دراسة تأثير استخدام الإضافات الصناعية (sp901) على خواص الخرسانة الطازجة والمتصلدة

بحث تكميلي لنيل درجه البكلاريوس الشرف في الهندسة المدنية

إعداد الطلاب:

فارس الريح عبدالرحمن

فداء عوض سعد الامين

موسى محمود محمد عبدالفضيل

نعيم عثمان عبيد الله نافع

كلية الهندسة

جامعة الشيخ عبدالله البدري

فبراير - 2023 م

بسم الله الرحمن الرحيم

يقول تعالي : (يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آَمَنُوا إِذَا قِيلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوا فِي الْمَجَالِسِ فَافْسَحُوا يَفْسَحِ اللهُ لَكُمْ وَإِذَا قِيلَ انْشُزُوا فَانْشُزُوا يَرْفَعِ اللهُ الَّذِينَ آَمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ)

صدق الله العظيم

من سورة المجادلة- آية (11)

الإهداء

إلي من سهروا من اجلنا ,وبذلوا الغالي والنفيس في سبيل رفعتنا ،إلي من يحده الشوق إلي ان يروا فينا انفسهم ,وان يجدوا منا ثمرة جهودهم ،إلي من اهدونا البسمة والأمل في هذه الحياه,فكانوا هم عنوان النجاح ونحن ثمرة الكفاح.

.....أباءنا وأمهاتنا.....

إلي من ينيرون دروب الحياة بالعلم والمعرفه ،إلي من كانوا مثالآ للتفاني والعطاء ،إلي من كانوا لنا شموعآ مضيئة تضئ دروب دروب طريقنا.

.....دكاترتنا الاجلاء واساتذتنا الاعزاء.....

إلي الجيل الافضل مهندسي المستقبل وصناع الغد الاجمل.

.....الزملاء والزميلات .....

إلي من نشأنا علي ترابها الي من اكتنفتنا بحبها وحنانها الي من احتضنتنا في فؤاها الي من رخص نفوسنا لفائها وتتطلع ارواحنا لرقيها.

.....يمننا وفلسطيننا الحبيبين وسوداننا الغالي.....

الشكر والعرفان

الشكر من قبل ومن بعد الي الله سبحانه وتعالي

جميل من الإنسان أن يكون شمعة ينير دروب الحائرين ،ويأخذ بأيديهم ليقودهم الي بر الأمان متجاوزآ بهم امواج الفشل والقصور .

بكل االحب والوفاء وبارق كلمات الشكر والثناء ،ومن قلوب ملؤها الإحترام نتقدم بالشكر الخاص جدآ الي الأستاذه :

أ/ زينب مصطفي سليمان محمد

علي اعطائها المتميز إحترامها والذي كان عونآ لنا في إخراج هذا المشروع الي النور ولما قدمته لنا إذ لم تدخر جهد ولا علم إلا ابدته لصاح هذا المشروع. سائلين الله تعالي أن يخلف عليها خيرآ في الدنيا والأخرة .

كما نشكر أيضآ الأساتذه :

د/ عبدالقادر الزين

أ/ عبدالرحمن محمد عباس

أ/ علم الدين هاشم

كما نشكر ونقدر :

شركة الميمون للخرسانة الجاهزة

المستخلص

تناولت الدراسة تأثير إضافة (sp901) للخرسانة من حيث المقاومة من خلال اختبار الضغط بإستخدام جهاز الكسر وإختبار النفاذية .

تم تصميم خلطة مرجعية وفق الطريقة البريطانية لتعطي مقاومة(30Mpa) بنسب وزن (الاسمنت 370 كجم/م3،الماء 180كجم/م3، الركام الناعم 622 كجم/م3 ،الركام الخشن 1830كجم/م3) وذلك بصب مكعبات خرسانية بأبعاد (15*15*15) بعد 9 مكعبات وتم معالجة المكعبات بغمرها في الماء.

تم تصميم مجموعة من الخلطات الخرسانية بإستخدام المضاف الصناعية وهو الملدن الفائق (sp901) بنسب (0.5%-1%-1.5%-2%) من وزن الأسمنت مع تثبيت نسبة الماء والأسمنت وايضا عمل خلطتين بتخفيض نسبة الماء والأسمنت بنسبة (10%-15%) .اي تم عمل (7) خلطات بعدد 63 مكعب.

وتم عمل اختبار الهبوط لكل خلطة وتم إجراء إختبار مقاومة الضغط لكل خلطة والذي تمت منه عملية المقارنة فيها بين النتائج .

كما اوضحت النتائج أن كلما زادت نسبة إضافة (sp901) للخلطة زاد قيمة الهبوط .

كما اوضحت التجارب لنسب (0.5%-1%-1.5%-2%) ان تم الحصول علي اكبر مقاومة في خلطة (0.5%) في 7يوم و28 يوم وبناء علي ذلك تم اعتماد خلطة (0.5%) كخلطة مرجعية وتم تخفيض الخلطة بنسب (10%-15%) من نسبة الماء والأسمنت واوضحت التجربة في حالة التخفيض بنسبة (15%) واعطت اعلي مقاومة من نسبة التخفيض (10%) في 7 يوم و28 .

Abstract

I dealt with laboratory experiments to study the effect of adding (sp901) to concrete in terms of strength through pressure testing using the fracture device and the permeability test.

A reference mixture was designed according to the British method to give strength (30Mpa) with weight ratios (cement 370 kg/m3, water 180 kg/m3, fine aggregate 622 kg/m3, coarse aggregate 1830 kg/m3) by pouring concrete cubes with dimensions (15 * 15 * 15) after 9 cubes, and the cubes were treated by immersion In the water .

A group of concrete mixtures was designed using the industrial additive, which is the superplasticizers (sp901) in proportions (0.5%-1%-1.5%-2%) of the cement weight with fixing the water and cement ratio, and also making two mixtures by reducing the water and cement ratio by (10-15%). %). That is, (7) mixtures of 63 cubes were mad.

A slump test was carried out for each mixture, and a pressure resistance test was performed for each mixture, from which the results were compared.

The results also showed that the higher the percentage of (sp901) addition to the mixture, the greater the drop value.

Experiments with ratios (0.5%-1%-1.5%-2%) also showed that the greatest resistance was obtained in the (0.5%) mixture at 7 days and 28 days. Accordingly, the mixture (0.5%) was adopted as a reference mixture, and the mixture was reduced by percentages (10%-15% of the ratio of water and cement, and the experiment showed in the case of reduction by (15%) and gave the highest resistance than the reduction ratio (10%) in 7 days and

فهرس المحتويات		
البند	المحتويات	رقم الصفحة
	الايه	.i
	الإهداء	.ii
	الشكر والعرفان	.iii
	المستخلص	.iv
	Abstract	.v
	قائمة المحتويات	.vi
	قائمة الجداول	.vii
	قائمة المخططات	.viii

الفصل الاول :المقدمة		
1.1	مقدمة	2
2.1	مشكلة البحث	3
3.1	اهداف البحث	3
4.1	منهجية البحث	4
5.1	هيكلة البحث	4

الفصل الثاني :الإطارالنظري		
1.2	المقدمة	7
2.2	الخرسانة كمادة انشائيه	7
3.2	انواع الخرسانة	8
4.2	مميزات وعيوب الخرسانة	9
5.2	مكونات الخرسانة	10
1.5.2	الأسمنت	10
1.1.5.2	صناعة الأسمنت	10
2.1.5.2	انواع الأسمنت	11
3.1.5.2	خصائص الأسمنت	11
2.5.2	الركام	12
1.2.5.2	مصادر الركام	13
2.2.5.2	خواص الركام	13
3.5.2	الرمل	16
1.3.5.2	انواع الرمل	16
4.5.2	الماء	16
1.4.5.2	وظيفة ماء الخلط	16

2.4.5.2	العوامل التي تتوقف عليها النسبة الماء للأسمنت	17
3.4.5.2	أثر زيادة الماء في الخلطة الخرسانية	17
4.4.5.2	المواد الضاره في الماء	18
5.4.5.2	الأسمنت والتصلب	18
6.2	خواص الخرسانة	19
1.6.2	الإنكماش	19
1.1.6.2	أسباب حدوث الانكماش	19
2.1.6.2	أنواع الانكماش	19
2.6.2	متانة الخرسانة	20
1.2.6.2	تعريف متانة الخرسانة	20
2.2.6.2	اسباب تلف الخرسانة	20
3.6.2	مقاومة الخرسانة للتلف	21
4.6.2	المسامية والنفاذية والامتصاص	22
7.2	مراحل عمر الخرسانة	22
8.2	اختبارات الخرسانة	23
1.8.2	مقاومة الضغط	23
2.8.2	العوامل المؤثرة علي مقاومة الضغط	23
9.2	الاضافات	24
1.9.2	تعريف الاضافات	24
2.9.2	الاشتراطات العامة المطلوب عند استخدام الاضافات	24
3.9.2	اهم الانواع الشائعة من الاضافات	25
10.2	المضاف الذي تم استخدامة في البحث	27

الفصل الثالث :الإختبارات المعملية		
1.3	مقدمه	29
2.3	إختبارات المواد	30
1.2.3	إختبارات الاسمنت	30
1.1.2.3	اختبارات نعومة الاسمنت	30
2.1.2.3	إختبار كمية الماء للعجينة الاسمنتيسة القياسية	31
3.1.2.3	إختبار زمن الشك الابتدائي	32
4.1.2.3	اختبار زمن الشك النهائي	33
2.2.3	اختبار الركام الخشن	34
1.2.2.3	اختبار التدرج الحبيبي	34
2.2.2.3	اختبار الامتصاص للركام	35
3.3.2.2	إختبار الوزن النوعي للركام	36
3.3	الخلطه الخرسانية	37
4.3	إختبارات الخرسانة	39
1.4.3	إختبار الهبوط	39
2.4.3	إختبار مقاومه الضغط لمكعبات الخرسانة	40

الفصل الرابع:النتائج والمناقشات		
1.4	مقدمه	42
2.4	النتائج والمقارنات	47

الفصل الخامس:الخلاصه والتوصيات		
1.5	الخلاصه	65
2.5	التوصيات	66
3.5	المراجع	67
الملحقات		

فهرس الجداول

1.2	نسب توزيع المواد المختلفة المكونة للخرسانة	7
2.2	الخواص في الخرسانة وحديد التسليح	8
3.2	مميزات وعيوب الخرسانة	10
4.2	تقسيم الركام بالنسبة لمقاسات حبيباته	14
1.3	نسب اوزان المواد المستخدمة في الخلطة القياسية	37
2.3	نسب المضاف sp901 المستخدمة في الخلطات	37
3.3	اوزان ونسب الإضافات في الخلطات مع تخفيض نسب الماء الي الأسمنت بالنسبة 0.5% من Mix1	38
1.4.1	اختبار نعومة الأسمنت	42
1.4.2	اختبار كمية الماء للعجينة الأسمنتية	42
1.4.3	اختبار زمن الشك الإبتدائي	42
1.4.4	نتيج اختبار زمن الشك النهائي	43
1.4.5	نتائج الركام الخشن	43
1.4.6	نتائج اختبار الركام الناعم	45
1.4.7	درجة امتصاص الركام للماء	46
1.4.8	نتيجة اختبار الوزن النوعي للركام	46
2.4.1	نتائج الخلطة المرجعية	47
2.4.2	نسبة الامتصاص للخلطة المرجعية	47
2.4.3	نتائج خلطة الاضافة 0.5%	48
2.4.4	نسبة الامتصاص للخلطة 0.5%	48
2.4.5	نتائج الخلطة 1%	49
2.4.6	نتيجة نسبة الامتصاص للخلطة 1%	49
2.4.7	نتيجة الخلطة 1.5%	50
2.4.8	نتيجة نسبة الامتصاص للخلطة 1.5%	50
2.4.9	نتيجة الخلطة 2%	51

2.4.10	نتيجة نسبة الامتصاص للخلطة 2%	51
2.4.11	نتائج خلطة التخفيض بنسبة 10% من خلطة 0.5%	52
2.4.12	نسبة الإمتصاص لخلطة التخفيض 10%	52
2.4.13	نتائج خلطة التخفيض بنسبة 15% من خلطة 0.5%	53
2.4.14	نسبة الإمتصاص لخلطة التخفيض 15%	53
2.4.15	نتائج الخلطات في عمر 7يوم	55
2.4.16	نتائج الخلطات في عمر 28يوم	58
2.4.17	نتائج الهبوط للخلطات	60
2.4.18	نسبة الإمتصاص للخلطات	62

فهرس المخططات

2.4.15	قيم مقارنات المقاومة للخلطات لعمر 7 يوم	56
2.4.16	قيم مقارنات المقاومة للخلطات لعمر 28 يوم	59
2.4.17	قيم مقارنات هبوط الخلطات	61
2.4.18	قيم المقارنات لإختبار الإمتصاص بالنسبة للخلطات لعمر 28 يوم	63

الباب الاول

المقدمة

الباب الاول

المقدمة

1.1 المقدمة :

الخرسانة عبارة عن خليط متجانس بنسبة معينه من مواد اساسية من الأسمنت والماء والركام بنوعيه (الركام الناعم -الركام الخشن) وتوجد عدة طرق لتصميم الخلطة الخرسانية وتهدف كل هذه الطرق لتحديد المواد الاساسية للخلطة الخرسانية للحصول علي خواص جيده ومقبولة في حالتها الطازجة والمتصلده.

ومع التطور التقني و زيادة إحتياجات البشرية وتطورها اصبح هنالك حوجة ماسة لتحسين الخلطة الخرسانية وهنالك ظهرت الإضافات ذات المنشأ الصناعي التي تضاف الي هذا الخليط بنسب تؤدي الي تحسين الخواص الاساسية للخلطة الخرسانية بنوعيها (الطازجة--المتصلدة) حيث يصعب الحصول علي خرسانة ذات خلطة طازجة ومقاومة عالية دون إضافات تضاف إليها.

الإضافات تكسب الخرسانة مميزات جيدة تتناسب مع الاغراض والمتطلبات لها سواء كان تجهيزها في محطات الخلط المركزية اومصانع الخرسانة المسبقة الاجهاد اوالخلط الموقعي للمواد المضاف للخرسانة هي التي تكون خلاف مكونات الخلطة الخرسانية المكونة من ماء واسمنت وركام .المادة تضاف الي ماء الخلط قبل أوبعد الخلط لاعطائها خواص مطلوب في ظروف العمل.

توجد مواد تضاف بعد فترة لعلاج التشققات وغيرها من المشاكل الخرسانية بحيث تكون جميع الإضافات المصنعة وفق الكود البريطاني BS.

وهنالك أنواع عديد من الإضافات ومنها إضافات تعجيل الشك والهدف منها تقليل زمن الشك حيث تقوم بجعل الخرسانة الخرسانة تشك قبل حدوث الاضرار الناتجة عن تجميدها بعد الصب مباشر.

وأيضا إضافات مؤخر الشك والهدف منه تأخير الشك لأسمنت في ظروف الاجواء الساخنة .

وأيضا إضافات مواد تقليل كمية ماء الخلط والهدف من هذه الإضافات تقوية مقاومة الإنضغاط والتي تعطي قابلية تشغيل تقلل من كمية الاسمنت مع ثبات مقاومة الضغط والقابلية للتشغيل تلافي الزيادة الغير مطلوبة في كمية الماء اثناء الخلط والصب في الموقع وتستخدم المادة في حالة صب الاساسات عند إرتفاع منسوب المياه الجوفية أو سقوط الامطار.

وأيضا إضافات المضادة للبكتيريا وتستخدم في الخرسانات الارضية وخرسانات الحوائط التي توجد فيها البكتيريا التي تسبب التأكل.

وأيضا إضافات الهواء المحبوس وهي عبارة عن حقن في الخرسانة المسلحة في حالة وجود تشققات وعيوب في المبني وبالخصوص تحت الارض المعرضة للرطوبة.

وأيضا إضاقات مادة البيتومين هذه المادة لها دور في حماية المنشأت من المؤثرات الخارجية كالرطوبة والامطار والمياه وذلك لتلاقي الاملاح والكبيريتات.

وأيضا أضافات المادة الملونة للخرسانة وهي تكون نظرا لمتظلبات معمارية بحيث تصب منها طبقة رقيقة علي سطح الخرسانة وهذه الأضافات عبارة عن اكاسيد معدنيى ومواد اخري متشابه تضاق المادة الملونة للخلطة التي تتطلب ان تكون الخرسانة ذات سطح ملون وخاصة للخرسانة العادية ومن امثلتها ثاني اكسيد إيدروكسيد الكروم.

وفي هذا البحث تم دراسة الملدن الفائق (SP901) وكيفية إستخدام هذا الملدن الفائق (SP901) في الخلطات الخرسانية .

وتم عمل إختبارات معملية لمعرفة أثر هذا المضاف علي قوام الخرسانة وقابلية التشغيل للخرسانة الطازجة ومقاومة الضغط للخرسانة المتصلدة.

2.1 مشكلة البحث :

الإحتياجات المستمرة في تطور خواص الخرسانة بأضافة مواد ملدنة تعمل علي تحسين الخواص حيث أن مقاومة الخرسانة للضغط تبين مدي جودة الخرسانة المتصلدة كما تعبر قيمة الهبوط علي مدي جودة الخرسانة الطازجة.

الإتجاه المعماري والتخطيطي يحتم تنفيذ مشاريع البناء العمودي مما يتطلب إنتاج خرسانة ذات درجة قوام مناسبة وسهلة في الضخ دون الحوجة الي زيادة محتوي الماء.

3.1 أهداف البحث:

تم إختيار البحث او مشروع التخرج في sp901 وذلك لاهميتة حيث في كل فترة تظهر مادة جديدة كإضافة للخرسانة لتحسين الخلطة بزيادة مقاومتها وتشغيليتها حسب الظروف المعرضة لها باعتبار ان الخلطة الخرسانية هي جزء الاهم في تشييد أي منشأ .

وأهداف البحث:

- ✓ التعرف على مادة (sp901) وخواصها ومميزاتها ومواصفاتها وكيفية استخدامها والتعامل معها.
- ✓ تأثير مادة (sp901) على الخرسانة الطازجة (التشغيلية والقوام) والمتصلدة (النفاذية والمقاومة).
- ✓ دراسة نسبة إضافة المادة للخلطة الخرسانية وتحديد النسبة المثلي للمادة التي تحقق اعلي مقاومة مع مراعاة الناحية الاقتصادية.
- ✓ دراسة أثر مادة (sp901) على نفاذية الخرسانة.

4.1 منهجية البحث:

- تم جمع المعلومات الأولية عن خصائص مكونات الخرسانة واختباراتها وأنواع الإضافات وأنواع الاختبارات المعملية للخرسانة الطازجة والمتصلدة والاستفادة من المراجع والدراسات السابقة والابحاث المنشورة والتجارب المسبقة و مواقع علمية من الأنترنت .
- تصميم خلطة مرجعية وصبها في قوالب (15*15*15) سم وغمرها في الماء وعمل اختبار مقاومة الضغط بعد مرور 7 أيام و28 يوم.
- دراسة تشغلية الخرسانة والمقاومة في 7 أيام و28 يوم.
- دراسة الإمتصاص أو النفاذية .
- خلطة خرسانة بإضافة الملدن بنسبة(0.5%_1%_1.5_2%) من الملدن ودراسة تأثيره علي التشغلية والمقاومة في 7 أيام و28 يوم .
- عمل خلطة بتخفيض نسبة الماء و الاسمنت بنسب (10%_15%).

5.1 هيكلة البحث :

هذا البحث يحتوي علي خمس أبواب وتفصيلها كالاتي :

- **الباب الاول :** يحتوي علي مقدمة عامة عن البحث وأهدافه ومنهجيته وهيكليته.
- **الباب الثاني :** يحتوي علي الإطار النظري ويضم المكونات الاولية للخرسانة (اسمنت - ماء – ركام ناعم – ركام خشن) والمادة المضافة الملدن الفائق (SP901).
- **الباب الثالث :** يشرح هذا الباب الإختبارات المعملية لكل من المواد الداخلة في الخرسانة وإختبار الخرسانة الطازجة والمتصلدة وطريقة تصميمها.

- **الباب الرابع :** يتناول هذا الباب تحليل النتائج والاختبارات المعملية وعمل مقارنات ومناقشتها.
- **الباب الخامس :** يحتوي هذا الباب علي خلاصة النتائج والتوصيات والمرجع التي تم التوصل لها .

الباب الثاني

الإطار النظري

الباب الثاني

الإطار النظري

1-2 مقدمة :

الخرسانة هي بنيان يتركب من عدة مواد والجزء الاكبر في هذا البنيان هو الركام الذي يتماسك مع بعضه في صور شبيه بالكتلة الحجرية وذلك بفعل العجينة الاسمنتية المقلقة للركام والتي تتصلد نتيجة التفاعل الكيمائي بين الاسمنت والماء .

ونسبة توزيع المواد المختلفة المكونة للخرسانة (بالحجم) في اغلب الأحوال كما موضحة في الجدول ادناه.

جدول (2-1) يوضح نسب توزيع المواد المختلفة المكونة للخرسانة :

ركام (كبير و صغير)	عجينة اسمنتية	فراغات
(60-70)%	(30-40)%	(1-2)%

ويتضح من ذلك ان الركام المكون الأساسي حيث يحتل حوالي (3\2_4\3) من جسم الخرسانة والركام يعتبر مادة رخيصة نسبيا بالإضافة إلي أنه يعمل علي تقليل التغير الحجمي للخرسانة الناتج من عمليتي الشك والتصلد ومن تقليل الرطوبة في عجينه الاسمنت.

اما عجينه الاسمنت فتقوم بعمليه فعاله وذلك بإيجاد التماسك بين الركام وإعطاء الخرسانة المقاومة المطلوبة وملء الفراغات بين حبيبات الركام وتسهيل إنزلاق الركام أثناء الصب .

2.2 الخرسانة كمادة إنشائية :

الخرسانة في حالتها المتصلدة تبدو كمادة صخرية ذات مقاومة عالية الضغط أما في حالتها الطازجة فلها خاصية اللدونة التي تسمح بتشكلها في أي قالب معماري مطلوب .

وتعتبر الخرسانة مع الصلب اكثر من المواد الإنشائية شيوعا وإستعمالا في عصرنا الحديث وذلك لسهولة تواجدها والرخص النسبي للمواد المكونة لها وايضا لسهوله ورخص تصنيعها.

ويمكن استعمال الخرسانة بالاشتراك مع مواد أخرى لتكوين قطاعات مركبة كما في حالة استخدامقطاعات الصب مع الخرسانة COMPOSITE Sections.

كما في حالة إضافة انواع معينة من COMPOSITE MATERIAIS او لتكوين مواد مركبة الألياف الي الخرسانة أثناء خلطها لتحسين بعض الخصائص المرغوبة. وتعتبر الخرسانة مع حديد التسليح مادتين متكاملتين من حيث الخواص ويتضح ذلك في الجدول (2-2).

الجدول (2-2)يوضح الخواص في الخرسانة وحديد التسليح :

الخاصية	الخرسانة	حديد التسليح
مقاومه الشد	ضعيف جدا	جيد جدا
مقاومة الضغط	جيد	جيد ولكن يحدث إنبعاج للقطاعات النحيفة
مقاومة القص	متوسط	جيد
المعمرية	جيد جدا	ضعيف ويتأكل إذا كان غير محمي
مقاومة الحريق	جيد	ضعيف ويفقد مقاومته سريعا في درجات الحرارة العالية

3.2 أنواع الخرسانة:

يوجد العديد من انواع الخرسانة ويمكن تصنيف أهم هذه الخرسانات كما يلي :

- .الخرسانة العادية Plain Concrete
- الخرسانة المسلحة Reinforced Concrete.
- الخرسانة عالية المقاومة High Strength Concrete .

- الخرسانة المسلحة سابقة الإجهاد Pre stress Concrete .
- الخرسانة سابقة الصب PrecastCocrete .
- الخرسانة المقذوفة ShotConcrete .
- الخرسانة الخفيفة oncreteCightW-Ligh .
- الخرسانة الثقيلة concreteWight-Heavy .
- الخرسانة الكتلية Massconcrete .
- الخرسانة ذاتية الدمك Self-Compacting Concrete .
- الخرسانة الكبريتية SulfurConcrete .
- الخرسانة الليفية FibrousConcrete .
- الخرسانة البوليميرية PolymerConcrete .
- الخرسانة المعسيارية oncretectecturalArch .
- خرسانة الركام ناقص التدرج GapConcrete .
- خرسانة التسمير NailingConcrete .

4.2 مميزات وعيوب الخرسانة:

من اهم مميزات الخرسانة وفرة المواد الخام الداخلة في صناعتها, تنوع طرق تصنيع الخرسانة وسهولة تنفيذها ,سهولة تشكيل الخرسانة بأي شكل هندسي ,طول العمر الافتراضي لها وزيادة مقاومتها وتحملها مع الزمن كذلك من مميزات الخرسانة تنوع خواصها الطبيعية والميكانيكية لتناسب مختلف المنشآت ومقاومتها النسبية للحريق والزلازل والانفجارات مقارنة بالمواد الأخرى.

ومن اهم عيوب الخرسانة ضعف مقاومة الشد لها حيث تتراوح بين 10%الي 20%من مقاومتها للضغط لذلك تستخدم مع أسياخ الصلب التي تقاوم قوى الشد, الحركة الناتجة من الانكماش بالجفاف او من الرطوبة والتي تسبب شروخا شعرية دقيقة يلزم لملافاة وجودها وضع حديد التسليح المناسب او عمل وصلات بالخرسانة علي مسافات متباعدة.

ومن عيوب الخرسانة ايضا ثقل وزنها وكثافتها النسبية حيث تتراوح كثافة الخرسانة بين (2 طن /متر مكعب إلي 2.2 طن/متر مكعب) مما يشكل نسبة كبيرة من وزن المنشأ ، كما أن الخرسانة ليست مصمتة تماما وإنما تسمح بنفاذ السوائل والغازات بدرجات متفاوتة تعتمد علي جودة الخرسانة ونسبة الفراغات بها ونفاذ الرطوبة في الخرسانة يعمل علي صدأ الحديد وتكته وينتج عنة تبقيع سطح الخرسانة وتلفها كما موضح في الجدول (2-3):

جدول(2-3) يوضح ميزات وعيوب الخرسانة :

مميزات الخرسانة	عيوب الخرسانة
موادها متاحة ورخيصة نسبيا	عرضة لصدأ بسبب نفاذيتها العالية للأبخرة والسوائل
تكاليف الصيانة تكاد تكون منعدمة	ثقلها النسبي عالي بالنسبة لمقاومتها
يمكن تحسين خواصها باستخدام الاضافات	مقاومتها للشد ضعيفة
زيادة متانتها مع مرور الزمن	تحدث بها حركة نتيجة الرطوبة والجفاف

5.2 مكونات الخرسانة :

1.5.2الأسمنت :

هو مادة ناعمة ولاصقة إذا اضيف لها الماء تتحول لي عجينة اسمنتية طرية ،ثم تتحول بعد فترة من الزمن الي مادة صلدة وتكتسب مع الوقت مقاومة خصوصا إذا وضعت في الماء ولذلك يسمي بالإسمنت الهيدروليكي .

اول من استخدم الاسمنت هم الرمان تقريبا ويتكون بشكل رئيسي من اكسيد الكالسيوم (cao) وثاني اكسيد السيليكون (sio2) واكسيد الالمونيوم (Al203) واكسيد الحديد (Fe203) ويضاف لها كبيرية الكالسيوم بعد الحرق.

1.1.5.2 صناعة الاسمنت :

يصنع الاسمنت من خليط من الحجر الكلسي بنسبة 70% و30% من الطين ويمكن إضافة خام الحديد او الرمل اذا كان الطين يحتوي علي نسبة ضعيفة من اكسيد الحديد اواكسيد السيلكون .عند طحن المواد الخام لا يحدث بها أي تفاعلات كيميائية ولكن تأتي عملية الطحن لزيادة مساحة سطح الحبيبات لهذا التفاعلات.

تسحق هذه المواد في آلات السحق ويتم مزجها مع بعضها بنسب يددها المخبر وتمرر بعد الطحن عبر فرن تبلغ حرارته ما يقارب ال1430 درجة مئوية فينتج عن هذا مادة يطلق عليها الكلنكر , يضاف إليها مواد أخري وتوضع مرة جديدة في آلة الطحن حيث نحصل بعدها علي الاسمنت ويعبأ بعدها في أكياس خاصة.

2.1.5.2 أنواع الاسمنت :

1. الاسمنت البورتلاندي العادي .
2. الاسمنت سريع التصلد .
3. الاسمنت البورتلاندي منخفض الحرارة .
4. اسمنت منتجات الافرام .
5. الاسمنت البورتلاندي العالي سريع التصلب .
6. اسمنت الإنشاءات .
7. اسمنت عالي الألومينا.

3.1.5.2خصائص الإسمنت :

❖ **النعومة :**

كلما كان الإسمنت اكثر نعومة كانت المساحة السطحية اكبر وكان التفاعل مع ماء الخلط اكثر ,تكون عملية التصلد للأسمنت الناعم أسرع منها في الأسمنت الخشن وتمكن النعومة العالية من الحصول علي مقاومة مبكرة أكبر , وكلما كانت حبيبات الأسمنت ناعمة كلما أمكنها تغطية حبيبات الركام من حصي ورمل .

وتعين النعومة في المواصفات القياسية عن طريق تحديد المساحة السطحية النوعية للأسمنت باستخدام جهاز بلين .

- اسمنت خشن : رقم بلين أقل من3800 جرام/سم2
- اسمنت ناعم: رقم بلين أكبر من4000 جرام/سم2
- اسمنت ناعم جدا :رقم بلين من 5000 إلي7000 جرام/سم2

❖ **الكثافة :**

هذه الخاصية لها علاقة وثيقة بنعومة الاسمنت , يتراوح الوزن النوعي للاسمنتالبورتلاندي من 3 الي 2.3 جرام/سم3 ويحدد بإستخدام البكنوميتر.

❖ **القوام القياسي :**

الغرض منه هو تحديد نسبة الماء المثالية (الماء/الاسمنت) للحصول علي عجينة قياسية باستعمال جهاز فيكات .

❖ **زمن الشك :**

هنالك عدة عوامل تؤثر علي زمن الشك أبرزها نوع الاسمنت ونعومتة وكمية الماء ودرجة الحرارة ونسبة المواد المضافة (مبطئات او معجلات الشك) ويتم تحديده علي عجينة قياسية في درجة حرارة محددة .

❖ **ثبات الحجم :**

يقصد به عدم زيادة حجمه بعد تصلبه فزيادة الحجم تسبب تشرخ وتفتت الاسمنت المتصلب .

❖ **مقاومة الاسمنت للضغط :**

تعتبر مقاومة الاسمنت للضغط هي الخاصية الهامة في استخداماته أما مقاومة الشد له فهي بسيطة وليست بذات اهمية , ومقاومه الاسمنت الصافي أكبر من مقاومته إذا خلط بالرمل وتذاد المقاومة في العمر الاول (حوالي 7ايام) بشكل واضح وكبير ويقل معدل الزيادة بعد لذلك مع مرور الزمن تدريجيا قد يستغرق الامر عدة سنوات حتي تستكمل التفاعلات وتحقق المقاومة النهائية إلا أن الزيادة في المقاومة بعد 28يوم تكون عادة وتعتبر المقاومة المتحققة في هذا الوقت كافية وتقام الخرسانة الاحمال الواقعة عليها , لهذا اختارت المواصفات العالمية هذا الزمن (28يوم).

تؤثر درجة الحرارة والرطوبة علي تطور المقاومة مع الزمن لذلك فإنه لا يمكن التوصل الي مقاومة جيده إلا بالمعالجة في ظروف رطبة مستمرة ,أما إذا تعرضت الخرسانة إلي هواء حار وجاف فإن ذلك يؤدي إلي الحصول علي مقاومة اقل بكثير من تلك التي يتحصل عليها بالمعالجة الرطبة .

2.5.2 الركام :

الركام مادة حبيبية خامدة مثل الرمل والحصى والصخور المسحوقة وهي مادة تشكل مع الاسمنت والماء المكونات الاساسية للخرسانة . يطلق اسم الركام علي الحبيبات الصخرية التي تكون متدرجة الحجم من حبيبات رملية صغيرة الي حصى وحبيبات كبيره من الزلط او الاحجار المكسرة .

يعد الركام من الركائز الرئيسية في تكوين الخرسانة يمثل من 60الي66% من حجمها الكلي وله تأثير كبير علي خواصها في الحالة الطرية المتصلبة ويتفاوت تكوين الركام من حبيبات صغيرة كالرمل الي حبيبات كبيرة كالحصى .

1.2.5.2 مصادر الركام :

1. ركام طبيعي : ويكون مصدرها من الحجارة التي تتكسر بفعل العوامل الطبيعية وتتغير من حيث الحجم أو بواسطة الكسارات

2. ركام صناعي : أي وقعت علي المادة تحولات كيميائية بفعل الحرارة مثل:

- ركام الكسارات
- ركام الوديان والأنهار
- مل المستخرج من المحاجر
- وتنقسم الصخور التي يستخرج منها الركام الي :

1. صخور نارية كالجرانيت ، البازلت والجابر

2. صخور رسوبية كالحجر الجيري ،الرملي والطيني او الطفلي .

- صخور متحولة كالرخام .

2.2.5.2 خواص الركام :

تؤثر خواص الركام بدرجة كبيرة علي متانة وسلوك هيكل خرسانة وعند اختيار الركام لغرض الاستعمال في خرسانة معينة يجب الانتباه بصورة عامة الي ثلاثة متطلبات هي :

اقتصادية الخلط ، المقاومة الكامنة للكتلة المتصلبة والمتانة المحتملة لهيكل الخرسانة ومن الخواص المهمة الاخرى لركام الخرسانة هي تدرج حبيباته ولغرض الحصول علي هيكل خرسانة كثيف يجب ان يكون تدرج حبيبات الركام للخرسانة مناسبا وذلك بتحديد نسبة الركام بالإضافة الي ذلك يكون تدرج حبيبات ، الركام عاملا مهما في السيطرة علي قابلية تشغيل الخرسانة الطرية .

- **الخواص الفيزيائية :**

بقدر ما تكون الحجارة الام المستخرج منها الركام ذات تركيبة كيميائية ثابتة بقدر ما يكون الركام ذا خاصية افضل .ويشترط في الركام ألا يلين او يتحلل تحت تأثير الماء وألا يتفاعل مع الأسمنت كيميائيا او يقلل من حماية حديد التسليح ضد التآكل والصدأ .

- **الخواص الكيميائية :**
  - **شكل الركام :**

يأخد الركام اشكالا مختلفة يمكن أن تكون إما كروية أو مكعبة أو مفلطحة أو مبسطة أو ابرية

وافضل هذه الانواع هو الشكل الكروي بالنسبة للركام المستخرج من الانهار والوديان والشكل المكعب المنتظم أو القريب من ذلك بالنسبة للركام المستخرج من الكسارات.

1.الكثافة ونسبة امتصاص الماء :

الكثافة الظاهرية، الكثافة الحقيقية، الكثافة النوعية.

كما يمكن تحديد نسبة امتصاص الماء مكن القيام بالتجارب علي الركام الناعم والخشن وذلك حسب مواصفات وظروف معينه.

2. الفراغات :

وتحسب الفراغات الكلية لي الركام التي تشمل فراقات الحبيبات نفسها والفراقات التي بينها بمعرفه الكثافة الحقيقية والكثافة الظاهرية .

3. التدرج الحبيبي :

وهو توزيع الحجر الطبيعي لركام لفصل حبيبات عن بعضها البعض طبقا لمقاساتها بواسطة مجموعة من المناخل مرتبة حسب مقايس فتحتها وموضوعة بعضها فوق بعض بحيث يكون اكبر المناخل مقاسآ في الأعلى ويتم نخل الركام بواسطة مجموعة من المناخل ويحديد الوزن المجوز علي كل منخل ثم تحسب النسبة المؤوية لوزن الركام المار لي كل منخل يمكن تقسيم الركام بي النسبة لي مقاسات كما موضح في الجدول (2-4).

جدول رقم (4.2) تقسيم الركام بالنسبة لمقسات حبيباته :

المجموعات الحبيبية	**الركام**	
المقاس (مم)	طبيعي	كسارات
0-0.25	ناعم جداً	ناعم جداً

0.25-1	ناعم	ناعم
1-4	خشن	خشن
4-32	حصي	حصي كسري
32-64	حصي خشن	حصي,كسري خشن

الخواص الميكاكنيكية :

1. مقاومة الضغط :

كلما كانت مقاومة ضغط الحبيبات أعلي كلما تحسنت مقاومة ضغط الخرسانة وخواصها الاخري ,وتعتبر

في العادة مقاومة الحجارة الأم التي يستخرج منها الركام هي المعاير لمقاومتها ,حيث ان الضغط حينما يكون في حدود (80-100 نيوتن /مم2) ويعتبر قيمة معقولة .

2. مقاومة الركام الكبير للتهشيم :

الغرض من التجربة هو تحديد مدي مقاومة هذا النوع من الركام لدي خضوع لي عملية التهشيم.

3. مقاومة التآكل :

يعكس هذا الاختبار مقاومة الركام لعمليتي التآكل والبري بلاحتكاك ,حيث ان نتائجة تظهر علاقة جيده بتآكل الفعلي للركام عند استعماله في الخرسانه, بالاضافة الي انه يظهر علاقة جيده لمقاومة الانضغاط ومقاومة الشد للخرسانة المصنوعة منه.

3.5.2 الرمل :

هو ماده حبيبيه طبيعية تتكون من جزيئات الصخور المفتتة الناعمة وفتات المعادن وتعرف من حيث الحجم علي انها الماده ذات الحبيبات الأصغر من الحصى ويختلف تكوين الرمال تبعاً لمصادر الصخور المحلية المكونه وظروفها .

يتواجد الرمال في الخرسانة بهدف سد الفراغات المتواجده بين الركام الكبير ويجب أن يكون نظيفاً خالياً من الشوائب وبنسبة المواد الناعمة بة قليلة ولا تتعدي الحد المسموح بة ,كما يجب أن يكون خالياً من الاملاح والمواد العضوية ويتم تحديد مدي صلاحية الرمال الاستعمال في الخلطات الخرسانية بعد اجراء الاختبارات الازمة لها معملياً كالوزن النوعي وتحديد نسبه الشوائب .

يعتبر الرمل الجيد للأعمال الخرسابيةبشكل عام هو الرمل الخشن والتدرج .

1.3.5.2 أنواع الرمال :

- **رمال السيليكا :** او كما يطلق عليها علمياً ثاني أكسيد السيليكون وتنتشر بكثره في المناطق القارية والمناطق الساحلية .
- **رمل الكربونات :** وهي الناتجة من الرواسب بفعل مياه البحر ،حيث يتألف هذا النوع بشكل أساسي من الحبيبات الهيكلية وعدد من الحبيبات المغلفة الأخرهكما تدخل في تركيباتها الكربونات القارية .
- **رمل الفتات الناري :** تعتبر الأنفجارات البركانية مصدراً لهذا النوع من الرمال ، وتترسب غالباً في المناطق المائية ولأجزاء اليابسة ، وهذا النوع الأقل شيوعاً.

4.5.2 الماء :

يعتبر الماء مكوناً مهماً للخرسانة حيث يشارك بنشاط في التفاعل الكيميائي مع الاسمنت ، كما يعطي الماء الخليط المؤلف من الركام الخشن والناعم (الكبير ،الصغير) والاسمنت درج مناسبة من اليونةتساعدة علي التشغيل والتشكيل ، كما يمتصه الركام المستعمل في الخرسانه مما يساعد في ان يكون الالتصاق بينه وبين الاسمنت جيداً.

1.4.5.2 وظيفة ماء الخلط :

1- إماهة hydration الأسمنت لتكوين عجينة الأسمنت التي تعمل علي تماسك الحبيبات (الركام) وذلك بعد أن تشك ابتدائيا (حولي 3 ساعات) ونهائياً (حوالي 8 ساعات) ثم تتصلد.

2- يقوم بزياده قابليه التشغيل لي الخرسانةWorkability لكن الماء يتبخر بعد ذلك ويترك فراقات لما يقلل من مقاومة الخرسانة .

وعموماً اي مياه صالحه للشرب باستثنأ الاشتراطات البكتريولوجي يمكن استخدامها في صناعة الخرسانة وتقاس المياه كنسبه من الأسمنت(W/C) غالباً تكون في حدود (0.4-0.6).

2.4.5.2 العوامل التي تتوقف عليها نسبة الماء للأسمنت :

1. درجة التشغيل للخرسانة (جافة – طرية).
2. نوع العمل الهندسي (طرق –ابنية .....الخ).
3. نسبة الحصى للأسمننت .
4. طريقة خلط الخرسانة (يدوي – ميكانيكي).
5. طريقة دمك الخرسانة .
6. نوع الحصى ومقدار تدرجة الحبيبي ومساحتة السطحية واقصي مقاس له.
7. درجة حرارة الجو وحرارة الخلط ,
8. نسبة امتصاص الحصى للماء .
9. طريقة صب الخرسانة .

3.4.5.2 أثر زيادة الماء في الخلطة الخرسانية :

اذا زادت كمية المياء في الخلطة الخرسانية فإننا نلاحظ ما يلي :

1. ظهور الأنفصال الحبيبي .

2. ظهور حالة النزف او التدميع للخرسانة .

3. زيادة كبيره في نسبة الفراغات (ظاهره التهشيش في الخرسانة).

4. نقص في مقاومة الخرسانة .

5. صعوبة وصل الخرسانة القديمة بخرسانة حديثة الصب .

4.4.5.2 المواد الضارة في الماء :

هنالك بعض المواد اة لتي تؤدي الا تأثيرات ضارة بالخرسانة وذلك عند وجودها في ماء الخلط منها :

الطين والمواد الرسوبية و الزيوت والاملاح والاحماض و القلويات والمواد العضوية كما يجري اختبار زمن الشك للاسمنت بطريقة ابرة فيكات وذلك لتأكيد من عدم تاثير الشوائب الموجودة في هذا النوع من الماء علي زمن الشك المحدد للاسمنت.

5.4.5.2 الأسمنت و التصلب :

عند اضافة الماء الي الاسمنت تتكون عجينة رقيقة تقل لدونتها تدريجيا مع مرور الوقت حتي تصل الي درجة التصلب ويقال ان العجينة الاسمنتية قد شكلت حينما تفقد العجينة الاسمنتية لدونتها وتصبح متماسكة بحيث تسطيع تحمل بعض الاوزان الساقطة عليها .

أنواع الشك :

1. شك ابتدائي :

هو الزمن اللازم لتشكيل عجينة اسمنتية (بعض اضافة الماء للاسمنت) بحيث يتم خلطها مع الخلطة الخرسانية وصبها في الاماكن المخصصة لها دون ان تتصلب الخلطة الخرسانية ويجب الا يقل الزمن عن (45) دقيقة وهذا الزمن يزيد قليلا اذا استخدام الاسمنت البورتلاندي بطئ الك فيصل الزمن الي (60) دقيقة.

2. شك نهائي :

هو الزمن اللازم لوصول عجينة الي درجة الصلابة بحيث تسطيع تحمل الاوزان الساقطة عليها وتبدا في التماسك والمقاومة ويصل الزمن تقريبا الي 15 ساعة لجميع انواع الاسمنت البورتلاندي .

اما مخبريا فان :

- **زمن الشك الابتدائي :**

هو فترة ما بين تشكيل العجينة (من الاسمنت والماء) و دخول ابراةفيكات في هذه العجينة مسافة تبعد عن او ترتفع عن اسفل قالب العينة مسافة (5-7) مم.

- **زمن الشك النهائي :**

هو الفترة الزمنية بين لحظة اضافة الماء الجاف واللحظة التي تنغرس فيها ابرة فيكات بل تترك أثرا في عجينة الاسمنت ولا يظهر الاثر الدائري للجزء المثبت حول الابرة .

6.2 خواص الخرسانة :

سيتم ذكر بعض من خواص الخرسانة والتحدث عنها باختصار .

1.6.2 الانكماش :

الانكماش هو خاصية من خواص الخرسانة التي تتصلد في الهواء . ولا يسبب الانكماش مشاكل الا اذا كان هن الك قيدا علي الحركة حيث يسبب اجهادات شد داخل الخرسانة مما يؤدي الي ترخها ويمكن التقليل من الاثار الضارة للانكماش عن طريق :

- المعالجة الصحيحة والمبكرة للخرسانة Effective Curing
- عمل وصلات حركة .Movement Joint
- وضع اسياخ تسليح لمقاومة الانكماش Shrinkage Reinforcement

1.1.6.2 اسباب حدوث الإنكماش:

يحدث الانمكاش في الخرسانة نتيجة :

- هبوط الاجزاء الصلبة في الخلطة وفقد الماء الحر من الخرسانة الطازجة مما يسبب ما يعرف باسم الانكماش اللدن .

2.1.6.2 أنواع الانكماش :

1. الانكماش اللدن Plastic Shrinkage

2. الانكماش الذاتي Autogenous Shrinkage

3. الانكماش بالجفاف Drying Shrinkage

2.6.2 متانة الخرسانة :

1.2.6.2تعريف :

المتانة هي تحمل الخرسانة للظروف التي صممت من اجلها وتعمل في محيطها فترة طويلة من الزمن (العمر الافتراضي) دون حدوث تلف بها . وبمعني اخرفان المتانة هي مقاومة الخرسانة للتدهور .

سواء التدهور الناتج من عوامل خارجية او عواملخارجية.العوامل الداخلية تشمل حدوث تفاعلات ضارة بين مواد الخرسانة وحدوث تغيرات حجمية بها وكذلك نفاذ السوائل فيها اما العوامل الخارجية فتشمل ظروف التشغيل والتحميل وتأثير الجو المحيط بالمنشأ .

2.2.6.2 أسباب تلف الخرسانة :

- **أسباب داخلية :**

وهي المتعلقة بمكونات الخرسانة او وجود مواد ملوثة بها مثل الطين او الطفلة او السيليكا النشطة (في بعض أنواع الركام) أو وجود أملاح ضارة بهذة المكونات .كل ذلك يؤدي الي تفاعلات ضارة تعمل علي تلف الخرسانة .

والمكونات الرئسية هي :

1. الاسمنت.

2. الركام.

3. ماء الخلط.

4. حديد التسليح.

5. الاضافات المعدنية والكيميائية.

- **أسباب خارجية :**

وهي ناتجة عن الوسط المحيط بالخرسانة وهي :

- ماء البحر.
- ماء المجاري .
- المخلفات الصناعية.

- **أسباب أخري تؤثر علي معدل تلف الخرسانة :**

- حركة المياه الجوفية.
- درجة حرارة المياه الجوفية.
- تذبذب منسوب سطح المياه الجوفية .
- التبخر من خلال سطح الخرسانة .
- التأكسد والكربنة.
- أسباب بيولوجية.

3.6.2 مقاومة الخرسانة للتلف :

يمكن تصنيف أهم المقاومات التي توصف الخرسانة بانها تتحمل مع مرور الزمن كما يلي :

1. المقاومة للنفاذية والامتصاص .

2. المقاومة لصدأ الحديد .

3. المقاومة لتاثير الكيماويات .

4. المقاومة لماء البحر .

5. المقاومة للعوامل الجوية .

6. المقاومة للحريق .

7. المقاومة لماء المجاري.

8. المقاومة للتاكل .

4.6.2 المسامية والنفاذية والامتصاص :

- **الامتصاص :** هو قدرة الخرسانة علي سحب الماء داخل فجواتها وهو غير مرتبط بالنفاذية ويؤدي الامتصاص الي ارتفاع الخرسانة كما يؤدي الي تفتتها عند تعرضها لدورات التجمد والذوبان وهي مبعة بالماء .
- **النفاذية** : هي الخاصية التي بواسطتها يمكن نسرب اي سائل خلال الخرسانة .وهذه السوائل تقلل من عمر الخرسانة لان وصول الرطوبة الي صلب التسليح يؤدي الي الصدأ ودخول الاحماض والاملاح يؤدي الي تدهور الخرسانة .

كا ان نفاذية الخرسانة قد تعني في بعض الاحوال عدم اداء المنشأ لوظيفته كما ان حالة الخزانات محتوي علي سوائل او حوائط البدرومات والمنشأت تحت الارض وفي مثل هذه المنشأت تصبح عدم نفاذية الخرسانة خاصيتها مطلوبة وهامه كمقاومتها للاحمال واكثر.

- **المسامية :**هي وجود مسام او فجوات داخل المادة الصلبة وقد تكون هذه المسام متصلد عن طريق انابيب دقيقة أومسارات شعرية او قد تكون هذا المسام منفصل عن بعضها.إن التراكيب الداخلية لعجينة الأسمنت تحتوي علي مسام دقيق نتيجة التفاعلات الكيميائية التي تصاحب إماهة الأسمنت والماء.إذن فالخرسانة بطبيعتها مادة مسامية ولكي تصبح الخرسانة منفذة للسوائل او الهواء فلابد من إتصال هذا المسام علي هيئة أنابيب دقيقة متقاطعة.وعلي ذلك فالمسام المحدود العدد المعزول عن بعضه البعض لن تؤدي إلي نفاذ الماء او الهواء .

7.2 مراحل عمر الخرسانة :

الخرسانة الطازجة :

هي الخرسانة التي تبدأ من لحظة إضافة الماء إلي مكونات الخلطة وحتي لحظة حدوث الشك الإبتدائي .

تمتاز هذه المرحلة بالقدر علي الخلط والنقل والصب وهي تمثل (1- 2) ساعة .

الخرسانة الخضراء :

هي الخرسانة المتكون في الفترة من بداية شك العجينة الاسمنتية وحتي بداية التصلب (فترة من الشك الابتدائي- الشك النهائي) وفي هذه المرحلة لايسمح بالخلط أو النقل أو الصب وهي تمثل 24 ساعة من بداية الصب .

الخرسانة المتصلدة :

هي الخرسانة في المرحلة بعد الشك النهائي وتمتاز هذه المرحلة بزيادة مقاومة الضغط والقدرة والتحمل مع مرور الزمن وهي تمثل الفترة من نهاية 24 ساعة (الخرسانة الخضراء) وحتي نهاية العمر الافتراضي.

8.2 إختبارات الخرسانة :

1.8.2 مقاومة الضغط :

إن مقاومة الضغط هي أهم خواص الخرسانة المتصلدة علي الإطلاق وهي تعبر عن درجة جودتها وصلاحيتها، ومقاومة الضغط هي المقاومة الام للخرسانة حيث أن معظم الخواص والمقاومات الأخري مثل الشد والإنحناء والقص والتماسك مع حديد التسليح تتحسن بزيادة مقاومة الضغط والعكس صحيح. لذلك يجرئ إختبار الضغط بغرض التحكم في جودة إنتاج الخرسانة في موقع المشروع كما يستخدم هذا الإختبار في إغراض مقاومة المواد التصميم الإنشائي لتحديد المقاومة المميزة . الضغط الذي يؤخذ كنسبة من المقاومة القصوي وإجهاد التشغيل للخرسانة في للضغط . كما يفيد إختبار الضغط في تحديد صلاحية الركام وماء الخلط للتعرف علي ثأثيرات الشوائب التي قد توجد بهما علي مقاومة الضغط للخرسانة . والواقع حالياً أن مقاومة الضغط لخرسانة المنشأت التقليدية تتروح بين 250 - 350كجم/سم 2 اما بالنسبة للمنشأت الخاصة والوحدات سابقة التجهيز فمقاومة الضغط تزيد عن ذلك وتصل الي 400 – 500 كجم/سم2 .وقد تصل الي 600 كجم/سم2 .

2.8.2 العوامل المؤثر علي مقاومة الضغط :

تتأثر مقاومة الضغط بعوامل عديدة ومتنوعة تتمثل في اربعة مجموعات رئيسية هي :

1. المواد المكونة ونسب الخلط.

2. طرق صناعة الخرسانة من خلط ونقل وصب ودمك .

3. ظروف المعالجة .

4. العمر وظروف الإختبار .

9.2 الإضافات :

تتركب الخرسانة من الركام والاسمنت و ماء الخلط وفي بعض الأحيان تستخدم بعض الإضافات الكيميائية بغرض تحسين بغض الصفات المعينة في الخرسانة . وفي هذا الباب سنتاول بعض التفاصيل للإضافات الكيميائية من حيث انواعها ووظائفها وخصائصها وكيفية الاستفادة منها .

1.9.2 تعريف الاضافات :

الاضافات هي مواد غير الأسمنت والركام والماء تضاف الي الخلطة الخرسانية أثناء عملية الخلط بكميات صغيرة جداً بغرض إعطاء الخرسانة الطاذجة او الخرسانة المتصلدة خواص معينة مطلوبة مثل :

- تحسين القابلية للتشغيل للخرسانة الطاذجة دون زيادة ماء الخلط .
- التعجيل او التأخير في الشك .
- تقليل معدل فقد الهبوط للخرسانة .
- تحسين القدرة علي ضخ الخرسانة .
- الحد من حدوث الإنفصالالحبيبى .
- زيادة المقاومة المبكرة للخرسانة .
- الحصول علي خرسانة عالية المقاومة .
- تحسين خواص الخرسانة المتصلدة مثل مقاومة البرى .
- الحصول علي خرسانة غير منفزة للماء او خرسانة خلوية اوخرسانة ذات صفات خاصة .

2.9.2 الإشتراطات العامة المطلوبة عند استخدام الإضافات :

1. يجب الا تؤثر تأثيراً ضاراً علي الخرسانة او حديد التسليح .

2. ان تتناسب الفوائد الناتجة من استخدام الإضافات مع الزيادة في التكاليف .

3. يجب عدم إضافة كلوريد الكالسيوم او الإضافات التي أساسها من الكلوريدات بتاتاً للخرسانة المسلحة او الخرسانة سابقة الإجهاد او الخرسانة التي بها معادن مدفونة .

4. يجب التأكد من مدى ملائمت وفعالية أي من الإضافات بواسطة خلطات تجريبية .

5. إذا أستخدم نوعين او اكثر من الإضافات في نفس الخلطة الخرسانية فيلزم أن تتواجد معلومات كافية لبيان مدى تداخلهما والتأكد من مدى توافقهما .

6. يراعي أن سلوك الإضافات مع الاسمنت المخلوط أو عالي المقاومة للكبريتات يختلف عنه في حالة الاسمنت البورتلاندي .لذلك يجب أن تتوافر معلومات كافية عن مدى الادائية السليمة للإضافات مع الانواع المختلفة من الإسمنت .

8. يلزم توريد الإضافات معباة داخل براميل أوعية محكمة الغلق ومطبوع عليها الاسم التجاري وتاريخ الإنتاج ومدة الصلاحية وكذلك شاهدا بخواص الإضافة الموردة ومطابقتها للمواصفات القياسية ذات الصلة .ويجب تخزين الاضافات بطريقة تحميها من الرطوبة واشعة الشمس والحرارة .

3.9.2 أهم الأنواع الشائعة من الإضافات :

يوجد العديد من الاضافات الكيميائية التي تستخدم مع الخرسانة ويمكن تقسيمها الي المجموعات الاتية

1.إضافات تعجيل الشك :

الهدف منها هو تقصير زمن الشك حيث تقوم بجعل الخرسانة تشك قبل حدوث الاضرار الناتجة من تجمدها بعد الصب مباشرة.

2. إضافات تاخير الشك :

الهدف منها إبطاء الشك للاسمنت في ظروف الاجواء الحارة.

3. إضافات تقليل مياه الخلط :

الهدف منها تقوية مقاومة الانضغاط وتعطي قابلية للتشغيل تقلل كمية الاسمنت مع ثبات مقاومة الضغط والقابلية للتشغيل تلافي الزيادة الغير مطلوبة في كمية الماء اثناء الحلط والصب في الموقع .

وتستخدم في حالة صب الاساسات عند ارتفاع منسوب المياه الجوفية أو سقوط الامطار.

4. إضافات مضادة للبكتيريا :

تستخدم هذه الإضافة في الخرسانة الارضية وخرسانات الحوائط التي توجد فيها البكتيريا التي تسبب التأكل لها. وعند اضافتها لاي نوع من أنواع الاسمنت فإن الاسمنت الناتج يسمي اسمنت مضاد للبكتيريا .ومن مميزاتها تكون ذات تركيز وقوة لمنع النشاط الحيوي لكائنات الدقيقة كالبكتيريا والعفن.

5. إضافات الهواء المحبوس :

عبارة عن خلط كمية معينة من هذه الاضافة الي الحلطة الخرسانية فينتج مجموعة كبيرة من الفقاعات الهوائية ميكروسكوبية منتظمة علي سطح الخلطة . لهذه الفقاعات تاثير علي الخرسانة الطازجة من حيث قابلية التشغيل والنضج. وأيضا تؤثر علي الخرسانة المتصلدة من حيث التجمد والنفاذية.

6. إضافات للحقن الخرسانة :

وهي مادة تحقن في الخرسانة المسلحة في حالة وجود تشققات وعيوب في المبني وبالخصوص تحت الارض المعرضة للرطوبة بحيث تقاوم هذه المادةالمقاومة تأثير التأكل.

ومن مميزاتها أنها مرنة وتتحمل درجة الحرارة وسريعة الجفاف بعد الاستخدام.

9. إضافات البيتومين :

هذه المتدة لها دور في حماية المنشآت من المؤثرات الخارجية كالرطوبة والأمطار والمياه الجوفية وذلك لتلافي في الأملاح والكبريتات.

10. الإضافات الملونة :

هي إضافات مواد ملونة للخلطة نظرا للمتطلبات بعض المواصفات المعمارية بحيث تصب منها طبقة رقيقة علي سطح الخرسانة، وهذه الإضافات عبارة عن أكاسيد معدنية ومواد أخري متشابهة تضاف المادة الملونة للخلطة التي تتطلب أن تكون الخرسانة ذات سطح ملون وخاصة للخرسانة العادية ومن أمثلتها ثاني أكسيد المنجنيز وأكسيد أيدوكسيد الكروم.

11. وهناك انواع كثيرة من الإضافات الاخري.

10.2 المضاف الذي تم إستخدامة في البحث :

- **الملدن الفائق Super plasticizers (SP901) :**

تضاف الي الخرسانة بنسبة تتروح من 0.2 % إلي 2.5% من وزن الأسمنت وهي اكثر واهم انواع الإضافات إستخداماً وشيوعاً وتوجد الملدنات في السوق تحت أسماء عديدة الملدنات (البلاستيزر) والملدنات الفائقة (السوبربلاستسيزر) عموماً في صورة سائلة وتضاف الي الخلطة منها اذكريت ،أونبلاست ، سيكامنت ، ملمينت ...إلخ .

- **وظيفة الملدنات الفائقه :**

1. تحسين خواص الخرسانة الطازجة وذلك بزيادة القابلية لتشغيل وزيادة السيولة مع ثبات نسبة الماء الي الأسمنت .

2.الحصول علي خرسانة ذاتية الدمك .

3 .تحسين خواص الخرسانة المتصلدة وذلك بتخفيض نسبة الماء الي الأسمنت في الخلطة مع ثبات درجة القابلية للتشغيل وبالتالي الحصول علي خرسانة عالية المقاومة .

4 .الحصول علي خرسانة ذات مقاومة مبكرة عالية .

5. الحصول علي خرسانة عالية الاداء قليلة النفاذية .

6. الحصول علي خرسانة بدون إنفصال حبيبى .

الباب الثالث

الإختبارات المعملية

الباب الثالث

الإختبارات المعملية

1.3 مقدمة:

تصميم الخلطات الخرسانية الخرسانية يعني تحديد القيم النسبية لمكوناتها بما يتفق مع المتطلبات المطلوبة لعمل معين ويكون ذلك بإستخدام نسب ثبتت فعليتها من التجارب ،ويعتبر تحديد نسبالخلطة الخرسانية من اهم العوامل التي تؤثر علي جودة الخرسانة وعلي اقتصاديات المشروع . فمن الممكن الحصول علي خرسانة متباينة في جودتها وثمنها بالرغم من أن جميعها تتكون من نفس المواد .

يلزم إجراء الاختبارات المعملية علي المواد المستخدمة في الخلطة الخرسانية (اسمنت ، رمل ، ركام) للتأكد من صلاحيتها ومطاابقتها للمواصفات المستخدمة وهي المواصفات البريطانة.

المواد الأولية المستخدمة :

1. الأسمنت**:** استعمل الاسمنتالبرتلاندي العادي والمنتج من شركة اسمنت بربر والمطابقة للمواصفات السودانية **.**
2. الركام الناعم (Fin Aggregate) : أستعمال الرمل الطبيعي (الكنجر**) .**
3. الركام الخشن (coarse aggregate **) :** أستعمال الركام الخشن الطبيعي **.**
4. ماء الخلط (Water Max) : استعمال ماء الشرب العادي في عمل الخلطات الخرسانية والمعالجة .
5. تم استعمال الملدناتوالملدنات الفائقة (Retarders) (Superplasticizer **) .**
6. السبكالايت (Sikalite **) :** هي مادة عازلة للماء في صورة بودرة تستخدم في البياض الأسمنتي والخلطة الخرسانية .

2.3 إختبارات المواد :

1.2.3 اختبارات الأسمنت :

1.1.2.3 اختبارات نعومة الأسمنت :

الغرض من الإختبار :

تحديد نعومة الاسمت .

الادوات :

1. منخل معياري مقاس 0.075.
2. ميزان حساس .
3. ادوات مساعده (فرشه للتنظيف).

خطوات العمل :

1. انخلت 200 جرام من الاسمنت بالنمخل رقم 200.
2. وزنت كمية الاسمنت المحجوز علي المنخل .

الحسابات :

$$R = \frac{w_1}{w_2} x100\%$$

حيث :

W1 = الوزن المحجوز علي المنخل جرام.

W2 =الوزن الكلي جرام.

الوزن الكلي = 200 جرام

الوزن المحجوز علي المنخل = 14 جرام

نسببة النعومة = 7 %

❖ الجدول (1.4.1) يوضح نتيجة الإختبار .

2.1.2.3 اختيار كمية الماء للعجينة الاسمنتية القياسية:

الغرض من الاختبار :

تحديد كمية الماء الازمة لتشكيل العجينة الاسمنتية ذات قوام قياسي لي إستعمالها في تحضير عينات اختبار زمن الشك وإختبار ثبات الحجم للاسمنت .

الأجهزة والادوات :

1. ميزان حساس .
2. ساعة إيقاف.
3. سكينة قطع وتسوية.
4. اسطوانة مدرجة لقياس الماء .
5. قاعدة جهاز (Plate).
6. جهاز فيكات.

طريقة الاختبار :

1. وزنت 400 جرام من الاسمنت المراد اختبارها ، وضع اعلي لوح غير مسامي من الزجاج او المعدن.
2. اضيفت نسبة من الماء الي الاسمنت بنسبة تتروح بين(33-26)% من وزن الاسمنت مع بداية إضافة الماء تم تشغيل ساعة الإيقاف .
3. تم خلط الاسمنت مع الماء لمدة 4 دقائق خلطنا جيدا ثم ملانا قالب جهاز فيكات بعجينة الاسمنت ثم قمنا بتسوية السطح.
4. تم وضع قالب جهاز فيكات فوق قاعده الجهاز ويتدلى الطرف الاسطواني ببطئ حتى يلامس سطح العينة ثم يترك ليهبط تحت تأثير وزنة .

5. اخذت القراءة علي التدرج الموجود امام العلامة الافقية علي اسطوانة جهاز فيكات فتدل علي ارتفاع المرود عن قاع القالب .

6. اعيدا الاختبار بناء علي نتيجة الاختبار السابق مع عمل عجينه أخرى بكمية ماء مضاف اكثر او اقل من كمية الماء في الاختبار السابق للوصول الي كميه الماء التي تعطي عجينة الاسمنت ذات القوام القياسي التي عندها تكون قراءة جهاز فيكات mm(4 -7).

7. اعيدا الاختبار عدة مرات لنفس عجينة الأسمنت وتسجل القراءت والقراءة التي يكون عندها قوام الأسمنت mm(4 -7) ونأخذ منها نسبة الماء القياسية .

8. كررت التجربة بنسبة الماء القياسية مرة اخري لتأكد من النسبة القياسية المتحصل عليها.

الحسابات :

الجدول (1.4.2) يوضح نتيجة الإختبار .

3.1.2.3 إختبار زمن الشك الابتدائي :

- **زمن الشك الإبتدائي :**

هو الزمن الدي يمضي من لحظة إضافة الماء لإسمنت وبنسبة ماء العجينة القياسية والمحدده من الاختبار السابق الي اللحظة التي تستطيع إبرة فيكات أن تنفز في عجينة الاسمنت علي مسافة من قاع القالب .

الغرض من الإختبار :

تحديد الزمن الزي يبدأ فيه الاسمنت بالتصلب.

طريقة الاختبار :

1. اخذت مقدار من الاسمنت معلوم القوام القياسي ويكون المقدارالقياسي400 جرام واضغنا إليها الماء بنفس النسب المئوية السابقة تحديدها في إختبار القوام لأسمنت لتشكيل عجينة قياسية من الأسمنت مع تشغيل ساعة الإيقاف عند إضافة الأسمنت .

2. تم خلط الماء والأسمنت جيدا لمدة 4 دقائق ثم وضعنا العجينة لتملأ قالب فيكات وقمنا بتسوية السطح.

3. تم وضع قالب حهاز فيكات والموضوع فوق اللوح المعدني تحت الطرف الاسطواني التي تتدلي من ابراء فيكات لتحديد زمن الشك الأبتدائي ثم ادلينا طرف الابراء حتي لامس سطح العجينة ببطء ثم تركناها لتهبط تحت تاثير الوزن الكلي للطرف الاسطواني واخذنا قراءه التدرج امام العلامة الافقية علي الاسطوانة فتدلي علي بعد طرف الابراء من القاع .

4. تركت العجينة فتره ثم حركنا القالب قليلا حتي لا تهبط الابرة في نقطة واحده اكثر من مره وتعاد عملية نفاذ الابرة للعجينة الأسمنت.

5. كررت الخطوة عدت مرات حتي وصلت الي اللحظة التي بعد فيها طرف إبرة جهاز فيكات الي بعد (4-7)mm من قاع القالب .

6. تم تسجيل الزمن المبين في ساعة الايقاف ويكون هو زمن الشك الابتدائي .

❖ الجدول (1.4.3) يوضح نيجة الإختبار .

4.1.2.3 إختيار زمن الشك النهائي:

➢ **زمن الشك النهائي :**

هو الزمن الذي يمضي من لحظة اضافة الماء للإسمنت (نسبة العجينه القياسية)بحيث تستطيع إبرة جهاز فيكات ان تخترق عجينه الاسمنت بمسافة أقل من دون ان تترك لها اثرا علي سطح العينة او يظهر اي اثر لحرف الجزء الاسطواني المثبت حولها .

الغرض من الأختبار :

معرفة الزمن الذي تبدأ فية مقاومة الخلطة الخرسانية .

طريقة الاختبار :

1. تم استبدال إبرة زمن الشك الابتدائي بالابرة الدائرية لزمن الشك النهائي ودلينا الاسطوانة لتلامس سطح العجين ببطء وتركنا الابرة تسقط تحت تاثير وزنها فظهر اثر دائري بمركز اثر الابرة .

2. وكررت التجربة عدت مرات حتي اختفي الاثر الدائري للابرة واصبحت نقطة وعندها سجلنا الزمن المبين بساعة الايقاف ويكون هذا هو زمن الشك النهائي .

❖ الجدول (1.4.4) يوضح نتيجة الإختبار .

2.2.3 إختبارات الركام الخشن :

1.2.2.3 إختبار التدرج الحبيبي :

الغرض من الاإختبار :

هو معرفة التدرج الحبيبي للركام ثم إيجاد تدرج خليط من الركام الصغير والركام الكبير يصلح استخدامه في الخلطات الخرسانية ليعطي خلطة خرسانية سهلة التشغيل وخرسانية متلصدة لها مقاومة الضغط المطلوبة مع مراعاة التوفير في التكاليف، او في استخدامه في تثبيت التربة تحت خطوط سكك الحديدية واستخدامه في الاغراض الإنشائية المختلفة مثل رصف الطرق .

الركام الخشن :

الأجهزة والادوات :

1.مجموعة من المناخل القياسيه لكل من الركام الخشن والركام الناعم .

2.ميزان حساس.

3.فرشة المناخل.

4. هزاز ميكانيكي .

➢ تحضير العينة :

أخذت العينة من عدة أماكن مختلفة من كومة الركام ثم حضرت العينة المراد اختبارها بطريقة التقسيم الربيعي .

خطوات العمل :

وزنت 2 كجم عينة من الركام الخشن بدقة وأدخات بعد ذلك علي المناحل القياسية علي التعاقب بحيث بدأ بالمنحل الاكبر وينتهي بالنمحل الأصغر وروعي أن تكون المناخل سليمة ونظيفة تماما بعد استعمالها وأجريت عملية النخل بهز المناخل اليا باستحدام الهزاز الميكانيكي لمدة 5 دقائق .

ثم وزنت مقادير الركام المحجوزة علي كل منحل علي حدة بالميزان الحساس، وحسبت النسبة المئوية للركام المحجوز والنسبة المئوية للمار من كل منخل من الاوزان المحجوزة علي كل منحل .

❖ الجدول (1.4.5) يوضح نتيجة الإختبار.

2.2.2.3 إختبار الإمتصاص للركام :

الغرض من الإختبار :

تحديد نسبة إمتصاص الحصي للماء.

الأجهزة والأدوات :

1. ميزان حساس.
2. وعاء به ماء.
3. قطعة قماش للتجفيف.
4. فرن تجفيف.

طريقة العمل :

أخذت عينة ركام نقية خالية من التربة العالقة والملتصقة وغسلها جيدا بالماء ثم توضع في فرن لمدة ساعة لطرد الرطوبة ثم يؤخذ وزن معلوم من العينة لكي يسهل التعامل معه (w1) ثم تغمر العينة بعد \لك في حوض ماء نقي لمدة (72) ساعة.ثم تخرج العينة بعد ذلك ثم يحدد الوزن الجديد(w2) ومن ثم يم حساب نسبة الامتصاص.

نتيجة الأختبار :

الوزن المشبع =w2

الوزن الجاف =w1

القانون;

$$\frac{w_2 - w_1}{w_1} x100\%$$

❖ الجدول (1.4.6) يوضح نتيجة الإختبار .

3.3.2.2 إختبار الوزن النوعي للركام :

الغرض من التجربة :

تحديد الوزن النوعي للركام و هو عبارة عن الخاصية التي تستخدم لحساب الحجم الاي يشغله الركام في الخلطات.

الأجهزة والأدوات :

1.ميزان حساس.

2. فرن تجفيف.

3. وعاء مدرج.

النظرية :

$$GS = \frac{(W2 - w1)}{(w4 - w1)} - (w3 - w2)$$

طريقة العمل :

1.تم وزن الوعاء فارغأ ويمثل (w1) ويساوي....

2. وتم وزن الوعاء + وزن العينة ويمثل (w2) ويساوي ....

3. وتم وزن الوعاء + وزن العينة + وزن الماء ويمثل (w3) ويساوي...

4. وتم وزن الوعاء + وزن الماء فقط ويمثل (w4) ويساوي....

❖ الجدول (1.4.7) يوضح نتيجة الاختبار.

3.3 الخلطة الخرسانية :

تم تصميم الخلطة استخدمت في هدا البحث لكي تحقق مقاومة مستهدفة مقدارها 30 Mpa في 28 يوم.

حيث أستخدمت المدونة البريطانية المعينة بتصميم الخلطات الخرسانية وثم تثبيت نسب المواد المستخدمة لجميع الخلطات حيث كانت نسب المواد المستخدمة كما هو موضح في الجدول التالي :

جدول(1.3) يوضح نسب أوزان المواد المستخدمة في الخلطة القياسية :

المادة	الوزن للمتر المكعب (كجم)	الوزن ل 9 مكعبات (كجم)
الأسمنت	370	11.25
الركام الخشن	1830	54.9
الركام الناعم	622	18.81
ماء الخلط	180	5.55

جدول(2.3) يوضح نسب المضاف **sp901** المستخدمة في الخلطات :

الخلطات	النسبة من وزن الاسمنت (كجم)
المرجعية	%0
Mix1	%0.5
Mix2	%1
Mix3	%1.5
Mix4	%2

جدول (3.3) يوضح أوزان ونسب الإضافات في الخلطات مع تخفيض نسبة الماء الي الاسمنت بالنسبة لي بنسبة **0.5%** (Mix2)**:**

الخلطات	**نسبة التخفيض** **% من خلطة** 0.5%
Mix5	**10%**
Mix6	**15%**

4.3 إختبارات الخرسانة :

1.4.3 إختبار الهبوط :

الغرض من الإختبار :

تحديد قوام الخلطة الخرسانية بتعين مدي هبوطها بعد تشكلها علي هيئة مخروط ناقص وذلك إما في المعمل أو في موقع التنفيذ.للتأكد من نسب مكونات الخلطة الخرسانية حيث أن أي تغيير في نسبة الأسمنتأوكمية الماء والركام يؤثر علي قيمة الهبوط ويعتبر هذا الإختبار من أبسط وأفضل الوسائل لضبط الجودة في محطات الخلط وفي موقع التنفيذ.

الأجهزة والأدوات :

1.قالب الاختبار.

2. قضيب الدمك.

3. مسطرين.

4. صينية.

5. لوح من المعادن.

6. خلاطة نحلة.

7. جاروف.

طريقة الإختبار :

نظف السطح المعدني الداخلي للقالب تنظيفا تاما بحيث لم توجد آثار خرسانة سابقة،ثم وضع القالب علي الوح المعدني وثبت جيدا أثناء عملية ملئه وملء القالب عبلي ثلاث طبقات متساوية تقريبا ودمكت كل طبقة بواسطة قضيب الدمك 25 مرة موزعة بالتساوي علي السطح المستعرض للقالب وروعي عدم نفاذية القضيب للطبقة التي تحتها وبعد أن دمكت خرسانة الطبقة العليا للقالب سوي سطحها مع حافة القالب وإرتفاع مركز عينة الخرسانة الطازجة.

2.4.3 إختبار مقاومة الضغط لمكعبات الخرسانة :

الغرض من الإختبار :

تحديد مقاومة الضغط للخرسانة المتصلدة.

الأجهزة والأدوات :

1.ماكينة الضغط.

2. مكعبات خرسانية.

3. حوض معالجة.

- **طريقة الاختبار :**

تم التأكد من الوضع الصحيح لأسطوانة الماكينة وملحقاتها المختلفة ، تم قلب المكعبات من حوض المعالجة وأختبرت وهي لينة، ووزن أي مكعب قبل إجراء الاختبار عليه، وتم أن كل أوجه التحميل للماكينة نظيفة، وأوجه المكعب الملامس لأسطوامة الماكينة خالية من حبيبات الأسمنت الخشنة، ثم وضع المكعب عند مركز أسطوانة الماكينة السفلية تماما وتم التأكد من أن الحمل مطبق علي وجهي المكعب المستوي، وضبط محدد سرعة إنطلاق الحمل في الماكينة لضغط المكعب بمعدل ما حتي زادت الإجهادات بمعدل ثابت، ثم حمل المكعب السابق بالمعدل السابق حتي وصل لحمل الإنهيار وسجلت قيمته.

الباب الرابع

النتائج ومناقشتها

الباب الرابع

النتائج ومناقشتها

1.4 مقدمة :

أجريت سلسلة من الاختبارات علي عينات الخرسانة لدراسة وتقييم الخواص الميكانيكية للخرسانة الطازجة والمتصلدة عالية الاداء. يناقش هذا الفصل النتائج التي تم الحصول عليها من برنامج الاختبار. وتشمل النتائج اختبار الهبوط وقوة الانضغاط.

جدول (1.4.1) نتيجة إختبار نعومة الاسمنت :

نعومة الاسمنت	نعومة الاسمنت حسب المواصفات البريطانية
%7	يجب ان الا تزيد عن 10%

جدول(1.4.2) اختبار كمية الماء للعجينة الاسمنتية :

كمية الماء للعجينة الاسمنتية	كمية الماء للعجينة الاسمنتية حسب المواصفات البريطانية
%32	يتراوح بين (26-33)%

جدول(1.4.3) يبين نتيجة أختبار زمن الشك الابتدائي:

زمن الشك الابتدائي	زمن الشك النهائي حسب المواصفات البريطانية
80 دقيقة	يجب ان لا يقل عن 45 دقيقة

جدول(1.4.4) يبين نتيجة أختبار زمن الشك النهائي :

زمن الشك النهائي	زمن الشك النهائي حسب المواصفات البريطانية
120 دقيقة	يجب ان لا يزيد عن 10 ساعات

جدول (1.4.5) يوضح نتائج الركام الحشن :

تم إجراء اختبارات التحليل المنحلي للركام الخشن حسب المواصفات البريطانية .

العينة الاولي :

المنخل	الوزن المحجوز في كل منخل	الوزن المحجوز التراكمي	للمحجوز النسبة المئوية %	النسبة المئوية للمار %
37.5	**0**	**0**	**0**	**100**
25	**0**	**0**	**0**	**100**
19.0	**0.114**	**0.114**	**5.7**	**94.3**
12.5	**0.878**	**0.992**	**49.6**	**50.4**
9.50	**0.782**	**1.774**	**88.7**	**11.3**
4.75	**0.224**	**1.999**	**99.95**	**0.05**
Pan	**0.003**	**2**	**100**	**0**

العينة الثانية :

المنخل	الوزن المحجوز في كل منخل	الوزن المحجوز التراكمي	النسبة المئوية للمحجوز %	النسبة المئوية للمار %
37.5	0	0	0	100
25	0	0	0	100
19.0	0.108	0.108	5.4	94.6
12.5	0.710	0.818	40.9	59.1
9.50	0.986	1.804	90.2	9.8
4.75	0.194	1.998	99.8	0.1
Pan	0.002	2	100	0

متوسط العينات :

المنحل	الوزن المحجوز في كل منحل	الوزن المحجوز التراكمي	النسبة المئوية للمجوز%	النسبة المئوية للمار %
37.5	0	0	0	100
25	0	0	0	100
19.0	0.111	0.111	5.55	94.45
12.5	0.794	0.905	45.25	54.75
9.50	0.884	1.789	89.45	10.55

0.07	**99.92**	**1.998**	**0.209**	**4.75**
0	**100**	**2**	**0.0015**	**Pan**

جدول (1.4.6) يوضح نتائج إختبار الركام الناعم :

تم إجراء اختبارات التحليل المنحلي للركام الناعم حسب المواصفات البريطانية .

المنحل	**الوزن المحجوز في كل منحل**	**الوزن المحجوز التراكمي**	**النسبة المئوية للمحجوز %**	**النسبة المئوية للمار %**
4.75	**0.07**	**0.007**	**0.35**	**99.65**
2.36	**0.023**	**0.030**	**1.5**	**98.5**
1.18	**0.271**	**0.301**	**15**	**85**
0.600	**0.673**	**0.974**	**48.7**	**51.7**
0.300	**0.636**	**1.610**	**80.5**	**19.5**
0.150	**0.136**	**1.746**	**87.3**	**12.7**
0.075	**0.183**	**1.929**	**96.45**	**3.55**
Pan	**0.073**	**2**	**100**	**0**

جدول (1.4.7) يوضح درجة إمتصاص الركام للماء :

نسبة الإمتصاص للركام	**نسبة الإمتصاص حسب المواصفات البريطانية**
%0.40	يجب أن لاتتعدي 3%

جدول (1.4.8) يوضح نتيجة اختبار الوزن النوعي للركام :

الوزن النوعي للركام	الوزن النوعي للركام حسب المواصفات البريطانية
2.6	يجب أن لايقل عن 2.40

2.4 النتائج والمقارنات :

سيتم عرض جميع تفاصيل الخاطات ومتوسط النتائج في الجداول أدناه :

جدول (2.4.1) يوضح نتائج الخلطة المرجعية 0% :

الخلطه	العمر (اليوم)	وزن المكعب Kg	الهبوط (mm)	نسبه المضاف (%)	قوة الانضغاط KN	قوة الانضغاط Mpa	متوسط قوة الانضغاط N/mm^2
المرجعية	7	8.345	37	0%	508.5	22.6	22.1
		8.189			486	21.6	
		8.267			497.2	22.1	
	28	8.255			648	28.8	27
		8.448			567	25.2	
		8.351			609.7	27.1	

جدول (2.4.2) يوضح نتيجة نسبة إمتصاص الماء للخلطة المرجعية 0% :

الرقم	وزن المكعب KG	وزن المكعب بعد الفرن 24 ساعة	وزن المكعب بعد الغمر 24 ساعة	نسبة الامتصاص %
1	8.362	8.036	8.342	3.8%
2	8.311	8.002	8.287	
3	8.336	8.019	8.314	

جدول (2.4.3) يوضح نتائج خلطة الإضافة 0.5% :

الخلطه	العمر (اليوم)	وزن المكعب Kg	الهبوط (mm)	نسبه المضاف (%)	قوة الانضغاط KN	قوه الانضغاط Mpa	متوسط قوة الانضغاط N/mm^2
Mix1	7	8.357	38	0.5%	510.7	22.7	24
		8.330			564.7	25.1	
		8.343			540	24	
	28	8.498			618.7	27.5	28.2
		8.453			648	28.8	
		8.475			634.5	28.2	

جدول (2.4.4.) يوضح نسبة إمتصاص الماء للخلطة 0.5% :

الرقم	وزن المكعب Kg	وزن المكعب بعد الفرن 24 ساعة	وزن المكعب بعد الغمر 24 ساعة	نسبة الامتصاص (%)
1	8.387	8.065	8.363	3.9%
2	8.474	8.118	8.448	
3	8.430	8.091	8.405	

جدول(2.4.5) يوضح نتائج خلطة 1% :

الخلطه	العمر (اليوم)	وزن المكعب Kg	الهبوط (mm)	نسبه المضاف(%)	قوة الانضغاط KN	قوه الانضغاط N/mm^2	متوسط قوة الانضغاط N/mm^2
Mix2	7	8.224	39	1%	558	24.8	23.6
		8.286			506.2	22.5	
		8.295			531	23.6	
	28	8.465			596.2	26.5	27
		8.312			616.5	27.4	
		8.388			607.5	27	

جدول (2.4.6) يوضح نتيجة نسبة امتصاص الماء للخلطة 1% :

الرقم	وزن المكعب KG	وزن المكعب بعد الفرن 24 ساعة	وزن المكعب بعد الغمر 24 ساعة	نسبة الامتصاص %
1	8.436	8.097	8.418	3.8%
2	8.499	8.105	8.399	
3	8.467	8.101	8.408	

جدول(2.4.7) يوضح نتائج الخلطة بإلاضافة 1.5% :

الخلطه	العمر اليوم	وزن المكعب KG	الهبوط Mm	نسبه المضاف %	قوة الانضغاط KN	قوه الانضغاط N/mm^2	متوسط قوة الانضغاط N/mm^2
Mix3	7	8.429	223	%1.5	531	23.6	24
		8.296			549	24.4	
		8.362			540	24	
	28	8.411			587.2	26.1	27.3
		8.465			641.2	28.5	
		8.438				27.3	

جدول (.2.4.8) يوضح نتيجة نسبة إمتصاص الماء لخطلة 1.5% :

الرقم	وزن المكعب KG	وزن المكعب بعد الفرن 24 ساعة	وزن المكعب بعد الغمر 24 ساعة	نسبة الامتصاص %
1	8.472	8.148	8.450	3.5%
2	8.430	8.135	8.404	
3	8.451	8.141	8.427	

جدول (2.4.9) يوضح نتائج خلطة 2% :

الخلطه	العمر اليوم	وزن المكعب KG	الهبوط mm	نسبه المضاف%	قوة الانضغاط KN	قوه الانضغاط N/mm^2	متوسط الانضغاط N/mm^2
Mix4	7	8.252	230	2%	506.2	22.5	18.15
		8.455			335.2	14.9	
		8.459			409.5	18.2	
	28	8.500			459	20.4	21.25
		8482			497.2	22.1	
		8.341			477	21.25	

جدول (2.4.10) يوضح نتيجة نسبة إمتصاص الماء للخلطة 2% :

الرقم	وزن المكعب KG	وزن المكعب بعد الفرن 24 ساعة	وزن المكعب بعد الغمر 24 ساعة	نسبة الامتصاص %
1	8.472	8.148	8.450	3.5%
2	8.430	8.135	8.404	
3	8.451	8.141	8.427	

جدول (2.4.11) يوضح نتائج خلطة التخفيض بنسبة 10% من الماء و الاسمنت من خلطة تخفيض 0.5% :

الخلطه	العمر اليوم	وزن المكعب KG	الهبوط Mm	نسبه المضاف %	قوة الانضغاط KN	قوه الانضغاط N/mm^2	متوسط الانضغاط N/mm^2
Mix5	7	8.345	36	تخفيض 10% من الماء والاسمنت من خلطة 0.5%	560.2	24.9	22.8
		8.189			465.7	20.7	
		8.267			513	22.8	
	28	8.255			589.5	26.2	27.1
		8.448			630	28	
		8.351			609.5	27.1	

جدول (2.4.12) يوضح نسبة إمتصاص الماء لخلطة التخفيض بنسبة 10% من الماء والأسمنت من خلطة 0.5% :

الرقم	وزن المكعب KG	وزن المكعب بعد الفرن 24 ساعة	وزن المكعب بعد الغمر 24 ساعة	نسبة الامتصاص %
1	8.533	8.214	8.540	3.7 %
2	8.600	8.290	8.570	
3	8.566	8.252	8.555	

جدول(2.4.13) يوضح نتائج خلطة التخفيض بنسبة 15% من الماء والأسمنت من خلطة 0.5% :

الخلطه	العمر اليوم	وزن المكعب KG	الهبوط mm	نسبه المضاف %	قوة الانضغاط KN	قوه الانضغاط N/mm^2	متوسط الانضغاط N/mm^2
Mix6	7	8.527	38	تخفيض 15% من وزن الماء والاسمنت من خلطة 0.5%	515.2	22.9	24.1
		8.385			569.2	25.3	
		8.456			542.2	24.1	
	28	8.517			681.7	30.3	30
		8.624			670.5	29.8	
		8.570			672.7	29.9	

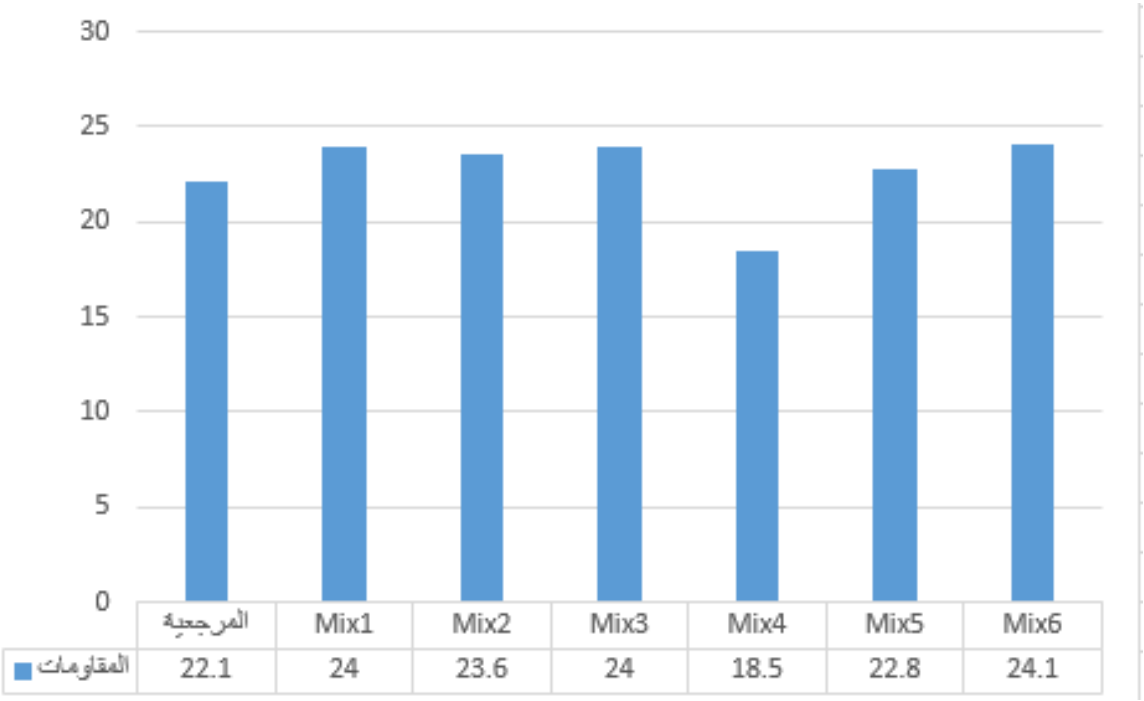
جدول (2.4.14) نتيجة إمتصاص الماء لخلطة 0.5% :

الرقم	وزن المكعب KG	وزن المكعب بعد الفرن 24 ساعة	وزن المكعب بعد الغمر 24 ساعة	نسبة الامتصاص %
1	8.602	8.301	8.578	3.06%
2	8.608	8.275	8.502	
3	8.605	8.288	8.540	

جدول (2.4.15) يوضح نتائج الخلطات بعمر 7 يوم :

الخلطة	العمر اليوم	وزن المكعب Kg	نسبة المضاف %	الهبوط mm	قوة الانضغاط KN	قوة الانضغاط N/mm^2	متوسط قوة الانضغاط N/mm^2
المرجعية	7	8.345	%0	37	508.5	22.6	22.1
		8.189			486	21.6	
		8.267			497.2	22.1	
Mix1	7	8.357	%0.5	38	510.7	22.7	24
		8.330			564.7	25.1	
		8.343			540	24	
Mix2	7	8.224	%1	39	558	24.8	23.6
		8.286			506.2	22.5	
		8.295			531	23.6	
Mix3	7	8.429	%1.5	223	531	23.6	24
		8.296			549	24	
		8.362			540	22.5	
Mix4	7	8.252	%2	230	506.2	14.9	18.15
		8.455			335.2	18.2	
		8.459			409.5	24.9	
Mix5	7	8.345	تخفيض 10% من الاسمنت والماء من	36	560.2	20.7	22.8
		8.189			335.2	22.8	
		8.267			409.5	22.9	

				خلطة 0.5%			
24.1	22.9	560.2	38	تخفيض 15% من الاسمنت والماء من خلطة 0.5%	8.527	7	Mix6
	25.3	465.7			8.385		
	24.1	513			8.458		



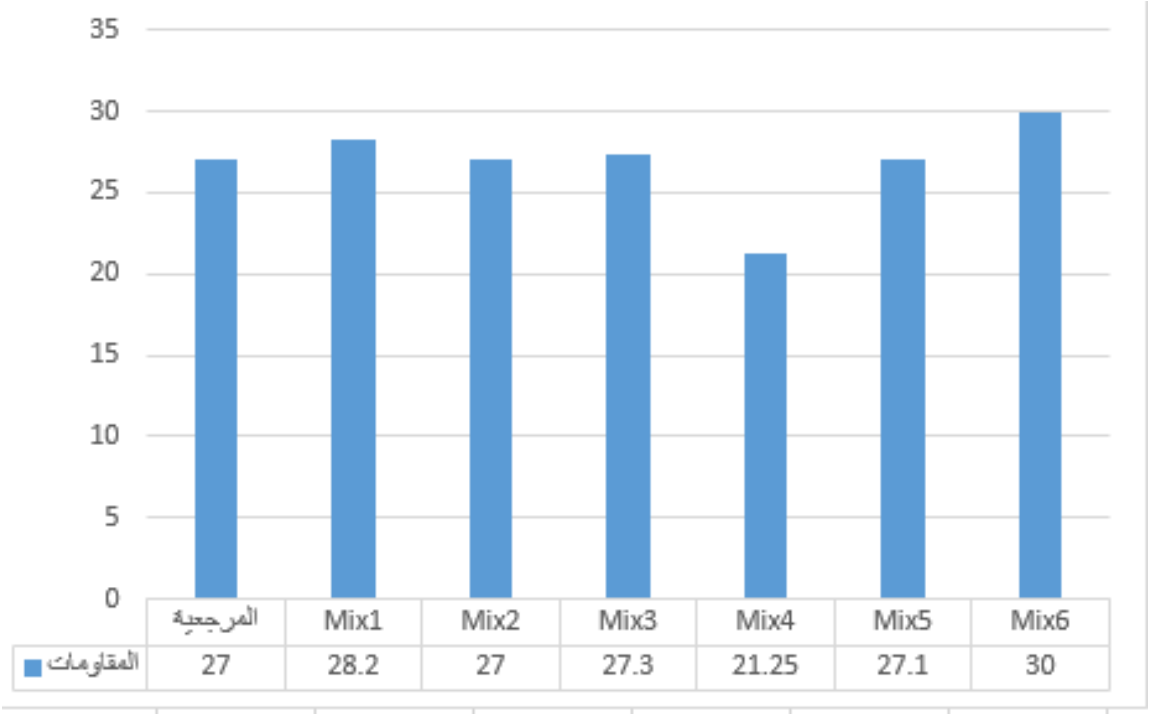
مخطط (2.4.15) يوضح قيم مقارنات المقاومة للخلطات لعمر 7 يوم

- وجد ان اكبر مقاومة في Mix6 .
- وجد ان اقل مقاومة في Mix4 .

جدول (2.4.16) يوضح نتائج الخلطات بعمر 28 يوم :

الخلطة	العمر اليوم	وزن المكعب Kg	الهبوط Mm	نسبة المضاف %	قوة الانضغاط KN	قوة الانضغاط N/mm^2	متوسط قوة الانضغاط N/mm^2
المرجعية	28	8.255	37	0%	648	28.8	27
		8.345			567	25.2	
		8.351			609.7	27.1	
Mix1	28	8.498	38	0.5%	618.7	27.5	28.2
		8.453			648	28.8	
		8.475			634.5	28.2	
Mix2	28	8.465	39	1%	587.2	26.5	27
		8.312			616.5	27.4	
		8.388			607.5	27	
Mix3	28	8.411	223	1.5%	587.2	26.1	27.3
		8.465			641.2	28.5	
		8.438				27.3	
Mix4	28	8.500	230	2%	459	20.4	21.25
		8.482			497.2	22.1	
		8.341			477	21.25	
Mix5	28	8.255	36	تخفيض بنسبة	589.5	26.2	27.1
		8.448			630	28	

	27.1	609.5	10%من الماء والاسمنت من خلطة 0.5%		8.351		
30	30.3	681.7	تخفيض بنسبة 15%من الماء والاسمنت من خلطة 0.5%	38	8.517	28	Mix6
	29.8	670.5			8.624		
	29.9	672.7			8.570		

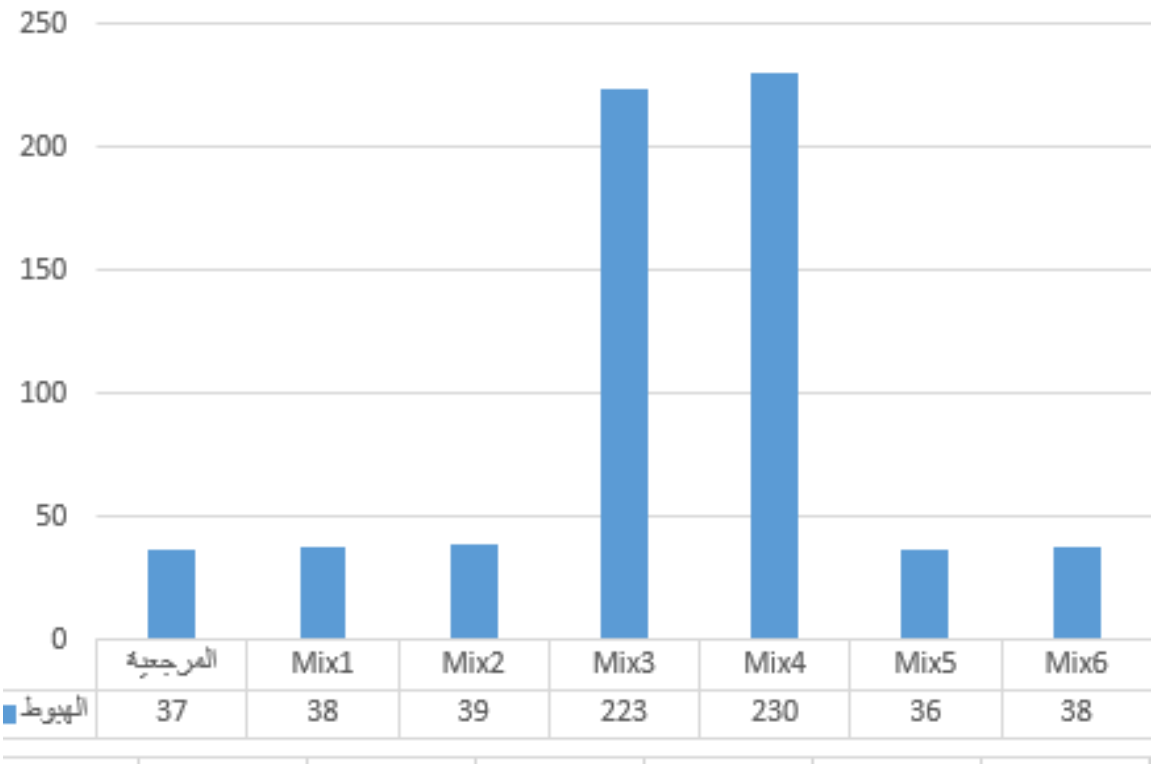


مخطط (2.4.16) يوضح قيم مقارنات المقاومة لكل الخلطات في عمر 28 يوم

- وجد ان اكبر مقاومة في Mix6.
- وجد ان اقل مقاومة في Mix4.

جدول (2.4.17) يوضح نتائج الهبوط للخلطات :

الخلطة	مقدار الهبوط (mm)
الخلطة المرجعية	37
Mix1	38
Mix2	39
Mix3	223
Mix4	230
Mix5	36
Mix6	38

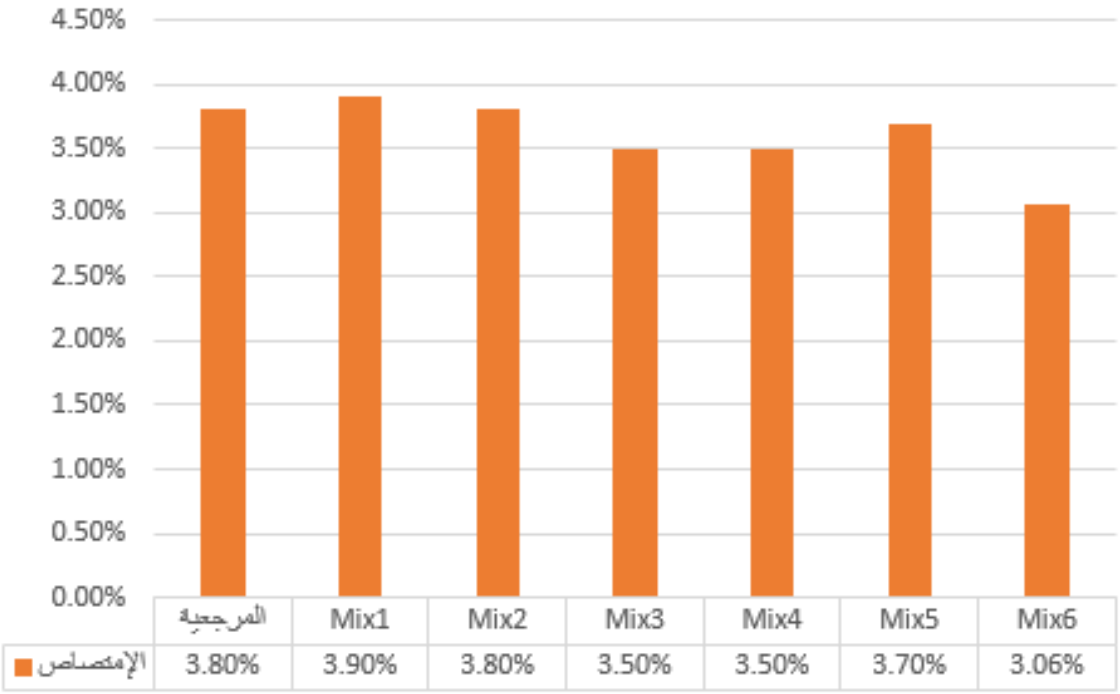


مخطط (2.4.17) يوضح قيم مقارنات الهبوط للخلطات

- وجد ان اكبر هبوط في Mix4 .
- وجد ان اقل هبوط في Mix5 .

جدول (2.4.18) يوضح نسبة إمتصاص الماء للخلطات :

الخلطة	نسبة الإمتصاص %
الخلطة المرجعية	3.8
Mix1	3.9
Mix2	3.8
Mix3	3.5
Mix4	3.5
Mix5	3.7
Mix6	3.06



مخطط (2.4.19) يوضح قيم المقارنات بالنسبة لإختبار الإمتصاص بالنسبة للخلطات لعمر 28 يوم

- وجد ان اكبر نسبة إمتصاص في Mix1 .
- وجد ان اقل نسبة إمتصاص في Mix6 .

الباب الخامس

الخلاصة والتوصيات

الباب الخامس

الخلاصة والتوصيات

1.5 الخلاصة :

تناولت الدراسة اعلاها ثاثير اضافة مادة (sp901) من حيث التشغيلية و المقاومة والنفاذية وذلك باجراء كل من اختبار الهبوط ومقاومة الضغط للخرسانة المتصلدة واختبار النفاذية في 28 يوم تحصلنا من هذه الإحتبارات علي النتائج اعلاه والتي يمكن تخلصها في الاتي :

1. كلما زادت نسبة الاضافة زادت قيمة الهبوط للخلطة حيث تم الحصول علي اعلي قيمة هبوط عند اعلي نسبة اضافة

2. اشارت نتائج اختبار الضغط للخرسانة المتصلدة في 7 يوم و 28 يوم ان مقاومة الضغط تزداد تدريجيا مع نسبة اضافة لحد معين حيث ان نسبة الاضافة (0.5% من وزن الاسمنت) تعطي افضل مقاومة وايضا بعد استخام نسبة هذه الخلطة مع تخفيض نسبة الماء الي الاسمنت بنسبة (10%-15%) قد تحصلنا علي اعلي مقاومة في الخلطات في 7 يوم و 28 يوم في نسبة التخفيض لي (15%) في وايضا كلما كانت نسبة الاضافة لحد كبير اكبر من (2%) قد يؤدي الي تراجع قيم مقاومة الضغط للخرسانة المتصلدة .

3. اشارت نتائج قيم النفاذية للخرسانة المتصلدة في 28 يوم ان قيمة النفاذية تتناقص تدريجيا وتتزايد تدريجيا عند اضافة مادة (sp901) بنسبة تدريجية .

4. ايضا كما ذكرنا ان كلما زادت نسبة التخفيض تقل نسبة الماء وبالتالي تعطي مقاومة اعلي كما في خلطة تخفيض الماء الي الاسمنت بنسبة 15% من خلطة 0.5% .

2.5 التوصيات :

1.يجب ان يتم تصميم الخلطات الخرسانية بدقة عالية وضبط نسب الخلط للحصول علي افضل مقاومة.

2.إجراء دراسات لهذا البحث عن طريق إستخدام نفس المضاف مع مضاف اخر بنسب مختلفة للحصول علي افضل خلطة خرسانية من حيث محتوي المواد والتاكد من صلاحية نسب المواد المستحدمة بالإختبارات المعملية .

3. لابد من عمل اختبارات علي الاضافات للتاكد من صلاحيتها والتاكد من النسب التي يجب اضافتها للخرسانة حيث ان بعض الاضافات قد تعمل عكسيا عن اضافتها بكميات كبيرة .

4. مراعاة العوامل المؤثر علي الخلط والصب .

5. لابد من التوسع في مجال الاضافات الصديقة للبيئة وذلك من اجل استدامة المباني وتحقيق جانبي الاقتصادية والجودة حيث اصبحت تكاليف تشييد مبني خرساني عالية جدا لذلك لابد من التوجه واللجوء الي الاضافات لتحقيق الاقتصادية والجودة .

3.5 المراجع :

1. م محمود إمام ،الخرسانة ، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع، القاهرة، 2002 .

2. الشافعي ، الإحتبارات القياسية للخلطات الخرسانية الأسمنتية ، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع،القاهرة ،2003 .

3. العريان ،أ،م .عطا،ع،.م ،تكنولوجيا الخرسانة ،خواص الخرسانة وتصميم خلطاتها،الجزء الثاني،عالم الكتب ،القاهرة ،1975 .

الملحقات

Technical Datasheet

SeraPlast SP901

Superplasticizer and high range water reducer for the production of superior strength concrete

Product Description

SeraPlast SP901 is a napthalene sulphonate based liquid superplasticizer for high performance concrete. SP901 is specially formulated to impart high workability to concrete mixes. SP901 converts stiff concrete to flowable concrete due to its high workability. Performances of SP901 also gives excellent slump, retention properties without effecting the final setting time. Hence use of SP901 gives high workability, good slump retention. SP901 thus could effectively be used for hot weather concreting.

SP901 could be used to affect considerably water reduction resulting high performances both in plastic and hardened state of concrete.

SP901 is a powerful dispersant and the deflocculating action helps to produce high performing concrete where durability and high strength are the major requirement. High dispersing action of SP901 produces high flow concrete, which will reduce the need for compaction. SP901 can be used for self-compacting concrete very effectively.

Areas of Application

- When high flow concrete is required.
- Production of durable and low permeable concrete.
- Fumed silica and PFA modified concrete.
- Concrete with GGBS (Ground Granulated Blast Furnace Slage).
- Hot weather concreting.
- Long haul concrete.
- For high workability, super flow with pumping

Benifits

- High workability and superior flow properties reduce the need for compaction.
- Workability retention for longer period helps hot weather and long haul concreting.
- Suitable for highly reinforced and Precast Prestressed Concrete duo to the high flow characteristics and also it is chloride free.
- Low water cement ration results in high ultimate

Compatibility

SP901 is compatible with all types of portland cements, SRC cements and other cementations materials including PFA, GGBS and Microsilica.

SP901 is compatible with all SERAPHIM concrete admixtures. The admixture should be added separately to the concrete mix. Do not mix different admixtures prior to addition.

Technical Properties

Specific Gravity	1.22 ± 0.03 @25 °C
Appearance	Dark Brown Liquid
Air Entrainment	Does not entrain air voids
Chloride Content	Nil - Tested to B.S 5075
Freezing	0 °C, Mix Prior to Use

Specification Type

SP901 confirms to ASTM C-494- Type F & G, B.S 5075 – Part 1 ASTM C 1017

Dosage

Recommended dosage range is 0.2 - 2.5 % of mass cement. The actual dosage rate applied can exceed the recommended dosage range on common mix designs and should be determinated in preliminary tests.

Method of Addition

SP901 is supplied as a ready to use brown liquid. SP901 can be added to concrete in the mixing cycle after the addition of 90% water – or can be added along with the gauging water. Care must be taken not to add SP901 to dry mix. SP901 can also be added a few minutes before the actual pouring concrete.

Effect of Overdose

Results in increased workability, Slightly higher entrainment, Delayed setting.

Reason for over dosage must be ascertained to avoid recurrence. Anyway, over dosing will not adversely affect the overall performance of the concrete mix, provided proper curing to be done. Also form work removal should be delayed to allow the setting. In most cases the compressive strength is more than compared to the normal concrete.

SP901 preferably dispensed by using automatic dispensing equipment.

Health and Safety

SP901 is non-hazardous. It is always advisable to avoid contact with skin or eyes. If contact with skin wash with water. Wear protective goggles and hand gloves while handling. If swallowed seek immediate medical attention.

Packaging and Storage

SP901 is available in 210 Litre and in bulk to site installed storage tanks. SP901 should be stored in cool, shaded ware houses. Shelf life is 12 months.

Before using, homogenize sample by shaking or mixing with a mixer.

After thawing, the product must be used after mixing.

Sp901

جهاز إختبار التدرج الحبيبي

خلط الخرسانة

إختبار الهبوط

إختبار الهبوط

دمك الخرسانة

معالجة المكعبات

جهاز كسر المكعبات

IS Sieve	Equivalent BS sieve	Percentage passing for			
		Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
10 mm	3/8 -in	100	100	100	100
4.75 mm	3/16 - in	90-100	90-100	90-100	95-100
2.36 mm	No.7	60-95	75-100	85-100	95-100
1.18 mm	No.14	30-70	55-90	75-100	90-100
600 micron	No.25	15-34	35-59	60-79	80-100
300 micron	No.52	5-20	8-30	12-40	15-50
150 micron	No.100	0-10	0-10	0-10	0-15

جدول يوضح المقاس الاعتباري للركام الناعم

I.S. Sieve Designation	%age passing for graded aggregate of nominal size			
	40 mm	20 mm	16 mm	12.5 mm
80 mm	100	-	-	-
63 mm	-	-	-	-
40 mm	95 to 100	100	-	-
20 mm	30 to 70	95 to 100	100	100
16 mm	-	-	90 to 100	-
12.5 mm	-	-	-	90 to 100
10 mm	10 to 35	25 to 55	30 to 70	40 to 85
4.75 mm	0 to 5	0 to 10	0 to 10	0 to 10
2.36 mm	-	-	-	-

جدول يوضح المقاس الاعتباري للركام الخشن

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

Table 1 :Concrete mix design form

Stage	Item		Reference or calculation	Value
1	1.1	Characteristic strength	Specified	30 N/mm² at 28 days; Proportion defective 5 per cent
	1.2	Standard deviation (σ)	Fig 3	8 N/mm² or no data — 8 N/mm²
	1.3	Margin (k x σ)	C1	(k = 1.64) 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 / SRP / RHPC
	1.6	Aggregate type : coarse		
		Aggregate type : fine		
	1.7	free-water / cement ratio	Table 2, Fig 4	0.49 } Use the lower value
	1.8	*Maximum free-water / cement ratio*	*Specified*	
2	2.1	Slump or V-B	Specified	Slump 30 - 60 mm or V-B ____ s
	2.2	Maximum aggregate size	Specified	20 mm
	2.3	Free - water content	Table 3	180 kg/m³
3	3.1	Cement content	C3	180 ÷ 0.49 = 370 kg/m³
	3.2	*Maximum cement content*	*Specified*	____ kg/m³
	3.3	*Minimum cement content*	*Specified*	____ kg/m³ - Use if greater than Item 3.1 and calculate Item 3.4
	3.4	Modified free-water /cement ratio		
4	4.1	Relative density of aggregate (SSD)		2.6 known/ assumed
	4.2	Concrete density	Fig 5	2380 kg/m³
	4.3	Total aggregate content	C4	2380 - 180 - 370 = 1830 kg/m³
5	5.1	Grading of fine aggregate	BS 882	Zone 52 →
	5.2	Proportion of fine aggregate	Fig 6	34 per cent
	5.3	Fine aggregate content	C5	1830 x 0.34 = 622 kg/m³
	5.4	Coarse aggregate content	C5	1830 - 622 = 1208 kg/m³

Quantities	Cement (kg)	Water (kg or l)	Fine aggregate (kg)	Coarse aggregate (kg)
per m³ (to nearest 5 kg)	370	180	622	1208
per trial mix of 0.03 m³	11.1	5.4	19	36

Item in italics are optional limiting values that may be specified (see Section 7)
1 N/ mm2 = 1 MN/ m = 1 MPa (see footnote on page 8)
OPC = ordinary Portland cement; SPRC = sulphate-resisting Portland cement; RHPC = rapid-hardening Portland cement
Relative density = specific gravity (see footnote on page 15)
SSD = based on a saturated surface-dry basis

Table 2: Approximate Compressive Strength (N/mm^2) of Concrete Mixes Made with a Free-Water / Cement Ratio 0.5

Type of Cement	Type of Coarse Aggregate	Compressive Strengths (N/mm2)			
		Age (days)			
		3	7	28	91
Ordinary Portland (OPC) or Sulphate Resisting Portland (SRPC)	Uncrushed	22	30	42	49
	Crushed	27	36	49	56
Rapid Hardening Portland (RHPC)	Uncrushed	29	37	48	54
	Crushed	34	43	55	61

$1\ N/mm^2 = 1\ MN/m^2 = 1\ MPa$

Table 3: Approximate Free-Water Contents (kg/m^3) Required To Give Various Levels of Workability

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-180
Vebe Time (s)		>12	6-12	3-6	0-3
Maximum Size Aggregate (mm)	Type of Aggregate				
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

Note: When coarse and fine aggregate of different types are used, the free-water content is estimated by the expression

$$2/3\ W_f + 1/3\ W_c$$

where W_f = free-water content appropriate to type of fine aggregate

and W_c = free-water content appropriate to type of coarse aggregate

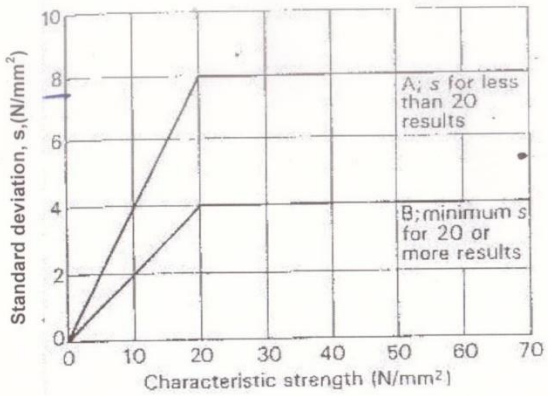


Figure 1: Relationship between standard deviation and characteristic strength

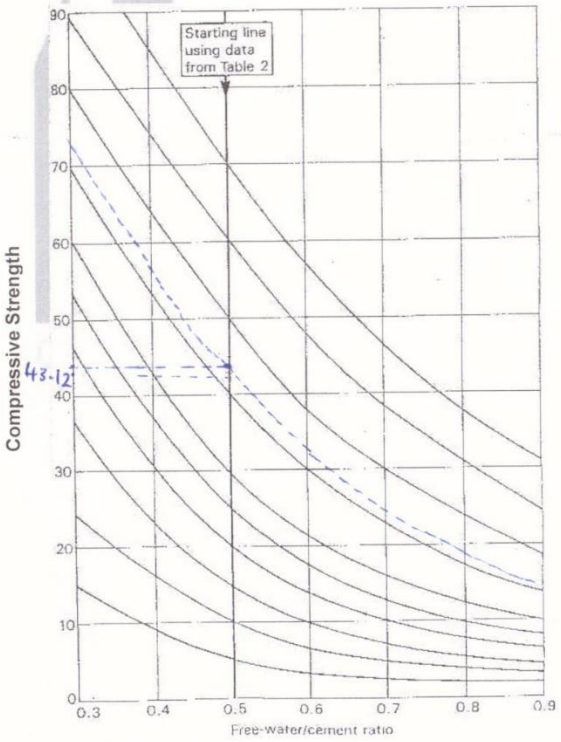


Figure 2: Relationship between compressive strength and free-water/cement ratio

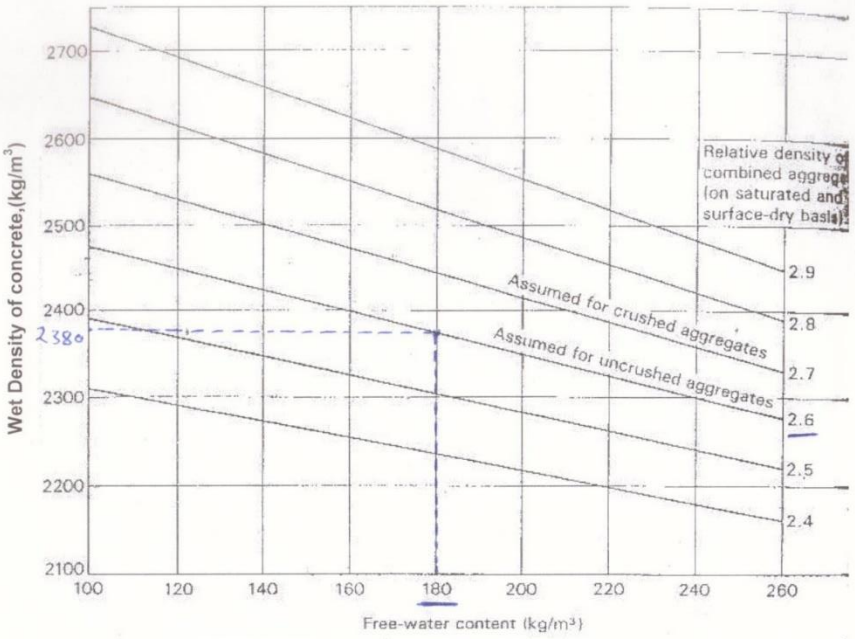


Figure 3: Estimated wet density of fully compacted concrete

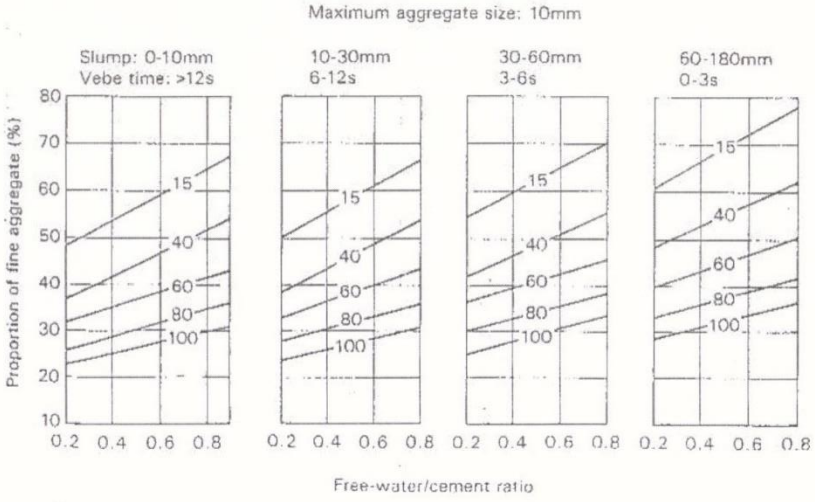


Figure 4a: Recommended proportions of fine aggregate according to percentage passing 600 µm sieve

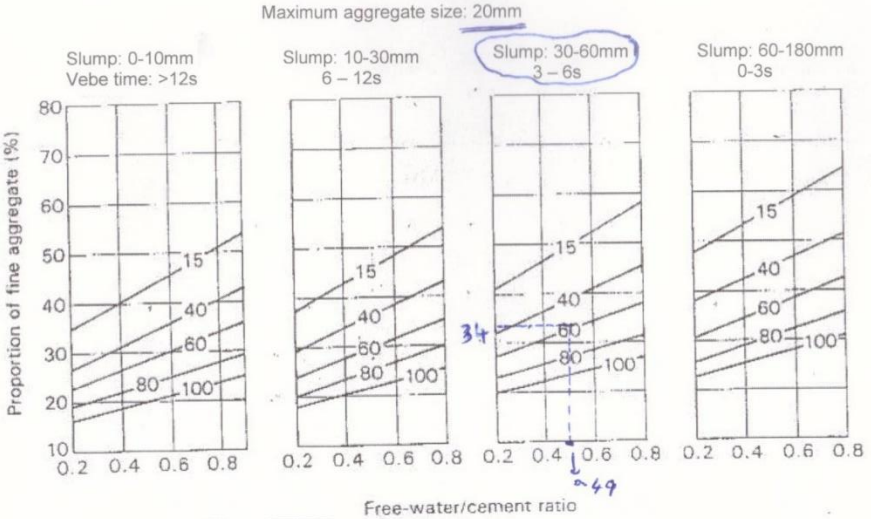


Figure 4b: Recommended proportions of fine aggregate according to percentage passing 600 μm sieve

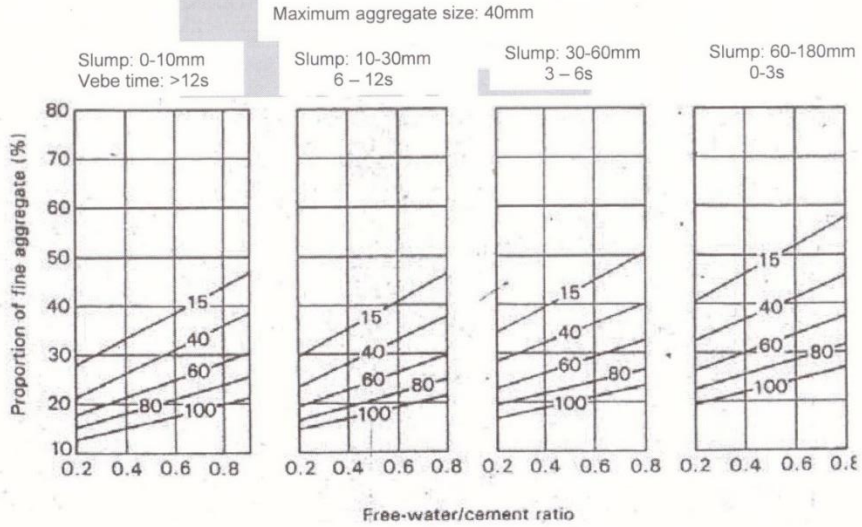


Figure 4c: Recommended proportions of fine aggregate according to percentage passing 600 μm sieve