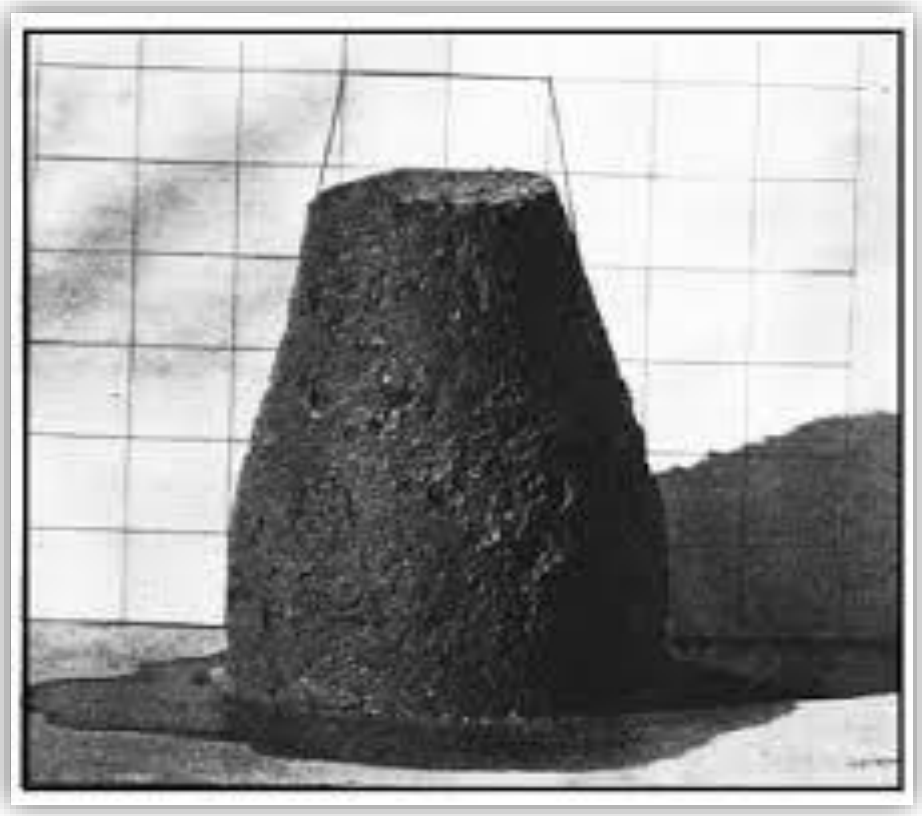
الهبوط (مم)	صفر _20	40_10	120_30	200_100	220_180
قوام الخلطة الخرسانية Consistency	جاف Dry	صلب Stiff	لدن Plastic	مبتل Wet	رخو Sloppy

الشكل (3-3) رفع القالب بعد ملئه في الشكل

الشكل (3-4) قياس الهبوط لتحديد قوام الخرسانة الطازجة الشكل



الشكل (3-5) أشكال الهبوط المختلفة الشكل



الشكل (3-6) نموذج للهبوط الحقيقى

3-7 اختبار مقاومة الضغط لمكعبات الخرسانة:

3-7-1 طريقة إجراء االختبار:

1. توزن الكميات الالزمة من الاسمنت والركام الصغير والركام الكبير(أو المقاسات المحجوزة على المناخل منفصلة) والماء ويراعى عند حساب الوزن أن تزيد كمية الخرسانة المخلوطة عن الخرسانة اللازمة لملء القوالب بحوالى 15 % وذلك لتعويض أى فقد أو هالك قد يحدث أثناء الاختبار.

2. يعد قالب الإختبار وُتغطى أوجه القالب الداخلية بطبقة رقيقة من الزيت الخفيف.

3. تخلط مكونات الخرسانة إما ميكانيكيا أو يدويا خلطا جيدا حتى يصبح لونها متجانس.

4. بمجرد الانتهاء من الخلطُتجرى إختبارات القوام (الهبوط مثال) وأى إختبارات أخرى تكون مطلوبة مثل إختبارات القابلية للتشغيل (عامل الدمك أو في بى) أو إختبار تحديد نسبة الهواء فى الخلطة.

5. بعد إختبارات الخرسانة الطازجةُيملأ القالب مباشرة بالخرسانة على ٠ طبقات وتدك آلطبقة إما بمكنة الاهتزاز أو يدويا حتى تدمك الخرسانة دمكا تاما دون حدوث إنفصال حبيبى.

6. تغطى القوالب بعد صبها مباشرة وتوضع فى مكان درجة حرارته 15 إلى 20 درجة مئوية

لفترة 24 ساعة ويلاحظ أن لاتتعرض الى إهتزازات.

7. تعلم العينات الخرسانية بعد ذلك ثم تفك من القوالب وُتغمر فى الحال فى ماء نقى درجة حرارته حوالى 15 – 20 درجة مئوية وُتترك حتى وقت الاختبار وُيفضل ترك مسافات بين المكعبات وبعضها فى أحواض المعالجة آماُينصح بعدم وضع المكعبات فوق بعضها.

8. تختبر العينة بوضعها بماكينة الإختبار حيث يكون محورها منطبقا مع محور رأس الماكينة وفى حالة العينة المكعبة يلزم أن يكون وجهى العينة الملامسين لسطحى رأس الماكينة هما الوجهين المقابلين للسطح الداخلى للقالب المعدنى لضمان استوائهما وتوازيهما.

أما فى حالة العينة الإسطوانية فيلزم عمل مخدة لسطح كل من نهايتى الإسطوانة بطريقة تجعل سطح النهايتين مستويين ومتوازيين.

شكل (7) يبين وضع المكعب والإسطوانة فى ماكينة الضغط. ولكل إختبار تختبر ثالث عينات وتؤخذ القيمة المتوسطة للنتائج .أما شكل (8) فيوضح شكل الكسر فى عينات خرسانية مكعبة بعد إجراء إختبار الضغط عليها.

9. تعرض العينة لحمل ضغط محورى بمعدل حوالى 140 كجم/سم2 /دقيقة حتى الكسر وتدون النتائج فيجدول.

الشكل (3-7) وضع للعينات المكعبة والاسطوانية فى ماكينة الضغط.

الشكل (3-8) الكسر للعينات المكعبة في اختبار مقاومة الضغط.

الباب الرابع

نتائج الاختبارات

الباب الرابع

نتائج الاختبارات

.نتائج الاختبارات:-

1-4 إختبارات الاسمنت :-

جدول رقم (4-1)يوضح نتائج اختبارات الاسمنت.

الاختبار	النتائج	متطلبات الكودBS 121996
زمن الشك أ)الإبتدائى	56 دقيقة	لا يقل عن 45 دقيقة
ب)النهائي	3.25 ساعة	لا يزيد عن 10 ساعات
مقاومة الضغط أ)7أيام		
1	21.25N/mm2	أكبر من أو يساوي 10 N/mm2
2	21N/mm2	
3	22.5N/mm2	
ب)28 يوم		
1	43.16N/mm2	المطلوب25N/mm2
2	42.12N/mm2	
3	44.18N/mm2	

2-4 أختبار الركام:

جدول رقم (4-2)يوضح نتائج التحليل المنخلي للركام الناعم.

منخل رقم (mm)	المتبقي (g)	التراكمي	الوزن المار	نسبة المار (%)
4.75	0	0	1.996	100
2.36	.130	.130	1.866	93.48
1.18	.273	.403	1.593	79.809
.6	.376	.779	1.217	60.97
.3	1.108	1.887	.109	5.64
.15	.090	1.977	.019	.95
.075	.011	1.988	.008	.4008
PAN	.008	1.996	0	0

جدول (4-3) يوضح خواص الفيزيائية للركام الناعم

الكثافة النوعية	2.7
الامتصاص	%0.5

جدول رقم (4-4)يوضح نتائج التحليل المنخلي للركام الخشن.

منخل رقم (mm)	المتبقي	التراكمي	الوزن المار	نسبة المار (%)
37.5	0	0	2	100
25	0	0	2	100
19	.405	.405	1.592	79.75
12.5	1.114	1.519	.481	24.05
9.5	.351	1.87	.13	6.5
4.75	.1298	1.999	.001	.05
PAN	.001	2	0	0

الجدول (4-5) يوضح الخصائص الفيزيائية للركام الخشن :

الكثافة النوعية	2.65
نسبة الامتصاص	%1.09

3-4 اختبارات مقاومة الضغط للخرسانة:

جدول رقم(4-6)يوضح نتائج مقاومة الضغط عند درجة الحرارة (10).

درجة الحرارة	العمر	الهبوط (mm)	وزن المكعب(kg)	أقصي حمل(KN)	مقاومة الضغط(N/mm2)	متوسط مقاومة الضغط(N/mm2)
10	7أيام	45	8.690	558.300	24.813	24.58
			8.488	532.714	23.676	
			8.456	568.449	25.264	
10	28يوم		8.501	543.013	24.143	28.33
			8.394	691.774	30.746	
			8.596	677.774	30.123	

جدول رقم (4-7) يوضح نتائج مقاومة الضغط عند درجة حرارة (20)

درجة الحرارة	العمر	الهبوط (mm)	وزن المكعب(kg)	أقصي حمل(KN)	مقاومة الضغط(N/mm2)	متوسط مقاومة الضغط(N/mm2)
درجة الحرارة	العمر	الهبوط (mm)	الوزن (Kg)	الحمل الاقصى (KN)	مقاومة الضغط (N/mm^2)	متوسط مقاومة الضغط (N/mm^2)
20	7ايام	38	8.471	542	24.089	24.35
			8.428	568.073	25.248	
			8.452	533.596	23.715	
20	28يوم		8.530	681.421	30.285	30.85
			8.510	655.680	29.141	
			8.579	745.707	33.143	

جدول رقم(4-8)يوضح نتائج مقاومة الضغط عند درجة الحرارة (30)

درجة الحرارة	العمر	الهبوط (mm)	وزن المكعب(kg)	أقصي حمل(KN)	مقاومة الضغط(N/mm2)	متوسط مقاومة الضغط(N/mm2)
30	7ايام	30	8.354	537.516	23.890	25.94
			8.472	566.610	25.183	
			8.359	647.22	28.76	
30	28يوم		8.319	710.087	31.559	31.04
			8.449	726.596	32.293	
			8.694	658.758	29.278	

جدول رقم(4-9)يوضح نتائج مقاومة الضغط عند درجة الحرارة (40).

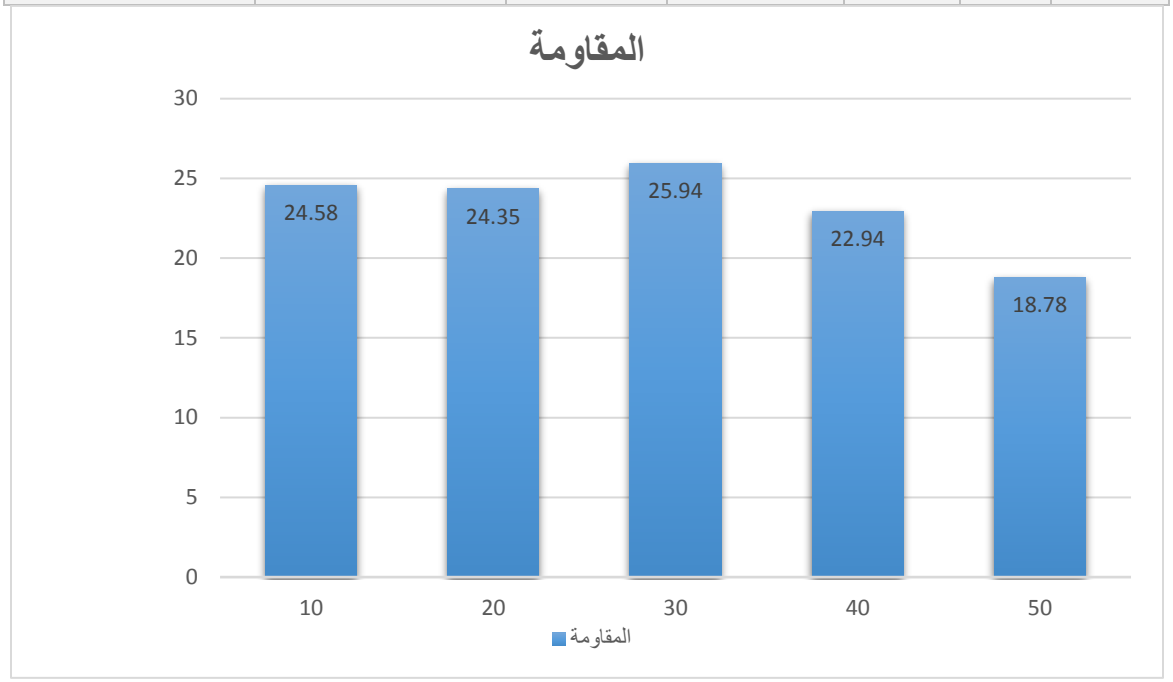
درجة الحرارة	العمر	الهبوط (mm)	وزن المكعب(kg)	أقصي حمل(KN)	مقاومة الضغط(N/mm2)	متوسط مقاومة الضغط(N/mm2)
40	7ايام	26	8.430	491.821	21.859	22.94
			8.353	535.22	23.788	
			8.255	521.103	23.160	
40	28يوم		8.351	615.634	27.362	29.277
			8.251	702.147	31.207	
			8.246	658.416	29.263	

جدول رقم(4-10)يوضح نتائج مقاومة الضغط عند درجة الحرارة(50).

درجة الحرارة	العمر	الهبوط (mm)	وزن المكعب(kg)	أقصي حمل(KN)	مقاومة الضغط(N/mm2)	متوسط مقاومة الضغط(N/mm2)
50	7ايام	25	8.323	403.226	17.921	18.79
			8.360	451.041	20.046	
			8.462	414.519	18.423	
50	28يوم		8.477	573.926	25.508	23.9
			8.674	537.141	23.873	
			8.569	503.301	22.369	

جدول رقم(4-11)نتائج مقاومة الضغط في 7ايام.

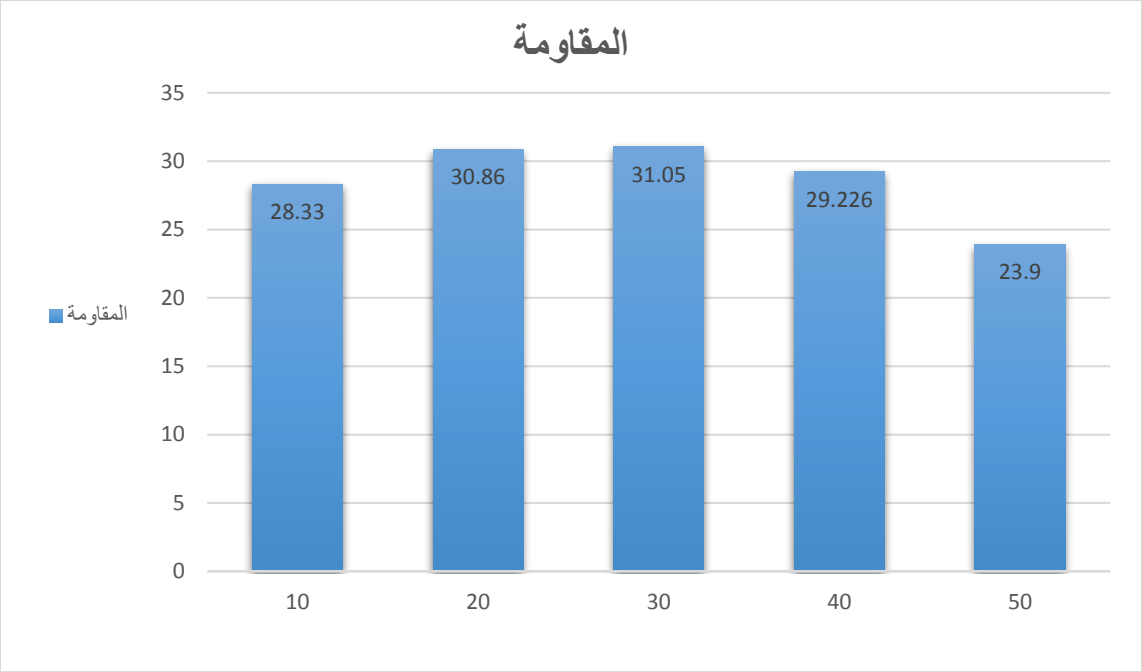
درجة الحرارة	العمر	الهبوط (mm)	وزن المكعب(kg)	أقصي حمل(KN)	مقاومة الضغط(N/mm2)	متوسط مقاومة الضغط(N/mm2)
10	7أيام	45	8.690	558.300	24.813	24.58
			8.488	532.714	23.676	
			8.456	568.449	25.264	
20	7ايام	38	8.471	542	24.089	24.35
			8.428	568.073	25.248	
			8.452	533.596	23.715	
30	7ايام	30	8.354	537.516	23.890	25.94
			8.472	566.610	25.183	
			8.359	647.22	28.76	
40	7ايام	26	8.430	491.821	21.859	22.94
			8.353	535.22	23.788	
			8.255	521.103	23.160	
50	7 ايام	25	8.323	403.226	17.921	18.79
			8.360	451.041	20.046	
			8.462	414.519	18.423	



مخطط (4-1) يوضح مقاومة الضغط عند تغير درجة الحرارة (7أيام).

جدول رقم(4-12)يوضح نتائج مقاومة الضغط في 28يوم.

درجة الحرارة (C°)	العمر (يوم)	الهبوط (mm)	درجة حرارة الخلطة الخرسانية (C°)	وزن المكعب (kg)	أقصي حمل (KN)	مقاومة الضغط (N/mm2)	متوسط مقاومة الضغط (N/mm2)
10	28يوم	45	26.2	8.501	543.013	24.143	28.33
				8.394	691.774	30.746	
				8.596	677.774	30.123	
20	28يوم	38	27.7	8.530	681.421	30.285	30.85
				8.510	655.680	29.141	
				8.579	745.707	33.143	
30	28يوم	30	31.6	8.319	710.087	31.559	31.04
				8.449	726.596	32.293	
				8.694	658.758	29.278	
40	28يوم	26	32.7	8.351	615.634	27.362	29.277
				8.253	537.141	31.207	
				8.246	658.416	29.263	
50	28يوم	25	34.8	8.477	573.926	25.508	23.9
				8.674	702.147	23.873	
				8.569	503.301	22.369	



مخطط(4-2) يوضح مقاومة الضغط عند تغير درجة الحرارة(28يوم).

جدول رقم(4-13) يوضح جميع متوسطات مقاومة الضغط ودرجة حرارة كل خلطة جميع النتائج.

الزمن (اليوم)	درجة الحرارة 10 درجة مئوية	درجة الحرارة 20 درجة مئوية	درجة الحرارة 30 درجة مئوية	درجة الحرارة 40 درجة مئوية	درجة الحرارة 50 درجة مئوية
	المقاومة	المقاومة	المقاومة	المقاومة	المقاومة
7أيام	24.58	24.35	25.94	22.94	18.79
28يوم	28.33	30.85	31.04	29.277	23.9

4-4 مناقشة النتائج:-

4-4-1 اختبارات الأسمنت :-

تم استخدام اسمنت بورتلاندي عادي "اسمنت عطبرة "علي حسب المواصفات البريطانية (BS 12 1996) كما هو موضح بالجدول(4-1).

4-4-2 الشك الإبتدائي:

وجد أن زمن الشك الإبتدائي هو(1.23ساعة) وحسب متطلبات الكود البريطاني يجب أن لا يقل عن 60 دقيقة.

4-4-3 الشك النهائي:

وجد أن زمن الشك النهائي هو (3.25 ساعة) وحسب متطلبات الكود البريطاني يجب أن لا يزيد عن 10 ساعات.

4-4-4 مقاومة الضغط لمكعبات الأسمنت:-

وجد أن متوسط مقاومة الضغط لمكعبات الأسمنت في 7أيام هو (21.58N/mm2) وأن متوسط مقاومة الضغط لمكعبات الأسمنت في (28يوم) هو (43.15N/mm2).

4-4-5 اختبارات الركام : -

تم استخدام ركام ناعم "رمل كنجر"وكانت نتائج التحليل المنخلي كما هو موضح بالجدول (4-2) وكانت الكثافة النوعية للرمل ونسبة الامتصاص كما هو موضح بالجدول(4-2).

تم استخدام ركام خشن (20 مم) غير مكسور وكانت نتائج التحليل المنخلي كما هو موضح بالجدول (4-3) وكانت الكثافة النوعية للركام الخشن (2.65) ونسبة الامتصاص كما هو موضح بالجدول (1.09).

6-4-4 الهبوط:

يتأثر الهبوط بمكونات مواد الخلطة الخرسانية و نسبة الماء واختلاف درجات الحرارة.

وجد أن قيمة الهبوط كما موضح بالجدول رقم (4_12) أن أعلى هبوط عند درجة حرارة (10) درجة مئوية (45 مم) ، وأقل هبوط عند درجة حرارة (50) درجة مئوية (25 مم) بسبب تبخر المياه من الخلطة الخرسانية أثناء عملية الخلط وتفاعل الأسمنت ، وعند درجات حرارة (30)درجة مئوية الهبوط مناسب (30مم) .

7-4-4 اختبارات الخرسانة :

حسب الكود البريطاني : يجب ان لا تقل درجات حرارة ماء الخلط عن 5 درجة مئوية وان لا تزيد درجات حرارة ماء الخلط عن 40 درجة مئوية .

وجد أن كلما قلت درجات حرارة ماء الخلط عن 30درجة مئوية قلت مقاومة الضغط بسبب قلة تفاعل خواص الخرسانة بسبب برودة المياه تشكل كرات ماء داخل الخلطة الخرسانية تقلل من تفاعل الخلطة ،وكلما زادت درجات حرارة ماء الخلط عن 30درجة مئوية أيضا قلت مقاومة الضغط ، بسبب زيادة درجات حرارة الماء تزيد تسرع تشكل الكتلة الخرسانية وتسرع زمن الشك الابتدائي والنهائي المبكر للخرسانة ، بسبب تبخر الماء تفقد الخلطة الخرسانية خواصها فتحدث تشرخات داخل الخلطة الخرسانية فتضعف مقاومتها . وجد أن أفضل درجات حرارة لمياه الخلطة الخرسانية لصب الخرسانة عند (10-20-30)درجة مئوية ، ويفضل صب الخرسانة في الطقس البارد.

الباب الخامس

الخلاصة والتوصيات

5.الخلاصة و التوصيات

1-5 الخلاصة :-

- من الملاحظ من التجارب السابقة انه كلما ارتفعت درجة حرارة مياه الخلطة الخرسانية عن (30 درجة مئوية) القياسية, نتحصل علي قابلية تشغيل ضعيفة و يقل زمن الشك الابتدائي و النهائي و تزيد المقاومة المبكرة للخرسانة في 7 يوم و تقل المقاومة النهائية في 28 يوم .
- وكلما قلت درجة حرارة مياه الخلطة الخرسانية عن (30 درجة مئوية)القياسية , نتحصل علي قابلية تشغيلية عالية و يزيد زمن الشك الابتدائي و النهائي و تزيد المقاومة النهائية بصورة كبيرة نسبيا .

2-5 التوصيات :

تخلق ظروف الطقس الغير معتدلة مشاكل كثيرة لصناعة و صب و معالجة الخرسانة و التي يمكن أن تنعكس تأثيراتها على خواصها في الحالة اللدنة و المتصلدة .

و تمتد تلك التأثيرات علي العناصر الأساسية في منشآت الخرسانة المسلحة خاصة في الخرسانات الكتلية و في البلاطات الأسقف ذات الأسطح الكبيرة في المباني العادية .

ولا بد من إعطاء إهتمام إضافي و إتخاذ إجراءات خاصة و ضرورية للحد من هذه التأثيرات .

في ما يلي بعض الإجراءات العملية مخلصة في الأتي :

1- حماية مواد الخرسانة في الموقع العمل من الظروف الطقس غير المعتدلة .
2- تجنب إضافة الماء إلي الخلطة الخرسانية بدون معيار محدد .
3- تبريد ماء إلي الخلطة في الظروف الحارة و تسخينه في الظروف الباردة وذلك في حدود معينة.

4-في ظروف الحرارة العالية يجب السعي قدر الإمكان صب الخرسانة خلال الساعات الأولى من الصباح الباكر او في وقت متأخر من الظهيرة حين تكون درجة حرارة الجو أقل من 30 درجة مئوية.

5- في ظروف البرد القارص يجب الابتعاد عن الصب في الصباح الباكر والليل والسعي قدر الإمكان للصب عند فترة الظهر.

6- يجب أن لا تزيد المدة ما بين إضافة ماء الخلطة ووضع الخرسانة في القالب عن 20 دقيقة في الصيف أو 30 دقيقة في فصول السنة الأخرى ، ويتم دمكها قبل مضي 30 دقيقة من وضعها في القالب.

7- في حالة صب المسطحات الواسعة يلزم تنفيذ فواصل انكماش يتم ملؤها بعد الصب بالبيتومين أو أي مادة مماثلة لتفادي حدوث تشققات.

8-تنفيذ فواصل تمدد بحيث تكون المسافة القصوى بينها من 30-35م للمنشآت العادية.

9 - رش القوالب بالمياه قبل الصب في الظروف الحارة و تسخينها في الظروف شديدة البرودة.

3-5 المراجع:-

1. ع.ع.بلفقيه,جغرافية الجمهورية اليمنية, عدن ,سلسلة الكتاب الجامعي(3).1997.
2. م.أبو علاء ،جغرافية شبه جزيرة العرب، الجزء الرابع ،الطبعة الثانية ، الأنجلو المصرية – القاهرة ,مكتبة الانجلو المصرية– القاهرة 1989.
3. البقرى , الإنشاء والانهيار.الطبعة الأولي ,طباعة دار الحرمين, 72ش-مصر والسودان-حدائق القبة-1994.
4. .شأبو المجد واخرون ، تصدع المنشات الخرسانية وطرق إصالحها ، دار النشر للجامعات-الطبعة الثانية – مصر1997.
5. ACI-Committee Rwport: Hot wheather concreting Reported by ACI committee 305,Aug 1997.
6. N.R.SHATTAF, ALshamsi :The effoct of conduncwd silica fume on some properities of concrete in hot climates proceedings of the firs international conference on reinforced concrete materials in hotclimates.Alain-U.A.E April 24th-27th /1994 . pp 147-157.
7. p.Catharin :Die Hydrathonswaeme der Zemente und ihre Bedeeutung.zement und Beton.Heft 11,12-
8. 12wien.1971.
9. Zongjin Li; Advanced concrete technology; 2011.
10. The Roman Pantheon: The Triumph of Concrete. Romanconcrete.com. Retrieved on 2013-02-19.
11. Evelien Cochez؛ Wouter Nijs؛ Giorgio Simbolotti & Giancarlo Tosato. "Cement Production" (PDF). IEA
12. ETSAP – Technology Brief I03 – June 2010: IEA ETSAP- Energy Technology Systems Analysis
13. Programme.
14. U.S. Federal Highway Administration (14 June 1999). "Admixtures".
15. Cement Admixture Association. "Admixture Types".
16. http://www.daytonsuperior.com/docs/default-source/tech-data-sheets/section-05---curingcompounds.pdf?sfvrsn=3

17. "Structural lightweight concrete" (PDF). Concrete Construction. The Aberdeen Group. March 1981.