مقارنة بين استخدام الركام المكسور والركام الغير مكسور في الخلطة الخرسانية

بحث تكميلي لنيل درجة البكلاريوس مرتبة الشرف في الهندسة المدنية

إعداد :-

إحسان البدوي محمد الحاج

أحمد حسين أحمد إبراهيم

إسراء سيف الدين سيد نسيم

مروة مصطفي السرمصطفي

كلية الهندسة - قسم الهندسة المدنية

جامعة الشيخ عبد الله البدري

فبراير - 2023

الأية

بسم الله الرحمن الرحيم

(أَمَّنْ هُوَ قَانِتٌ آنَاءَ اللَّيْلِ سَاجِدًا وَقَائِمًا يَحْذَرُ الْآخِرَةَ وَيَرْجُو رَحْمَةَ رَبِّهِۗ قُلْ هَلْ يَسْتَوِي الَّذِينَ يَعْلَمُونَ وَالَّذِينَ لَا يَعْلَمُونَۗ إِنَّمَا يَتَذَكَّرُ أُولُو الْأَلْبَابِ)

سورة الزمر الأية (9)

(يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ)

للتأمل (أوتوا) فالعلم فضل من الله ....

أللهم أتينا من فضلك وأجعلنا من أهل العلم والإيمان والرحمة

إهداء

إلهي لا يطيب الليل إلا بشكرك ولا يطيب النهار إلا بطاعتك ولا تطيب اللحظات إلا بذكرك ولا تطيب الأخرة إلا بعفوك ولا تطيب الدنيا إلا برؤيتك جل جلالك

الحمد لله وكفي والصلاة والسلام علي الحبيب المصطفي إلي من بلغ الرسالة وأدي الأمانة ونصح الأمة إلي نبي الرحمة والنور صلي الله عليه وسلم تسليماً كثيرا

إلي أمي

التي علمتني الصبر وحببت إلي القناعة وغالبت في غيبتي عنها الألام والدموع وكانت تعيش دائماً أوبة الغائب وتدعو له في خلواتها وصلواتها وأحلامها

إلي والدي العزيز

إلي من كلله الله بالهيبة والوقار

إلي من علمنا العطاء دون إنتظار

إلي من أحمل إسمه بإفتخار

إلي أساتذتي بكلية الهندسة جامع الشيخ عبد الله البدري

إلي كل من علمني حرفاً وأضاء الطريق أمامي

إلي الكادحون في الطرقات إلي كل من كانت أمنيتهم دراسة الهندسة المدنية وحالت الظروف دون ذلك

إلي إخوتي وأصدقائي

إلي كل من رافقني خلال مسيرتي

إلي من عرفت كيف أجدهم وعلموني أن لا أضيعهم

إلي جميع طلاب الدفعة الخامسة

إلي كل مهندسي بلادي

يا ملهماً يسموبأرض الهندسة يمضي بدرب العلم حتي يغرسه

حسب المهندس لا بديل له وكأنه بالفضل أعظم مدرسة

فأسكب عطورك إن أتاك مهندس وأنثرك عبيرك إن أتتك مهندسة

شكر وتقدير

الحمد لله حمداً كثيرا طيباً مباركاً فيه والشكر له على نعمه التي لا تعد ولا تحصى

أما بعد :

لا بد لنا ونحن نخطو خطواتنا الأخيرة في الحياة الجامعية من وقفة نعود فيها إلي أعوام قضنياها في رحاب الجامعة

فالشكر موصول لجامعة الشيخ عبد الله البدري ذلك الصرح الشامخ في سماء العلم والمعرفة متمثلة في كلية الهندسة قسم الهندسة المدنية إدارة وأساتذة تلك الكواكب النيرة التي نهلت من علمها وما ذالت

بحروف نكتبها من نور صدقاً وأمانة نطوقها بالعهد والوفاء نترجمها شكراً وتبجيلاً لفضائل وجلائل أعمالكم التي إشرأبت لها هامة الزمان وتظل أعمالكم تضيئ عزة وشموخاً شعلا فعندما يتوارث الناس روائع الأشياء تكون منبعاً للأصالة أو في ألق التهذيب هكذا عرفناكم وأنصهرت هممكم العالية بذلاً وعطاء وأمتذجت أرواحكم بالنيل والنقاء وكنتم قناديل تحترق لتهب غيرها الضياء

إلي أولئك الذين منحونا العزم تلو العزم لنتخطي الصعاب وأن نقف واثقي الخطى حرفاً ولغة نشاطرهم الإبداع أساتذة ومهندسين فلا تسع الحروف إلا أن تمتزج لتكون كلمات شكر وعرفان لكل من دعمنا ولكل من ساهم في تدريبنا مهندسين واساتذة

كن عالماً فإن لم تستطع فكن معلماً وإن لم تستطع فأحب العلماء فإن لم تستطع فلا تبغضهم

وإلي رفقاء الدرب الدفعة الخامسة

وأخص بالشكر والتقدير

الأستاذة : زينب مصطفي

علي ما بذلته معنا من جهد

المستخلص

تناولت التجارب المعملية المقارنة بين الحجر المكسور(الظلط) والحجر الغير مكسور(الحصى) في الخلطة الخرسانية من حيث المقاومة من خلال إختبار مقاومة الضغط باستخدام جهاز الكسرفي 7 أيام و28يوم وإختبار التشغيلية.

تم تصميم خلطتين مرجعيتين لنوعي الحجر وفقآ للمدونة البريطانية لتعطي مقاومة (30 ميقا باسكال) وعمل خمسة خلطات خلطتين للمكسور وثلاثة للغير مكسور مع تغيير مصدر الحجر المكسور والغير مكسور والركام الناعم

أوضحت نتائج إختبار مقاومة الضغط في 28 يوم أن إستخدام الحجر المكسور وارد أم الطيور الخط (0) مع الركام الناعم وارد بربر أعطي مقاومة ضغط (Mpa 29.312) ومع الركام الناعم وارد العوتيب أعطي مقاومة (Mpa 29.336) والحجرالغير مكسور وارد بربر مع الركام الناعم وارد بربر أعطي مقاومة ضغط (Mpa 27.369) ومع الركام الناعم وارد العوتيب أعطي مقاومة ضغط (Mpa 27.287) والحجر الغير مكسور وارد مقالع بربرمع الركام الناعم وارد العوتيب أعطي مقاومة ضغط (28.734Mpa) ومع الركام الناعم وارد بربر أعطي مقاومة ضغط (Mpa 25.088) والحجرالمكسور وارد أم الطيور الخط 36 مع الركام الناعم وارد العوتيب أعطي مقاومة ضغط (Mpa 28.109) هذا يعني أن الحجر المكسور وارد أم الطيور الخط 0 مع الركام الناعم وارد العوتيب أعطي أفضل تشغيلية ومقاومة ضغط .

Abstract

Laboratory experiments dealt with the comparison between crushed aggregate and uncrushed aggregate in the concrete mixture in terms of strength through testing the pressure resistance using the fracture device in 7 days and 28 days and the operational test.

Two reference mixture were designed for the two types of aggregate according to the British Code to give a resistance of (30 MPA) and five mixtures were made for the two mixture of the crushed And three for the uncrushed , with changing the source of crushed and uncrushed aggregate and fine aggregate .

The results of the pressure test in 28 days showed that the use of crushed aggregate coming from Umm ATeyour line (0) with fine aggregate coming from Berber gave acompressive resistance of (29.312Mpa) and with fine aggregate coming from AlOtaib it gave acompression resistance of (29.336Mpa) and the uncrushed aggregate coming from Berber with fine aggregate coming from Berber gave acompressive resistance of (27.369 Mpa) and with fine aggregate coming from AlOtaib it gave acompression resistance of (27.287Mpa) and uncrushed aggregate coming from quarries took Berber with fine aggregate coming from AlOtaib it gave acompression resistance of (28.734Mpa) and with fine aggregate coming from Berber gave acompressive resistance of (25.088 Mpa) and the crushed aggregate coming from Umm ATeyour line (36) with fine aggregate coming from AlOtaib it gave acompression resistance of (28.109 Mpa) this means that the crushed aggregate coming from Umm ATeyour line (0) with fine aggregate coming from AlOtaib gave the best workability and compressive resistance .

هرس المحتويات

البند	المحتويات	رقم الصفحة
	الآية	**I**
	إهداء	**II**
	شكر وتقدير	**III**
	المستخلص	**IV**
	Abstract	**V**
	فهرس المحتويات	**VI**
	فهرس الجداول	**X**
	فهرس الأشكال	**XI**
الفصل الأول		
1-1	مقدمة	**2**
1-2	مشكلة البحث	**3**
1-3	أهداف البحث	**3**
1-4	منهجية البحث	**3**
1-5	هيكلية البحث	**4**
الفصل الثاني		
2	الإطار النظري	**6**
2-1	الخرسانة	**6**
2-2	الركام	**6**
2-3	أنواع الركام	**7**

2-4	تصنيف الركام	**7**
2-5	أهمية الركام	8
2-6	تاثير أشكال الركام على الخرسانة	8
2-7	تقسيم الركام علي حسب إمتصاص الماء وكمية المياه الموجودة داخل الركام	9
2-8	خواص الركام	10
2-9	مقاومة الركام	10
2-10	العوامل التي تؤثر علي الكثافة الحجمية	10
2-11	خواص الركام الفيزيائية علي الخلطة	11
2-12	الخواص الكيميائية للركام	11
2-13	الخواص الميكانيكية للركام	12
2-14	تأثير الركام علي الخرسانة	12
الفصل الثالث		
3	التجارب المعملية	15
3.1	مقدمة	15
3-2	إختبارات الركام	15
3-2-1	الوزن النوعي للركام	15
3-2-2	التدرج الحبيبي للركام	16
3-2-3	تعيين نسبة الإمتصاص للركام	17
3-2-4	مقاومة البري	18
3-2-5	مقاومة الصدم	19
3-2-6	إختبار تعيين معامل التفلطح للركام الكبير	21
3-3	إختبارات الأسمنت	22

3-3-1	إختبار النعومة	22
3-3-2	إختبار تعيين القوام القياسي لعجينة الأسمنت	23
3-3-3	إختبار تعيين زمن الشك الإبتدائي والنهائي للعجينة الأسمنتية	24
3-3-4	إختبار مقاومة الضغط للخرسانة	25
3-4	إختبارات الركام الناعم	26
3-4-1	إختبار تعيين كمية الطين والمواد الناعمة بالركام الناعم	26
الفصل الرابع		
4	نتائج الإختبارات ومناقشتها	30
4-1	نتائج إختبارات المواد	30
4-1-1	التدرج الحبيبي للركام المكسور وارد أم الطيور الخط 0	30
4-1-2	نسبة الإمتصاص للركام المكسور وارد أم الطيور الخط 0	31
4-1-3	التدرج الحبيبي للركام الغير مكسور وارد بربر	32
4-1-4	نسبة الإمتصاص للركام الغير مكسور وارد بربر	33
4-1-5	التدرج الحبيبي للركام الناعم وارد بربر	33
4-1-6	التدرج الحبيبي للركام المكسور وارد أم الطيور الخط 36	34
4-1-7	نسبة الإمتصاص للركام المكسور وارد أم الطيور الخط 36	35
4-1-8	التدرج الحبيبي للركام الغير مكسور وارد مقالع بربر	36
4-1-9	التدرج الحبيبي للركام الناعم وارد العوتيب	37
4-1-10	إختبار نسبة الطين والطمي للركام الناعم وارد بربر والعوتيب	38
4-2	كميات الخلط في جميع الخلطات بوحدة الكيلو جرام	39
4-2	كميات الخلط في جميع الخلطات بوحدة الكيلو جرام / المتر المكعب	39

4-3	نتائج إختبار مقاومة الضغط لجميع الخلطات في 7 أيام	41
4-4	نتائج إختبار مقاومة الضغط لجميع الخلطات في 28 يوم	43
الفصل الخامس		
5-1	الخلاصة	46
5-2	التوصيات	46
5-3	المراجع	47
	الملاحق	

فهرس الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	رقم الصفحة
1-4	التدرج الحبيبي للحجر المكسور وارد أم الطيور الخط 0 العينة رقم 1	30
2-4	التدرج الحبيبي للحجر المكسور وارد أم الطيور الخط 0 العينة رقم 2	31
3-4	التدرج الحبيبي للحجر الغير مكسور وارد بربر العينة رقم 1	32
4-4	التدرج الحبيبي للحجر الغير مكسور وارد بربر العينة رقم 2	32
5-4	التدرج الحبيبي للركام الناعم وارد بربر العينة رقم 1	33
6-4	التدرج الحبيبي للركام الناعم وارد بربر العينة رقم2	34
7-4	التدرج الحبيبي للحجر المكسور وارد أم الطيور الخط 36 العينة رقم 1	34
8-4	التدرج الحبيبي للحجر المكسور وارد أم الطيور الخط 36 العينة رقم 2	35
9-4	التدرج الحبيبي للحجر الغير مكسور وارد مقالع بربر العينة رقم 1	36
10-4	التدرج الحبيبي للحجر الغير مكسور وارد مقالع بربر العينة رقم 2	36
11-4	التدرج الحبيبي للركام الناعم وارد العوتيب العينة رقم 1	37
12-4	التدرج الحبيبي للركام الناعم وارد العوتيب العينة رقم 2	37
13-4	إختبار نسبة الطين والطمي للركام الناعم وارد بربر	38
14-4	إختبار نسبة الطين والطمي للركام الناعم وارد العوتيب	38
15-4	كميات الخلط في جميع الخلطات بوحدة الكيلو جرام	39
16-4	كميات الخلط في جميع الخلطات بوحدة الكيلوجرام / المتر المكعب	40
17-4	نتائج إختبار مقاومة الضغط لجميع الخلطات في 7 أيام	41
18-4	نتائج إختبار مقاومة الضغط لجميع الخلطات في 28 يوم	43
19-4	إختبار الهبوط أو التشغيلية لجميع الخلطات	45

فهرست المخططات

رقم المخطط	عنوان المخطط	رقم الصفحة
1-4	نتائج إختبار مقاومة الضغط لجميع الخلطات في 7 أيام	42
2-4	نتائج إختبار مقاومة الضغط لجميع الخلطات في 28 يوم	44

الفصـــل الأول

المقدمـــة

الفصل الأول

1- المقدمة

1-1 مقدمة :-

تتكون الخرسانة من ركام متدرج من حبيبات صغيرة وحبيبات كبيرة.والركام هو حبيبات صخرية متدرجة الحجم مثل الحصى والرمل والزلط.

ويتكون الركام نتيجه لترسب المعادن وتشكلها خلال العمليات الجيولوجية حيث تتشظي جسيمات الركام من الصخور إما طبيعياً نتيجة لعمليات التجوية والبري والتأكل أوصناعياً بواسطة تهشيم الصخور بالأجهزة والألات.

ودور الركام في الخلطة الخرسانية هو أن تستطيع الخلطة أن تقاوم الأحمال التي تتعرض لها ومقاومة العوامل الجويه المختلفة ، وأيضا يساعد الركام على خفض التغيرات الحجمية الناتجة من شك وتصلد عجينة الاسمنت والماء وكذلك من تأثير الرطوبة على الخرسانة.

من أجل خلطة خرسانية ذات جودة عالية يجب أن يكون الركام نظيف وصلب وأن تكون جزيئات الركام خالية من أي كيماويات ممتصة أومغطى بأي نوع من أنواع الطين وأي نوع من أنواع المواد الدقيقة التي يمكن أن تساهم في تدهور حالة وجودة الخرسانة.

يمكن أن نستخدم في الخلطات الخرسانية ركام ناعم أوخشن حسب نوع الخلطة واستخدامها.

مع التطورات الحديثة ظهرت بعض المواد التي يمكن ان تضاف الي الخلطة الخرسانية لكي تساعد في تحسين خواصها وهي الإضافات.

وفي الوقت الحاضر وجدت المضافات الخرسانية مكانها في صناعة الخرسانة بسبب تأثيرها المتزامن على عدد من خواص الخرسانة الجديدة والمتصلدة وفقاً للمعايير الدوليه (ASTM) والوطنية.

والإضافات تضاف إلي الخليط بنسب تؤدي إلي تحسين الخواص الأساسيه للخلطة،وتختلف المضافات في التركيب مثل الأملاح القابلة للذوبان والمواد الخافضة للتوتر السطحي والتكسير الحراري وتمدد الركام القلوي ومقاومة الاحماض والكبريتات في الخرسانة،وتوجد مواد تضاف بعد فترة لعلاج التشققات الخرسانية أو غيرها من مشاكل الخرسانة بحيث تكون جميع الإضافات مصنفة طبقا للمواصفات.

1-2 مشكلة البحث :-

للإقبال الشديد علي إستخدام الخرسانة المسلحة في التشييد لابد من دراسة خواصها ومقاومتها وقابلية تشغيلها ونفاذيتها عند إستخدام أنواع مختلفة من الركام (الركام المكسور والغير مكسور).

1-3 أهداف البحث :-

- مقارنة بين إستخدام خلطة خرسانية بالركام المكسور وخلطة خرسانية بإستخدام الركام الغير مكسور.
- دراسة خواص كل من الركام المكسور والركام الغير مكسور ومعرفة أيهما أفضل في الخلطة الخرسانية
- معرفة قابيلة التشغيل وكمية الماء المستخدمة في الخلطة في حالة كل من الركام المكسور والركام الغير مكسور وتحديد أيهما أفضل.

1- 4 منهجية البحث :-

إستناداً علي مراجع الهندسة المدنية وخصوصاً مراجع الركام وتصميم الخلطات الخرسانية

تم جمع معلومات كاملة عن الخرسانة والمواد الداخلة في تركيبها.

من ثم تم عمل الإختبارات المطلوبة لكل من الركام والرمل والأسمنت وتقديركمياتهم في الخلطة المراد إعدادها

تمت دراسة كل من الإمتصاص وقابلية التشغيل

صممت خلطة خرسانية بنسب معلومة بواسطة المدونة البريطانية بالمواد التي تم إختبارها مسبقا من ثم صبها في قوالب قياسية (15*15*15) سم

غمرت العينات في الماء وتم كسرها بواسطة جهاز الكسر علي عدة مراحل (7-28) يوم وحصل علي نسبة مقاومة الخرسانة للضغط.

1- 5 هيكلية البحث :-

يحتوي هذا البحث علي خمس فصول مبينة كما يلي :-

الفصل الأول:-

مقدمة عامة عن الخرسانة والمواد الداخلة في تركيبها.

الفصل الثاني:-

الإطار النظري ويضم (الركام ومصادره وأنواعه).

الفصل الثالث:-

الإختبارات المعملية

الفصل الرابع:-

نتائج الإختبارات ومناقشتها

الفصل الخامس:-

الخلاصة والتوصيات

الفصـل الثـانـي

الإطار النظري

الفصل الثاني

2- الإطار النظري

2-1 الخرسانة :-

هي مادة بناء يتم الحصول عليها عن طريق خلط الأسمنت والركام الناعم (الرمل) والركام الخشن (الحصي ،كسر الأحجار.....الخ) والماء بنسب معينة ، كل هذه المكونات عند مزجها بشكل صحيح يبدأ الأسمنت و الماء تفاعلاً لربط المكونات (تفاعل الإماهة) وينتج كتلة لدنة تتصلب بمرور الوقت تعرف هذه الكتلة اللدنة أو الصلبة بالخرسانة

أدت التطورات التكنولوجية إلي إختراع أنواع جديدة من الخرسانة ذات الإستخدامات المحددة وهي 25 نوعآ من أنواع الخرسانة

تعتمد خصائص الخرسانة علي كمية نسب المكونات المستخدمة في الخلطة ومع ذلك يمكن أيضا تعديل الخصائص بشكل كبير بناء علي أنواع الأسمنت المختلفة المستخدمة في الخلطة الخرسانية

الخرسانة قوية جداً في مقاومة الإنضغاط أو الضغط ولكنها ضعيفة في مقاومة الشد ويمكن صب الخرسانة الطاذجة في أشكال أو قوالب مناسبة للحصول علي الشكل والحجم المطلوب

تستعمل الخرسانة الطاذجة علي نطاق واسع في جميع أنواع أعمال البناء مثل (المباني والجسور والسدود والطرق والجسور العلوية.....الخ)

- تتكون الخرسانة من :-
  - مواد رابطة (أشهرها الأسمنت).
  - الركام (الخشن والناعم).
  - الماء.
  - المضافات (لتحسين خواص الخرسانة).

2-2 الركام :-

الركام هو عبارة عن حبيبات صخرية متدرجة الحجم وهو مادة حبيبية خامدة مثل الرمل والحصي والصخور المسحوقة وهي تتشكل مع الماء والأسمنت والمكونات الأساسية للخرسانة .

من أجل خلطة خرسانة ذات جودة عالية يجب أن يكون الركام نظيف وصلب وقوي وأن تكون جزيئات الركام خالية من أي كيماويات ممتصة أو مغطي بأي نوع من أنواع الطين أو أي نوع من أنواع المواد الدقيقة التي من الممكن أن تساهم في حالة وجودة الخرسانة .

الركام يمكن أن يتم تقسيمه إلي صنفين وهما الركام الناعم والركام الخشن والركام الناعم بشكل عام يتكون من الرمل الطبيعي أو الصخور المسحوقة ويشكل الحصي أغلبية حجم الركام الخشن بينما يشكل الصخر

المسحوق باقي الكمية المستخدمة في الخلطة ، الحصي الطبيعي والرمل عادة يتم الحصول عليهم من الحفر أو جرف قيعان الأنهار والبيحرات أو البحر ، الركام المسحوق يتم إنتاجة بسحق الصخور والحصي الكبير والأحجار .

الخرسانة معادة التصنيع تكون أيضآ فعالة في الحصول علي ركام ويتم إستخدامة في شكل مرضي في الخرسانة الجديدة وعملية إنتاجه تتضمن عمليات السحق والغربلة والغسل للحصول علي ركام نظيف ومتدرج الأحجام وفي حالة الضرورة يتم تطبيق مرحلة التحسين وذلك بهز الركام بفصل المواد الغريبة عن الركام والرقي بجودة الركام ، بمجرد الإنتهاء من العمليات السابقة تتم معالجة الركام وتخزينه لمنع تلوثه أو تفريغ تتدرجه أو القضاء علي هذا التدرج بأن تتجمع الكتل الكبيرة بعيدآ عن الكتل الصغيرة .

الركام بشكل كبير يؤثر علي جودة عملية خلطة الخرسانة الطازجة وعلي صفات التصلب الخاصة بالخرسانة ويؤثر علي نسب الخلط بالإضافة إلي التكلفة الإقتصادية للخرسانة وكنتيجة لذلك فإن إختيار الركام هو عملية مهمة للغاية.

2-3 أنواع الركام :-

- **من حيث طريقة الحصول عليه :-**

- الركام الطبيعي :-

يؤخذ عادة من المجاري أو من تكسير الصخور.

- الركام الإصطناعي :-

يصنع من الطين المحروق أو من خبث الحديد أو من الحمم البركانية.

2-4 تصنيف الركام:-

❖ **من حيث قطر الحبيبات :-**

- ركام خشن (كبير) :-
وهو الركام الذي يمر من منخل رقم 4 الذي مقاس فتحاته 4.75
- ركام ناعم (صغير) :-
وهو الذي يمر من منخل رقم 200 .
- ركام شامل (خليط) :-
وهو خليط من الركام الكبير والصغير بنسب محددة.

❖ **حسب التدرج:-**

- ركام جيد التدرج :-
هو الذي يحتوي علي جميع المقاسات.
- ركام متدرج :-
وهو الذي يحتوي علي معظم المقاسات للحبيبات.

- ركام ناقص التدرج:-
وهو الذي ينقصه مجموعة أو أكثر من الركام .
- ركام درئ التدرج :-
وهو الذي يتكون من مجموعة واحدة من الركام.

❖ **حسب شكل الحبيبات والمظهر:-**

- ممدود:-
مثل حصي الأودية والرمل.
- غير منتظم:-
مثل حصي حجر الصوان.
- زاوي:-
مثل حصي الكسارات .
- عضوي :-
مثل ركام الصخور الطبقية .
- مفلطح:-
مثل ركام الصخور الطبقية.

❖ **حسب الكثافة :-**

- ركام خفيف :-
حيث يتم الحصول عليه من خبث البراكين أو يصنع من الطين أو الجير.
- ركام عادي:-
مثل الرمل الطبيعي أو ركام الكسارات من الصخور الجيرية.
- ركام ثقيل:-
حيث يتم الحصول عليه من الصخور التي تحتوي علي نسبة عالية من المعادن الثقيلة.

2-5 أهمية الركام:-

- يعمل علي تشكيل جسم خرساني صلب قادر علي تحمل القوى والاحمال والعوامل الجوية.
- يعمل على تقليل التغيرات الحجمية الناتجة من تقلب المادة الاسمنتية .

2-6 تاثير أشكال الركام على الخرسانة :-

يجب معرفة أن بشكل عام يؤثر شكل الركام بشكل كبير على الخرسانة الطازجة أكثر من الخرسانة التي تصلبت وذلك من حيث القوام الخشن وكثرة الزوايا والإستطالة في الحبيبات وجميعهم عوامل تؤدي إلى إرتفاع نسبة المياه لإنتاج قابلية التشغيل أما الحبيبات الناعمة والمستديرة لا تحتاج إلى مياه زائدة وبالتالي فإنه يؤثر على نسبة الأسمنت المستخدم في الخرسانة تبعا لزيادة أو نقصان كمية المياه.

2-7 تقسيمات الركام من حيث إمتصاص الركام للماء وكمية المياه الموجودة داخل الركام:-

في البداية يجب معرفة أن الركام يحتوي في داخله علي أجزاء صلبة وفراغات أيضا لذلك يتم قياس نسبة رطوبة الركام حسب كمية المياه علي سطح الركام وأيضا الموجودة بداخله من الفراغات الداخلية للركام من أجل الأخذ في إعتبارها عند تحديد نسبة المياه والأسمنت في الخلطة الخرسانية.

- **الركام المجفف بالفرن:-**

وهو عبارة عن ركام يتم إدخاله إلي الفرن من أجل التخلص من أي رطوبة فيه سواء كانت علي السطح أو في الداخل.

- الركام المجفف بالهواء :-

يتم فيه التخلص من المياه الموجودة علي السطح فقط وجزء بسيط من الداخل أيضا .

2-8 خواص الركام:-

❖ **المقاس:-**

- **الركام الصغير:-**

وهوالركام الذي تقل مقاسات حبيباته عن 4.75مم وعليه يحتوي الركام الصغير على حبيبات مقاساتها بين 0.75مم و4.75مم والركام الصغير ايضا هو مجموعة حبيبات التي يمر معظمها بنسبة (95-100%).

- **الركام الكبير :-**

وهوالركام الذي له حبيبات تزيد عن 4.75مم في مقاساتها ،وتتراوح مقاسات حبيبات الركام الكبير بين4.75مم وحتى 150مم.

- **الركام الشامل :-**

وهوالخليط المطلوب من الركام الصغير والركام الكبير بالنسب المطلوبه في الخلطه الخرسانية

❖ **الشكل:-**

- **الركام المستدير:-**

مثل الزلط والرمل يعتبر الاكثر استعمالا وأفضلهم للأسباب التاليه:-

لان له قابلية عاليه لتشغيل

- **الركام الزاوي :-**
- جميع انواع الحجاره المكسره (السن)
- الركام العصوي:-

مثل الصخور الطبقيه

- الركام المبطط أوالمفلطح:-

مثل الصخور الطبقيه

- الركام الغير منتظم:-

زلط الحفر وحجر الصوان

❖ **سطح الركام (الملمس):-**

- **سطح زجاجي:-**
مثل الحجر الصوان الاسود
- **سطح ناعم:-**
مثل الزلط والرمل
- **سطح حبيبي :-**
مثل الحجرالرملي
- **سطح خشن :-**
مثل البازلت
- **سطح بلوري:-**
مثل الجرانيت
- **سطح معشش ومسامي:-**
مثل الحجر الخفاف

2-9 مقاومة الركام:-

مقاومة الركام تتراوح من700الي2000كجم/سم2وتكون مقاومة الركام مهمة في الاماكن التي تحتاج الي مقاومة عالية

- الوزن النوعي الظاهري:-
هوناتج قسمة وزن الركام الجاف على وزن الماء المساوي له في الحجم (وزن الماء المزاح)
- الكثافة الحجمية (الوزن الحجمي):-
هو ناتج قسمة وزن الركام علي الحجم الذي يشغله بما فيه من فراغات
- الوزن الحجمي بدمك
- الوزن الحجمي بدون دمك

2-10 العوامل التي تؤثر علي الكثافة الحجمية :-

- شكل الركام.
- تدرج الركام.

- **الامتصاص ومحتوي الرطوبة للركام :-**
تعبر عن امتصاص الركام للماء وكمية الماء داخل الركام
- **ركام مجفف بالفرن:-**
الركام الذي يجفف في الفرن للتخلص من كل رطوبة سواء داخلية علي السطح
- **ركام مجفف بالهواء:-**
يخلص الركام من الرطوبة علي السطح وجزء من الرطوبة داخله

- **ركام مشبع بالماء والسطح جاف:-**
السطح جاف ومشبع تماما من الداخل
- **ركام رطب او مبتل:-**
مشبع بالماء علي السطح ومن الداخل

أفضل الانواع للاستخدام في الخرسانة النوع الثالث حيث يكون مشبعا من الداخل بالماء فلا يمتص الماء من العجينة الاسمنتية.

2-11 خواص الركام الفيزيائية علي الخلطة :-

- **مقاس الركام :-**
تزيد المساحة السطحية لحبيبات الركام كلما كان مقياسا صغيرا وعند استخدامها للخرسانة تحتاج الي كمية من الماء للوصول لدرجة التشغيل القياسية للخرسانة واستعمال هذة الكمية الكبيرة من ماء الخلط تؤدي الي نقص ظاهر في مقاومة الخرسانة المتصلدة ، والحبيبات زات المقياس الصغير تحتاج الي كمية اكبر من عجينة الاسمنت لتغلف سطحها مما يؤدي الي زيادة التكلفة .
- **حالة سطح الركام :-**
تؤثر حالة سطح الركام علي حد ما علي مقاومة الخرسانة الناتجة فالحبيبات ذات السطوح اللامعة لا تعطي خرسانة في قوة الحبيبات ذات السطوح المطفأة اللامعة أوالخشنة قليلا، الحبيبات ذات السطوح الناعمة فإنها تحسن قابلية الخرسانة للتشغيل حيث أن الاحتكاك أثناء عملية الخلط كلما زادت المسامية من حبيبات الركام قلت قوة الخرسانة الناتجة .
- **شكل الركام :-**
الحبيبات المستديرة أكثر قابلية للإنضغاط علي مثيلاتها من الحبيبات الزاوية، ويؤثر شكل الحبيبات علي النسبة المئوية للفراغات ومن ثم علي الكمية المطلوبة من عجينة الأسمنت أي أن الحبيبات المستديرة تحتاج إلي كميات أقل من عجينة الأسمنت وتعطي درجة عالية من التشغيل والحبيبات غير المنتظمة تعطي خرسانة صعبة التشغيل وتحتاج إلي تغير في التدرج الحبيبي للوصول إلي درجة تشغيل أفضل وتحتاج إلي زيادة كميات الركام الصغيرة.

2-12 الخواص الكيميائية للركام:-

ولأن الإستخدام التقليدي للركام في الخرسانة هو أنه مادة مالئة خاملة للحصول علي الغرض المطلوب من إستخدامه ولكن هذا التعبير غير مطلق حيث لا تكون حبيبات الركام خاملة بعد تغليفها بعجينة الأسمنت حيث أنه قد يحدث أي تفاعل كيمائي مسببا مشاكل كثيرة خطيرة في الخرسانة. وقد يظهر بصفة عامة التفاعل الكيمائي في العناصر الخرسانية الانشائية علي صور مختلفة:

- اذا كان بالركام مواد ضارة مثل الشوائب والأملاح.
- اذا كان بالركام مواد كيميائية تتفاعل مع الأسمنت مؤثرة علي مقاومة الخرسانة ومتانتها مع الزمن ومسببة للتشرخ والتفتت في الخرسانة.
- إذا كان الركام يتفاعل مع الأسمنت عالي القلوية مسببا تشرخ ونقص في مرونة ومقاومة الخرسانة.

2-13 الخواص الميكانيكية للركام:-

من الضروري معرفة مجموعة من الخواص الميكانيكية للركام بجانب مقاومته للضغط بالأخص عندما تكون الخرسانة معرضة إلي تأكل عالي بالإحتكاك ومن أهم الخواص الميكانيكية:

- معامل التهشيم للركام الكبير.
- معامل الصدم للركام الكبير.
- مقاومة الركام الكبير للبري.

2-14 تأثير الركام علي الخرسانة :-

- **تاثير الركام الخشن علي الخرسانة :-**

- الركام الخشن هو احد المكونات الاساسية للخرسانة ويحتل اكبر حجم في الخليط . والحجم الاقصي للركام الخشن المرتفع يؤدي الي انخفاض الطلب علي الماء في الخليط نظرا لان هذا الركام يحتوي علي مساحة سطح اقل مقارنة بالحجم الكلي الخشن الصغير.
- يوفر الركام المستدير تصميما اقتصاديا للمزيج من الخرسانة العادية .مع ذلك فان الركام الخشن الزاوي مرغوب فيه في حاله الخرسانه العالية القوة .

- **الحجم الاقصي للركام الخشن :-**

- يعد الحجم الاقصي للركام الخشن احد العوامل التي تتحكم في الطلب علي المياه لتحقيق قابلية تشغيل معين ،كما انه يحدد كميه المحتوي الكلي الدقيق اللازم لانتاج مزيج متماسك .
- وبالنسبة لوزن معين كلما زاد الحد الاقصي علي حجم الركام انخفضت مساحه سطح الركام الحشن والعكس صحيح.
- مع انخفاض الحجم الاقصي للركام الخشن من الممكن ان تزداد مساحه سطح الركام الخشن ، كلما زادت مساحه السطح زاد الطلب علي المياه لتغطية الجسيمات وتوليد قابلية التشغيل ويتطلب الحجم الاقصي الاصغر للركام الخشن محتوي ركاميا دقيقا اكبرلتغطية الجسيمات وللحفاظ علي تماسك مزيج الخرسانة .
- من اجل نفس قابلية التشغيل سيكون للركام السفلي 40مم نسبة الماء الي الاسمنت اقل ،وبالتالي قوة أعلي بالمقارنه مع الركام الصغير مع الركام السفلي 20 مم.بسبب انخفاض الطلب علي الماء يمكن الاستفادة من الحد الاقصي لحجم الركام الخشن لتقليل استهلاك الاسمنت

- **تأثير الركام الناعم علي تصميم الخرسانة:-**

- يوجد الركام الناعم في المكونات الرئيسية للخرسانة التي يمكن أن تؤثر بشكل كبير علي تصميم الخلطة الخرسانية.
- تؤثر عوامل مختلفة مثل معامل النعومة المجمعة الدقيقة ومحتوي الرطوبة الجاذبية النوعية لمحتوي الطمي علي نسبة خلط الخرسانة ، تحديد معامل النعومة مقدار الركام الناعم المطلوب في تصميم مزيج معين.

- يؤثر محتوي الرطوبة الكلي الناعم علي نسبة المزيج بشكل كبير ، تحدد كمية الماء التي يمكن إضافتها للطرح في الخليط ، لا يمكن تنفيذ تصميم الخلطة الخرسانية بدون ثقل نوعي للركام الناعم ، سيؤدي وجود الطمي في الرمال إلي زيادة الطلب علي الماء في خليط الخرسانة وقد يقلل من قوة الخرسانة .
- معامل النقاء للركام وهو من العوامل التي تؤثر علي تصميم الخلطة الخرسانية لأنها تتحكم في نسبة الرمل في الخليط الخرساني، يتم الحصول علي نقاوة الإجمالي للرمل بواسطة عامل يسمي معامل النعومة ويتم الحصول عليه من خلال تحليل الغربال بناء علي مواصفة الركام الخرسانية.

الفصل الثالث

التجـــارب المعمليــة

الفصل الثالث

3- التجارب المعملية

3-1 مقدمة :-

في هذا الفصل تم تناول إختبارات الركام والأسمنت والرمل حسب المدونة البريطانية

ضمن الحدود المسموح بها ، لمعرفة مدى صلاحية المواد المستخدمة لإعطاء مقاومة عالية .

3-2 إختبارات الركام :-

3-2-1 الوزن النوعي للركام

تعريف الوزن النوعي:-

هو وزن وحدة الحجوم لحبيبات الركام بدون الفراغات بين الحبيبات

- **الغرض من التجربة:-**

- تعين الوزن النوعي للعينة دون اخذ الفراغات البينية في الاعتبار،كلما زاد الوزن النوعي للعينة دل ذلك علي زيادة الاستفادة منها في تصميم الخلطات الخرسانية.

- **الادوات المستخدمة:-**

- اوعية فرن تجفيف
- مخبار مدرج سعة 1000سم
- جاروف يدوي
- الاوعية
- ميزان حساس

- **خطوات التجربة:-**

- يوضع حجم معين من الماء في المخبارالمدرج .
- يخفف جزء من العينه المراد اختبارها في الفرن حتي تخف تماما وتستخرج من الفرن ويوخذ منها جزءمعين وتترك لتبرد في جوء الغرفه العادي.
- توضع العينه في المخبار مع رج المخبار برفق لتطرد فقاعات الهواء منه ثم نقرا قراءة المخبارونعين الحجم بعد الزيادة وليكن (ح)سم مكعب .
- الزيادة في حجم الماء داخل المخبار تعبر عن حجم التربه بدون الفراغات بين الحبيبات.
- حجم العينه في المخبار =القراءة الثانية للخليط – القراءة الاولى للماء.
- الوزن النوعي للعينه يحسب من القانون التالي:

الوزن النوعي =وزن العينه ÷حجم العينه = جرام /سم مكعب

2-2-3 التدرج الحبيبي للركام:-

❖ **الغرض من التجربة:-**

- تحديد التوزيع الحجمي لحبيبات الركام الصغير والكبير بواسطه التحليل بالمناخل القياسية

- بيان التدرج الحبيبي للركام بيانيا ومقارنتة بالحدود المعطاة والمواصفات القياسية لركام الخرسانة

- تحديد معايير النعومه والمقاس لاعتبار الاكبر للركام المناخل المستخدمة :

- يوجد مجموعة من المناخل القياسية المستخدمة جزء منها للحصى وجزء للرمل

- ففي حالة الركام الصغير مجموعة المناخل القياسية المستخدمة هي:

مقاس 0.075’0.149’0.291’0.595’1.190’2.38’4.76 مم

- وفي حالة الركام الكبير مجموعة المناخل القياسية المستخدمة هي:

مقاس 4.76’9.51’19.05’38.0 مم

- وفي حالة الركام الخليط تستخدم المجموعتان من المناخل سويا

❖ **الادوات المستخدمة:-**

- فرن تجفيف

- ميزان حساس

- مناخل قياسة

- هزاز ميكانيكي

- جاروف يدوي

- مقسم عينات

- وعاء به عينة من الركام

❖ **خطوات التجربة :-**

- تجهز عينه الاختبار المراد اختبارها مع مراعاة الاتي

- يجب ان تكون العينه الماخوذه لاختبارات الركام تمثل تمثيلا تاما للمجموعه الماخوذه منها حيث تؤخذ بكميات متساويه من الركام تقريبا من مواضع مختلفه على ان يكون ذلك من نقاط متفرقه

علـى جوانـب المصـدر مـن اعـلاه ومنتصـفه واسـفله علـى ان تكـون هـذه الكميـات ممثلـه تمثـيلا تامـا لغالبية الحبيبات

- ولاتؤخذ من نقط تتركز فيها الحبيبات الكبيره ،ثم تخلط هذه الكميات خلطاً تاماً لتكون العينه الكليه الممثلة للركام ويجب ان تكون العينه الماخوذه للاختبارتمثل اربعه مرات الكميه الضروريه لاجراء الاختبار

- يتم تخفيض العينه الماخوذه الى الكميه الضروريه

- تجفيف العينه في فرن التجفيف عند درجة حرارة110 م لمدة 24 ساعه تقريبا ثم يعين وزنها

- توضع مجموعة المناخل مرتبه فوق بعضها حسب مقاس فتحتها بحيث تكون اكبرها مقاسا هو الاعلى

- توضع المناخل على جهاز الهز الميكانيكي ثم توضع عينة الركام فوق المنخل العلوى ويغطى المنخل بالغطاء الخاص

- يتم تشغيل الهزاز لمدة 20 دقيقه ثم نوقف الجهاز ويتم وزن الركام المحجوز على كل منخل

- يحسب الوزن المحجوز الكلي على كل منخل كما يلي:

الوزن المحجوزالكلي علي المنخل = المحتجز علي نفس المنخل +المحتجز علي المناخل الأكبر

- تحسب النسبة المئوية للمحجوز كما يلي:

النسبة المئوية للمحجوز = وزن المحجوز الكلي / وزن العينة الأصلي *100

نسبة المار = 100- نسبة المحجوز

- تحسب النسبة المئوية للمار كما يلي : النسبة المئوية للمار = 100- نسبة المحجوز

- رسم منحي التدرج الحبيبي ومقارنته بالمواصفات

3-2-3 تعين نسبة الامتصاص للركام:-

- **الهدف من الإختبار:-**
- يهدف هذا الإختبار إلي تعين النسبة المئوية لإمتصاص الركام الكبير للماء بالوزن بعد غمره في الماء لمدة 24 ساعة
- **الأجهزة المستخدمة:-**

- ميزان ذو سعة مناسبة

- سلك من السلك ذات فتحات من (1-3) مم

- خزان غير منفذ للماء وممكن لسلة السلك السابق زكرها للدخول فيه بحرية كاملة

- قطعتان من القماش الناعم الجاف

- وعاء له نفس سعة السلة السلك

- منخل مقاس 5 مم

- ماء نظيف خالي من أي ملوثات

❖ **خطوات إ جراء الإختبار :-**

- يتم وضع عينة الإختبار في سلة السلك ثم تغمر في وعاء به كمية مناسبة من الماء عند درجة حرارة ثابتة

- بعد الغمر يزال الهواء المحبوس بالعينة وذلك برفع السلة والعينة 25 مم مع التأكد من أن السلة والعينة مغمورتان غمرا تاما في الماء ثم يسمح لهما بالهبوط 25 مرة معدل مرة كل ثانية

- تترك السلة والعينة مغمورتين غمرا تاما بالماء لمدة 24 ساعة

- ترج السلة والعينة ثم تخرجان من الماء ويفرغ الركام من السلة ويجفف بقطعتين من القماش الجاف

- ينشر الركام في الهواء بعيدا عن ضوء الشمس

- تجفف العينة في فرن لمدة 24 ساعة ثم توزن

❖ **النتائج:-**

يتم حساب النسبة المئوية لإمتصاص الركام الكبير للماء عن طريق المعادلة

3-2-4 مقاومه البرى:-

❖ **الغرض من التجربة :-**

❖ يتم تحديد في هذة التجربة مقاومة الركام للبري لمواد الركام الأصغر من 37.5 ملم بإستخدام جهاز لوس أنجلوس.

❖ **الأدوات المستخدمة :-**

- ميزان حساس

- فرن تجفيف

- مناخل

- إسطوانة من الصلب قطرها 771 ملم وطولها 508 ملم بها فتحة لإدخال وإخراج العينات مع غطاء محكم لمنع خروج المواد الناعمة ، وبداخلها رف حديدي علي طول الإسطوانة وببروز 89 ملم إلي الداخل ومثبتة من الخارج علي محور إرتكاز أفقي يمكن الإسطوانة من الدوران حول محور الأفقي بميلان 1 إلي 100 .

- كرات معدنية متوسطة قطرها 46.8 ملم ووزن كل منها 390 جم إلي 445 جم حيث يعتمد عدد هذه الكرات علي وزن العينة المراد تحديد مقاومة البري لها والذي يعتمد علي تدرج العينة

❖ **الطريقة :-**

- تجهز العينات من الركام النظيف والجاف ثم توزن إلي اقرب 5 جرامات

- يوضع الركام وعدد الكرات علي حسب ما موضح في التجربة ويشغل الجهاز بمقدار 500 دورة بسرعة 30 إلي 33 دورة في الدقيقة ، ثم تخرج المواد وتنخل علي منخل رقم 12 ، ثم يتم غسل المواد المحجوزة عليه وتجفيفها ثم توزن لأقرب 5 جرامات

- يتم حساب مقدار البري في الركام كما يلي :

(مقدار البري)% = W0*100/(W0-Wf)

حيث أن

W0 = الوزن الأصلي للركام قبل الإختبار

WF = وزن الركام بعد الإختبار وبعد نخله وغسله وتجفيفه

5-2-3 مقاومه الصدم:-

- اختبار متانة الركام (لتعيين معامل الصدم للركام الكبير)

- اختبار تعيين درجة التآكل بالاحتكاك (لمعرفة بيان مدى قابلية الركام الصغير للتآكل)

- اختبار تعيين الشوائب العضوية للركام (للاستدلال على وجود مواد عضوية بالركام الناعم)

- اختبار تعيين مستوى الاملاح (لمعرفة نسبة الكلوريدات بالركام)

- اختبار محتوى الكبريتات (لتعيين محتوى الكبريتات بالركام)

- اختبار فحص البتروجرافي لركام الخرسانة (لتحديد صلاحية الركام للخرسانة) -

- اختبار ثبات الحجم للركام (لمعرفة التقدير الأولي لمدي الثبات الحجمي للركام)

- اختبـار تعيـين النشـاط القلـوي للركـام (للإسـتدلال علـي وجـود سـيليكا يكـون لهـا نشـاط كيميـائي مـع قلوية الخرسانة)

- وعاء كبير من الماء بحيث يكفي أن تغمر بداخله السلة

- مصدر ماء نضيف -إختبار تعيين معامل الصدم للركام الكبير:

❖ **الهدف من الإختبار:-**

تعيين معامل الصدم للركام الكبير

❖ **الأجهزة المستخدمة:-**

- جهاز الصدم

- قاعدة معدنية مستديرة

- وعاء إسطواني من الصلب

- ثقل من الصلب

- وسيلة لرفع الثقل وإسقاطها اسقاطا حرا

- وسيلة لتثبيت الثقل عند وضع أو رفع الوعاء المحتوي علي عينة الإختبار

- مكيال إسطواني معدني

- قضيب معني مستقيم للدمك

- ميزان حساس ذو سعة لا تقل عن 3 كجم وحساسية 1جم

- المناخل القياسية ذات الفتحات 14مم و10مم و2.36 مم

- فرم مهوي حرارتة 100-110 درجة مئوية

- إناء معدني ذو وزن معلوم وحجم يتسع ل 1 كجم من الركام

- صينية معدنية ذات وزن معلوم بحيث تكفي 3 كجم من الركام

- فرشاء من السلك

- بعض الأدوات تستخدم في حالة إختبار عينة من الركام المشبع بالماء

- قطعة قماش أو ورق نشاف لتجفيف سطح عينة حبيبات الركام بعد غمره في الماء

- سلة من السلك لا تزيد أبعاد الفتحات بين السلك عن 6.5 مم

❖ **خطوات إجراء الإختبار:-**

- **إختبار العينة الجافة :**

- توضع مكنة الصدم علي قاعدة ويثبت الجهاز بمكانة علي قاعدة جهاز الاختبار وتوضع به عينة الإختبار وتدمك 25 مرة بقضيب الدمك ثم يرفع الثغل ويترك ليسقط حرا تحت تأثير وزنة علي الركام وتكرر عملية الصدم بحيث يكون العدد الكلي للصدمات 15 مرة

- يرفع الوعاء ويفرغ الركام بالطرق ثم يوزن الركام وليكن (m1)

- تنخل العينة علي المنخل القياسي 2.36 مم ويعين وزن الركام المحجوز علي المنخل والركام لأقرب جرام لتكن الاوزان (m2) و(m3) علي التوالي

- **إختبار العينات في الحالة الرطبة :**

- تتبع نفس الإجراءات المبينة في السابق

- تزال عينة الركام المهشمة من الوعاء وتجفف في الفرم ثم تبرد العينات وتوزن وليكن وزنها(m1) وتستكمل باقي الخطوات

- توضع مكنة الصدم علي قاعدة ويثبت الجهاز بمكانة علي قاعدة جهاز الاختبار وتوضع به عينة الإختبار وتدمك 25 مرة بقضيب الدمك ثم يرفع الثغل ويترك ليسقط حرا تحت تأثير وزنة علي الركام وتكرر عملية الصدم بحيث يكون العدد الكلي للصدمات 15 مرة

- يرفع الوعاء ويفرغ الركام بالطرق ثم يوزن الركام وليكن (m1)

- تنخل العينة علي المنخل القياسي 2.36 مم ويعين وزن الركام المحجوز علي المنخل والركام لأقرب جرام لتكن الاوزان (m2) و(m3) علي التوالي

6-2-3 إختبار تعيين معامل التفلطح للركام الكبير:-

❖ **الهدف من الإختبار:-**

❖ تعيين معامل التفلطح للركام الكبير

❖ **الأجهزة المستخدمة:-**

- مقياس سمك معدني

- مناخل قياسية

- ميزان حساس

- فرن مهوى

- هزاز ميكانيكي للمناخل

- مجموعة من الأوعية ذات مقاسات مناسبة

❖ **خطوات الإختبار :-**

- إجراء عملية التحليل بالمناخل لعينة الإختبار

- تعيين الوزن الجاف لكل جزء من العينة محجوز علي المناخل القياسية عدا المحجوز علي المنخل 63 مم

- يتم حساب النسبة المئوية للمحجوز علي كل منخل ويتم إستبعاد أي جزء لا تزيد النسبة المئوية للمحجوز له علي 5% من الوزن الكلي للعينة ثم يتم تسجيل الوزن المتبقي وليكن (m2)

- إختبار مدى تفلطح حبيبات الركام وذلك بإختبار سمك القياس المناظرلكل مقاس من أجزاء الركام المختبر.

- الحبيبات المفلطحة هي تلك الحبيبات التي يسمح بمرورها من خلال الفتحة المناسبة لمقاسها من مقياس التفلطح

- تجميع جميع الحبيبات المفلطحة وتعيين وزنها وليكن (m3)

❖ **النتائج :-**

من العلاقة (FI) يتم حساب قيمة دلالة التفلطح:

$$FI = M2/M3*100$$

حيث :

M2 :مجموع أوزان أجزاء العينة التي لها أوزان أكبر من 5% من وزن عينة الإختبار

M3 : وزن جميع الحبيبات المفلطحة بأقرب رقم صحيح

3-3 إختبارات الأسمنت :-

3-3-1 إختبار النعومة:-

تقاس نعومة الأسمنت بالتحليل بمنخل قياسي وتعيين نسبة الأسمنت المحتجزة ولها حجم حبيبي أكبر من فتحة المنخل المحدد في الإختبار، وتستخدم عينة مرجعية بها نسبة معلومة من حبيبات ذات حجم أكبر من فتحة المنخل المحدد للتحقق من كفاءة منخل الإختبار المحدد ويشار إلي أنه كلما

كـان الأسـمنت أكثـر نعومـة كلمـا كانـت المسـاحة السـطحية أكبـر فتزيـد نسـبة التفاعـل الكيميـائي مـع مـاء الخلط فتزيد عملية التصلد للأسمنت وبالتالي تتزايد المقاومة .

❖ **الغرض من التجربة :-**

- تعيـين نعومـة الأسـمنت بإسـتخدام المنخـل رقـم 200 والتأكـد مـن عـدم وجـود نسـبة كبيـرة مـن الحبيبات التي تحجز علي منخل 200

❖ **الأدوات المستخدمة :-**

- منخل الإختبار

- ميزان ذو دقة gm0.01

- هزاز ميكانيكي

❖ **خطوات التجربة:-**

- تـم أخـذ عينـة 100 جـرام ووضـعت فـي منخـل رقـم 200 وتـم هـزه لمـدة 15 دقيقـة ومـن ثـم تـم وزن المتبقي في المنخل علي أن لا تزيد نسبة المتبقي في المنخل علي 10%

❖ **النتائج:-**

نعومة الأسمنت = W1/ WT

WT: الوزن الكلي للعينة

R1: النسبة المئوية المتبقية للعينة

W1:الوزن المتبقي علي المنخل للعينة بالجرام

3-3-2 إختبار تعيين القوام القياسي لعجينة الأسمنت :-

نظـرا لتـأثير كميـة الميـاه بالعجينـة الأسـمنتية وبالتـالي قوامهـا علـي سـرعة شـك والثبـات الحجمـي للعجينـة ، يجـب تحديـد نسـبة الميـاه المطلوبـة للوصـول لقـوام محـدد "قياسـي" للعجينـة ، ونظـرا لإعتمـاد كميـة الميـاه المطلوبـة للوصـول لقـوام محـدد للعجينـة الأسـمنتية علـي نـوع الأسـمنت ،لـذا فإنه يجب تحديد المياه القياسية لكل عينة أسمنت علي حدى وهو الهدف من إجراءهذا الإختبار.

❖ **الأجهزة المستخدمة :-**

- ميزان حساس بحساسية لا تقل عن 0.01 جم.
- جهاز فيكات وأسطوانة القوام المصنوعة من معدن غير قابل للتأكل .
- وقطرها 10مم والكتلة الكلية للأجزاء المتحركة 300جم.
- مخبار مدرج بدقة 1% من حجم القياس ذو سعة أكبر من 200 مليليتر
- ساعة إيقاف

❖ **خطوات الإختبار:-**

- **إعداد العينة :**

- يوزن 500 جم من الأسمنت و150 جم من الماء المقطر تقريبا لأقرب 1جم ، ثم يتم خلط الأسمنت والماء يدويا بحذر لتجنب فقد أي كمية من الماء أو الأسمنت ليصبح الزمن الكلي للخلط 4 دقائق ، يتم ملئ القالب الموضوع علي القاعدة الزجاجية ويملى القالب حتى إرتفاع يزيد علي إرتفاع القالب ثم تزال هذه الزيادة بتحريك حافة مستقيمة علي السطح بحيث تجعل القالب مملوءا بالعجينة .

- **تحديد القوام القياسي :-**

- يعاير جهازفيكات بالإسطوانة وذلك بتحريك الإسطوانة لأسفل لتستقر علي القاعدة للزجاجية المستخدمة ثم يضبط المؤشرعند صفر التدريج ثم تعاد اللأسطوانة إلي وضع الإستعداد.
- بعد إنتهاء تسوية السطح ينقل القالب والقاعدة مباشرة إلي جهاز فيكات ويتمركز تحت الإسطوانة وتتدلى الإسطوانة ببطء حتى تلامس سطح العجينة وتوقف عند هذا الموضع لمدة ثانية أو ثانيتين لتجنب السرعة الإبتدائية للأجزاء المتحركة.
- تترك الإبرة لتنفذ في العجينة تحت تأثير الوزن الكلي للقضيب والإبرة معا (300جرام).
- تم أخذ القراءة الموجودة أمام العلامة الأفقية علي إسطوانة جهاز فيكات وتعطي قيمة إرتفاع العمود عن القاع ، ويعاد الإختبار بناة علي نتيجة الإختبار السابق وتم القيام بتحضير عجينة أخري بكمية ماء مختلفة عن كمية الماء في الإختبار السابق للوصول إلي كمية الماء التي تعطي عجينة قياسية ، يعاد الإختبار عدة مرات ثم رسم أنسب خط يربط بين النقاط يمثل العلاقة بين كمية الماء المضافة وقراءة جهاز فيكات وتكون كمية الماء القياسية هي القابلة لقراءة 5ملم

❖ **أهم نتائج الإختبار:-**

- يتم تسجيل نسبة الماء للأسمنت (م/س) التي تحقق قراءة التدرج (للعينة التي حققت 5ملم) لأقرب رقمين عشريين

3-3-3 إختبار تعيين زمن الشك الإبتدائي والنهائي للعجينة الاسمنتية:-

❖ **زمن الشك الإبتدائي :-**

- هو الفترة التي تمر بين لحظة إضافة الماء إلي الأسمنت الجاف ولحظة نفذ إبرة جهاز فيكات في عجينة الأسمنت في مسافة تتراوح (5-7) ملم من قاع قالب فيكات.

❖ **زمن الشك النهائي :**

- هو الفترة التي تمر من لحظة إضافة الماء إلي الأسمنت الجاف واللحظة التي تترك إبرة جهاز فيكات أثرا في عجينة الأسمنت بينما لا يظهر أثر الجزء الدائري المثبت حول الإبرة .

❖ **أهم نتائج الإختبار :-**

- زمن الشك الإبتدائي وهو الزمن المقاس من صفر القياس إلي أن تصبح المسافة بين الإبرة وقاعدة الجهاز(5) مم ويعبر عنه كزمن للشك الإبتدائي للأسمنت لأقرب 5 دقائق .

4-3-3 إختبارمقاومة الضغط للأسمنت :-

❖ **الغرض من الإختبار:-**

- تعيين مقاومة الضغط لمونة الأسمنت والرمل وذلك بإختبارمكعبات من هذه المونة بعد 3 و7 أيام من تجهيزها.

❖ **فكرة الإختبار :-**

- تحدد مقاومة مونة الأسمنت للضغط بتعيين مقاومة الضغط لمكعبات طول ضلع كل منها 10 سم معدة من الأسمنت (تحت الإختبار) والرمل القياسي والمخلوطة خلطا يدويا ومدموكة بجهاز هزاز قياسي .

❖ **المواد المستخدمة :-**

- تجهيز نسبة الأسمنت والرمل بنسبة 1:3 وإضافة 10% ماء من مجموع وزني الأسمنت والماء ويلاحظ أن يكون الرمل المستخدم رمل قياسي (نسبة السيلكا لا تقل عن 90%ويمر جميعه من المنخل القياسي 0.85 مم ولا يزيد المار منه من المنخل القياسي 0.6 مم علي 10% بالوزن).

❖ **الأجهزة المستخدمة :-**

- قوالب الإختبار (تكون قوالب الإختبار المستخدمة مكعبة يطول ضلع 10سم لتكون مساحة كل وجه 100 سم مربع من معدن لا يتأثر بالأسمنت).
- ماكينة الإهتزاز.

❖ **طريقة إجراء الإختبار :-**

- تحضر الكميات اللازمة لعمل 6 مكعبات من مونة أسمنتية (كل مكعب علي حده) بنسبة جزء واحد من الأسمنت إلي ثلاثة أجزاء من الرمل (بالوزن) وفيما يلي الأوزان اللازمة لتحضير مكعب واحد من مكعبات الإختبار:
- أسمنت =240 جم
- رمل قياسي = 700 جم
- ماء =90 سم مكعب (أي 10% من وزن الأسمنت والرمل معا) .
- تغطى جميع الأوجه الداخلية للقالب بعد تجميعها بطبقة رقيقة من الزيت الخفيف .
- يخلط الأسمنت مع الماء الجاف بالمسطرين علي سطح مستوي غير مسامي لمدة دقيقة ثم يضاف الماء وتخلط المونة جيدا لمدة 4 دقائق .
- يوضع القالب علي ماكينة الإهتزاز ويثبت تثبيتا محكما في مكانه ويوضع فوقه دليل مناسب في الشكل والمقاس لتسهيل تعبئته ولا يرفع هذا الدليل إلا بعد إنتهاء مدة الإهتزاز .

- تتنقل المونة بعد خلطها من الدليل إلي القالب ثم يهز القالب لكبس المونة لمدة دقيقتين علي ماكينة الإهتزاز بسرعة مقارها 12000 لفة في الدقيقة
- يرفع القالب من ماكينة الإهتزاز ويوضع في جو رطوبته النسبية 90% علي الأقل ودرجة حرارته (20) مثل الحديد أو المطاط لمنع تبخر الماء.
- ترفع مكعبات الإختبار من القالب وتوضع علامات لتميزها وتغمر في الماء مباشرة لمعالجتها وتترك في الماء حتي يحين موعد إختبارها .
- ترفع المكعبات من الماء عند إختبارها وتمسح أسطحها لإزالة ما بها من الماء السطحي وأي بروزات سطحية بسيطة وتختبر مباشرة ثلاث مكعبات وهي لا تزال مبتلة لتعيين مقاومة الضغط بعد ثلاثة أيام وثلاثة مكعبات أخري تحت نفس الظروف السابقة بعد 7 أيام علي أن تحسب المدة من نهاية عملية هز قوالب الإختبار
- توضع المكعبات علي أحد جوانبها في ماكينة الإختبار علي أن لا يستعمل السطح غير الملامس لأوجه القالب كما لا يوضع أي شي بين سطحي ماكينة الإختبارخلاف ألواح من الصلد كما يجب أن يرتكز أحد سطحي ماكينة الإختبار علي مرتكز كروي لضبط عملية التحميل
- يطبق الحمل ويزداد تدريجيا بإنتظام بمعدل قدره 35 نيوتن /مم 2 في الدقيقة وتسجل قيمة الحمل الذي يحدث عند الكسر

❖ **النتائج :-**

❖ مقاومة الضغط = حمل التهشيم / مقاومة الضغط

3-4إختبارات الركام الناعم :-

3-4-1 إختبار تعيين كمية الطين والمواد الناعمة بالركام الناعم:-

❖ **الهدف من التجربة:-**

- تحديد كمية الطين والمواد الناعمة الضارة بالخرسانة والموجودة في الركام سواء بالوزن في المختبر وذلك من خلال إستخدام منخل رقم 200 أو بالحجم في موقع العمل وذلك من خلال إستخدام المخبار المدرج

❖ **مقدمة:-**

- يعتبر الطين والمواد الناعمة من المواد الضارة في الركام ، حيث يتواجد الطين في الركام بشكل أغلفة سطحية تحول دون التماسك ما بين الركام والعجينة الأسمنتية ويسبب تمدد وتقلص الخرسانة بصورة متزايدة وبالتالي يؤدي إلي تشققها وإنهاكها
- وبالإضافة إلي ذلك قد يتواجد الغرين (SILT) وغبار الكسارات (CRUSHER DUST) موجودة في الركام بشكل إما كأغلفة سطحية أو مواد سائبة غير مرتبطة بسطوح الركام ووجود هذه المواد الناعمة بكميات كبيرة تكون ضارة لأن مساحتها السطحية الكبيرة تزيد من كمية الماء الضرورية لبل كل مكونات الخلطة .
- طريقة الإختبار في المختبر (طريقة المنخل القياسي رقم 200

❖ **الأجهزة والأدوات:-**

- المناخل القياسية رقم 200 ورقم 14

- وعاء ذو غطاء محكم تكفي سعته لأن توضع به عينة الإختبار وتغطى بالماء ويسمح بالتقليب دون فقد أي جزء من المادة أو أي قطرة

- ميزان دقته 0.01 جم

❖ **طريقة الإختبار:-**

- تحضر العينة المراد إختبارها والمخلوطة خلطا جيدا والمحتوية علي مقدار من الرطوبة يكفي لمنع إنفصال الحبيبات عن بعضها ، ويجب أن لا يقل وزن العينة بعد جفافها عن الأوزان الموجودة في الموصفات القياسية
- نجفف العينة بفرن درجة حرارته (100-110) درجة إلي أن يثبت وزنها
- نضع العينة المجففة في الوعاء المناسب وتغطى بالماء وتغلب بشدة ويسكب ماء الغسيل مباشرة فوق المنخلين القياسيين 14 و200 بحيث يكون رقم 14 هو الأعلي
- نقوم بالتقليب لكي نسمح بفصل الحبيبات الناعمة التي تمر من منخل رقم 200 والتي تكون عالقة بالحبيبات الكبيرة مع مراعاة ما أمكن عدم السماح للحبيبات الكبيرة بالهبوط علي المنخل مع ماء الغسيل
- نكرر العملية علي هذا النحو إلي أن يصبح ماء الغسيل رائقا صافيا
- ثثم نعيد المواد المحجوزة علي المنخلين إلي الوعاء ليضاف إلي العينة المغسولة
- نجفف هذه الكمية عند درجة حرارة (100-110) إلي أن يثبت وزنها

❖ **النتائج:-**

- وزن العينة المستخدمة في الإختبارA=600gm
- وزن المنخل رقم 200= 719 gm
- وزن المنخل رقم 200+ وزن العينة الغسولة بعد تجفيفها =1319 gm
- وزن العينة المغسولة الخالية من الطين والمواد الناعمة (B)=-719
- الطين والمواد الناعمة المارة من منخل رقم 200 القياسي =(A-B/A)*100%

❖ **الأجهزة والأدوات :-**

- مخبار مدرج سعته 200 سم مكعب

❖ **طريقة الإختبار:-**

- يوضع 50 سم مكعب من الماء النقي في المخبار المدرج
- تضاف عينة الرمل تدريجيا إلي المخبار حتي تصل طبقة الرمل إلي علامة 100 سم مكعب مع ملاحظة أن هذه العملية لا تطبق علي رمال الأحجار المكسرة
- يضاف بعد ذلك الماء حتي يصير حجم المخلوط الكلي 150 سم مكعب

- يـرج المخلـوط بشـدة لدرجـة تجعـل حبيبـات الطـين الملتصـقة بالرمـل تتعلـق بالمـاء ويوضـع بعـد ذلـك علـي سـطح مسـتوي ويطـرق طرقـا خفيفـا علـي جـدار المخبـار حتـي تصـبح طبقـة الرمل مستوية السطح ويترك لمدة 3 ساعات
- ثـم نقـوم بقيـاس الطبقـة الراسـبة علـي سـطح الرمـل وكـذلك نقـيس إرتفـاع الرمـل أسـفل الطبقـة الراسبة .

❖ **النتائج:-**

- النسـبة المئويـة للطـين والمـواد الناعمـة = (إرتفـاع الطبقـة الراسـبة /إرتفـاع الرمـل أسـفل الطبقة الراسبة)*100%

❖ **ملحوظة:-**

- يجـب أن لا تتعـدى كميـة الطـين والمـواد الناعمـة الموجـودة فـي الرمـل عـن 6% مـن حجـم المل .

الفصل الرابع

نتائج الإختبارات ومناقشتها

الفصل الرابع

4-1 نتائج الاختبارات ومناقشتها

في هذا الفصل تم تناول نتائج إختبارات الركام والأسمنت والرمل حسب المدونة البريطانية ضمن الحدود المسموح بها ، لمعرفة مدى صلاحية المواد المستخدمة لإعطاء مقاومة عالية .

4-1-1 التدرج الحبيبي للركام المكسور :- (وارد _ أم الطيور الخط 0)

جدول رقم (4-1) العينة رقم (1)

رقم المنخل	وزن المحجوز علي كل منخل	وزن المحجوز التراكمي	نسبة المحجوز %	نسبة المار%
37.5	0	0	2	100
25	0	0	2	100
19	0	0	2	100
12.5	0.696	0.696	1.304	65.2
9.50	0.672	1.368	0.632	31.6
4.75	0.580	1.948	0.052	2.6
Pan	0.052	2	0	0

جدول رقم (4-2) العينة رقم (2)

رقم المنخل	وزن المحجوز علي كل منخل	وزن المحجوز التراكمي	النسبة المئوية المحجوز %	النسبة المئوية المار %
37.5	0	0	2	100
25	0	0	2	100
19	0.019	0.019	1.981	99.05
12.5	0.494	0.513	1.487	74.35
9.5	0.817	1.33	0.67	33.5
4.75	0.625	1.955	0.045	2.25
Pan	0.045	2	0	0

$$\text{النسبة المئوية للمحجوز} = \frac{\text{الوزن المحجوز التراكمي}}{\text{الوزن الكلي}} * 100$$

النسبة المئوية للمار = 100- نسبة المحجوز

4-1-2 نسبة الإمتصاص في الحجر المكسور :- (وارد_أم الطيور الخط 0)

الوزن المشبع = 2.310

الوزن الجاف = 1.972

$$\text{نسبة الإمتصاص} = \frac{\text{وزن المشبع} - \text{وزن الجاف}}{\text{وزن الجاف}} * 100\%$$

$$\frac{2.310-1.972}{1.972} * 100\% = 0.17\%$$

4-1-3 التدرج الحبيبي للحجر الغير مكسور :- (وارد_بربر_)

جدول رقم (4-3) عينة رقم (1)

رقم المنخل	وزن المحجوز علي كل منخل	وزن المحجوز التراكمي	النسبة المئوية للمحجوز%	النسبة المئوية للمار%
37.5	0	0	2	100
25	0.028	0.028	1.972	98.6
19	0.503	0.531	1.469	73.45
12.5	1.256	1.787	0.213	10.65
9.50	0.181	1.968	0.032	1.6
4.75	0.032	2	0	0
Pan	0	2	0	0

جدول رقم (4-4) عينة رقم (2)

رقم المنخل	وزن المحجوز علي كل منخل	وزن المحجوز التراكمي	النسبة المئوية لمحجوز %	النسبة المئوية للمار %
37.5	0	0	2	100
25	0.103	0.103	1.897	94.85
19	0.580	0.683	1.317	65.85
12.5	1.214	1.897	0.103	5.15
9.50	0.082	1.979	0.021	1.05
4.75	0.020	1.999	0.001	0.05
Pan	0	1.999	0.001	0.05

4-1-4 نسبة الإمتصاص في الحجرالغيرلمكسور :- (وارد_بربر)

الوزن المشبع = 2440

الوزن الجاف = 1.997

$$\text{نسبة الإمتصاص} = \frac{\text{وزن المشبع} - \text{وزن الجاف}}{\text{وزن الجاف}} * 100\%$$

$$\frac{2440 - 1.997}{1.997} * 100\% = 0.22\%$$

4-1-5التدرج الحبيبي للركام الناعم:- (وارد_بربر_مبيركة)

جدول رقم (4-5) عينة رقم (1)

المنخل	وزن المحجـــــوز علي كل منخل	وزن المحجـوز التراكمي	النسـبة المئويـة للمحجوز%	النسـبة المئويـة للمار%
4.75	0.037	0.037	1.963	98.15
2.36	0.161	0.198	1.802	90.1
1.18	0.577	0.775	1.225	61.25
0.600	0.287	1.062	0.938	46.9
0.300	0.447	1.509	0.491	24.55
0.150	0.191	1.7	0.3	15
0.075	0.210	1.91	0.09	4.5
Pan	0.090	2	0	0

جدول رقم (4-6) عينة رقم (2)

المنخل	وزن المحجـــــوز علي كل منخل	وزن المحجـــــوز التراكمي	النسـبة المئويـة للمحجوز %	النسـبة المئويـة للمار
4.75	0.028	0.028	1.972	98.6
2.36	0.185	0.213	1.787	89.35
1.18	0.758	0.971	1.029	51.45
0.600	0.234	1.205	0.795	39.75
0.300	0.456	1.661	0.339	16.95
0.150	0.213	1.874	0.126	6.3
0.75	0.068	1.942	0.058	2.9
Pan	0.053	2	0	0

4-1-6 التدرج الحبيبي للحجر المكسور (وارد ام الطيور الخط 36)

جدول رقم (4-7) عينة رقم (1)

رقم المنخل	وزن المحجـــوز علي كل منخل	وزن المحجـــــوز التراكمي	النسـبة المئويـة لمحجوز %	النســـبة المئويـــة للمار%
37.5	0	0	2	100
25	0	0	2	100
19	0.253	0.253	1.747	87.4
12.5	1.000	1.253	0.747	37.4
9.50	0.455	1.708	0.292	14.6
4.75	0.287	1.995	0.005	0.25
Pan	0.005	2	0	0

جدول رقم (4-8) عينة رقم (2)

رقم المنخل	وزن المحجوز علي كل منخل	وزن المحجوز التراكمي	النسبة المئوية لمحجوز %	النسبة المئوية للمار%
37.5	0	0	2	100
25	0	0	2	100
19	0.134	0.134	1.866	93.3
12.5	1.216	1.350	0.650	32.5
9.50	0.400	1.750	0.250	12.5
4.75	0.247	1.997	0.003	0.15
Pan	0.003	2	0	0

4-1-7 نسبة الإمتصاص في الحجر المكسور :- (وارد_أم الطيور الخط 36)

الوزن المشبع = 2.409

الوزن الجاف = 1.983

$$\text{نسبة الإمتصاص} = \frac{\text{وزن المشبع} - \text{وزن الجاف}}{\text{وزن الجاف}} * 100\%$$

$$\frac{2.409-1.983}{1.983} * 100\% = 0.21\%$$

4-1-8 التدرج الحبيبي للحجر الغير مكسور:- (وارد_ مقالع بربر)

جدول رقم (4-9) عينة رقم (1)

رقم المنخل	وزن المحجوز علي كل منخل	وزن المحجوز التراكمي	النسبة المئوية للمحجوز%	النسبة المئوية للمار%
37.5	0	0	2	100
25	0.021	0.021	1.979	98.9
19	0.549	0.57	1.43	71.5
12.5	1.243	1.813	0.187	9.35
9.50	0.121	1.934	0.066	3.3
4.75	0.066	2	0	0
Pan	0	2	0	0

جدول رقم (4-10) عينة رقم (2)

رقم المنخل	وزن المحجوز علي كل منخل	وزن المحجوز التراكمي	النسبة المئوية للمحجوز%	النسبة المئوية للمار%
37.5	0	0	2	100
25	0	0	2	100
19	0.515	0.515	1.495	74.75
12.5	1.208	1.723	0.273	13.85
9.50	0.197	1.92	0.08	4
4.75	0.078	1.998	0.002	0.1
Pan	0.002	2	0	0

4-1-9 التدرج الحبيبي للركام الناعم:- (وارد_وادي العوتيب)

جدول رقم (4-11) عينة رقم (1)

المنخل	وزن المحجوز علي كل منخل	وزن المحجوز التراكمي	النسبة المئوية للمحجوز%	النسبة المئوية للمار%
4.75	0.008	0.008	1.992	99.6
2.36	0.024	0.032	1.968	98.4
1.18	0.202	0.234	1.766	88.3
0.600	0.981	1.215	0.785	40
0.300	0.745	1.96	0.04	2
0.150	0.020	1.98	0.02	1
0.075	0.013	1.993	0.007	0.35
Pan	0.007	2	0	0

جدول رقم (4-12) عينة رقم (2)

المنخل	وزن المحجوز علي كل منخل	وزن المحجوز التراكمي	النسبة المئوية للمحجوز%	النسبة المئوية للمار%
4.75	0.006	0.006	1.994	99.7
2.36	0.027	0.33	1.67	83.5
1.18	0.245	0.278	1.722	86.1
0.600	0.990	1.268	0.732	36.6
0.300	0.695	1.963	0.037	1.85
0.150	0.018	1.981	0.019	0.95
0.075	0.011	1.992	0.008	0.4
Pan	0.007	2	0	0

4-1-10 نتائج إختبار نسبة الطين والطمي للركام الناعم :-

$$\text{نسبة الطين والطمي} = \frac{\text{الوزن قبل الغسيل} - \text{الوزن بعد الغسيل}}{\text{الوزن قبل الغسيل}} * 100\%$$

جدول رقم (4-13) وارد وادي العوتيب

وزن الرمل قبل الغسيل Kg	وزن الرمل بعد الغسيل	نسبة الطين والطمى	النسبة المئوية %
1	0.974	2.669	0.026

جدول رقم (4-14) وارد بربر

وزن الرمل قبل الغسيل kg	وزن الرمل بعد الغسيل kg	نسبة الطين والطمى	النسبة المئوية %
1	0.917	9.051	0.090

4-2 كميات المواد في الخلطة الخرسانية

جدول رقم (4-15) يوضح كميات الخلط بوحدة الكيلو جرام

كميات الخلط بوحدة الكيلو جرام						
الخلطة	الخلطة	الأسمنت	الماء	الركام الخشن	الركام الناعم	نسبة الخلط
الخلطة الأولي	حجر مكسور وارد أم الطيور الخط 0 مع ركام ناعم وارد بربر	12.5	6.75	33.9	18.27	1:1.4:2.7
الخلطة الثانية	حجر غير مكسور وارد بربرمع ركام ناعم وارد بربر	12	5.8	34.71	18.7	1:1.5:2.9
الخلطة الثالثة	حجرغير مكسور وارد مقالع بربرمع ركام ناعم وارد العوتيب	12.18	5.8	30.9	22.4	1:1.8:2.5
الخلطة الرابعة	حجر مكسور وارد أم الطيور الخط 36 مع ركام ناعم وارد العوتيب	12.5	6.75	30.4	22.02	1:1.7:2.4
الخلطة الخامسة	حجر مكسور وارد أم الطيور الخط 0 مع ركام ناعم وارد العوتيب	12.5	6.75	30.24	21.9	1:1.7:2.4
الخلطة السادسة	حجر غير مكسور وارد بربرمع ركام ناعم وارد العوتيب	12	5.8	30.97	22.42	1:1.8:2.5
الخلطة السابعة	حجرغير مكسور وارد مع ركام ناعم وارد بربر	12.18	5.8	34.684	18.67	1:1.5:2.8

جدول رقم (4-16) يوضح كميات الخلط بوحدة الكيلو جرام / المتر المكعب

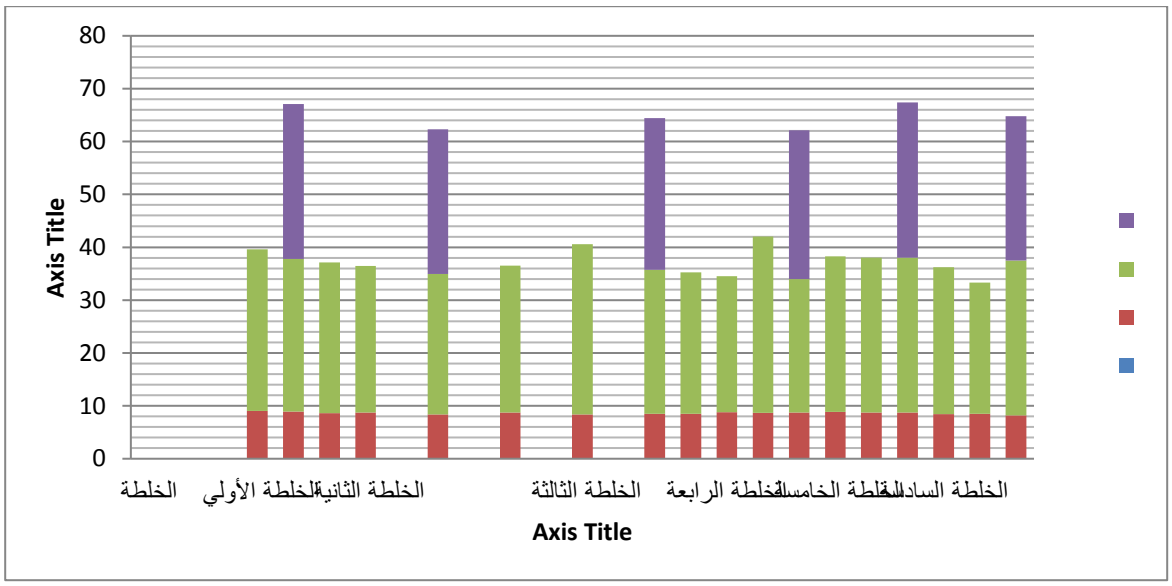
كميات الخلط بوحدة الكيلوجرام / المتر المكعب						
الخلطة	الخلطة	الأسمنت	الركام الخشن	الركام الناعم	الماء	نسبة الخلط
الخلطة الأولي	حجر مكسور وارد أم الطيور الخط 0 مع ركام ناعم وارد بربر	416.6	1130	609	225	1:1.4:2.7
الخلطة الثانية	حجر غير مكسور وارد بربرمع ركام ناعم وارد بربر	400	1157	623	195	1:1.5:2.9
الخلطة الثالثة	حجرغير مكسور وارد مقالع بربرمع ركام ناعم وارد العوتيب	406.25	1031.65	747.05	195	1:1.8:2.5
الخلطة الرابعة	حجر مكسور وارد أم الطيور الخط 36 مع ركام ناعم وارد العوتيب	416.6	1014.1	734.3	225	1:1.7:2.4
الخلطة الخامسة	حجر مكسور وارد أم الطيور الخط 0 مع ركام ناعم وارد العوتيب	416.6	1008.128	730.128	225	1:1.7:2.4
الخلطة السادسة	حجر غير مكسور وارد بربرمع ركام ناعم وارد العوتيب	400	1032.4	747.6	195	1:1.8:2.5
الخلطة السابعة	حجرغير مكسور وارد مقالع بربرمع ركام ناعم وارد بربر	406.25	1156.155	622.545	195	1:1.5:2.8

3- 4 نتائج إختبارات مقاومة الضغط للخرسانة

4- نتائج إختبارات مقاومة الضغط للخرسانة

جدول رقم (4-17) يوضح مقاومة الضغط للخرسانة المتصلدة في 7 يوم

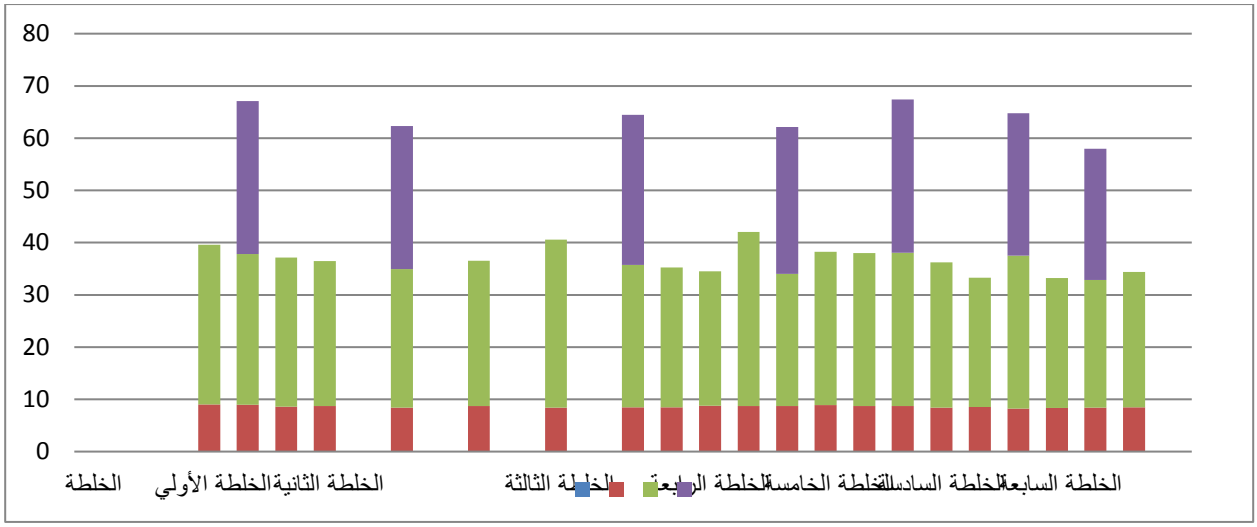
الخلطة	الخـــــــــــــــــــلطة	الــوزن Kg	مقاومة الضغط MPa	المتوسط MPa
الخلطة الأولي	حجر مكسور وارد أم الطيور الخط 0 مع ركام ناعم وارد بربر	8.633	25.269	24.442
		8.667	22.787	
		8.645	25.270	
الخلطة الثانية	حجر غير مكسور وارد بربرمع ركام ناعم وارد بربر	8.723	25.014	26.965
		8.475	25.966	
		8.427	29.917	
الخلطة الثالثة	حجرغير مكسور وارد مقالع بربرمع ركام ناعم وارد العوتيب	8.191	21.210	19.906
		8.560	17.852	
		8.419	20.656	
الخلطة الرابعة	حجر مكسور وارد أم الطيور الخط 36 مع ركام ناعم وارد العوتيب	8.621	22.468	20.980
		8.810	19.522	
		8.716	20.652	
الخلطة الخامسة	حجر مكسور وارد أم الطيور الخط 0 مع ركام ناعم وارد العوتيب	8.625	19.885	21.198
		8.691	22.742	
		8.732	20.969	
الخلطة السادسة	حجر غير مكسور وارد بربرمع ركام ناعم وارد العوتيب	8.553	24.361	26.469
		8.374	28.034	
		8.392	27.012	
الخلطة السابعة	حجرغير مكسور وارد مقالع بربرمع ركام ناعم وارد بربر	8.518	19.449	18.484
		8.337	16.962	
		8.456	19.041	



مخطط (4-1) يوضح مقاومة الخرسانة المتصلدة للضغط في 7 ايام

جدول رقم (4-18) يوضح مقاومة الضغط للخرسانة المتصلدة في 28 يوم

الخلطة	الخـــــــــــــــــــلطة	الــوزن Kg	مقاومة الضغط MPa	المتوسط MPa
الخلطة الأولي	حجر مكسور وارد أم الطيور الخط 0 مع ركام ناعم وارد بربر	9.052	30.569	29.312
		8.933	28.861	
		8.618	28.506	
الخلطة الثانية	حجر غير مكسور وارد بربرمع ركام ناعم وارد بربر	8.717	27.768	27.369
		8.388	26.562	
		8.727	27.778	
الخلطة الثالثة	حجرغير مكسور وارد مقالع بربرمع ركام ناعم وارد العوتيب	8.394	32.196	28.734
		8.473	27.244	
		8.483	26.762	
الخلطة الرابعة	حجر مكسور وارد أم الطيور الخط 36 مع ركام ناعم وارد العوتيب	8.802	25.713	28.109
		8.690	33.338	
		8.733	25.276	
الخلطة الخامسة	حجر مكسور وارد أم الطيور الخط 0 مع ركام ناعم وارد العوتيب	8.877	29.382	29.336
		8.713	29.299	
		8.717	29.329	
الخلطة السادسة	حجر غير مكسور وارد بربرمع ركام ناعم وارد العوتيب	8.421	27.811	27.287
		8.528	24.774	
		8.220	29.276	
الخلطة السابعة	حجرغير مكسور وارد مقالع بربرمع ركام ناعم وارد بربر	8.321	24.916	25.088
		8.432	24.449	
		8.498	25.901	



مخطط (4-2) يوضح مقاومة الخرسانة المتصلدة للضغط في 28 ايام

جدول رقم (4-19) يوضح إختبار الهبوط أو التشغيلية لجميع الخلطات

الخلطة	الخـــــــــــــــــــــلطة	الهبوط mm
الخلطة الأولي	حجر مكسور وارد أم الطيور الخط 0 مع ركام ناعم وارد بربر	156
الخلطة الثانية	حجر غير مكسور وارد بربرمع ركام ناعم وارد بربر	136
الخلطة الثالثة	حجرغير مكسور وارد العوتيب مع ركام ناعم وارد العوتيب	175
الخلطة الرابعة	حجر مكسور وارد أم الطيور الخط 36 مع ركام ناعم وارد العوتيب	180
الخلطة الخامسة	حجر مكسور وارد أم الطيور الخط 0 مع ركام ناعم وارد العوتيب	175
الخلطة السادسة	حجر غير مكسور وارد بربرمع ركام ناعم وارد العوتيب	145
الخلطة السابعة	حجرغير مكسور وارد العوتيب مع ركام ناعم وارد بربر	145

❖ مناقشة النتائج :-

يلاحظ من الجدول أنه عند خلط الحجر المكسور وارد أم الطيورالخط 0 مع الركام الناعم وارد العوتيب يعطي مقاومة ضغط أكبر وتشغيلية أفضل

يلاحظ أيضاً أنه عند إستخدام الركام الناعم وارد بربر في الخلط مع نفس الحجر أعطي مقاومة أقل من الأولي ولكن قابلية تشغيل أفضل

يلاحظ أيضاً أنه عند تغيير مصدر الحجر المكسور من الخط 0 إلي الخط 36 وإستخدام ركام ناعم من مصدرين مختلفين أعطي مقاومة وتشغيلية أفضل لكنها أقل من مقاومة الحجر وارد الخط 0

يلاحظ أيضاً أن إستخدام الحجر الغير مكسور مع ركام ناعم من مصادر مختفلفة يعطي مقاومة وتشغيلية أفضل لكنها لا تفوق مقاومة وتشغيلية الحجر المكسور

يستخلص من هذه النتائج أن إستخدام الحجر المكسور في الخلطة أفضل من إستخدام الحجر الغير مكسور.

الفصـــل الخـــامس
الخـــلاصة والتوصيـــات

الفصل الخامس
الخلاصة والتوصيات

1-5 الخلاصة :-

تناولت الدراسة أعلاه المقارنة بين الركام المكسور والركام الغير مكسور في الخلطة الخرسانية من حيث التشغيلية والمقاومة وذلك بإجراء إختبارمقاومة الضغط وإختبار الهبوط للخرسانة الطازجة والمتصلدة في 28 يوم تحصلنا من هذه الإختبارات وجد أن إستخدام الحجر المكسور وارد أم الطيور الخط (0) مع الركام الناعم وارد بربر أعطي مقاومة ضغط (29.312 Mpa) ومع الركام الناعم وارد العوتيب أعطي مقاومة (29.336 Mpa) والحجرالغير مكسور وارد بربر مع الركام الناعم وارد بربر أعطي مقاومة ضغط (27.369 Mpa) ومع الركام الناعم وارد العوتيب أعطي مقاومة ضغط (27.287 Mpa) والحجر الغير مكسور وارد مقالع بربرمع الركام الناعم وارد العوتيب أعطي مقاومة ضغط (28.734Mpa) ومع الركام الناعم وارد بربر أعطي مقاومة ضغط (25.088 Mpa) والحجرالمكسور وارد أم الطيور الخط 36 مع الركام الناعم وارد العوتيب أعطي مقاومة ضغط (28.109 Mpa)

ويمكن تلخيصها في الأتي :

استخدام الحجر المكسور في الخلطة الخرسانية أفضل من إستخدام الحجر الغير مكسور في شتي ظروف أستخدام المواد من الركام الناعم والحجر بمختلف المصادر التي أخذت منها .

2-5 التوصيات :-

- يجب أن يتم تصميم الخلطات الخرسانية بدقة عالية وضبط نسب الخلط للحصول علي أفضل مقاومة
- مراعاة العوامل المؤثرة علي الخلط والنقل والصب
- مراعاة عملية الدمك جيدا عند صب العينات للحصول علي أفضل النتائج
- يوصي بعمل التجارب المعملية للحجر من (تفلطح وإستطالة وصدم وتهشيم ونسبة الشوائب) للحصول علي نتائج جيدة

3-5 المراجع:

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

16. http://www.daytonsuperior.com/docs/default-source/tech-data-sheets/section-05---curingcompounds.pdf?sfvrsn=3
17. "Structural lightweight concrete" (PDF). Concrete Construction. The Aberdeen Group. March 1981.

الملاحق

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

ملحق (1) يبين جداول تصميم الخلطة

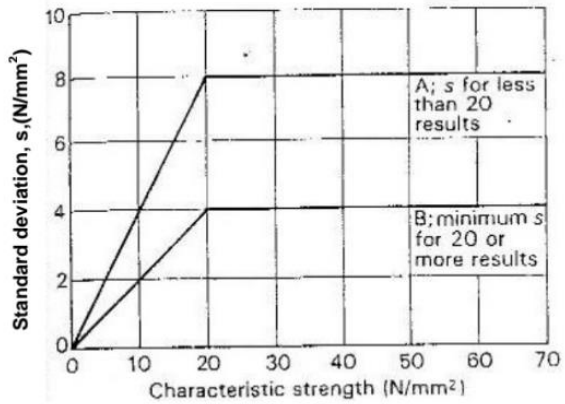


Figure 1: Relationship between standard deviation and characteristic strength

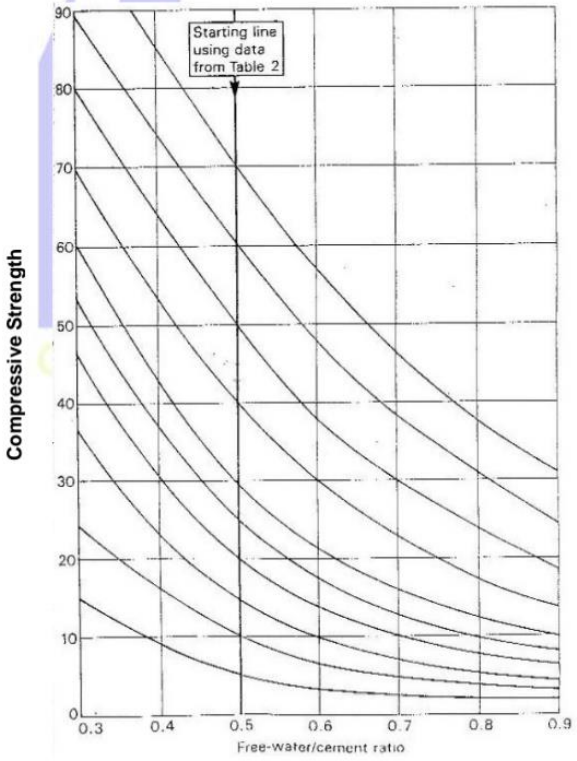


Figure 2: Relationship between compressive strength and free-water/cement ratio

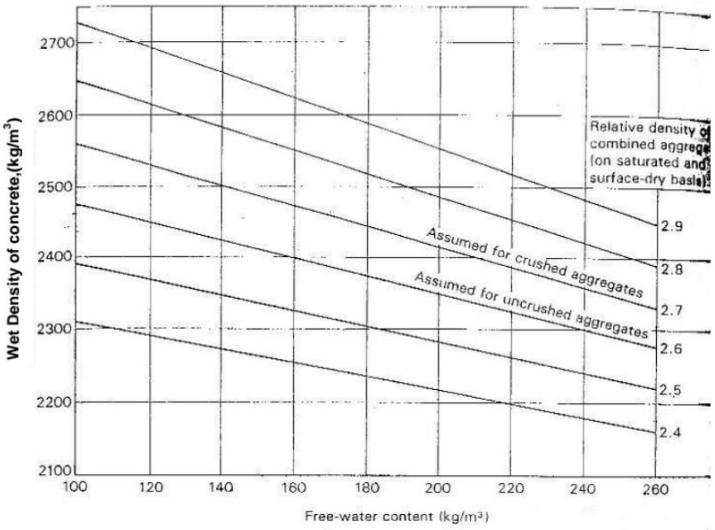


Figure 3: Estimated wet density of fully compacted concrete

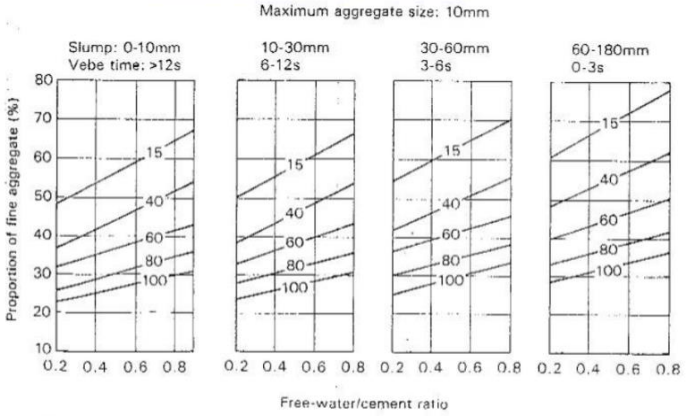


Figure 4a: Recommended proportions of fine aggregate according to percentage passing 600 μm sieve

ملحق (2) يبين مخططات تصميم الخلطة

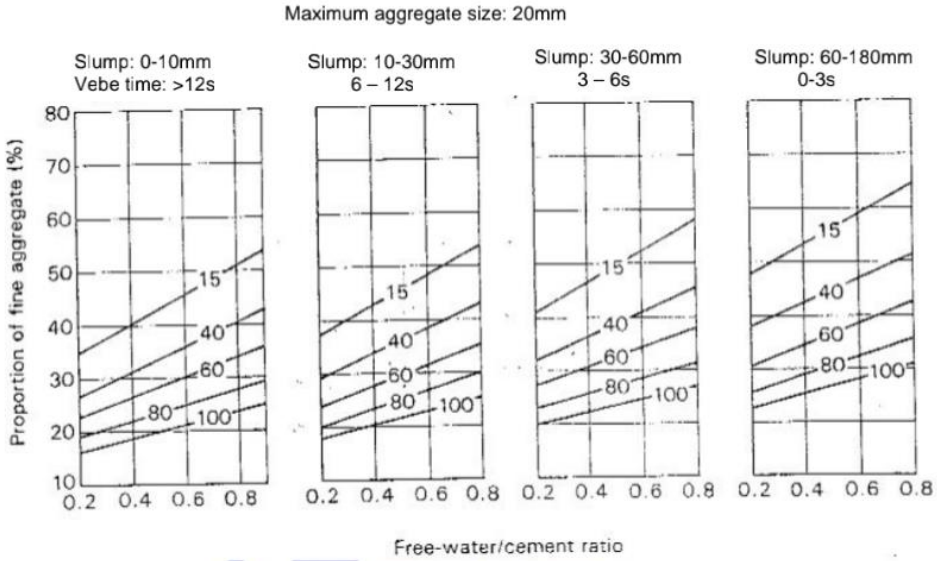


Figure 4b: Recommended proportions of fine aggregate according to percentage passing 600 μm sieve

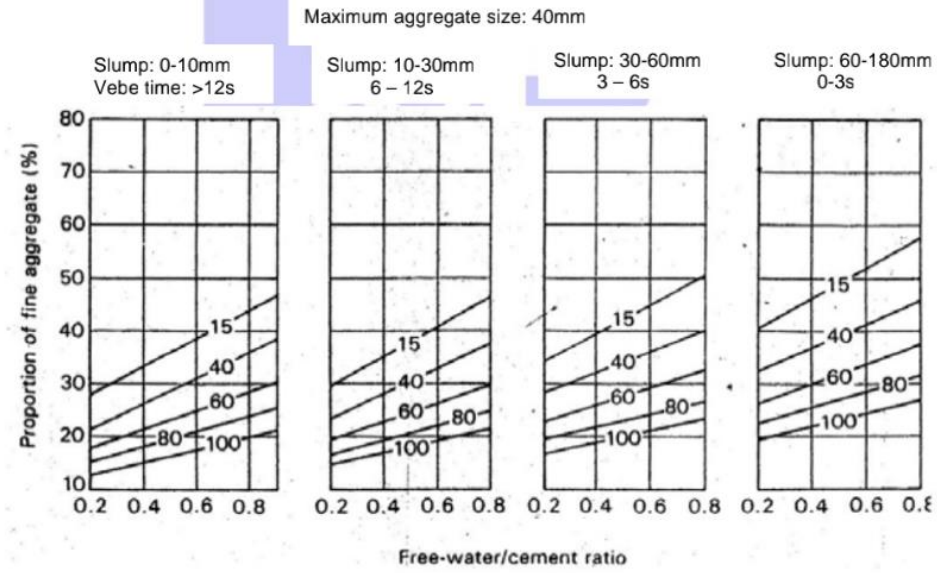


Figure 4c: Recommended proportions of fine aggregate according to percentage passing 600 μm sieve

ملحق (3) يبين مخططات تصميم الخلطة

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	____ N/mm² or no data 8 N/mm²
	1.3	Margin (k x σ)	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 / SRP / RHPC
	1.6	Aggregate type : coarse		uncrush
		Aggregate type : fine		
	1.7	free-water / cement ratio	Table 2, Fig 4	0.45
	1.8	*Maximum free-water / cement ratio*	*Specified*	Use the lower value
2	2.1	Slump or V-B	Specified	Slump 60-180 mm or V-B ____ s
	2.2	Maximum aggregate size	Specified	20 mm
	2.3	Free - water content	Table 3	195 kg/m³
3	3.1	Cement content	C3	195 ÷ 0.45 = 400 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	2375 kg/m³
	4.3	Total aggregate content	C4	2375 - 195 = 1780 kg/m³
5	5.1	Grading of fine aggregate	BS 882	Zone 2.70
	5.2	Proportion of fine aggregate	Fig 6	35 per cent
	5.3	Fine aggregate content	C5	1780 × 0.35 = 623 kg/m³
	5.4	Coarse aggregate content		1780 - 623 = 1157 kg/m³

Quantities	Cement (kg)	Water (kg or l)	Fine aggregate (kg)	Coarse aggregate (kg)
per m³ (to nearest 5 kg)	400	195	623	1157
per trial mix of ____ m³.	12	5.8	18.7	34.71

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

مكسور زادنا مع رملة الهواتيب

نسبة الطين 175

G&P GEOTECHNICS SDN BHD

CONCRETE MIX DESIGN

Section: GP-020
Revision: 0
Date: 07-03-2003
Page 5 of 9

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 ____ per cent]
	1.2	Standard deviation (s)	Fig 3	8 N/mm² or no data ____ N/mm²
	1.3	Margin (k x σ)	C1	(k = 1.64) 1.64 × 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: OPC
	1.6	Aggregate type : coarse		crushed
		Aggregate type : fine		
	1.7	free-water / cement ratio	Table 2, Fig 4	0.54
	1.8	*Maximum free-water / cement ratio*	Specified	0.55 — Use the lower value
2	2.1	Slump or V-B	Specified	Slump 60-120 mm or V-B ____ s
	2.2	Maximum aggregate size	Specified	20 mm
	2.3	Free - water content	Table 3	225 kg/m³
3	3.1	Cement content	C3	225 × 0.54 = 416.6 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)	Fig 5	2.7 known/ assumed
	4.2	Concrete density	C4	2380 kg/m³
	4.3	Total aggregate content		2380 − 225 − 416.6 = 1738.4 kg/m³
5	5.1	Grading of fine aggregate	BS 882 Fig 6	Zone 4
	5.2	Proportion of fine aggregate		40% 42% per cent
	5.3	Fine aggregate content	C5	1738.4 × 0.42 = 730.128 kg/m³
	5.4	Coarse aggregate content		1738.4 − 730.128 = 1008.272 kg/m³

Quantities	Cement (kg)	Water (kg or l)	Fine aggregate (kg)	Coarse aggregate (kg)
per m³ (to nearest 5 kg)	416.6	225	730.128	1008.272
per trial mix of ____ m³	+2.5	6.75	21.9	30.24

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 1 :Concrete mix design form

مكسور زادنا جوز رملة بور

				Reference or calculation	Value	
1	1.1	Characteristic strength	Specified	30 N/mm² at 28 days		
			Proportion defective			per cent
	1.2	Standard deviation (σ)	Fig 3	8 N/mm² or no data		N/mm²
	1.3	Margin (k x σ)	C1	(k = 1.64) 1.64 × 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	OPC	
	1.6	Aggregate type : coarse			crush	
		Aggregate type : fine				
	1.7	free-water / cement ratio	Table 2, Fig 4	0.58	0.54	Use the lower value
	1.8	*Maximum free-water / cement ratio*	*Specified*	0.58		
2	2.1	Slump or V-B	Specified	Slump 60 - 180 mm or V-B		s
	2.2	Maximum aggregate size	Specified		20	mm
	2.3	Free-water content	Table 2		225	kg/m³
3	3.1	Cement content	C3	225 ÷ 0.54	= 416.6	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		0.5		
4	4.1	Relative density of aggregate (SSD)		2.7	known/ assumed	
	4.2	Concrete density	Fig 5		2380	kg/m³
	4.3	Total aggregate content	C4	2380 − 225 − 416.6	=	kg/m³ 1738.4
5	5.1	Grading of fine aggregate	BS 882	Zone 4	70%	
	5.2	Proportion of fine aggregate	Fig 6		35%	per cent
	5.3	Fine aggregate content	C5	1738.4 × 0.35	=	kg/m³ 609
	5.4	Coarse aggregate content		1738.4 − 609	=	kg/m³ 1129.4

Quantities	Cement (kg)	Water (kg or l)	Fine aggregate (kg)	Coarse aggregate (kg)
per m³ (to nearest 5 kg)	416.6	225	609	1130
per trial mix of 0.03 m³	12.5	6.75	18.27	33.9

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

150 × 150 مكعبات

رملة الهوائب مع حجر رو

G&P GEOTECHNICS SDN BHD

CONCRETE MIX DESIGN 145 نسبة الخلط

Section: QP-020
Revision: 0
Date: 07-03-2003
Page 5 of 9

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 ____ per cent	
	1.2	Standard deviation (σ)	Fig 3	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		uncrush	
		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 60-180 mm or V-B ____ s	
	2.2	Maximum aggregate size	Specified		20 mm
	2.3	Free - water content	Table 3		195 kg/m³
3	3.1	Cement content	C3	195 ÷ 0.49 =	400 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		2375 kg/m³
	4.3	Total aggregate content	C4	2875 - 195 - 400 =	1780 kg/m³
5	5.1	Grading of fine aggregate	BS 882	Zone 1 / 2 / 3	0.42 per cent
	5.2	Proportion of fine aggregate	Fig 6		
	5.3	Fine aggregate content	C5	1780 x 0.42 =	747.6 kg/m³
	5.4	Coarse aggregate content		1780 - 747.6 =	1032.4 kg/m³

Quantities	Cement (kg)	Water (kg or l)	Fine aggregate (kg)	Coarse aggregate (kg)
per m³ (to nearest 5 kg)	400	195	747.6	1032.4
per trial mix of ____ m³.	12	5.8	22.42	30.97

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

رمله بر بر مع جبر العواتيب

نسبه العينه 45

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 (=)	Fig 3	N/mm² or no data
	1.3	Margin (k x =)	C1	(k = 1.64) 1.64 × 8 = 13.12 N/mm²
	1.4	Target mean strength	C2	8 N/mm²
	1.5	Cement type	Specified	OPC / SRP / RHPC
	1.6	Aggregate type : coarse		un Crush
		Aggregate type : fine		
	1.7	free-water / cement ratio	Table 2, Fig 4	0.48
	1.8	*Maximum free-water / cement ratio*	*Specified*	Use the lower value
2	2.1	Slump or V-B	Specified	Slump 60 -180 mm or V-B 20 mm s
	2.2	Maximum aggregate size	Specified	
	2.3	Free - water content	Table 3	195 kg/m³
3	3.1	Cement content	C3	195 ÷ 0.48 406.25 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 - 195 - 406.2 = 1778.7 kg/m³
5	5.1	Grading of fine aggregate	BS 882	Zone 70% 35% per cent
	5.2	Proportion of fine aggregate	Fig 6	
	5.3	Fine aggregate content	C5	1778.7 × 0.35 = 622.545 kg/m³
	5.4	Coarse aggregate content		1778.7 - 622.545 = 1156.155 kg/m³

Quantities	Cement (kg)	Water (kg or l)	Fine aggregate (kg)	Coarse aggregate (kg)
per m³ (to nearest 5 kg)	406.25	195	622.545	1156.155
per trial mix of ____ m³	12.18	5.8	18.67	34.684

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 1 :Concrete mix design form

Stage	Item		Reference or calculation	Value
1	1.1	Characteristic strength	Specified — Proportion defective	30 N/mm² at 28 days; 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	____ + ____ = ____ N/mm²
	1.5	Cement type	Specified	OPC / SRP / RHPC
	1.6	Aggregate type : coarse		~~coarse~~ crush
		Aggregate type : fine		
	1.7	free-water / cement ratio	Table 2, Fig 4	0.54 — Use the lower value
	1.8	*Maximum free-water / cement ratio*	Specified	
2	2.1	Slump or V-B	Specified	Slump 60-180 mm or V-B ____ s
	2.2	Maximum aggregate size	Specified	20 mm
	2.3	Free - water content	Table 3	225 kg/m³
3	3.1	Cement content	C3	225 ÷ 0.54 = 416.6 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)		2.7 known/ assumed
	4.2	Concrete density	Fig 5	2390 kg/m³
	4.3	Total aggregate content	C4	2390 - 225 - 416.6 = 1748.4 kg/m³
5	5.1	Grading of fine aggregate	BS 882	Zone 40%
	5.2	Proportion of fine aggregate	Fig 6	42 per cent
	5.3	Fine aggregate content	C5	1748.4 x 0.42 = 734.3 kg/m³
	5.4	Coarse aggregate content	C5	1748.4 - 734.3 = 1014.1 kg/m³

Quantities	Cement (kg)	Water (kg or l)	Fine aggregate (kg)	Coarse aggregate (kg)
per m³ (to nearest 5 kg)	416.6	225	734.3	1014.1
per trial mix of ____ m³	12.5	6.75	22.02	30.4

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

طبيعي مع وطى العوائب

G&P GEOTECHNICS SDN BHD

CONCRETE MIX DESIGN

Table 1 :Concrete mix design form

175 نسبة الهبوط

Stage	Item		Reference or calculation	Value
1	1.1	Characteristic strength	Specified — Proportion defective	30 N/mm² at 28 days; 5 per cent
	1.2	Standard deviation (σ)	Fig 3	____ N/mm² or no data; ____ N/mm²
	1.3	Margin (k x σ)	C1	(k = 1.64) 1.64 × 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		Tin crush
		Aggregate type : fine		
	1.7	free-water / cement ratio	Table 2, Fig 4	0.48 — Use the lower value
	1.8	*Maximum free-water / cement ratio*	*Specified*	
2	2.1	Slump or V-B	Specified	Slump 60–180 mm or V-B ____ s
	2.2	Maximum aggregate size	Specified	20 mm
	2.3	Free - water content	Table 3	195 kg/m³
3	3.1	Cement content	C3	195 ÷ 0.48 = 406.25 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 − 195 − 406 = 1778.7 kg/m³
5	5.1	Grading of fine aggregate	BS 882	Zone 40% 42%
	5.2	Proportion of fine aggregate	Fig 6	per cent
	5.3	Fine aggregate content	C5	1778.7 × 0.42 = 747.05 kg/m³
	5.4	Coarse aggregate content		1778.7 − 747.05 = 1031.65 kg/m³

Quantities	Cement (kg)	Water (kg or l)	Fine aggregate (kg)	Coarse aggregate (kg)
per m³ (to nearest 5 kg)	406.25	195	747.05	1031.65
per trial mix of 0.03 m³	12.18	5.8	22.4	30.9

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

جدول (5) يوضح المقاس الاعتباري للركام الناعم

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 (4) يوضح المقاس الاعتباري للركام الخشن

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	-	-	-	-

ملحق يوضح المقاس الإعتباري للركام الخشن والناعم

الشكل (1) يوضح خلاطة لتجهيز الخلطة

الشكل(2) يوضح المكعبات التي تم تنفيزها

الشكل (3) يوضح إختبار الهبوط

الشكل(4) يوضح وضع عينة الركام المكسور في الفرن

الشكل (5) يوضح وضع عينة الركام الغير مكسور داخل الفرن

الشكل (6)يوضح إختبار مقاومة الضغط علي أحد العينات

الشكل(7) يوضح قراءة جهاز الكسر علي أحد العينات

الشكل(8) يوضح وزن المكعب الواحد

الشكل(9)يوضح عينة من الركام المكسور