تأثير الإضافات على الخلطات الخرسانية

بحث تكميلي لنيل درجة البكالوريوس مرتبة الشرف في الهندسة المدنية

إعداد الطلاب:

أحمـد علي محمـد الحســن

علي عبد الفتاح عبد الله نوري

معــاذ الطيب علي القاضي

كلية الهندسة

قسم الهندسة المدنية

جامعة الشيخ عبد الله البدري

مارس 2022م

الآيـــــــة

قَالَ تَعَالَى:

﴿ أَفَمَـــنْ أَسَّـــسَ بُنْيَانَـــهُ عَلَـــى تَقْـــوَى مِـــنَ اللهِ وَرِضْـــوَانٍ خَيْـــرٌ أَم مَّـــنْ أَسَّـــسَ بُنْيَانَـــهُ عَلَـــىَ شَـــفَا جُـــرُفٍ هَـــارٍ فَانْهَـــارَ بِـــهِ فِـــي نَـــارِ جَهَـــنَّمَ وَاللهُ لاَ يَهْـــدِي الْقَوْمَ الظَّالِمِينَ ﴾

صدق الله العظيم

سورة التوبة – الآية (109)

الاهـــداء

أسأل الله تعالى أن يجزي الجميع خير الجزاء

إلى من جعلهم الله سبباً في وجودي في هذه الدنيا والداي الحبيبان

إلى من علمني العطاء بدون انتظار

إلى أسرتي المحبوبة

إلى أساتذتي بكلية الهندسة

إلى من جعلهم الله سبباً في هدايتي إلى سبيل الرشاد

إلى من قضيت معهم أجمل سنوات عمري

والزملاء بكلية الهندسة

أهدي هذا الجهد المتواضع

سائلين ربي جل وعلا أن يجعله حجة لنا لا حجة علينا يوم لا ينفع مال ولا بنون إلا من أتي الله بقلب سليم..

الشكر والتقدير

الحمد لله علي نعمة الإسلام، الحمد لله علي نعمة الإيمان، الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، والصلاة والسلام علي أشرف الرجال وأشجع الرجال سيدنا محمد وعلي آلة وصحبه ومن اتبع نهجوه واهتدي بالهداة الي يوم الدين.

وبعد.

انطلاقا من حديث النبي صلي الله عليه وسلم: (لا يشكر الله من لا يشكر الناس)، فبعد شكر الله تعالى أشكر أسرة كلية الهندسة لتحملها مهمة نشر العلم يسرنا ان نتقدم بخالص الشكر ووافر الامتنان لك

الدكتور/ سيد احمد محمد بابكر

ونخص بالشكر

اسرة اساتذة الهندسة المدنية

والاستاذة / زينب مصطفي سليمان محمد

وشركة رواحل الانشائية للمقاولات

حيث القلوب تشابهت طيبة وتلونت فرحاً وتزينت سمائنا بنجومها اللامعة وتوشحت بوشاح الفرح والسرور وحلت بشائر طيور المحبة وتعانقت حروف القوافي ترحيباً بعطركم.

فهرس الموضوعات

البند	المحتوى	رقم الصفحة
	الآية	I
	الاهداء	II
	الشكر والعرفان	III
	فهرس المحتويات	IV
	فهرس الجداول	V
	فهرس الاشكال	VI
	المستخلص	IX
	Abstract	X
الفصل الاول ـ التعريف بالمشروع		
1-1	المقدمة	1
2-1	مشكلة البحث	1
3-1	اهداف البحث	2
4-1	منهجية البحث	2
5-1	هيكلية البحث	2
الفصل الثاني – الخلفية العلمية		
1-2	الخرسانة	3
1-1-2	الخرسانة كمادة انشائية	3
2-1-2	طرق تصميم الخلطات الخرسانية	4
2-2	الاضافات	7
1-2-2	الغرض من الاضافات	7
2-2-2	الاشتراطات العامة المطلوبة عند استخدام الاضافات	8
3-2-2	اهم الانواع الاضافات	9
1-3-2-2	اضافات تخفيض الماء والتحكم في الشك	9
2-3-2-2	اضافات الهواء المحبوس	14
3-3-2-2	إضافات لمنع نفاذية الماء	14

4-3-2-2	إضافات لمنع اجتراف الإسمنت بفعل الماء	16
5-3-2-2	اضافات لتلوين الخرسانة	17
6-3-2-2	اضافات أخرى	17
الفصل الثالث – التجارب المعملية		
1-3	مقدمة	19
2-3	اختبار التحليل المنخلي للرمل	19
3-3	تجارب الركام الخشن	20
1-3-3	التدرج الحبيبي للركام الخشن	20
2-3-3	اختبار الوزن النوعي للركام الخشن	21
4-3	تجارب الاسمنت	22
1-4-3	تحديد الكمية اللازمة لتشكيل اسمنتية ذات قوام قياسي	22
2-4-3	تحديد زمن الشك الابتدائي والنهائي للإسمنت	23
5-3	اختبارات الخرسانة	25
1-5-3	اختبار الهبوط	25
2-5-3	صب ومعالجة المكعبات الخرسانية	27
الفصل الرابع – النتائج والمناقشات		
1-4	المقدمة	29
2-4	نتائج اختبار التدرج الحبيبي للرمل	30
3-4	نتائج اختبارات الركام الخشن	30
1-3-4	نتائج التدرج الحبيبي للركام الخشن	30
2-3-4	نتائج اختبار الوزن النوعي للركام	32
4-4	نتائج اختبارات الاسمنت	32
1-4-4	نتائج اختبار القوام لعجينة الاسمنت	32
2-4-4	نتائج اختبار تعيين زمن الشك الابتدائي والنهائي	33
5-4	نتائج اختبارات الخرسانة	34
1-5-4	نتائج اختبار الخرسانة الطازجة	34
2-5-4	نتائج اختبارات الخرسانة المتصلدة	35
1-2-5-4	نتائج اختبار الخلطة خالية من مضاف	35
2-2-5-4	نتائج اختبار اضافات تعجيل الشك	36

3-2-5-4	نتائج اختبار اضافات قابلية التشغيل ومؤخر الشك	38
4-2-5-4	نتائج اختبار اضافات تأخير الشك	40
الفصل الخامس – الخلاصة والتوصيات		
1-5	الخلاصة	43
2-5	التوصيات	44

فهرس الجدول

البند	المحتوي	رقم الصفحة
1-2	تكامل الخواص في الخرسانة وحديد التسليح	4
1-3	يوضح نسب المواد المستخدمة في الخلط.	28
1-4	يوضح نتائج الاختبار المعملية التي اجريت علي الركام الناعم	30
2-4	يوضح نتائج اختبار التدرج الحبيبي للحصي	31
3-4	يوضح نتائج اختبار القوام القياسي للإسمنت	32
4-4	يوضح نتائج زمن الشك الابتدائي والنهائي للإسمنت	33
5-4	يوضح نتائج اختبار الهبوط	34
6-4	يوضح نتائج اختبارات للمقاومة لخلطة خالية من مضاف	35
7-4	يوضح نتائج مقاومة الضغط للمضاف 901	37
8-4	يوضح قيم مقاومة الضغط للمضافSR25	39
9-4	يوضح قيم مقاومة الضغط للمضاف ADT	41

فهرس الأشكال

البند	المحتوي	رقم الصفحة
1-2	الوظائف الرئيسية للملدنات أو الملدنات الفائقة	11
2-2	دور غبار السليكا في تحسين منفذيه الخرسانة	16
1-3	يوضح كيفية قياس الهبوط	26
1-4	يوضح نتائج الهبوط	34
2-4	يوضح تأثير مقاومة الضغط للخطلة المرجعية خلال الفترات الزمنية (7, 21, 28 day)	36
3-4	يوضح تأثير 901 علي مقاومة الضغط خلال الفترات الزمنية(7, 21, 28 day)	28
4-4	يوضح تأثير SR25 علي مقاومة الضغط خلال فترات زمنية (7, 21, 28 day)	40
5-4	يوضح تأثير ADT علي مقاومة الضغط خلال الفترات الزمنية (7,21,28day)	42
6-4	يوضح تأثير الاضافات المختلفة والخلطة المرجعية علي مقاومة الضغط خلال الفترات الزمنية (7,21,28 day)	42

المستخلص

تناول البحث دراسة تأثير الاضافات على الخلطات الخرسانية، باستخدام الاضافات (تأخير زمن الشك، تعجيل زمن الشك، قابلية التشغيل + مؤخر للشك).

تم اجراء اختبارات معملية للمواد المستخدمة في الخلطة (ركام خشن , ركام ناعم , اسمنت)، وتم عمل خلطة وفق الطريقة البريطانية لتعطى مقاومة ضغط 30 نيوتن/مم2 بعد المعالجة لمدة 28 يوم ، وتم صب المكعبات الخرسانية للخلطات المختلفة وقياس الهبوط ومقاومة الضغط بالأجهزة في الفترة الزمنية (7،21،28 يوم) وتوصل الى ان اضافة معجل زمن الشك واضافة (قابلية التشغيل + مؤخر للشك) يزيد من مقاومة الخلطة واضافة مؤخر زمن الشك قلل من مقاومة الخلطة نتيجة لإخراجه من قالب الصب ومعالجته بالماء قبل اتمام عملية التصلب والجفاف، وتم الحصول علي النتائج الاتية "خلطة خالية من مضاف بعد 28 يوم كانت المقاومة 32.7 N/mm, ADT بعد 28 يوم كانت المقاومة 24.4N/mm , SR25 بعد 28 يوم كانت المقاومة 35.6N/mm, 901 بعد 28يوم كانت المقاومة 37.4N/mm "وتم مناقشتها.

Abstract

The research dealt with studying the effect of additives on concrete mixtures, using additives (delay setting time, accelerating setting time, operability + accelerator).

Laboratory tests were conducted for the materials used in the mixture (coarse aggregate, fine aggregate, cement), and a mixture was made according to the British method to give a pressure resistance of 30 N/mm2 after treatment for a period of 28 days. (7,21,28 days), and it was concluded that adding the setting time accelerator and adding (operability + accelerator) increases the resistance of the mixture, and adding the setting time delay reduced the resistance of the mixture in proportion to its removal from the casting mold before completing the hardening and drying process, and the following results were obtained "a mixture free of additives, after 28 days the strength was 32.7N/mm , ADT after 28 days the strength was24.4N/mm, SR25 after 28 days the strength 35.6N/mm, 901 after 28 days the strength 37.4N/mm " and discussed.

الفـصل الاول

1- المقدمة

1-1 المقدمة

الخرسانة هي عبارة عن خليط غير متجانس من الركام والأسمنت والماء مع بعض الفراغات و يمكن اضافة بعض المواد الأخرى من الإضافات للحصول على خواص معينة.

يتم اختيار نسب هذه المواد في الخلطة الخرسانية حسب نوع العمل المطلوب والمواد المتوفرة . ومع خلط هذه المواد مع بعضها يتم الحصول على الخرسانة التي تبدأ بالتصلب التدريجي مع الوقت حتى تصبح صلبة وقوية، وتتفاوت قوتها حسب المكونات الأساسية وكذلك حسب طريقة الرج أثناء الصب ونوعية المعالجة.

تضاف عدة مواد للخرسانة أثناء الخلط لتحسين خاصية أو أكثر من خواص الخلطة الخرسانية . وإكسابها ميزات جديدة تتناسب مع الأغراض والمتطلبات لها سواء كان تجهيزها بواسطة محطات الخلط المركزية أو مصانع الخرسانة المسبقة الإجهاد أو الخلط الموقعى وتطور الاستخدام في صناعة الطوب والبلاط لتقليل الهلاك أو للحصول على نوعيات ذات إجهادات عالية.

1-2 مشكلة البحث:

في اغلب الاحيان تكون الخلطات الخرسانية ذات جودة منخفضة نتيجة لنوع المكونات في الخلطات وكذلك في المناطق ذات المناخ الصعب من حيث البرودة والحرارة في هذه الحالة نحتاج الى إضافات تأخير زمن الشك وتعجيل زمن الشك، في البحار كذلك نستخدم إضافات تعجيل الشك.

1-3 اهداف البحث:

1. دراسة للخلطات الخرسانية العادية والخلطات المحتوية على مضافات.
2. دراسة حاله لخلطات مضاف لها الملدن (سيكا فروجاد) وخلطات مضاف لها المؤخر (ATD) واخري مؤخر + قابلية التشغيل (سيكا ريتادول) .
3. تأثير الخلطات العادية وخلطات المضافات علي مقاومة الضغط.

1-4 منهجية البحث:

تتكون من جزئيين هما: الإطار النظري :(مجموعة البيانات والمعلومات التي تم جمعها من المراجع والشبكة العنكبوتية).

الإطار العملي :(عمل تجارب معملية للمواد المستخدمة في الخلطة الخرسانية وعمل خلطة مرجعية وثلاثة خلطات مضاف ليها (901, SR25, ADT)وقياس مدى مقاومتها للضغط وقوة تحملها).

1-5 هيكلة البحث:

يحتوي البحث على خمسة فصول مبينة كما يلي:

الفصل الاول: مقدمة عامة.

الفصل الثاني: الخرسانة والاضافات.

الفصل الثالث: الاختبارات المعملية.

الفصل الرابع: نتائج الاختبارات المعملية ومناقشة النتائج.

الفصل الخامس: الخلاصة والتوصيات.

الفصل الثاني

2- الخلفية العلمية

2-1 الخرسانة Concrete:

الخرسانة هي بنيان يتركب من عدة مواد والجزء الاكبر في هذا البنيان هو الركام الذي يتماسك مع بعضه في صورة شبيهة بالكتلة الحجرية وذلك بفعل العجينة الإسمنتية المغلفة للركام والتي تتصلب نتيجة التفاعل الكيمائي بين الإسمنت والماء.

2-1-1 الخرسانة كمادة إنشائية:

الخرسانة في حالتها المتصلدة تبدو كمادة صخرية ذات مقاومة عالية للضغط اما في حالتها الطازجة فلها خاصية اللدونة التي تسمح بتشكلها في اي قالب معماري مطلوب.

وتعتبر الخرسانة المسلحة أكثر المواد الإنشائية شيوعا واستعمالا في عصرنا الحديث وذلك لسهولة تواجدها والرخص النسبي للمواد المكونة لها وايضا لسهولة ورخص تصنيعها.

ويمكن استعمال الخرسانة بالاشتراك مع مواد اخرى لتكوين قطاعات مركبة كما في حالة استخدام قطاعات الصلب مع الخرسانة او تكوين مواد مركبة كما في حالة إضافة انواع معينة من الألياف الى الخرسانة اثناء خلطها لتحسين بعض الخصائص المرغوبة وتعتبر الخرسانة مع حديد التسليح مادتين متكاملتين من حيث الخواص ويتضح ذلك في الجدول (2-1).

جدول رقم (2-1) تكامل الخواص في الخرسانة وحديد التسليح

الخاصية	الخرسانة	حديد التسليح
مقاومة الشد	ضعيف جداً	جيد جداً
مقاومة الضغط	جيد	جيد ولكن يحدث انبعاج للقطاعات الخفيفة
مقاومة القص	متوسط	جيد
الديمومة	جيد جداً	ضعيف ويتأكل إذا كان غير محمي

ومن أهم عيوب الخرسانة أن مقاومتها للشد ضعيفة نسبيا ولهذا فعند استعمالها في الأغراض الإنشائية فإنه يتم استعمالها مع أسياخ الصلب التي تقوم بمقاومة قوى الشد.

ومن عيوب الخرسانة كذلك الحركة الناتجة من الانكماش بالجفاف أو من الرطوبة والتي تسبب شروخا شعرية دقيقة يلزم لملافاة وجودها وضع حديد التسليح المناسب أو عمل وصلات Joints بالخرسانة على مسافات متباعدة.

كما أن الخرسانة ليست مصمتة تماماً وإنما تسمح بنفاذ السوائل والغازات بدرجات متفاوتة تعتمد على جودة الخرسانة ونسبة الفراغات بها .ونفاذ الرطوبة في الخرسانة المسلحة يعمل على صدأ الحديد وتآكله وأيضا ينتج عنه تبقيع سطح الخرسانة وتلفها.

2-1- 2 طرق تصميم الخلطات الخرسانية:

تصميم الخلطة الخرسانية عباره عن عملية لحساب نسب خلط الإسمنت، والركام (الصغير والكبير)، والماء لإنتاج خرسانة ذات خصائص محدده بأقل تكلفة ممكنه. وعادة ما يبنى تصميم الخلطة الخرسانية على الخصائص التالية:

1. الخصائص التشغيلية للخرسانة الطازجة.
2. مقاومة ضغط الخرسانة المتصلدة عند عمر محدد.
3. التحمل مع الزمن (ويتم تحقيقها بتحديد حد ادنى لمحتوي الإسمنت، وحد اعلي لنسبة الماء / الإسمنت).

كما قد يبني تصميم الخلطة الخرسانية لتحقيق متطلبات اخري مثل الكثافة، والخصائص الحرارية، ومعايير المرونة، ومقاومة الشد، وغيرها من الخصائص.

ويمكن تلخيص الطرق المعروفة لتصميم الخلطات الخرسانية فيما يلي:

- **طريقة الاختيار:**

وتعتمد هذه الطريقة على اختيار نسب وضعيه معينة من الاسمنت والركام موصي بها من واقع الخبرة العملية نتيجة سابق ملائمة الخرسانة المصنوعة منها لنوع المنشأ المطلوب.

- **طريقة المحاولة:**

وتتطلب وجود عينات من الاسمنت والركام الصغير والركام الكبير المتوفر في موقع العمل ولذلك يلزم معرفة العلاقة بين النسبة م / س ومقاومة الضغط للخرسانة.

- **طريقة الكثافة القصوى للركام:**

وتعتمد هذه الطريقة على استخدام ركام خليط له اقل نسبة فراغات ممكنه او أكبر كثافة ممكنه، وتقوم الطريقة على اساس استخدام التحليل بالمناخل للركام الخليط مع التحكم في نسبه الماء الي الاسمنت وذلك للحصول على أقصى كثافة للخرسانة.

- **طريقة معايير النعومة:**

وتعتمد على اساس معايير النعومة للركام الخليط وتعيين نسبة الركام الصغير الي الركام الكبير واستخدام التحليل للمناخل مع معرفة نسبة الماء الى الاسمنت ومقاومة الضغط للخرسانة.

- **طريقة المساحة السطحية للركام :**

هي مبنية على اساس علاقة كمية الاسمنت مع مساحة سطح حبيبات الركام وكذلك علاقة المساحة السطحية للركام الخليط بمقاومة الضغط للخرسانة.

- **طريقة البيانات المجمعة من الخلطات التجريبية:**

هي طريقة نصف حسابية كما تعتبر وضعية من حيث انها تعتمد على بيانات مجمعة في جداول كخلاصة نتائج عدد كبير من الخلطات التجريبية.

- **طريقة نسبة الفراغات الى الاسمنت:**

هي مبنية على اساس نظرية نسبة الفراغات الى الاسمنت وكمية الفراغات الموجودة في المونة.

- **طريقة المعهد الأمريكي (ACI) لتصميم خليط الخرسانة:**

هذه الطريقة الشائعة لتصميم مزيج الخرسانة. فيما يلي الخطوات المتبعة:

- تحديد نسبة الماء الي الإسمنت في الخلطة.
- تحديد أدني هبوط والحد الأدنى لحجم الركام.
- تقدير من بيانات الاختبار والحد الأدنى لنسبة الركام الناعم الي الخشن.
- يتم حساب محتوي الإسمنت بقسمة إجمالي محتوي الماء على نسبة الوزن

- يتم تحديد الحجم الحجمي للركام الخشن ذي القضبان الجافة لكل وحدة حجم من الخرسانة للحجم الأقصى المعين للركام ومعامل النعومة للرمل.
- تحديد نسب المزيج التجريبي وأجراء تعديل إذا لزم الأمر للمواد ونسبة الإسمنت والماء.

➢ **الطريقة البريطانية:**

تعتمد هذه الطريقة على المقاومة المستهدفة ونسبة المار للركام الناعم من المنخل 600 ومقياس الركام الخشن والوزن النوعي للركام الخشن ونسبة الماء الي الإسمنت. ويتم تصميم الخلطة عن طريقة الجداول والمخططات المرفقة في الملحقات.

2-2 الإضافات:

تتركب الخرسانة من الركام والاسمنت وماء الخلط وفى بعض الأحيان تستخدم بعض الإضافات الكيميائية والطبيعية بغرض تحسين بعض الصفات المعينة في الخرسانة

الإضافات هي مواد غير الركام والاسمنت والماء تضاف إلى الخلطة الخرسانية أثناء عملية الخلط بكميات صغيره جداً بغرض إعطاء الخرسانة الطازجة أو الخرسانة المتصلدة خواص معينة مطلوبة .

2-2-1 الغرض من الإضافات:

- تحسين القابلية للتشغيل للخرسانة الطازجة دون زيادة ماء الخلط .
- التعجيل أو التأخير في الشك.
- تقليل معدل فقد الهبوط للخرسانة .
- تحسين القدرة على ضخ الخرسانة.
- الحد من حدوث الانفصال الحبيبي.
- زيادة المقاومة المبكرة للخرسانة.

- الحصول على خرسانة عالية المقاومة .
- تحسين خواص الخرسانة المتصلدة مثل مقاومة البرى.
- الحصول على خرسانة غير منفذة للماء أو خرسانة ذات صفات خاصة.

2-2-2 الاشتراطات العامة المطلوبة عند استخدام الإضافات:

-يجب الا تؤثر تأثيرا ضارا على الخرسانة او حديد التسليح

-أن تتناسب الفوائد الناتجة من استخدام الإضافات مع الزيادة في التكاليف.

- يجب عدم إضافة كلوريد الكالسيوم أو الإضافات التي أساسها من الكلوريدات بتاتا إلي الخرسانة المسلحة أو الخرسانة سابقة الإجهاد أو الخرسانة التي بها معادن مدفونة.
- يجب التأكد من مدى ملائمة وفاعلية أي من الإضافات بواسطة خلطات تجريبية .
- إذا استخدم نوعين أو أكثر من الإضافات في نفس الخلطة الخرسانية فيلزم أن تتواجد معلومات كافية لبيان مدى تداخلهما والتأكد من مدى توافقهما.
- يراعى أن سلوك الإضافات مع الاسمنتيات المخلوطة أو عالية المقاومة للكبريتات يختلف عنه في حالة الأسمنت البورتلاندى . لذلك يجب أن تتوافر معلومات كافية عن مدى الأدائية السليمة للإضافات مع الأنواع المختلفة من الأسمنت.

-يلزم توريد الإضافات معبأة داخل براميل أو أوعية محكمة الغلق ومطبوع عليها الاسم التجاري وتاريخ الإنتاج ومدة الصلاحية وكذلك شهادة بخواص الإضافة الموردة ومطابقتها للمواصفات القياسية ذات الصلة .كما يجب تخزين الإضافات بطريقة تحميها من الرطوبة ومن أشعة الشمس والحرارة.

2-2-3 أهم أنواع الإضافات:

يوجد العديد من الإضافات الكيميائية التي تستخدم مع الخرسانة ويمكن تقسيمها إلى المجموعات الآتية:

1. إضافات تخفيض الماء والتحكم في الشك.
2. إضافات الهواء المحبوس.
3. إضافات لمنع نفاذ الماء بالخرسانة.
4. إضافات لمقاومة اجتراف الإسمنت بفعل الماء.
5. إضافات لتلوين الخرسانة.
6. إضافات أخرى متنوعة.

2-2-3-1 إضافات تخفيض الماء والتحكم في الشك:

وهذه الإضافات هي اهم واكثر انواع الإضافات استخداما وشيوعا في مجال الخرسانة وهي تختص بتقليل ماء الخلط (بدرجات متفاوتة) والتحكم في تصلب الخرسانة بالتأخير او التعجيل وتنقسم هذه المجموعة الى سبعة أنواع مختلفة وتميزها المواصفات الامريكية (ASTMC494) بالحروف من (A) الى(G) كما يلي:

- إضافات تخفيض ماء الخلط للخرسانة ASTM C494-Type A
- إضافات تأخير الشك ASTM C494-Type B
- إضافات تعجيل الشك ASTM C494-Type C
- إضافات تخفيض ماء الخلط وتأخير الشك ASTM C494-Type D
- إضافات تخفيض ماء الخلط وتعجيل الشك ASTM C494-Type E

- اضافات تخفيض ماء خلط الخرسانة بدرجة عالية وتأخير الشك ASTM C494-Type F
- إضافات تخفيض ماء خلط للخرسانة بدرجه عالية وتأخير الشك ASTM C494-Type G

وكما نرى فإن الأنواع السابقة بهذه المجموعة من الإضافات ينحصر تأثيرها في واحد أو أكثر من التأثيرات الثالث الرئيسية التالية:

- تخفيض ماء الخلط (الملدنات والملدنات الفائقة) ASTM Type A,F
- تأخير الشك (المؤجلات) ASTM Type B
- تعجيل الشك (المعجلات) ASTM Type C

فنجد مثلا ان النوع D عبارة عن مزيج من النوعين A , B .

أما النوع Eعبارة عن مزيج من النوعين A , C .

في حين نجد أن النوع G عبارة عن مزيج من النوعين B , F .

- **مخفضات الماء (الملدنات والملدنات الفائقة):**

توجد الملدنات (البلاستسيزر) و الملدنات الفائقة (السوبربلاستسيزر) عموماً في صورة سائلة وتضاف الي الخلطة الخرسانية بنسبة تتراوح من% 1 الى% 3 من وزن الاسمنت وهى أكثر وأهم أنواع الإضافات استخداما وشيوعا . وجد ان نسبه % 3 من الملدنات الفائقة تعطى أفضل النتائج .وتوجد الملدنات في السوق تحت أسماء تجارية عديدة منها (أدكريت – كونبالست – سيكامنت)

وظيفتها:

- تحسين خواص الخرسانة الطازجة وذلك بزيادة القابلية للتشغيل وزيادة السيولة مع ثبات نسبة (م/س).

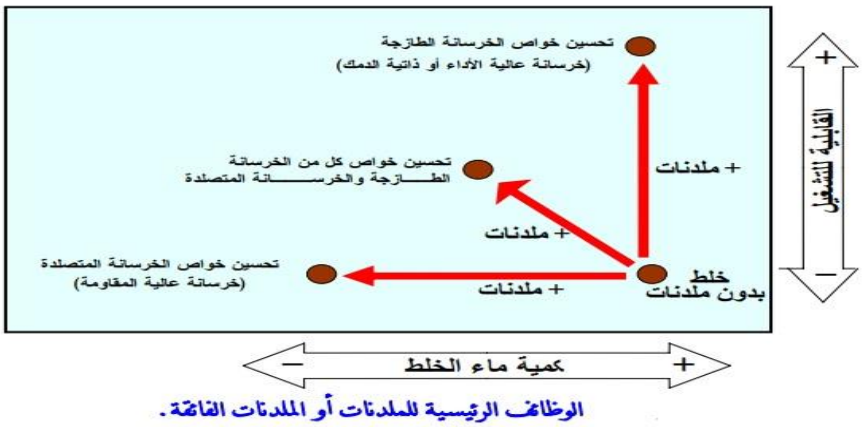
- الحصول على خرسانة ذاتية الدمك.

- تحسين خواص الخرسانة المتصلدة وذلك بتخفيض نسبة (م/س) في الخلطة مع ثبات درجة القابلية للتشغيل وبالتالي الحصول على خرسانة عالية المقاومة .
- الحصول على خرسانة ذات مقاومة مبكرة عالية.
- الحصول على خرسانة عالية الأداء قليلة النفاذية.
- الحصول على خرسانة بدون انفصال حبيبي أو نضح.

➢ **اسس اختبار الملدنات والملدنات الفائقة:**

ينبغي ان يكون اختيار نوع مادة الملدن على الاسس التالية:

- معدل تخفيض ماء الخلط
- معدل فقد القابلية للتشغيل
- التأثير على زمن الشك
- التوافق مع الاسمنت المستخدم
- المقاومة الناتجة للخرسانة
- الثمن والتكاليف



شكل (2−1) الوظائف الرئيسية للملدنات أو الملدنات الفائقة.

- **كيفية عمل الملدنات:**

ان كيفية عمل الملدنات او الملدنات الفائقة في تسييل الخرسانة يأخذ واحدا او أكثر من الصور الأتية:

- تشتيت حبيبات الأسمنت المتكتلة وإطلاق المياه المحبوسة بينها.
- إحداث التنافر الكهروستاتيكي بين الجزيئات.
- العمل على تشحيم الطبقة الرقيقة بين حبيبات الإسمنت.
- تأجيل عملية الإماهة السطحية لحبيبات الإسمنت مع ترك المزيد من المياه لتسييل الإسمنت.
- تقليل الشد السطحي للمياه.
- تغيير البنية التركيبية في منتجات تفاعلات الإماهة.

ان جزيئات الإسمنت البورتلاندي العادي تتميز بميلها الشديد للتكتل عندما تخلط مع الماء وهذا الميل هو حصيلة لتفاعلات داخلية متنوعة مثل التفاعلات الإلكتروستاتيكية بين الشحنات المتضادة وكذلك تفاعلات عملية الإماهة المتنوعة.

أن عملية التكتل تقود الى تشكيل شبكة من الجزيئات حيث تقوم هذه الشبكة بحجز نسبة من الماء حيث يكون هذا مطلوبا لإتمام عملية الإماهة وكذلك توفير التشغيلية المطلوبة في الخرسانة. ويترتب على ذلك حدوث زيادة في اللزوجة الظاهرية للنظام الاسمنتي.

ودور الملدنات او الملدنات الفائقة هنا هو العمل على فصل حبيبات الإسمنت المتكتلة عن بعضها البعض ومن ثم الحصول على توزيع متجانس للمياه واتصال مثالي بين المياه وحبيبات الإسمنت.

- **إضافات تأخير الشك (المؤجلات):**

تؤخر شك الإسمنت اي تزيد من زمن الشك وتصلد الخرسانة وتقلل درجة حرارة الإماهة للإسمنت فيقل معدل زيادة المقاومة وقد تسبب المؤجلات زيادة الانكماش اللدن في الخرسانة ولكن ليس لها تأثير يذكر على الخواص الطبيعية والميكانيكية للخرسانة المتصلدة.

الهدف منها:

- عمل خرسانة في الاجواء الحارة حيث يحدث الشك الابتدائي للإسمنت سريعا جدا.
- اذا كانت ظروف صب الخرسانة صعبة ويلزم جعل المونة الإسمنتية لدنة او سائلة لمدة طويلة.
- اذا كانت هنالك رسالة في الإسمنت ذات زمن شك صغير جدا.
- الحصول على خرسانة ذات ركام بارز ظاهر بسطحها.

- **إضافات تعجيل الشك (المعجلات):**

تعجل او تسرع من شك الإسمنت اي تقلل زمن شك وتصلد الخرسانة وبالتالي يزداد معدل التصلد وكذلك تزداد الحرارة المنبعثة المبكرة.

1. وتستخدم بغرض التعجيل بالشك كما في الاحوال الاتية:
    - إزالة تأثير تأخير الشك الناتج من درجات الحرارة المنخفضة.
    - إزالة تأثير تأخير الشك الناتج من استخدام إضافات اخرى.
    - اعمال الطوارئ مثل وقف رشح المياه في الخزانات.
2. تستخدم بغرض الحصول على خرسانة مبكرة المقاومة كما في حالة:
    - إزالة الفرم مبكرا
    - التعجيل بزمن استخدام المنشأ الخرساني

- تقليل المدة المطلوبة للمعالجة

3. تستخدم بغرض الحصول على خرسانة تقاوم الصقيع وذلك نتيجة الحرارة المنبعثة المبكرة.

2-2-3-2 إضافات الهواء المحبوس:

الهدف منها تقليل وزن الخرسانة وزيادة المتانة وخاصة المقاومة للصقيع ويتم ذلك عن طريق إحداث فقاعات هوائية دقيقة (غير متصلة) موزعة توزيعا منتظما خلال الكتلة الخرسانية وتبقى كذلك بعد تصلد الخرسانة

يكمن ان يتم ذلك بطريقتين:

1. إضافة مواد تحدث رغاوي وذلك اثناء خلط الخرسانة مثل المركبات العضوية كالصماغ الخشبية والزيوت والمنظفات الصناعية.
2. استخدام مواد صلبة تتفاعل مع الإسمنت وتنتج غاز الهيدروجين على هيئة فقاعات دقيقة كثيرة مثل مسحوق بودرة الالمنيوم وبودرة الزنك والماغنسيوم.

وتستخدم هذه المواد بنسب تتراوح بين (0.01%-0.03%) من وزن الإسمنت وتحدث هواء محبوس يتراوح من (5%-15%) من حجم الخرسانة . ولا تؤثر هذه الإضافات على زمن الشك للخرسانة بينما تؤدي الى زيادة انكماش الجفاف وتقل المقاومة فقد وجد أن هناك علاقة عكسية بين نسبة الهواء المحبوس في الخلطة الخرسانية ومقاومة الضغط للخرسانة حيث تقل المقاومة بمعدل حوالي 5% تقريبا لكل نسبة هواء محبوس مقدارها 1% .

2-2-3-3 إضافات لمنع نفاذية الماء:

تساعد على مقاومة نفاذ الماء الى الخرسانة ولكنها لا تمنع نفاذ الماء تماما الى درجة عالية من مقاومة النفاذية ينبغي العناية بتصميم الخلطة الخرسانية ثم العناية بعمليتي الدمك والمعالجة.

يمكن تحسين نفاذية الخرسانة من خلال المحاور الثلاثة التالية:

1. إضافة مادة صادة للماء:

وهي تعمل على منع الخرسانة من امتصاص ماء المطر والمياه السطحية الملامسة ومن امثلتها زيوت البترول والشمع وتضاف بنسبة تتراوح من %(4-1) من وزن الإسمنت.

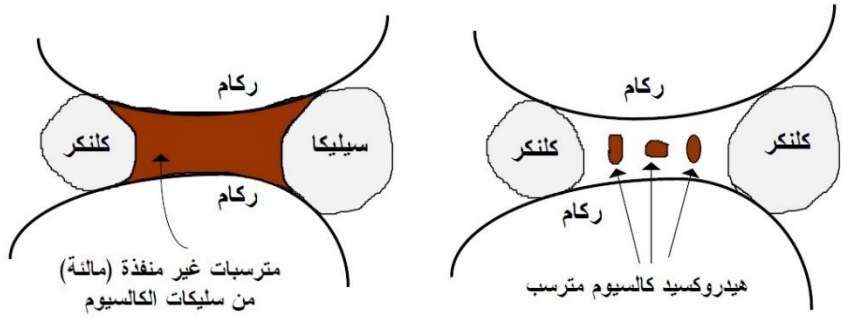
وتستخدم المواد البوليمرية ايضا لهذا الغرض وذلك في صورة دهانات لأسطح الخرسانة لسد الفجوات الهوائية والشروخ الشعرية الموجودة بالسطح.

2. استعمال الملدنات الفائقة:

وهي تفيد هنا بطريقة غير مباشرة حيث انها تعمل على تقليل ماء الخلط وبالتالي الحصول على اقل نسبة فراغات ممكنة بالخلطة ومن ثم تتحسن نفاذية الخرسانة.

3. استعمال مواد بوزولانية مالئة للفراغات:

والمواد البوزولانية هي المواد التي تتفاعل مع هيدروكسيد الكالسيوم الحر الناتج من تفعل الإسمنت مع الماء مكونة مركبات غير قابلة للذوبان مثل سيليكات و الومنيات الكالسيوم والتي تعمل على سد الفجوات الداخلية والمسام الشعرية ومن امثلتها مادة غبار السيليكا وهي مادة تتكون من حبيبات دقيقة جدا مساحتها السطحية حوالي اربعة الى خمسة امثال المساحة السطحية للإسمنت (2000سم2/جم) وهي ناتج ثانوي في صناعة سبائك السيليكون والفيروسليكون . وتتفاعل مادة غبار السليكا مع هيدروكسيد الكالسيوم مكونة سيليكات الكالسيوم المماهة و التي لا تذوب فتؤدي الى تقليل الفجوات الداخلية والمسام الشعرية كما هو موضح في الشكل (2-2).



دور غبار السليكا فى تحسين منفذية الخرسانة.

شكل (2-2) دور غبار السليكا في تحسين منفذيه الخرسانة.

2-2-3-4 إضافات لمنع اجتراف الإسمنت بفعل الماء :

عند صب الخرسانة تحت الماء يعمل الماء على اجتراف الإسمنت من الخرسانة وينتج عن ذلك نقص في مقاومتها وتعكر في المياه المحيطة بها ، ولهذا السبب يستخدم هذا النوع من الإضافات التي تعتبر من احدث انواع الإضافات الموجودة في السوق حاليا ، وتعمل هذه الإضافات على تكوين جل في الماء المحيط بحبيبات الإسمنت فتحميه من الاجتراف بفعل الماء كما تعمل على زيادة اللزوجة التماسك بين جزيئات الخرسانة وتحسن من مقاومتها للانفصال ، ويستخدم هذا النوع من الاضافات ايضا في إنتاج الخرسانة عالية السيولة او الخرسانة ذاتية الدمك حيث تقوم هذه الإضافات بمقاومة الانفصال الحبيبي وزيادة التماسك للخرسانة ، وتتكون هذه الإضافات من بوليمرات أكريليكية او مركبات سليولوزية على هيئة بودرة قابلة للذوبان في الماء وتضاف الى الخلطة الخرسانية بنسبة تقريبية 1% من وزن الإسمنت .

ويمكن تلخيص تأثير هذا النوع من الإضافات فيما يلي:

- تتحسن قدرة الخرسانة على مقاومة انفصالها مكوناتها.
- تتحسن مقاومة الخرسانة للنزيف بدرجة كبيرة.
- الخرسانة المحتوية على هذه الإضافات يكون لها القدرة على الانسياب والتسوية الذاتية.
- النوع السيليوزي من هذه الإضافات يمل على تأخير الشك الابتدائي والنهائي حيث يصل الشك الابتدائي الى أكثر من 18 ساعة بينما يزيد الشك النهائي الى ما يقارب 84 ساعة.
- تؤدي هذه الإضافات الى نقص مقاومة الضغط للخرسانة المصبوبة تحت الماء بنسبة قد تصل الى 20% إذا ما قورنت بمقاومة الضغط للخرسانة المماثلة والمصبوبة في الهواء.

2-2-3-5 إضافات لتلوين الخرسانة:

هي عبارة عن اكاسيد معدنية وهي متوفرة في صورة مواد طبيعية او صناعية ويشترط فيها ان تكون خاملة كيميائيا زان لا تزيد نسبتها عن 10% من وزن الخرسانة ومن اهم المواد المستخدمة في ذلك :

- اكسيد الحديد اللون الاسود
- الكربون اللون الرصاصي او الاسود
- اكسيد التيتانيوم اللون الابيض
- اكسيد الكروم اللون الاخضر
- اكسيد الحديد الاحمر اللون الأحمر
- اكسيد الحديد الاصفر اللون الاصفر
- اكسيد الحديد البني اللون البني

2-2-3-6 اضافات اخرى:

يوجد العديد من الإضافات الاخرى التي تستخدم مع الخرسانة نذكر منها التالي:

- أضافات حقن الخرسانة.
- أضافات للمساعدة في ضخ الخرسانة.
- أضافات لمنع تكون الرطوبة بالخرسانة.
- أضافات لمنع تكون الفطريات والبكتريا على الاسطح الخرسانة للمنشآت المائية.
- أضافات لمنع التآكل او الصدأ في حديد التسليح.
- أضافات لتقليل التفاعل القلوي بين الركام والإسمنت.
- أضافات لتكوين الغازات داخل الخرسانة.
- أضافات لتحسين التماسك بين حديد التسليح والخرسانة.

الفصل الثالث

3 -التجارب المعملية

3-1 مقدمة

في هذا الفصل تم تناول اختبارات الاسمنت والرمل والحصي حسب المدونة البريطانية ضمن الحدود المسموح بها، لمعرفة مدي صلاحية المواد المستخدمة لإعطاء مقاومة عالية.

3-2 اختبار التحليل المنخلي للرمل:

تهدف هذه التجربة الي تعيين تدرج حبيبات التربة حتى مقياس الرمل الناعم، بطريقة النخل الجاف بحيث تمرر عينة التربة خلال مجموعة مناخل قياسية ثم توزن الكميات المتبقية على كل منخل.

طريقة العمل:

- تم وزن 2000g من الرمل.
- وضعت الكمية الموزونة في الغرابيل (4.75, 150mm, 300mm, 600mm, 1.18, 2.36, 75mm).
- تم وزن الرمل المحجوز على غربال.
- تم حساب النسبة المئوية للرمل المحجوز والنسبة المئوية للرمل على كل منخل من المناخل الموجودة.

- يمكن توضيح التدرج الحبيبي للرمل بيانيا بواسطة منحني احداثياته الراسية المئوية المار من الغربال واحداثياته الافقية منحي لوغاريثمي تمثل فتحات الغرابيل.

3-3 تجارب الركام الخشن:

3-3-1 التدرج الحبيبي للركام الخشن:

تهدف هذه التجربة لتعيين تدرج حبيبات الركام.

- **الاجهزة المستخدمة:**

- مجموعة من المناخل لكل من الركام الخشن والناعم.
- ميزان ب دقة1جم.
- جاروف.
- صندوق تقسيم العينة الي نصفين.
- هزاز الى.
- فرشة سلك.

- **طريقة اجراء التجربة:**

- تم وزن 2000 جرام من الحصى.
- وضعت الكمية الموزونة في الغرابيل (37.5, 25, 19, 12.5, 9.5, 4.75).
- تم وزن الحصى المحجوز على كل غربال.
- تم حساب النسبة المئوية المحجوز والنسبة المئوية للحصي المار على كل منخل من المناخل الموجودة.

- يمكن توضيح التدرج الحبيبي للحصي بيانيا بواسطة منحني احداثياته الراسية المئوية المارة من الغربال واحداثياته الافقية منحني لوغاريثمي تمثل فتحات الغرابيل.

3-3-2 اختبار الوزن النوعي للركام الخشن:

يتم اجراء اختبار الوزن النوعي للركام لقياس قوة أو جودة المادة بينما يحدد اختبار امتصاص الماء قدرة الاحتفاظ بالماء للركام الخشن والناعم ، تلعب هاتان المعلمتان أو خاصية الركام دورا مهما في تصميم مزيج الخرسانة.

- **الاجهزة:**
  - ميزان حساس
  - اناء أسطواني
- **طريقة اجراء الاختبار:**
  - تم وزن الاناء وهو فارغ (W1).
  - تم اخذ عينة معلومة من الركام ووضعت ف الاناء ووزنة وليكن(W2).
  - تم اضاف الماء الي الاناء المملوء بالركام ووزنة وليكن (W3).
  - ملاء الاناء بالماء فقط ووزنة وليكن (W4).

➢ **الحسابات:**

- يحسب الوزن النوعي للركام بالمعادلة التالية:

$$SG = \frac{W2 - W1}{(W4 - W1) - (W3 - W2)}$$

SG: الوزن النوعي

3-4 تجارب الاسمنت:

3-4-1 تحديد كمية اللازمة لتشكيل خلطة اسمنتية ذات قوام قياسي:

➢ الغرض:

تحديد كمية الماء اللازمة لتشكيل عجينة قياسية من الاسمنت القوام القياسي .

➢ الاجهزة المستخدمة:

- جهاز فيكات.
- ميزان حساس 1جم.
- لوح غير مسامي من الزجاج.
- مسطرين.
- اسطوانة مدرجة لتحديد كمية الماء.
- ساعة ايقاف.
- سكينة مستطيلة لتسوية العجينة.

➢ **الخطوات:**

- تم أخذ عينة من الاسمنت تزن 400g .
- تم اخذ كمية من الماء تزن %(33-26) من وزن الاسمنت.
- قمنا بإضافة الماء للإسمنت، يدويا جيدا لمدة 5 دقائق.
- وضعنا العينة في جهاز فيكات وتم قطعها بالسكين قطعا متساوية بحافه الاناء بواسطة السكين.
- تم غرزها بواسطة ابره القوام لمدة 30 ثانية تحت تأثير وزن الجهاز بعد ملامسة الابرة للعينة.
- ثم تم قراء المدرج وتكون العجينة القياسية عندما قراءة المدرج 10 ملم.
- تزيد هذه العملية من اضافة الماء حتى الغرز عند 15 دقيقة حتى لا يدخل في زمن الشك الابتدائي.
- حساب الزمن من زمن اضافة الماء للعينة.

3-4-2 تحديد زمن الشك الابتدائي والنهائي للإسمنت:

- **الغرض من التجربة:**
  - تحديد زمن الشك الابتدائي.
  - تحديد زمن الشك النهائي.
- **الاجهزة والمعدات:**
  - جهاز فيكات.
  - ساعة ايقاف.
  - ميزان بدقة 1جم.

- ابرة لقراء زمن الشك الابتدائي.
- اسطوانة مدرجة لتحديد الماء.
- ابرة براس دائري لقراءة زمن الشك النهائي.

➢ **الخطوات:**

- يحضر 400g من الاسمنت ويضاف اليها ماء بنفس النسبة المئوية التي تم تحديدها في اختبار القوام لتشكيل عجينة من الاسمنت مع تشغيل ساعة الايقاف عند اضافة الماء للإسمنت.
- يخلط الاسمنت مع الماء جيدا لمدة 4 دقائق ثم يوضع العجينة لتملا قالب جهاز فيكات ويسوي السطح.
- يوضع قالب جهاز فيكات والموضوع فوق اللوح الزجاجي تحت الطرف الاسطواني والذي تتدلي منة ابرة فيكات لتحديد زمن الشك الابتدائي ثم يدلي طرف الابرة حتى تلامس سطح العجينة ببطء ثم تترك لتهبط تحت تأثير الوزن الكلي للطرف الاسطواني وتؤخذ قراءة التدرج امام العلامة الافقية على الاسطوانة فتدل علي بعد طرف الابرة من القاع.
- تترك العجينة فترة ثم يحرك القالب قليلا حتى لا تهبط الابرة في نقطة واحدة أكثر من مره وتعاد عملية نفاذ الابرة في عجينة الإسمنت.
- تكرر التجربة عدة مرات حتى تصل الي اللحظة التي يبعد فيها طرف ابرة الجهاز الي بعد mm (4-7) من قاع القالب.
- يسجل الزمن المبين بساعة الايقاف فيكون هو زمن الشك الابتدائي.

- تستبدل ابرة الشك الابتدائي بالإبرة الدائرية لتحديد زمن الشك النهائي وتدلي الاسطوانة لتلامس سطح العجينة ببطء وتترك تسقط تحت تأثير وزنها فيظهر اثر دائري بمركز أثر دائري بمركز أثر الابرة.
- تكرر هذه الطريقة عدة مرات حتى يختفي الاثر الدائري للإبرة وتصبح نقطة وعندها يسجل الزمن المبين بساعة الايقاف فيكون هو زمن الشك النهائي.

3-5 اختبارات الخرسانة:

3-5-1 اختبار الهبوط:

- **الغرض:**

تحديد قوام الخلطة الخرسانية بتعين مدى هبوطها بعد تشكيلها على هيئة مخروط ناقص وذلك اما في المعمل او في مواقي التنفيذ. وذلك للتأكد من نسب مكونات الخلطة الخرسانية حيث ان اي تغيير في نسبة الاسمنت او كمية الماء او كمية الركام والماء يؤثر في قيم الهبوط ويعتبر هذا الاختبار من ابسط وأفضل الوسائل لضبط الجودة في محطات الخلط ومواقع التنفيذ.

- **الاجهزة:**

- الاختبار: عبارة عن مخروط ناقص ومصنوع من معدن متين بسمك 1.5ملم على الاقل مفتوح من اعلى واسفل قطر فتحتها العلياء 10سم والسفلى20سم وارتفاعه 30سم .
- قالب قضيب الدمك: وهو سيخ من الصلب بقطر 15ملم وطول60سم .

➢ **خطوات الاختبار:**

- نظف السطح الداخلي للقالب بحيث لا توجد فيه اي مياه عالقة او اثار خرسانية.
- وضع القالب على سطح افقي املس غير منفذ للماء على ان يثبت جيداً.
- ملأ القالب على ثلاث طبقات ارتفاع كل منها يساوي ثلث ارتفاع القالب تقريبا على ان تدمك كل طبقة بواسطة قضيب الدمك 25مرة موزعة تقريبا على السطح وبشرط ان ينفذ القضيب الى الطبقة التي تحتها.
- بعد الانتهاء من دمك الطبقة العليا للقالب يساوي سطحها مع حافة القالب.
- رفع القلب بعد ملئه مباشرة في اتجاه راسي وببطء وعناية.
- يتم توصيف القوام اما جاف او صلب او لدن او مبتل او رخو وذلك طبقا لقيمة الهبوط.
- تم قياس مقدار الهبوط بعد رفع القالب مباشرة وهو الفرق بين ارتفاع القالب وارتفاع مركز عينة الخرسانة الطازجة كما بالشكل (3-1).

الشكل (3-1) يوضح كيفية قياس الهبوط

3-5-2 صب ومعالجة وكسر المكعبات الخرسانية:

والهدف الاساسي منها هو معرفة تحمل الخلطة للضغط الذي تتعرض له الخرسانة في المواقع.

- **المعدات:**

- مكعبات صب الخرسانة.
- قضيب شك.
- حوض ماء لمعالجة المكعبات.
- خلاط كهربائي.
- مسطرين.

- **خطوات التجربة:**

- تم تحديد نسب المواد كما موضح في الجدول (3-1).
- وضعت كل المواد في الخلاط لمدة 5 دقائق حتى تخلط جيدا.
- تم طلاء القالب من الداخل بطبقة خفيفة من الدهن المعدني وذلك لغرض منع تولد ترابط بين القالب والخرسانة.
- تم صب الخرسانة في المكعبات القياسية وتم دمكها بقضيب الدمك على ثلاث طبقات ب 35 ضربة.
- تسوية المكعبات ويكتب عليها تاريخ الصب والمقاومة.

- تم فك مكعبات (الخلطة المرجعية وتعجل الشك وقابلية التشغيل + مؤخر للشك) من القالب بعد 24 ساعة حسب المواصفات.
- تم فك مكعبات (مؤخر الشك) بعد 3 ايام من صبها.
- وضعت في حوض المعالجة لمدة (7day – 21day – 28day).
- بعد استخراج العينة تم قياس وزنها، وقياس ابعادها بحيث تزيد او تنقص 2 ملم.
- تم وضعها في ماكينة الكسر وتم تسجل مقاومة الضغط.

الجدول (3–1) يوضح نسب المواد المستخدمة في الخلط.

للمتر المكعب		**المعمل (6 مكعبات)**	
الوصف	**الكميات**	**الوصف**	**الكميات**
وزن الاسمنت	390Kg per m3	وزن الاسمنت	11.7 m3
وزن الركام الخشن	1113Kg per m3	وزن الركام الخشن	33.4 m3
وزن الركام الناعم	742Kg per m3	وزن الركام الناعم	22.26 m3
وزن الماء	195Liter per m3	وزن الماء	5.8 liter
وزن المواد المضافة	4Liter per m3	وزن المواد المضافة	120 mli liter

الفصل الرابع

4- نتائج التجارب المعملية

4-1المقدمة:

في هذا الباب تم استعراض النتائج من اختبارات المواد واختبار الهبوط من الخرسانة الطازجة واختبارات مقاومة الضغط على الخرسانة ومعرفة تأثير الملدنات في الخرسانة علي قابلية التشغيل وتأخير الشك وتعجيل الشك ومقاومة الضغط.

4-2 نتائج اختبارات التدرج الحبيبي للرمل:

جدول رقم (4-1) يوضح نتائج الاختبار المعملية التي اجريت علي الركام الناعم

نسبة المار	المار	الأوزان التراكمية	الأوزان المتبقية	اقطار المناخل
97.2	1.943	0.057	0.057	4.75
92.7	1.853	0.147	0.090	2.36
73.4	1.468	0.532	0.385	1.18
49.7	0.993	1.007	0.475	0.600
7.9	0.159	1.841	0.834	0.300
3.7	0.074	1.926	0.085	0.150
0.9	0.019	1.981	0.055	0.075
	0	2.000	0.019	Pan

4-3 نتائج اختبارات الركام الخشن:

4-3-1 نتائج التدرج الحبيبي للركام الخشن :

جدول رقم (4-2) يوضح نتائج اختبار التدرج الحبيبي للحصي

نسبة الناعم	المار	الأوزان التراكمية	الأوزان المتبقية	الاقطار
100	2.000	0	0	37.5
100	2.000	0	0	25
89.6	1.793	0.207	0.207	19
33.7	0.675	1.325	1.118	12.5
13.9	0.278	1.722	0.397	9.5
0.35	0.006	1.994	0.272	4.75
	0	2.000	0.006	Pan

المقاس الاعتباري للركام الكبير (الحصي) هو 20mm

4-3-2 نتائج اختبار الوزن النوعي للركام:

- **النتائج:**

الأوزان	القيمة
W1	0.456
W2	0.924
W3	1.710
W4	1.413

$$SG = \frac{(0.924 - 0.456)}{(1.413 - 0.456) - (1.710 - 0.924)} = 2.7$$

4-4 نتائج اختبارات الاسمنت:

4-4-1 نتائج اختبار القوام لعجينة الاسمنت :

جدول رقم (4-3) يوضح نتائج اختبار القوام القياسي للإسمنت

كمية الماء المضاف	قراءة الجهاز	نسبة الماء المضاف
128	**5**	%32

وجد ان القوام للإسمنت للحصول علي عجينه ذات قوام قياسي هي 32% ماء لكل 400g اسمنت.

4-4-2 نتائج اختبار تعيين زمن الشك الابتدائي والنهائي للإسمنت:

الجدول (4-4) يوضح نتائج زمن الشك الابتدائي والنهائي للإسمنت:

زمن بداية التجربة	كمية الماء المضاف	كمية الاسمنت	زمن الشك الابتدائي	زمن الشك النهائي
10:00	128	400	11:37 87min	2:15 255min

زمن الشك الابتدائي هو 87min يجب أن لا يقل عن 45 دقيقة (مطابقة للمواصفات).

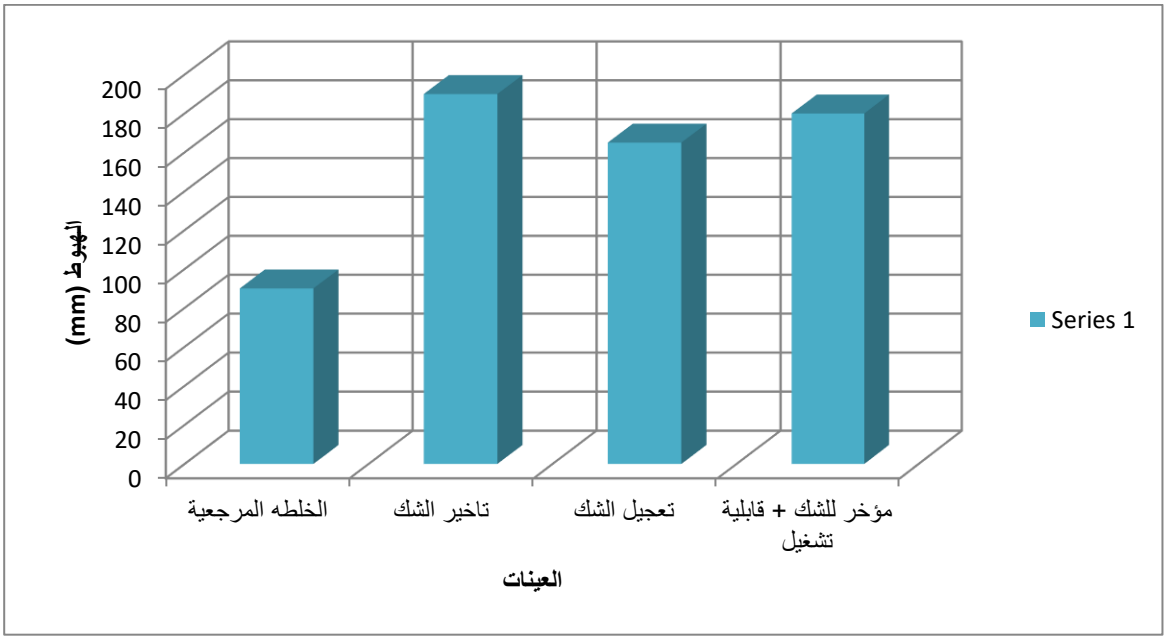
زمن الشك النهائي هو 255min يجب أن لا يتعدى 10 ساعات (مطابقة للمواصفات).

4-5 نتائج اختبارات الخرسانة:

4-5-1 نتائج اختبار الخرسانة الطازجة:

جدول رقم (4-5) يوضح نتائج اختبار الهبوط

Sample العينة	Slump mm الهبوط
بدون اضافات	90
مؤخر للشك ADT	190
معجل للشك 901	165
مؤخر للشك + قابلية تشغيل SR25	180



الشكل (4-1) يوضح نتائج الهبوط

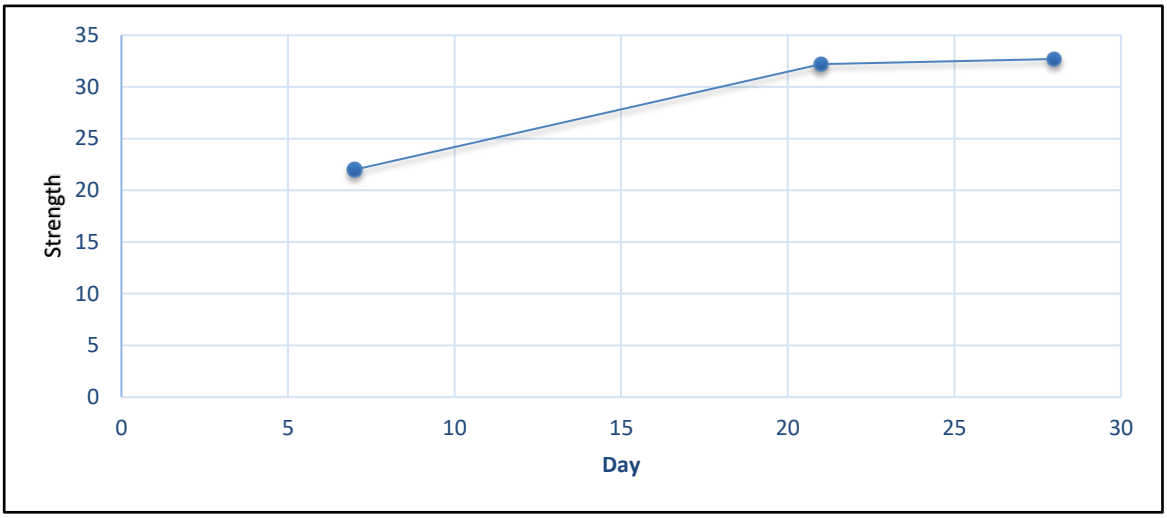
4-5-2 نتائج اختبارات الخرسانة المتصلدة:

4-5-2-1 نتائج اختبار خلطة خاليه من مضاف:

الخلطة خالية من مضاف وتم صب 9 مكعبات واعطيت اعلي مقاومة في عمر 28 يوم Mpa (32.7) وهبوط مقداره mm(90) .

جدول رقم (4-6) يوضح نتائج اختبارات للمقاومة لخلطة خالية من مضاف

Age Days	Slump	Dimension Mm	Weight in grams	Load in kN	Strength N/mm2	AV
7Days	90	150*150*150	8329	482.1	21.4	22.0
		150*150*150	8429	530.2	23.4	
		150*150*150	8263	480.4	21.2	
21Days		150*150*150	8362	741.8	33.0	32.2
		150*150*150	8407	715.5	31.8	
		150*150*150	8311	717.1	31.9	
28Days		150*1508150	8269	770.0	34.0	32.7
		150*150*150	8332	725.2	32.0	
		150*150*150	8287	724.0	32.2	



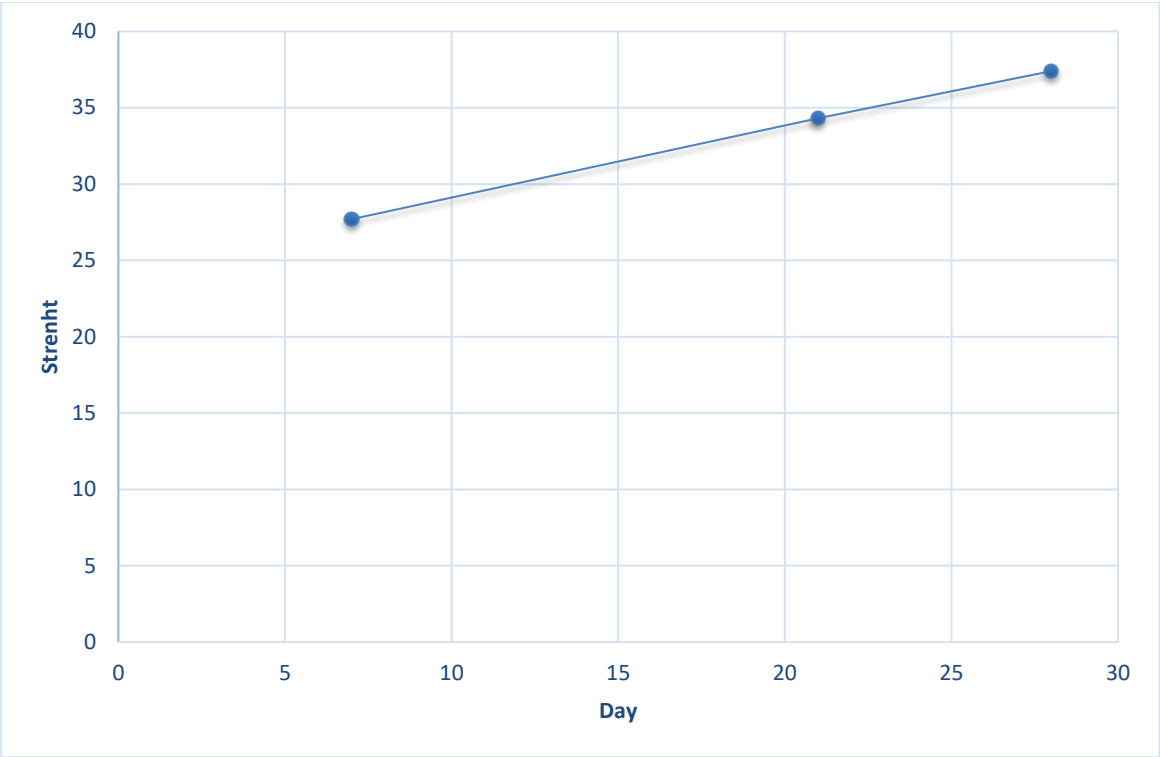
الشكل(4-2) يوضح تأثير مقاومة الضغط خلال الفترات الزمنية (7,21,28 day) للخلطة المرجعية

4-5-2-2 نتائج اختبار اضافات تعجيل الشك (سيكا فروجاد) علي مقاومة الضغط :-

صممت باستخدام المضاف وتم صب 9 مكعبات واعطيت اعلي مقاومة في عمر 28 يوم (37.4)Mpa وهبوط مقداره (165)mm .

جدول (4–7) يوضح نتائج مقاومة الضغط للمضاف 901

Age Days	Slump	Dimension mm	Weight In grams	Load in kN	Strength N/mm2	AV
7Days	165	150*150*150	8214	617.3	27.4	27.5
		150*150*150	8323	613.1	27.3	
		150*150*150	8298	684.6	28.0	
21Days		150*150*150	8426	760.1	33.8	34.3
		150*150*150	8407	771.5	34.3	
		150*150*150	8396	788.2	35.0	
28Days		150*1508150	8342	844.6	37.5	37.4
		150*150*150	8426	835.2	37.1	
		150*150*150	8376	849.1	37.7	



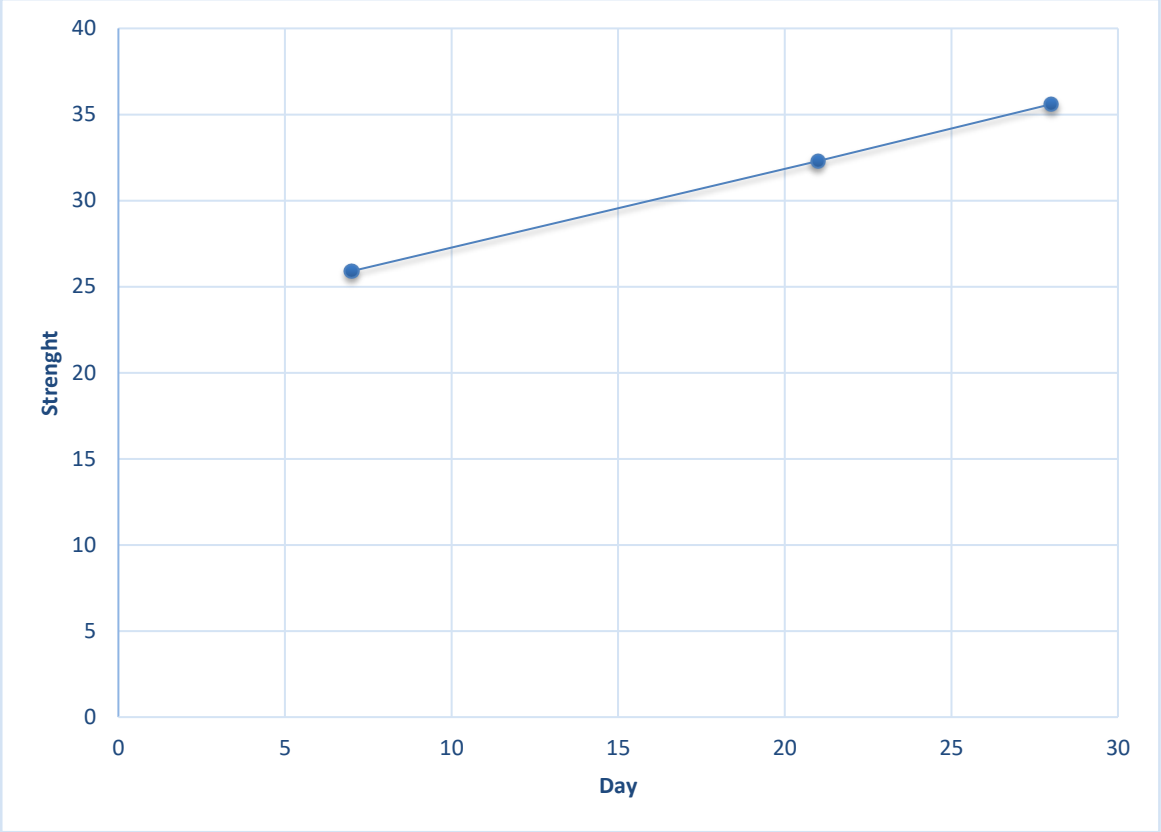
الشكل (4-3) يوضح تأثير 901 علي مقاومة الضغط خلال الفترات الزمنية(7, 21, 28 day)

4-5-2-3 نتائج اختبار اضافات مؤخر للشك وقابلية التشغيل (سيكا ريتادول) علي مقاومة الضغط:

صممت الخلطة باستخدام المضاف SR25 وتم صب 9 مكعبات واعطيت اعلي مقاومة في عمر 28 يوم (35.6)Mpa وهبوط مقداره (180)mm .

جدول (4-8) يوضح قيم مقاومة الضغط للمضاف SR25

Age Days	Slump	Dimension mm	Weight In grams	Load in kN	Strength N/mm2	AV
7Days	180	150*150*150	8264	606.2	26.9	25.9
		150*150*150	8214	605.5	26.8	
		150*150*150	8321	544.4	24.2	
21Days		150*150*150	8272	742.0	33.0	32.3
		150*150*150	8302	726.6	32.2	
		150*150*150	8276	716.5	31.8	
28Days		150*1508150	8341	787.8	35.0	35.6
		150*150*150	8331	816.2	36.1	
		150*150*150	8298	805.0	35.8	



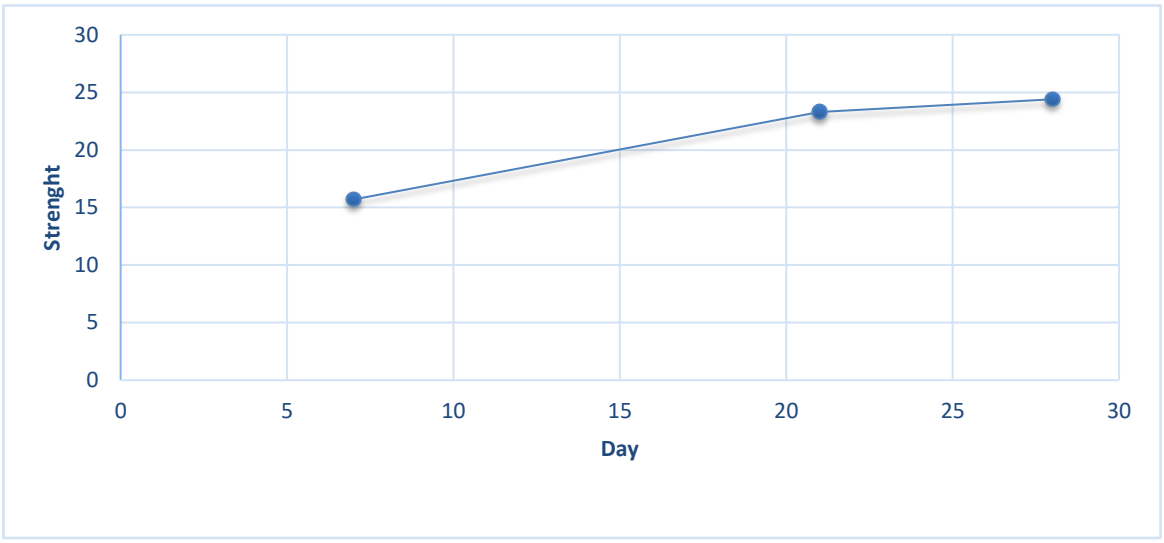
الشكل (4-4) يوضح تأثير SR 25 علي مقاومة الضغط خلال فترات زمنية (7, 21, 28 day)

4-2-5-4 نتائج اختبار تأثير اضافات تأخير الشك (ADT) علي مقاومة الضغط:

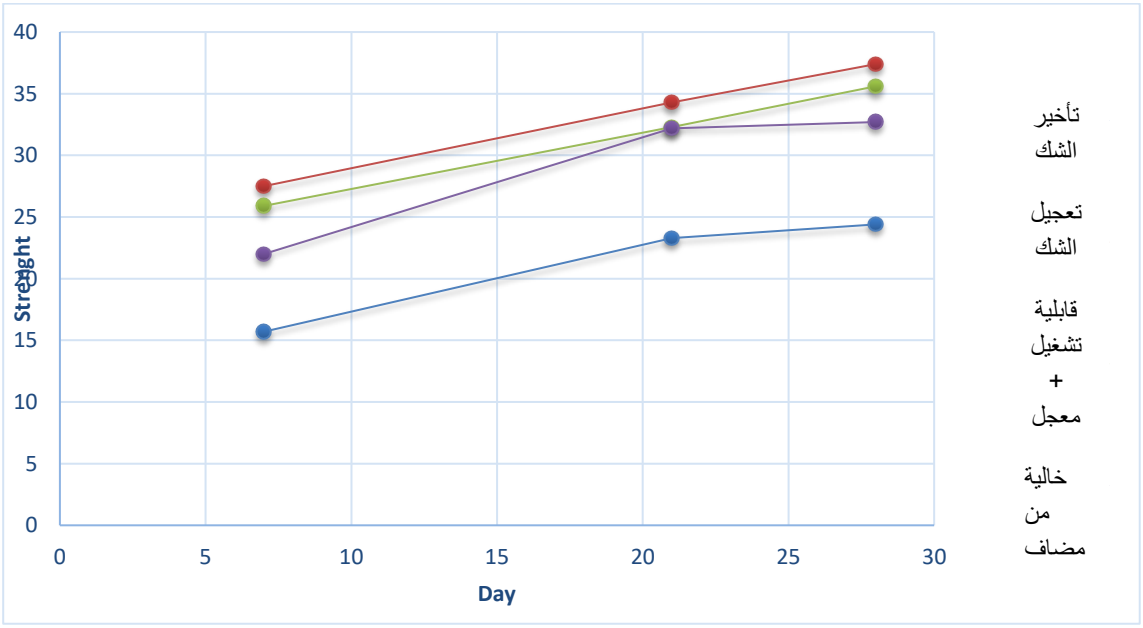
صممت الخلطة باستخدام المضاف ADT وتم صب 9 مكعبات واعطيت اعلي مقاومة في عمر 28 يوم (24.4)Mpa وهبوط مقداره (190)mm .

جدول (4-9) يوضح قيم مقاومة الضغط للمضاف ADT

Age Days	Slump	Dimension mm	Weight In grams	Load in KN	Strength N/mm2	AV
7Days	190	150*150*150	8039	351.8	15.6	15.7
		150*150*150	8044	282.4	12.5	
		150*150*150	8154	427.5	19.0	
21Days		150*150*150	8264	542.1	24.1	23.3
		150*150*150	8213	530.7	23.6	
		150*150*150	8315	504.0	22.4	
28Days		150*1508150	8240	532.8	23.7	24.4
		150*150*150	8167	565.7	25.1	
		150*150*150	8124	551.2	24.5	



الشكل (4–5) يوضح تأثير ADTعلى مقاومة الضغط خلال فترات زمنية (7,21,28 day)



الشكل (4–6) يوضح تأثير الاضافات المختلفة والخلطة المرجعية علي مقاومة الضغط خلال الفترات الزمنية (7,21,28 day)

الفصل الخامس

الخلاصة والتوصيات

5-1 : الخلاصة :

من خلال النتائج التي تم عرضها ومناقشتها تم التوصل الي:

- وجد أن زيادة قابلية التشغيل للخرسانة تتم باستخدام الاضافات، ولكن الجرعات العالية من الاضافات قد تؤدي الي اضعاف خواص الخرسانة.
- يمكن التحكم بزمن الشك باستخدام الاضافات ولقد لوحظ ان الخرسانة المحتوية علي مادة (ADT) تؤخر زمن الشك بمعدل اعلي مما يعني الاحتفاظ بقابلية التشغيل لمدة اطول ونقل الخرسانات الجاهزة لمسافات اطول.
- الاستعمال الاساسي لإضافات يتمثل في تحسين قابلية التشغيل وزيادة زمن الشك أو تقليل زمن الشك بالإضافة لتحسين بعض الخواص الاخرى مثل مقاومة الضغط او انتاج نوع من الخرسانة بخواص اخرى كالخرسانة الفراغية.
- وجد ان استخدام مادة (ADT) بالنسبة المنصوص عليها من قبل المصنع تودي الي تقليل مقاومة الخرسانة وكانت المقاومة بعد 28 يوم 24.4N/mm.

5-2: التوصيات:

على ضوء ما جاء في هذه الدراسة تم اقتراح بعض التوصيات:

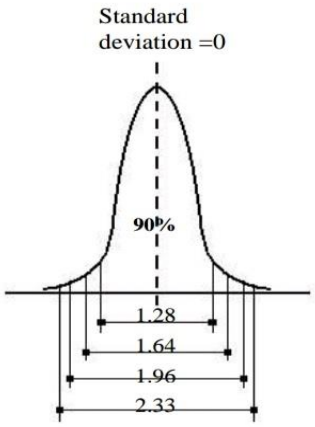
- اجراء دراسة متكاملة على الانواع الأخرى من الاضافات التي لم تستعمل في هذا البحث.
- استخدام الاضافات الطبيعية ومقارنتها مع الاضافات الصناعية.
- اجراء عدد اكبر من العينات للحصول علي نتائج دقيقه.
- عمل خلطات اخرى مع استخدام اضافات معينة مع تخفيض نسبة الماء الى الاسمنت لمعرفة مدى تأثير ذلك على خواص الخرسانة.
- استخدام الاضافات بنسب مختلفة للحصول علي مقاومات مختلفة واختيار الانسب

المراجع:

- محمود امام "تقنية الخرسانة الخواص، الجودة والاختبارات" جامعة المنصورة، مصر 2002م .
- محمد اسماعيل عمر، الاضافات، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع القاهرة 2004م.
- احمد العريان تكنولوجيا الخرسانة؛ عالم الكتب – القاهرة 1975م.
- عبد الكريم عطا – احمد علي العريان؛ تكنولوجيا الخرسانة – الجزء الاول عالم الكتب – القاهر 1967م.
- ويكبيديا، الشبكة العنكبوتية (الانترنت).
- إمام محمود – تكنلوجيا الخرسانة –جامعة المنصورة _1986م

Table (0) multiples of standard deviation for deferent defective rates

Defective rate %	K
10	1.28
5	1.64
2.5	1.96
1	2.33



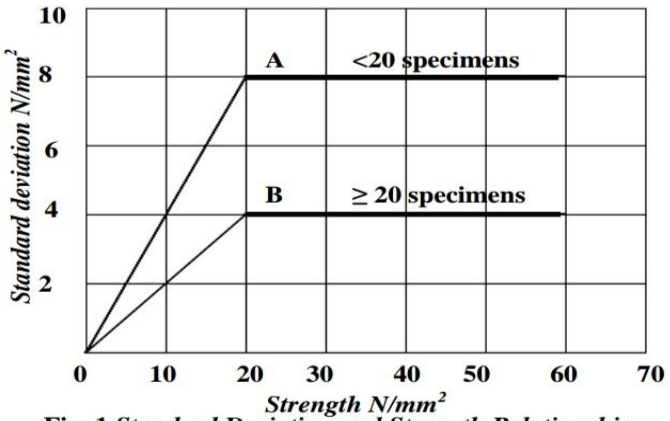


Fig. 1 ***Standard Deviation and Strength Relationship***

Table 1 approximate Compressive Strength of concrete Made with a Free Water/Cement Ratio 0f 0.5 According to the 1988 British Method

Type of cement	Type of coarse aggregate	Compressive strength* MPa at the age of days			
		3	7	28	91
OPC type I	**uncrushed**	22	30	42	49
SRPC type V	**crushed**	27	36	49	56
RHPC type	**uncrushed**	29	37	48	54
III	**crushed**	34	43	55	61

♣ Measured on cubes

Table 2 Approximate free water Contents Required to Give Various Levels of Workability According to the 1988 British Method

Aggregate		Water content kg/m^3				
Max size (mm)	**Type**	**Slump mm**	**0-10**	**10-30**	**30-60**	**60-180**
		Vebe time s	**>12**	**6-12**	**3-6**	**0-3**
10	**uncrushed**		150	180	205	225
	crushed		180	205	230	250
20	**uncrushed**		135	160	180	195
	crushed		170	190	210	225
40	**uncrushed**		115	140	160	175
	crushed		155	175	190	205

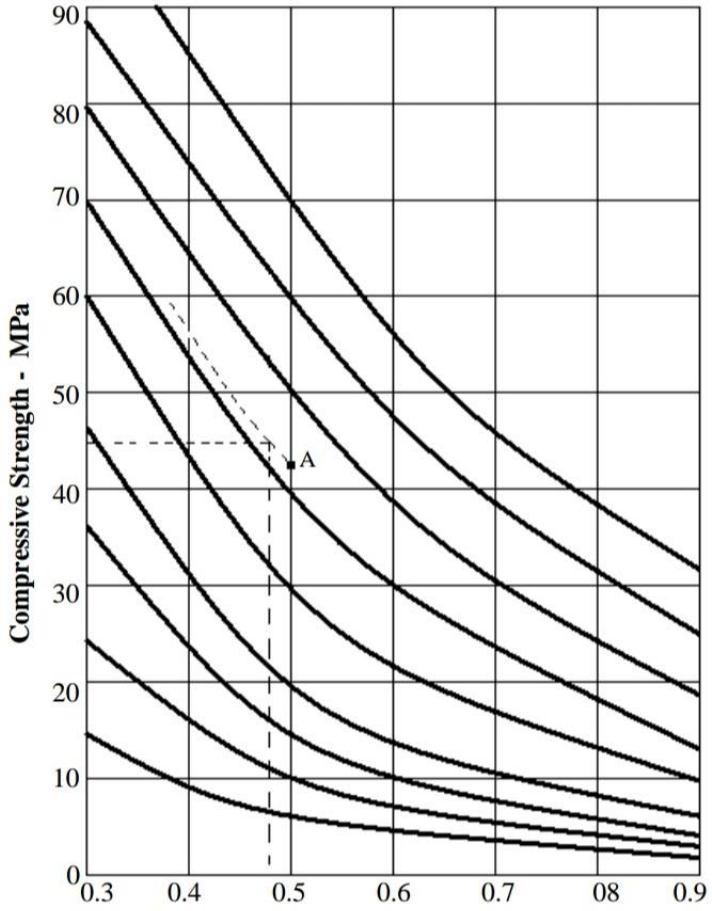


Fig. 2 Relation between compressive strength and free water/cement ratio

for use in the British mix selection method.

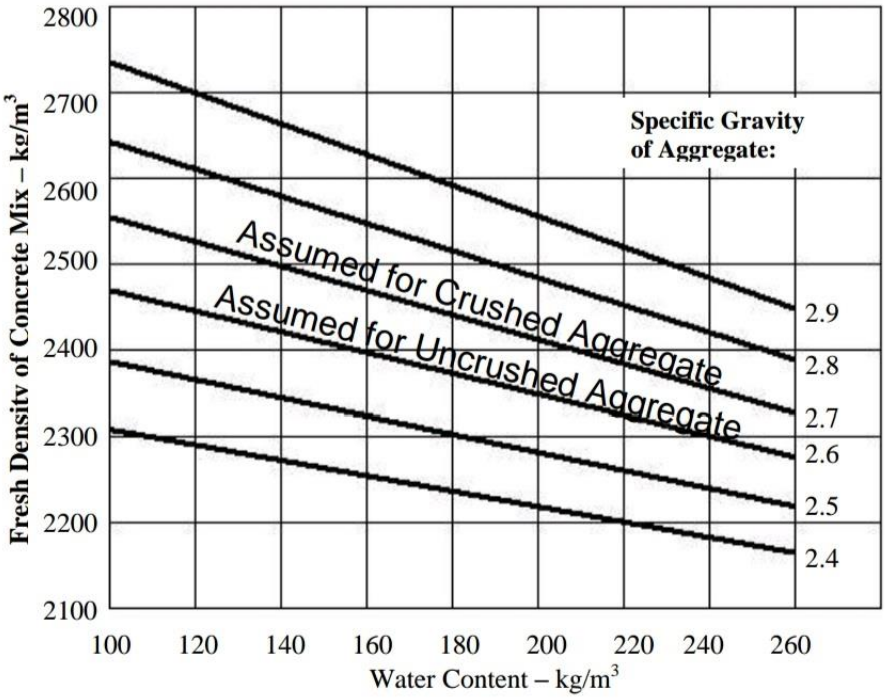
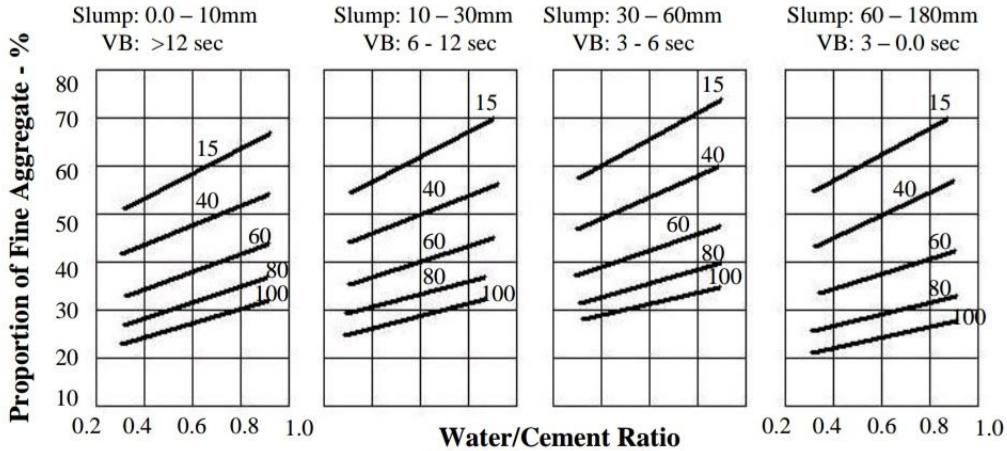
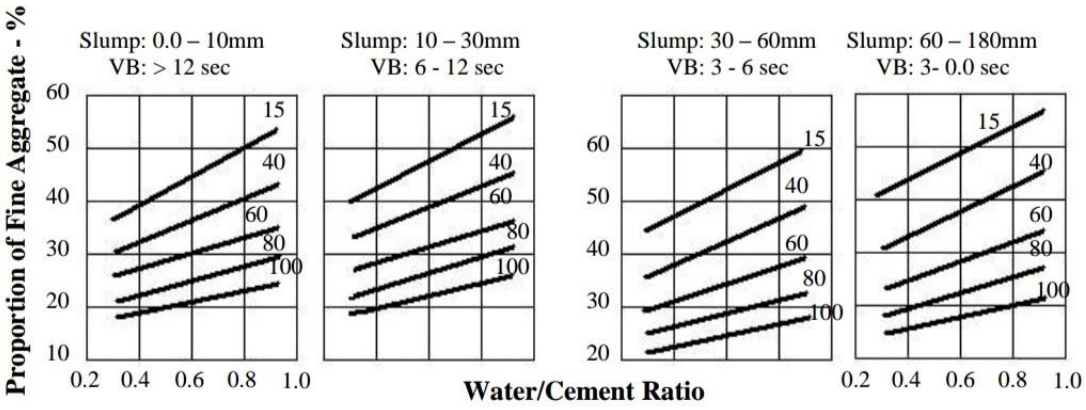


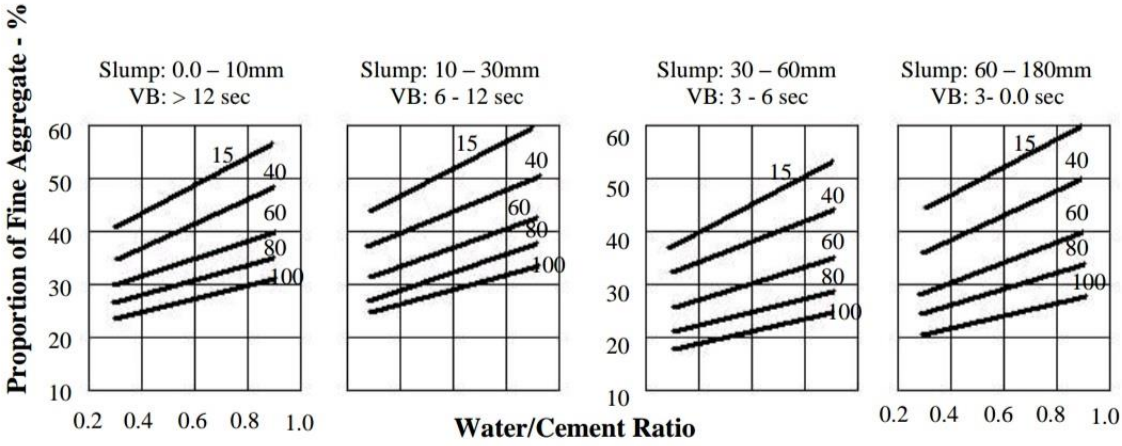
Fig 3 Estimated wet density for fully compacted concrete
(Specific gravity is given for saturated and surface-dry aggregate)



(a) Maximum size 10mm



(b)Maximum size 20mm



(c)Maximum size 40mm

Fig. 4 Recommended proportion of fine aggregate (expressed as % of total aggregate) as a function of free water/cement ratio for various workabilities and maximum sizes (numbers refer to percentage of fine aggregate passing 600μm sieve)

بسم الله الرَّحمن الرَّحيم

Table 1 Concrete mix design form

Stage	Item	Reference & Calculation	Values
1	1.1 Characteristic strength	specified	30 N/mm² at 28 days
			Proportion defective 5 %
	1.2 Standard deviation	Fig.1	8 N/mm² or no data N/mm²
	1.3 Margin	C1	(K= 1.64 x 8 = 13.12 N/mm²
	1.4 Target mean strength	C2	30 + 13.12 = 43.12 N/mm2
	1.5 Cement Type	specified	OPC/SRPC/RHPC
	1.6 Aggregate Type: coarse		uncrushed
	: fine		
	1.7 Free-water/cement ratio	Table 1 & Fig 2	0.49 ..- Use the lower value
	1.8 Max free-water/cement ratio	specified	0.5
2	2.1 Slump or V-B	specified	slump 60 - 180 mm or V-B s
	2.2 Max. aggregate size	specified	20 mm
	2.3 Free-water content	Table 2	195 kg/m³
3	3.1 Cement Content	C3	195 + 0.5 = 390 kg/m³
	3.2 Max. cement content	specified	550 kg/m³
	3.3 Min. cement content	specified	350 kg/m3 Use if grater than item3.1 and calculate item 3.4
	3.4 Modified free-water/cement ratio		195 + 350 = 0.5
4	4.1 Relative density of agg. (SSD)		2.7 known/assumed
	4.2 Concrete density	Fig. 3	2440 kg/m³
	4.3 Total agg. Content	C4	2440 - 390 - 195 = 1855 kg/m³
5	5.1 Grading of fine agg.	BS882	% passing 600µm 49.7
	5.2 Proportion of fine agg.	Fig.4	40 %
	5.3 Fine agg. Content	C5	1855 x 0.4 = 742 kg/m³
	5.4 Coarse agg. Content	C5	1855 - 742 = 1113 kg/m³

Quantities	Cement (kg)	Water (kg)	Fine Agg. (kg)	Course Agg. (kg)
Per m³ (*to nearest 5kg*)	390	195	742	1113
Per trail mix of ……m³	11.7	5.8	22.26	33.4

OPC: Ordinary Portland Cement; SRPC: Sulfate Resisting Portland Cement;
RHPC: Rapid Hardening Portland Cement.
Relative density = Specific gravity.
SSD: Saturated-Surface Dry

safia

بلدى

Retardar

GLOBUZ
8426
M+
MR
MC

MATEST

282.468 kN
12.554 Mpa
03/04/2000 03:14

Construction

Sika Retardol®-25

سيكا ريتاردول® -٢٥

إضافة للخرسانة
مؤخرة للشك

وصف المادة

إضافة سائلة للخرسانة متعددة الاستعمالات لتأخير زمن الشك وذلك لفترة طويلة ومتوسطة، ويطابق سيكا ريتاردول® -٢٥ المواصفات السويسرية.
SIA 162 (1989) and guide line A (1982) FSHBZ

الاستعمالات

يستعمل سيكا ريتاردول® - ٢٥ للخرسانة ذات الجودة العالية:
- حيث يتطلب التحكم بإطالة زمن الشك.
- لصبات الخرسانة كبيرة الحجم التي تشك في آن واحد.
- في تجنب وقفات الصب.
- عندما يتطلب سحب وجذب الخرسانة لمسافة طويلة.
- في ظروف الصب الصعبة.
- في درجات الحرارة المرتفعة.
- في الخرسانة التي تحتاج إعادة الدمك والهز.
- في حالة طلب اجهادات نهائية عالية للخرسانة مع ميزة اجهادات مبكرة عالية بعد الشك.

المميزات

- التحكم في إطالة زمن الشك.
- زيادة المقاومة والقوة.
- تقليل الزحف والانكماش.
- خالي من الكلوريدات ولا يتلف حديد التسليح.

المميزات المحددة لسيكا ريتاردول®- ٢٥ تتضح خصوصاً فى إنشاءات الكباري والجسور وإنشاءات المتطلبات الصناعية والمباني العالية ومحطات توليد القوى.

البيانات الفنية

النوع	فوسفات معدل Modified Phosphates
اللون/ الشكل	سائل أصفر
الكثافة (عند ٢٠°م)	١,١٠ ± ٠,٠٣ كجم / لتر

التعبئة

براميل ٢٠٠ كجم
متوفرة في عبوات تنكات عند الطلب

التخزين

يخزن في درجة حرارة بين +١°م إلى ٤٠°م بعيداً عن الصقيع والتعرض المباشر لأشعة الشمس.

الصلاحية

١٨ شهراً من تاريخ الإنتاج، إذا تم التخزين بالطريقة الصحيحة وفى عبوته الأصلية الغير مفتوحة.

التطبيق والاستخدام

الجرعة

٠,٣ إلى ٣ ٪ من وزن الأسمنت.
ومعدل تأخير زمن الشك الذي يتم الحصول علية يعتمد مباشرة على الجرعة، والذي يتأثر بـ : نوعية وعمر الأسمنت – الركام – نسبة الماء إلى الأسمنت - درجة الحرارة بالوسط المحيط – درجة حرارة الخرسانة الطازجة – محتوى الأسمنت، وفى كثير من الحالات ينصح بعمل تجارب للخلطات لمعرفة معدل الجرعة المطلوبة.
وسيكا ريتاردول®-٢٥ متوافق مع جميع أنواع الأسمنت البورتلاندى بما في ذلك S.R.C الأسمنت المقاوم للكبريتات.
سيكا ريتاردول®-٢٥ لا يجب استخدامه بالاشتراك مع الإضافة المانعة للتجمد Anti – Freeze .

التوزيع

يتم إضافة سيكا ريتاردول®-٢٥ في آن واحد مع المياه المعايرة في الخلاطة أو يضاف مخلوطاً مع المياه المعايرة. ومتوفر لدى شركة سيكا أجهزة التوزيع الدقيقة والأتوماتيكية للمادة.

BUILDING TRUST

Sika Ferrogard ®- 901 سيكا فروجارد ® - ٩٠١

وصف المادة

سيكا فروجارد®- ٩٠١ إضافة سائلة للخرسانة تعمل كواقى ومثبط لتأكل حديد التسليح فى الخرسانة . وبإستعمال سيكا فروجارد®- ٩٠١ يزيد العمر الأفتراضى لعناصر المنشآت المعرضة للهواء والعوامل الجوية .

الإستعمالات

سيكا فروجارد®- ٩٠١ مناسب للخرسانة المسلحة المعرضة لخطر التأكل وبخاصة التأكل الناتج عن الكلوريدات .

مجالات التطبيق :

- الطرق الخرسانية و الكبارى والأنفاق .
- الحوائط الساندة والمشروعات الصناعية .
- أسقف وأرضيات الجراجات متعددة الطوابق .

المميزات

- يعمل على حماية أسياخ حديد التسليح المدفونة فى الخرسانة من التأكل وخاصة من تأثير الكلوريدات .
- يقى الخرسانة من التأثير المدمر لتأكل حديد التسليح .
- ليس له أى تأثير على خواص الخرسانة الطازجة أو المتصلدة .
- يتكون سيكا فروجارد®- ٩٠١ من مواد عضوية ومواد غير عضوية مثبطة للتأكل .

التطبيق والإستخدام

الجرعة :

- الجرعة المرجحة : ١٢ كجم / م٣ خرسانة

الإستخدام :

- سيكا فروجارد®- ٩٠١ يمكن إضافته للماء المعاير أو يضاف فى نفس الوقت الى خلاطة الخرسانة كما يمكن أن يضاف مع الخرسانة فى عربة الخلط عند التفريغ . وفى هذه الحالة يجب مراعاة زيادة وقت الخلط بما لا يقل عن دقيقة واحدة لكل متر مكعب من الخرسانة . وقبل التفريغ يجب التأكد بالنظر الى الخرسانة للتأكد من تجانس القوام .

البيانات الفنية

اللـــون	سائل أخضر
الكثافة (٢٠°م)	١,٠٦ كجم / لتر
التعبئـــة	جراكن ٥ ، ٢٠ كجم - براميل ٢٠٠ كجم تنكات حسب الطلب
الصـــلاحية	١٢ شهر من تاريخ الانتاج فى العبوات الأصلية
التخزين	فى مكان جاف بعيداً عن التعرض المباشر لأشعة الشمس

تعليمات الأمان

- البيئة : لا تتخلص من المادة فى مجارى المياة أو التربة ، وإنما تخلص منها طبقاً للقوانين المحلية .
- إحتياطات الأمن : إذا حدث تلامس بالجلد فيجب الغسل فوراً بالماء والصابون وإذا حدث تلامس مع العين أو الأغشية المخاطية فيجب التخلف بالماء الدافىء وبإستشارة الطبيب دون تأخير .
- السمية : غير سام طبقاً لقواعد الصحة والأمان السائدة .
- النقل : لا خطورة فى نقله .

■ لمزيد من المعلومات يرجى الرجوع إلى النشرة الإنجليزية المفصلة و المكتب الفني

القاهـــرة : ت : ٢١٨٠٦٧٣٤ / ٠٢ فاكس : ٢١٨٠٦٦٣٧ / ٠٢
الإسكندرية : ت : ٤٢٤٤٦٠١ / ٠٣ فاكس : ٤٢٤٤٦٠٤ / ٠٣
الموقع الإلكترونى : egy.sika.com