الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

رقم الترتيب:.....
رقم التسلسل:.....

جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي
كلية التكنلوجيا
قسم الهندسة المدنية

مذكرة تخرج مقدمة لنيل شهادة

ماستر أكاديمي

تخصص: مواد هندسة مدنية

من إعداد:
بالعيد خليفه
بن خليفة ايمن
بن درويش عمر
مانه زكرياء

الموضوع

دراسة مقارنة بين مختلف انواع الحصى المستخدمة في الخرسانة بمنطقة الوادي

نوقشت يوم: 2022/06/14

أمام لجنة المناقشة المكونة من الأساتذة:

د- ملني محمد	أستاذ محاضر ب	رئيسا
د-جديد طارق	أستاذ محاضر أ	مناقشا
د –العقبي عبد العزيز	أستاذ مساعد أ	مؤطرا

الموسم الجامعي: 2022/2021

بسم الله الرحمن الرحيم

الإهداء

بسم الله الرحمن الرحيم

(ربي أوزعني أن أشكر نعمتك التي أنعمت علي وعلى والدي وأن أعمل صالحا ترضاه)

سورة النمل الأية(19)

لك الحمد ربي على عظيم فضلك وكثرة عطائك .

إنه لاينسى في هذه اللحظات التي لعلي لا أملك أغلى منه أن أهدي ثمرة هذا العمل المتواضع إلى :

ضياء قلبي ونور دربي محمد صلوات الله وسلامه عليه .

إلى من علمتني وعانت من أجلي لأصل إلى ماأنا عليه .

عندما أسبح في بحر الهموم تحميني بحنانها ليخف عني الألم .....أمي الغالية حفظها الله .

إلى من علمني الكفاح في الحياة ,إلى من كان شمعته تنير دربي .....أبي الغالي حفظه الله.

إلى من يساندوني ويضيئون لي .....إخوتي .

إلى أصدقائي وزملائي في الجامعة وفي تخصص الهندسة المدنية.

إلى من مد لنا يد العون والمساعدة في جامعة الشهيد حمة لخضر بالوادي من أساتذة وإداريين .

إلى مؤسسة نيوزلاب ومخبر ومكتب الأشغال العمومية.

إلى كل أستاذ كان معنا في مشوارنا الدراسي .

خليفة –أيمن

عمر –زكرياء

شكر وتقدير

اللهم إني أسألك رحمة من عندك

تهدي بها قلبي وتجمع بها أمري وتزكي بها عملي وتلهم بها رشدي وتعصمني بها من كل سوء.

"يارب ....إذا أسأت إلى الناس أعطني شجاعة الإعتذار وإذا أساء الناس لي

أعطني شجاعة العفو"

الحمد والشكر لله الذي وفقنا وقدرنا على إنجاز هذا العمل حمدا لايوافي نعمه

كما نتقدم بالشكر الجزيل للأستاذ الفاضل الذي كان سندا وعونا في إكمال هذا العمل : أ .د " العقبي عبد العزيز "

إلى كل أعضاء اللجنة المناقشة.

إلى جميع زملائنا الذين جمعنا بهم طلب العلم .

إلى كل من ساهم وتعليمنا أوصلنا بعد الله لهذا المستوى .

إلى كل من ساهم من قريب أو بعيد في سبيل نجاح هذا العمل ولو بمعلومة أو حتى بكلمة طيبة .

كل الشكر والتقدير و الإحترام .

خليفة-أيمن

عمر- زكرياء

Summary:

Gravel is an important and essential component of concrete for use in construction and road construction.

In this research, we touched on several types and types of gravel, the most common and used in the valley area, including: Ain Al-Touta, Biskra and Hassi Messaoud gravel, in order to know and study the difference between them and to identify the most resistant type in construction and for this we touched on several experiments, the most important of which are :The experiment of granular and operational analysis and water absorption and the experiment of Los Angeles and pressure to know the resistance The sand used in the study and experiments is the building sand of the Al-Mughayr State University area. Our goal is the difference between the types of gravel in the valley area. Finally, we obtained, through experiments, acceptable and satisfactory results for resistance to pressure, and we concluded that mulberry eye pebbles are the best-used species, and that attention to casting helps to reach the results.

ملخص:

يعتبر الحصى عنصر مهم وأساسيا بالنسبة للخرسانة للإستعمال في مجال البناء وإنشاء الطرقات .

تطرقنا في بحثنا هذا إلى عدة أصناف وأنواع من الحصى الأكثر شيوعا وإستعمال في منطقة الوادي منها : حصى عين التوتة وبسكرة وحاسي مسعود,من أجل معرفة ودراسة الفرق بينهم والتعرف على النوع الأكثر مقاومة في البناء ولهذا تطرقنا إلى عدة تجارب أهمها:

تجربة التحليل الحبيبي والتشغيلية وإمتصاص الماء وتجربة لوس أنجلس والضغط لمعرفة المقاومة الرمل المستعمل في الدراسة والتجارب هو رمل البناء لمنطقة جامعة ولاية المغير .

هدفنا من خلالها هو الفرق بين أنواع الحصى في منطقة الوادي .

وفي الأخير تحصلنا من خلال التجارب على نتائج مقبولة ومرضية لمقاومة الضغط وإستنتجنا أن حصى عين التوتة أفضل الأنواع إستعمالا ,وأن الإهتمام بالصب يساعد في الوصول إلى النتائج.

الكلمات المفتاحية : الحصى , الرمل , الخرسانة

الفهرس

الإهداء II
شكر وتقدير III
ملخص: IV
الفهرس V
فهرس الصور XII
فهرس الجداول XIII
مقدمة عامة: 2
الفصل الأول: عموميات حول الحصى وطرق تكوينه وخواصه المختلفة
1-نبذة تاريخية عن استخدام الخرسانة: 5
1-1-تعريف الخرسانة: 5
1-2-مكونات الخرسانة: 6
أولا:الأسمنت 6
ثانيا:الماء: 7
ثالثا:حديد التسليح: 8
رابعا: الإضافات : 8
خامسا:الركام: 8

2-عموميات حول الركام (الناعم والخشن)المستخدم في الخرسانة 10
1-1-تعريف الركام 10
1-2-أنواع الركام العام 10
1-3-أنواع الحصى (Gravel): 13
1-4-تصنيفات الركام 14
1-5-أهم خصائص الركام : 18
1-6- خواص الركام 18
1-7- مقاومة الركام : 19
1-8- متانة الركام : 19
1-9- صلادة الركام : 20
1-10 تحمل الركام مع الزمن : 20

الفصل الثاني: التجارب على الركام

تمهيد: 24
1.التجارب على الركام: 24
1-1 الكتلة الحجمية الظاهرة : 24
1-1-1-تعريف: 24
1.1-2-اهميتها : 24
1.1-3- الادوات اللازمة: 24
1.1-4- المواد المستعملة: 25

1.1-5- طريقة عمل التجربة: 26
1.1-6- طريقة الحساب: 26
1-2- الكتلة الحجمية المطلقة (كتلة محددة) : 27
2.1-1- تعريف : 27
2.1-2 اهميتها : 27
2.1-3-المواد اللازمة: 27
2.1-4- المواد المستعملة: 27
2.1-5- طريقة عمل التجربة: 28
2.1-6- طريقة الحساب: 29
1-2- تجربة التحليل الحبيبي: 30
1-2-1- مبدأ: 30
1-2-2- الغرض من الاختبار: 30
1-2-3-اهميتها : 30
4- الادوات اللازمة: 31
5- المواد المستخدمة: 32
6-طريقة عمل التجربة: 32
1-3- تجربة مكافئ الرمل: 34
1-3-1- الهدف من التجربة: 34
1-3-2- مبدأ: 34

1-3-3- الأدوات المستخدمة: 34
1-3-4- المواد المستخدمة: 35
1-3-5- طريقة عمل التجربة: 36
1-4-تجربة نظافة الحصى (النقاوة): 38
1-5- تجربة معامل امتصاص الماء للحصى: 39
1-5-1- المقدمة: 39
1-5-2- الغرض: 39
1-5-3- المبدأ: 40
1-5-4- الادوات المستخدمة: 40
1-5-5- المواد المستخدمة: 40
1-5-6- طريقة عمل التجربة: 40
1-6- تجربة لوس انجلوس: 40
1-6-1- التعريف والغرض من التجربة: 40
1-6-2- مبدأ: 41
1-6-3- المعدات المستخدمة: 41
1-6-4- طريقة عمل التجربة: 43
2-التجارب على الخرسانة: 44
2-1- اختبار التشغيلية : 44
2-1-1- المقدمة: 44

2-1-2- التعاريف: 44
2-1-3- اختبار الهبوط: 44
2-1-4- مبدأ الاختبار: 45
2-1-5- المعدات اللازمة: 45
2-1-5- كيفية عمل التجربة: 46
1-2-6- النتائج: 47
2-3-تجربة مقاومة الضغط :{3} 50
2-3-1- الهدف من التجربة: 50
2-3-4- طريقة اجراء التجربة: 52
3-تركيبة الخرسانة: 54

الفصل الثالث: النتائج و مناقشتها

تمهيد: 60
1- النتائج: 60
1-1- نتائج التجارب على الرمل: 60
اولا: منطقة جامعة: 60
1-تجربة التحليل الحبيبي للرمل: 60
2- تجربة الكتلة الحجمية: 61
3- تجربة مكافئ الرمل: 61
1-2- نتائج التجارب على الحصى: 62

اولا: منطقة عين التوتة: 62
1- تجربة التحليل الحبيبي : 62
2- تجربة الكتلة الحجمية: 63
3- تجربة لوس انجلوس: 63
4- تجربة النقاوة: 64
5- تجربة امتصاص الماء: 64
ثانيا: منطقة بسكرة..... 64
1- تجربة التحليل الحبيبي: 64
2- تجربة الكتلة الحجمية: 66
3- تجربة لوس انجلوس: 66
4- تجربة النقاوة: 66
5- تحربة امتصاص الماء: 66
ثالثا: منطقة حاسي مسعود: 67
1-تجربة التحليل الحبيبي : 67
2- تجربة الكتلة الحجمية: 68
3- تجربة لوس انجلوس: 68
4- تجربة النقاوة: 69
5- تحربة امتصاص الماء: 69
1-3- التجارب على الخراسنة: 69

اولا: منطقة عين التوتة: 69
1- تجربة مخروط ابرامز: 69
2- تجربة انضغاط الخرسانة: 69
ثانيا:منطقة بسكرة: 70
1- تجربة مخروط ابرامز: 70
2- تجربة انضغاط الخرسانة: 70
ثالثا: منطقة حاسي مسعود: 71
1- تجربة مخروط ابرامز: 71
2- تجربة انضغاط الخرسانة: 71
2- مناقشة النتائج: 72
خاتمة: 77
قائمةالمراجع: 79

فهرس الصور

الصورة (1) و (2) تمثل ركام طبيعي..... 11
الصورة (3)و (4) توضح ركام صناعي 12
الصورة (5) توضح ركام معاد تدويره و الصورة (6) ركام في طريقه لإعادة التدوير 13
الصورة(10) تمثل الأدوات المستخدمة في تجربة الكتلة الحجمية الظاهرية..... 25
الصورة (11) تمثل المواد المستخدمة في تجربة الكتلة الحجمية الظاهرية..... 25
الصورة (12) تمثل كيفية اجراء تجربة الكتلة الحجمية الظاهرية..... 26
الصورة (13) تمثل المواد المستخدمة في تجربة الكتلة الحجمية المطلقة 28
الصورة (14) تمثل كيفية اجراء تجربة الكتلة الحجمية المطلقة 29
الصورة (15) تمثل الأدوات المستخدمة في تجربة التحليل الحبيبي..... 32
الصورة (16) تمثل كيفية اجراء تجربة التحليل الحبيبي..... 33
الصورة (17) تمثل تجربة المكافئ الرملي 34
الصورة (18) تمثل الأدوات المستخدمة في تجربة المكافئ الرملي..... 35
الصورة (19) تمثل المواد المستخدمة في تجربة المكافئ الرملي..... 35
الصورة (21) تمثل تجربة المكافئ الرملي 37
الصورة (22) تمثل كيفية اجراء تجربة النقاوة..... 38
الصورة (24) تمثل الأدوات المستخدمة في تجربة لوس انجلوس 43
الصورة (26) تمثل الأدوات المستخدمة في تجربة التسغيلية 46
الجدول (6) يمثل فئة الخرسانة الطازجة بالنسبة لقيم الهبوط لتجربة التشغيلية 48
الصورة (30) تمثل الة الضغط المستخدمة في تجربة مقاومة الخرسانة 52
الصورة (31) تمثل العينات االخرسانية المستخدمة في تجربة مقاومة الخرسانة للضغط 53

فهرس الجداول

الجدول (1) تصنيف الركام بالنسبة للشكل 16
جدول (2) تصنيف سطح حبيبات الركام..... 17
الجدول (3) مقاومة الضغط لمجموعة من الصخور المستخدمة كركام للخرسانة.... 19
جدول (4) معاملات التمدد الحراري لمجموعة من الصخور 21
الجدول (5) يمثل طبيعة و جودة الرمال بالنسبة لقيم المكافئ الرملي 37
الصورة (28) تمثل فئة الخرسانة الطازجة بالنسبة لقيم الهبوط لتجربة التشغيلية.... 47
الجدول (8) يمثل أنواع الركام بالنسبة لقيم الهبوط..... 54
الجدول (11) يمثل كمية المواد للخلطة الخرسانية المستخدم فيها حصى منطقة عين التوتة 57
الجدول (12) يمثل كمية المواد للخلطة الخرسانية المستخدم فيها حصى منطقة بسكرة 57
الجدول (13) يمثل كمية المواد للخلطة الخرسانية المستخدم فيها حصى منطقة حاسي مسعود 58
الجدول (14) يمثل نتائج التحليل الحبيبي لرمل جامعة 60
الجدول (15) يمثل الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة لرمل جامعة 61
الجدول (16) يمثل نتائج التحليل الحبيبي لحصى منطقة عين التوتة..... 62
الجدول (17) يمثل الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة لحصى عين التوتة 63
الجدول (18) يمثل مقاومة التاثير ومقاومة التاكل في وجود الماء لحصى عين التوتة 63
الجدول (19) يمثل نسبة نقاوة حصى عين التوتة 64
الجدول (20) يمثل نتائج التحليل الحبيبي لحصى بسكرة 64
الجدول (21) يمثل الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة لحصى بسكرة..... 66

الجدول (22) يمثل مقاومة التاثير ومقاومة التاكل في وجود الماء لحصى بسكرة... 66
الجدول (23) يمثل نسبة نقاوة حصى بسكرة..... 66
الجدول (25) يمثل الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة لحصى حاسي مسعود 68
الجدول (26) يمثل مقاومة التاثير ومثاومة التاكل في وجود الماء لحصى حاسي مسعود 68
الجدول(27) يمثل نسبة نقاوة حصى حاسي مسعود 69
الجدول (28) يمثل نتائج مقاومة الضغط لخرسانة المستخدم فيها حصى عين التوتة 70
الجدول (29) يمثل نتائج مقاومة الضغط لخرسانة المستخدم فيها حصى بسكرة 71
الجدول (30) يمثل نتائج مقاومة الضغط لخرسانة المستخدم فيها حصى حاسي مسعود 72
الجدول (31) يمثل نوعية وطبيعة الرمال بالنسبة لقيم المكافئ الرملي..... 72
الجدول (32) يمثل القيم المتوسطة لمقاومة الخرسانة للضغط عند 7 ايام..... 74
الجدول (33) يمثل القيم المتوسطة لمقاومة الخرسانة للضغط عند 14 يوم..... 74
الجدول (34) يمثل القيم المتوسطة لمقاومة الخرسانة للضغط عند 28 يوم 74

مقدمة عامة

مقدمة عامة:

إن تطور الفكر البشري عبر مراحل الحياة وتعقب الحضارات المختلفة في تنافس رهيب لتشبع رغبة هذا الكائن الطموح في التميز والسعي إلى الأحسن وخلال هذه الرحلة الطويلة منذ خلق سيدنا آدم إلى وقتنا هذا كان الإنسان مع الطبيعة قصص أخرى تتماشى مع تطوره الفكري والسياسي والإقتصادي {1}

حيث توسعت مجالات تطوره الفكري والمعيشي من الكهوف والمغارات إلى الجسور والطرق والمنشئات والمباني المختلفة ، وتوسع في مجال مواد المستخدمة في إنشاء هذه المباني حيث اليوم تعتبر الخرسانة أكثر مواد البناء إستخدام في المنشئات على نطاق واسع في العالم. يمكن تفسير شعبية الخرسانة على مر العصور من خلال العديد من صفاتها وأهمها ودون أدنى شك هي المتانة ، على الرغم من استخدامها المشترك لعدة مواد لا تزال مادة معقدة ، ولديها قابلية القولبة ومقاومتها للحرارة وبعض العوامل الطبيعة .يعتبر الركام العنصر الأكبر للجسم الخرساني وهو مكون أساسا من حصى ورمل ، والحصى من بين المكونات الأساسية التي سنتطرق إليه في دراسة هذا البحث أي دراسة أوجه التشابه والاختلاف لمختلف أنواعه الموجودة في منطقتنا وادي سوف .
إن الحصى المستعمل في البناء أغلبه صناعي أو من وديان أو من الطبيعة نتيجة الإنقسام المؤقت لصخور ، يتم جمعها صناعيا من سطح حجري بإستخدام معدات خاصة ثم يتم معايرة الحصى وغسله إذا لزم الأمر.

❖ **الهدف :**

هو إظهار الفرق بين مختلف الحصى المستخدمة في الخرسانة لمنطقة الوادي واخترنا لدراسة ثلاثة أنواع من الحصى الموجودة في المنطقة (الوادي) ورمل البناء في دراسة التحليل الحبيبي والمقارنة بين نتائجهم لمعرفة النوع الأفضل والأكثر مقاومة ومتانة في البناء

❖ **خطة البحث :**

ينقسم هذا البحث إلى جزئيين كبيرين وهما الجزء الأول البحث البيبلوغرافي والجزء الثاني هو الدراسة التجريبية الجزء الأول "البحث البيبلوغرافي" ينقسم إلى الأول هو عموميات حول الحصى ومختلف أنواعه وخصائص تأثيره على الخرسانة ومقارنة بين أنواعه . من حيث التصنيع وخصائصه الجوهرية و الجزء الثاني هو تأثير الركام على الخرسانة . الجزء الثاني هو "الدراسة التجريبية" نتقسم إلى محورين هما : المحور الأول تركيبة الخرسانة و خصائص الحصى المستعملة و فيه درسنا خصائص وبعض تجارب منها قابلية التشغيل و المقاومة و المرونة و النفاذية و النكماش و الديمومة .ومحور الثاني تحليل و مناقشة النتائج التي تحصلنا عليها من التجارب التي

أجريت على عينات منها تجربة الضغط و تجربة والانحناء وتجربة لوس انجلوس وقياس التشغيلية في الأخير نقدم خلاصة عامة لمقارنة الحصى المستخدم في الخرسانة في المنطقة.

الفصل الأول

عموميات حول الحصى وطرق تكوينه وخواصه المختلفة

1-نبذة تاريخية عن استخدام الخرسانة:

استخدم الرومان الخرسانة العادية والتي كانت تتكون بصورة أساسية من كسر أحجار والبوزولان(الإسمنتالطبيعي) وأطلقوا عليها الخرسانة البوزولانية , وقد عرف الرومان كيفية إخفاء الشكل الغير مقبول للخرسانة عن طريق تكسيتها. وباستعمال الخرسانة كان هناك صلة ضعيفة بين الزخرفة والنشاء؛ فالخرسانة الرومانية كمادة تحتاج الي الكسوة والحماية والتجميل, فغطيت داخليا وخارجيا بالرخام أو الحجارة أو الطوب أو الموزايكو ,كما استخدم البرونز المذهب في تكسية أسقف المباني .كما تميزت العمارة الرومانية بتعدد أشكالها وضخامتها وبراعتها في الإنشاء المعماريي, كما ظهرت معالجات جديدة في الإنشاء, مثل العقود والقبوات الأسطوانية والمتقاطعة, والقباب في المنشآت الكبيرة كالخزانات والمقابر ومجاري المياه البازيليكا والحمامات والقصور وغيرها من المباني التي كونت عظمة روما المعمارية .{2}

لقد تطورت في الوقت الحالي الأبحاث الخرسانية والإضافات المستخدمة في تحسينها والتي تمكن الخرسانة من إمكانية التشكيل المعماري للتفاصيل المفردات التراثية للطرز المختلفة حيث تعتبر الخرسانة من أكثر المواد التي تعبر عن الصراحة الإنشائية للمبنى إضافة لما تمتاز به من تأثيرات ملمسية، والتي ترتبط ارتباطا وثيقا بالقوالب والشدات التي يتم صب الخرسانة بها وكذلك المعالجات التي يتم إجرائها على سطح الخرسانة لجعلها مقاومة للحرائق . وتشهد هذه الأيام بداية ثورة ثانية في تكنولوجيا الخرسانة حيث أمكن التغلب على التناقض الناشئ بين المقاومة العالية والقابلية المنخفضة للتشغيل و أيضا يرجع الفضل لنوعية وخواص الركام الذي له تأثير كبير على خواص الخرسانة لنوعيتها لكونه يشغل حوالي (70إلى 75%) من حجمها الكلى ،وأيضا بإنتاج وإستخدام بعض الإضافات المخفضة للمياه والتي تسمح بإستخدام نسبة مياه قليلة قيد تصل إلى 0,25 من وزن الإسمنت وفي نفس الوقت تعطي قابلية عاليةً للتشغيل وبالتالي الحصول على خرسانة ذات مقاومة عالية حيث قد تصل إلى 1400 [1]

1-1-تعريف الخرسانة:

الخرسانة هي عبارة عن خليط غير متجانس من الركام (الحصى و رمل) و الأسمنت والماء مع بعض الفراغات و يمكن اضافة بعض المواد الأخرى (المضافات) للحصول على خواص معينة . يتم اختيار نسب هذه المواد في الخلطة الخرسانية حسب نوع العمل المطلوب والمواد المتوفرة . ومع خلط هذه المواد مع بعضها يتم الحصول على الخرسانة التي تبدأ بالتصلب التدريجي مع الوقت حتى تصبح صلبة وقوية ، وتتفاوت قوتها حسب المكونات الأساسية وكذلك حسب طريقة الرج أثناء الصب ونوعية المعالجة . [1]

1-2-مكونات الخرسانة:

إن مكونات الخلطة الخرسانية الأساسية هي الأسمنت والركام (ركام ناعم وركام خشن) والماء وفي حالات أخرى ممكن أن يكون لدينا هناك مكونات أخرى للخلطة الخرسانية وهي المضافات الكيميائية حيث يتم استخدامها لغرض تحسين بعض الصفات للخرسانة وسوف نتناول بعض شيء من تفاصيل المكونات المذكورة في أعلاه ونركز على الركام (الركام الخشن) الذي هو موضوع دراستنا في هذا البحث والذي سنتطرق فيه عن علاقته بالخرسانة ومدى أهميته وخصائصه و مقارنة مختلف الحصى المستعمل في منطقة الوادي لتتكون لدينا صورة واضحة عن هاته المادة التي نتعامل معها طوال حياتنا العملية .{3} وآما يلي: [1]

أولا:الأسمنت

هو تلك المادة الناعمة الداكنة اللون التي تمتلك خواص تماسكية و تلاصقية بوجود الماء مما يجعله قادراً و على ربط مكونات الخرسانة بعضها ببعض و تماسكها مع حديد التسليح . ويتكون الأسمنت من 3 مواد خام أساسية هي كربونات الكالسيوم الموجودة في الحجر الكلسي ، والسيليكا الموجودة في الطين والرمل ، والألومنيا (أكسيد الألمنيوم).

1) أنواع الأسمنت :

هناك عدة أنواع من الاسمنت تأخذ اسمها من الغرض منها ولزوم استعمالها ولكن تبقى مكوناتها الأساسية واحدة وان اختلفت نسبتها من نوع لآخر ومن أهم هذه الأنواع : الأسمنت البورتلاندي العادي ، والأسمنت البورتلاندي سريع التصلد ، والأسمنت البورتلاندي المنخفض الحرارة ، والأسمنت المقاوم للأملاح والكبريتات ، والأسمنت الألوميني ... الخ

المكونات الرئيسية للأسمنت البورتلاندي العادي :

- سليكات ثلاثي الكالسيوم وتبلغ نسبتها من 45 - 55 % وهي المسئولة عن إعطاء القوة للخرسانة خلال الأيام الثمانية والعشرين الأولى .

- سليكات ثنائي الكالسيوم وتبلغ نسبتها من 15-25 % وهي المسئولة عن ظاهرة الالتئام الذاتي حيث تقوم بإغلاق الشقوق الشعرية في المونة وفي الخرسانة و كذلك قوة الشد للخرسانة.

- ألومنيات ثلاثي الكالسيوم وتتراوح نسبتها من 12-15 % وهي تتفاعل بسرعة عند الخلط وتطلق حرارة عالية لذلك فهي تعطي الخرسانة قوتها في اليوم الأول ولكنها لا تؤثر في القوة النهائية للخرسانة .

- ألومنيات حديد رباعي الكالسيوم وتتراوح نسبتها من 7 12 % وهي تتفاعل في الأيام الأولى وتعطي حرارة عالية ولكنها أبطأ من ثلاثي ألومنيات الكالسيوم .

- بالاضافة إلى المكونات السابقة يحتوي الأسمنت على مركبات ثانوية على شكل أكاسيد مثل أكاسيد البوتاسيوم والصوديوم والمغنيسيوم والتيتانيوم وثاني أكسيد الكبريت . وتشكل هذه المركبات نسبة قليلة من وزن الأسمنت.

ثانيا:الماء: [2]

1-أهمية الماء :

- إن الماء ضروري لكي يتم التفاعل الكيماوي بين الاسمنت والماء.
- وهو ضروري أيضا لكي تمتصه الحصى المستعملة في الخرسانة.
- يعطي الماء الخليط المؤلف من الركام الخشن والناعم والاسمنت درجة مناسبة من الليونة تساعده على التشغيل والتشكيل .
- بوجود الماء يمكن خلط مقدار أكبر من الركام بنفس الكمية من الأسمنت .
- إن الماء يعطي حجماً للخرسانة يتراوح ما بين 15-20 .
- يضيع جزء من الماء الموجود في خلطة الخرسانة أثناء عملية التبخر .
- إن الماء ضروري لعمليات إيناع الخرسانة أثناء تصلبها

النسبة المائية الاسمنتية: هي النسبة بين وزن الماء الحر المخصص للتفاعل(عدا عن الماء الذي تمتصه الحصى) إلى وزن الإسمنت في الخلطة . ولضبط نسبة الماء في الخلطة أهمية بالغة وعليها تتوقف قوة الخلطة ومساميتها وانفصالها ونزفها ومقدرتها على مقاومة العوامل الجوية من برودة وحرارة وتأكل حيث ان كثرة الماء تضعف الخرسانة وتسبب الانفصال والتدميع والمسامية وقلة الدوام والاهتراء وقلة التماسك والضعف والتقشر والانكماش والتشقق . والجداول التالية تحدد النسبة المائية الاسمنتية القصوى حسب درجة الخرسانة ACI) قوة المكعب القياسي بعد 28 يوم النسبة المائية الاسمنتية kg / cm2 بدون هواء مع هواء.

2- خواص الماء المستعمل في الخرسانة :

- يكون الماء المستعمل في خلط ومعالجة الخرسانة خاليا من المواد الضارة مثل الزيوت والشحوم والأملاح والأحماض والقلويات والمواد العضوية والفلين والمواد الناعمة سواء كانت هذه المواد ذائبة أو معلقة وخلافها من المواد التي يكون لها تأثير عكسي على الخرسانة من حيث قوة الكسر والمتانة.
- يعتبر الماء الصافي الصالح للشرب صالحا لخلط الخرسانة وايناعها . يسمح باستعمال الماء غير الصالح للشرب في حالة عدم توفر الماء الصالح لشرب على أن لا يزيد تركيز الشوائب فيه عن نسب معينة تحددها المواصفات .
- يحظر استعمال الماء غير الصالح للشرب في خلط وايناع الخرسانة إلا بعد أن يثبت مخبريا بأن مقاومة مكعبات الملاط (Mortar) الذي جرى خلطه بالماء غير الصالح للشرب تساوي على الأقل (90) % من مقاومة نظيراتها والتي جرى تحضيرها باستعمال ماء صالح للشرب وذلك عند عمر (7) أيام و (28) يوم وحسب المواصفات الأميركية رقم ASTM C109 - [3]

ثالثا:حديد التسليح:

يستخدم حديد التسليح في الخرسانة المسلحة فقط ,لا يستخدم في الخرسانة العادية . وينقسم حديد التسليح الى

- حديد لين عادي
- حديد عالي الإتصاق
- حديد عالي المقاومة

ويتوفر الحديد بأقطار (من 6mm إلى 40 mm) .

كذلك قد يكون الحديد ذو سطح أملس أو ذو نتأت لولبية ,حيث أن الحديد عالي المقاومة يعطي تماسك أفضل مع الخرسانة [1]

رابعا: الإضافات :

هي عبارة عن مواد أو تراكيب من عدة مواد تضاف للخرسانة أثناء الخلط لتحسين خاصية أو أكثر من خواص الخلطة الخرسانية .

1) أهم أغراض استعمال الإضافات:

1- تحسين قابلية التشغيل للخرسانة الطرية .

2- تعجيل التصلب للحصول على مقاومة عالية في وقت قصير .

3- إبطاء عملية التصلب (الشك) في الأجواء الحارة أو النقل لمسافات البعيدة .

4- تقليل الحرارة المتولدة وتقليل النزف.

5- تحسين مقاومة التآكل وتقليل التقلص الحاصل أثناء التصلب .

6- منع صدأ الحديد .

2) أنواع الإضافات :

بالرغم من تعدد أنواع الإضافات وأسمائها التجارية إلا أنها تندرج أساساً ضمن ثلاث مصنفات رئيسية هي :

- إضافات مسرعة للتفاعل .
- إضافات مبطئة للتفاعل .- إضافات مقللة للماء .

إن لهذه الإضافات مضاراً لذلك يجب عدم استعمالها إلا في الحالات الضرورية وحسب تعليمات الشركة المصنعة وبأقل الكميات . ومحاولة الاعتماد على تحسين خواص الخرسانة بتعديل مكوناتها الرئيسية. [4]

خامسا:الركام:

إن لنوعية و خواص الركام تأثيراً كبيراً على خواص الخرسانة ونوعيتها لكونه يشغل حوالي (70-75 %) من الحجم الكلي للكتلة الخرسانية. ويتكون الركام بصورة عامة من حبيبات صخرية متدرجة في الحجم منها حبيبات صغيرة كالرمل والأخرى حبيبات كبيرة كالحصى . وإضافة إلى كون الركام يشكل

الجزء الأكبر من هيكل الخرسانة والذي يعطي للكتلة الخرسانية استقرارها ومقاومتها للقوى الخارجية والعوامل الجوية المختلفة كالحرارة والرطوبة والإنجماد فانه يقلل التغيرات الحجمية الناتجة عن تجمد وتصلب عجينة الاسمنت أو عن تعرض الخرسانة للرطوبة والجفاف . ولذا فإن الركام يعطي للخرسانة متانة أفضل مما لو استعملت عجينة الاسمنت لوحدها.

1) الهدف الحصول على خرسانة متينة

يجب أن يتميز ركامها بعدم تأثره بفعل العوامل الجوية المختلفة كالحرارة والبرودة والتي تؤدي إلى تفكك الركام كما ويجب أن لا يحصل تفاعل ضار بين معادن الركام ومركبات الأسمنت ، إضافة إلى ضرورة خلو الركام من الطين ومن المواد غير النقية والتي تؤثر على المقاومة والثبات لعجينة الأسمنت . ويجب أن يكون الركام نظيفا قويا مقاوما للسحق والصدم ومناسبا من حيث الامتصاص ذا شكل وملمس مناسبين وغير قابل للانحلال ، ومقاوما للتآكل والبري . [5]

2)الاشتراطات الخاصة بالركام :

ا- يجب أن تكون حبيبات الركام شبه كروية وغير مفلطحة وتفضل الأنواع عديدة الأوجه.

ب- يجب ألا تزيد نسبة الامتصاص عن 5 % .

ج- يجب ألا يقل الوزن النوعي الظاهري عن 2.35

د- يجب ألا تزيد نسبة الفاقد في وزن الركام عند اجراء اختبار الثبات عن 10-12 % من الوزن .

ه- يجب أن يخضع الركام للغسيل قبل استخدامه وذلك لضمان خلوه من المواد العضوية والأملاح الضارة.{4}

ومن هذا المنطلق نشرع في دراستنا البحثية المتعلقة في دراسة حصى البناء من مختلف جوانبه وذلك بابراز مختلف خصائصه البنيوية والفيزيائية والكيميائية وتحديد اوجه التشابه والاختلاف بين انواع الحصى المدروسة في هذا البحث [6]

2-عموميات حول الركام (الناعم والخشن)المستخدم في الخرسانة

الركام يصنف إلى ركام خشن وركام ناعم , والركام الناعم هو الذي يمر من منخل رقم 4 والمقصود به هو المنخل الذي فيه أربعة فتحات لكل انج طول والركام الخشن هو الذي لا يمر من خلال منخل رقم 4 . وكثافة الخرسانة التي يستعمل فيها ركام طبيعي هي بحدود 2300 غم \م3. {3}

1-1-تعريف الركام

يمكن تعريف الركام على انه جسيمات (حبيبات متباينة)الأحجام من الصخور الطبيعية و الصناعية التي عندما تجمع ويتم ربطها بمادة إسمنتية ينتج عنها مادة بنائية تسمى الخرسانة إن استخدام أي نوع من الركام لمدة طويلة مع توفر البيانات الإحصائية عن خصائص الخرسانة التي استخدم فيها ذلك النوع يعطي قاعدة مناسبة لتحديد مدى ملائمة الركام والنتائج المتوقعة عند استخدامه . عند عدم توفر قاعدة بيانات كافية عن خصائص الركام (وهذا ما ينطبق على الحصى الصحراوي (يكون أجراء الفحوصات ضروريا لدراسة خواص الركام التي تؤثر بدرجة كبيرة على نوعية الخرسانة و على ديمومتها اذ ينبغي للركام أن يبقى مستقرا داخل الخرسانة خلال عمرها التصميمي دون ان يساهم في تدهورها , تنقسم خواص الركام الطبيعي الى قسمين الأول مرتبط بنوعية الصخور التي تكون منها الركام كالتركيب الكيماوية والمعدني والصلابة والوزن النوعي والمقاومة والثبات ولون الركام أما القسم الثاني فيعتمد على طبيعة التحولية التي تعرضت لها الصخور وعلى طريقة تصنيع الركام ومن تلك الخصائص شكل الركام وتدرجه وشكل نسحة السطح ومقدار امتصاص الماء وكذلك مقدار تلوثه بالمواد الكيماوية. {5}ويطلق إسم الركام على الحبيبات الصخرية التي تكون متدرجة الحجم من حبيبات رملية صغيرة إلى حصى وحبيبات كبيرة من الزلط أو الأحجار المكسرة ، ويمثل الركام في الخرسانة الجزء المالئ الخامل نسبيا ويشغل حوالي % 75 من حجم الكتلة الخرسانية ، ويبرز دور الركام في الكتل الخرساني : ه يكون الركام جسم الخرسانة الذي يستطيع أن يقاوم الأحمال التي تتعرض لها ومقاومة العوامل الجوية المختلفة من حرارة وبرودة وجفاف و رطوبة . ه يعد الركام المادة المالئة الرخيصة لتكوين الخرسانة مع المادة اللاحمة . • يساعد الركام على خفض التغيرات الحجمية الناتجة من شك وتصلد عجينة الإسمنت والماء ، وكذلك من تأثير الرطوبة على الخرسانة. [7]

1-2-أنواع الركام العام

يستعمل في تحضير الخلطة الخرسانة أنواع عدة من الركام ذات أصول مختلفة من أصل طبيعي أو من أصل صناعي أو معاد تدويرها . فالطبيعي مصدره من الطبيعة فيستخرج بشكل مباشر مثل الرمل وحبيبات الصخور المكسرة مثل الحجر الجيري و الجرانيت و الدولوميت وهكذا من الحبيبات التي يتم الحصول عليها مباشرة من الحفر او الناتج عن جرف قاع الأنهار والبحار أو أحجار عملاقة في الطبيعة{4} والصناعي ظهر إثراء التحول الحراري وخضوعه لعدة تدخلات لزيادة تحسين خصائصه وهو ركام يتم الحصول عليه كمنتج ثانوي بجوار إنتاج منتج أخر مثل خبث الفرن العالي,أو الركام الذي يصنع

خصيصا لأغراض معينة مثل الركام الخفيف والذي يصنع من أجل عمل الخرسانة الخفيفة أو الركام المعماري والذي يصنع من أجل أغراض الديكور و الزينة.{4}

والركام المعاد تدوره من إعادة تدوير الخرسانة فهو يستخلص من حطام المباني

ركام أصل طبيعي:

الصورة (1) و (2) تمثل ركام طبيعي

ركام أَصل صناعي:

ويتضمن الركام الصناعي ما يلي:- الركام المنتج بواسطة التسخين الحراري مثل الطين المحروق والفيرمو كليت وهو يستخدم كركام خفيف

- الركام الناتج كمنتج ثانوي بجانب الإنتاج الرئيسي مثل ركام خبث الأفران العالية والرماد المتطاير [7]

الصورة (3)و (4) توضح ركام صناعي

ركام معاد تدويره

الصورة (5) توضح ركام معاد تدويره و الصورة (6) ركام في طريقه لإعادة التدوير

1-3-أنواع الحصى (Gravel):

غالبًا ما يُطلق على الحجر المكسر مادة الجرانيت ، والحصى عبارة عن حجر طبيعي مكسر ، ولكن الاسم الشائع لكليهما هو الحجر المكسر (ركام). يتم إنشاؤه من سلالات مختلفة ويحدث :

الجرانيت : الأغلى ، لأنه الأكثر مقاومة للظروف البيئية ومقاوم للإجهاد. يتم استخدامه لإنتاج الخرسانة الصلبة بشكل خاص .

الحصى: يتم استخراجها في المحاجر أو من قاع الخزانات (خليط الرمل والحصى) .هذا النوع له سعر أقل ، ولكنه أقل جودة من الجرانيت. يفضل استخدام الأحجار المكسرة ، الناتجة عن تكسير الحصى من المحجر ، على الحجر المستخرج من قاع الخزان. هذا يرجع إلى حقيقة أن سطحه أكثر خشونة من السطح المستخرج من القاع. هذا يحسن التصاق ملاط الأسمنت الرملي .[8]

الجير: يتم استخراجها عن طريق تكسير الصخور الرسوبية (الحجر الجيري). لديها قوة منخفضة نسبيا. يستخدم هذا النوع لإنشاء منتجات خرسانية مسلحة بحمولة صغيرة. الميزة الرئيسية هي السعر المنخفض.

الخبث : ثانوي:يتم الحصول عليها بسحق المنتجات الخرسانية المعاد تدويرها.{8}

1-4-تصنيفات الركام

يمكن تصنيف الركام تبعا للمقاس والشكل والمنشأ ومحتوى الرطوبة

***تصنيف الركام نسبة للمقاس:**

يصنف الركام بالنسبة للمقاس إلى

أ-الركام الخشن أو الحصى (Gravel)ومعظم هذه الحبيبات تحتجز على منخل مقاس mm(0.5) وهذا الركام يكون إما حصى غير مكسر أو حصى مكسر أو حصى مكسر جزئيا''

ب-الركام الناعم ومعظم هذه الحبيبات تمر من منخل مقاسmm(0.5) وهذا الركام إما أن يكون رمل طبيعي أو رمل الحجر المكسر أو رمل الحصى المكسر .

ج-الركام الشامل وهو خليط من الركام الخشن و الركام الناعم.

*** تصنيف الركام بالنسبة للمنشأ:**

يصنف الركام بالنسبة لمنشأ ه إلى

أ-الركام الطبيعي

وينشأ هذا الركام من كتل الصخرية الكبيرة بصورة طبيعية بفعل العمليات الجوية والتأكل وهذه الصخور إما أن تكون

- صخور نارية أو بركانية مثل الكرانيتوالبازالت
- صخور رسوبية مثل صخور كلسية أو صخور رملية
- صخور متحولة مثل الرخام و الكوارنزيت

ب-الركام الصناعي

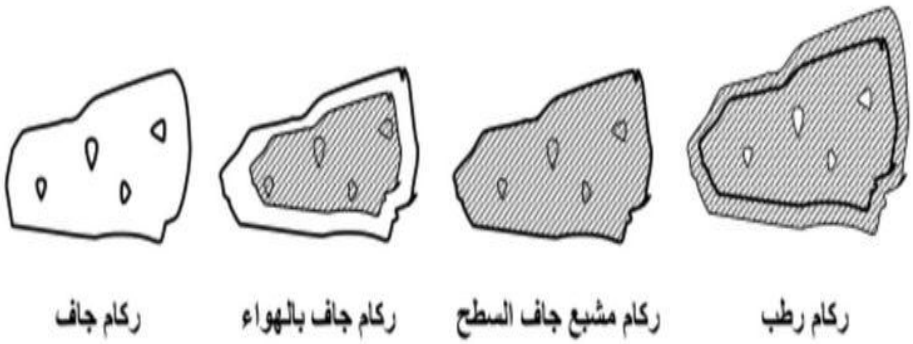
ينتج هذا الركام وفق عمليات معينة كالمعالجة الحرارية كالركام الخفيف أو كناتج عرضي لبعض الصناعات كركام خبث الأفران [9]

***تصنيف الركام بالنسبة لمحتوى الرطوبة:**

يمكن تصنيف الركام نسبة إلى محتواه المائي إلى:

- ركام جاف كليا " ويمكن الحصول على هذا الركام بتجفيفه بالفرن بدرجة 110-100 م فتصبح المسامات الخارجية والداخلية فارغة من الماء.
- ركام جاف بالهواءيكون سطح حبيبات الركام وبعض المسامات الداخلية القريبة من السطح جاف والداخل رطب أي أن الركام غير مشبع بالماء
- ركام مشبع وجاف السطحيكون سطح حبيبات الركام جاف وتكون كل مسامات حبيباته مملوءة بالماء

- ركام رطب يكون سطح حبيبات الركام وكل المسامات الداخلية مملوءة بالماء.



الصورة (7) تمثل تصنيف الركام بالنسبة لمحتوى الرطوبة

*** تصنيف الركام بالنسبة للشكل:**

يمكن تصنيف الركام نسبة إلى شكل حبيباته

ا–الحبيبات المستديرة أو المكورة و هي

- مستديرة
- غير منتظم
- رقائقي
- زاوي
- مستطال
- رقائقي ومستطال

الجدول (1) تصنيف الركام بالنسبة للشكل

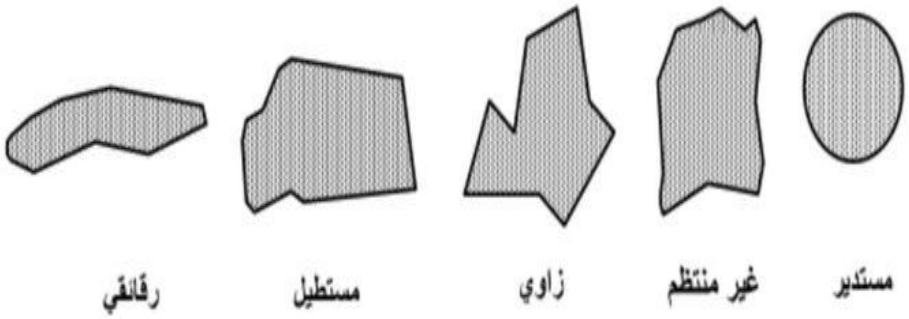
التصنيف	الوصف	أمثلة
الحبيبات المستديرة	التي حدث لها تأكل كلي بالماء أو التي يحدث لها تشكل كلي بالاحتكاك	زلط الأنهار والبحار،رمال الأنهار والبحارأو الرمال المنقولة بالريا
غير منتظمة	وتوجد غير منتظمة في الطبيعة أو التي تشكلت جزئيا عن طريق التـــأكل بالإحتكاك ولها أحرف مستديرة	أنواع أخرى من الزلط وحجر الصوان أو زلط الحفر
الزاوية	والتي لها أحرف واضحة التحديد ناتجة عند تقاطعات أسطح مستوياتها الخشنة	الصخور المكسرة من كل الأنواع ،الخبث المكسر ،ركام المنحدرات
المفلطحة	وهي الركام الذي يكون سمكه قليل بالنسبة للبعدين الاخرين .	الصخور الطبقية .
العصوية	مواد غالبا زواية, وفيها الطول يزيد كثيرعن البعدين الأخرين	الصخور الطبقية .
المفلطحة والمستطيلة	مواد طولها أكبر كثيرا من العرض والعرض أكبر كثيرا عن الثخانة	

ب- الحبيبات الكروية

معامل الترقق هو النسبة المئوية لوزن الحبيبات الرقائقية من الوزن الكلي للنموذج .

معامل الاستطالة هو النسبة المئوية لوزن الحبيبات المستطالة من الوزن الكلي للنموذج .

ملاحظة:- إن الحبيبات التي تكون نسبة مساحتها السطحية إلى حجمها عالية (مثل الحبيبات الرقائقية والمستطيلة)تقلل من قابلية تشغيل الخلطة الخرسانية ومتانتها لألن هذه الحبيبات تميل للتوجه في مستوي واحد مع تشكيل ماء وفجوات هوائية تحتها ويجب أن لا تزيد نسبتها عن 15-10 % من وزن الركام الخشن. [10]



الشكل(8) يمثل تصنيف الكرام بالنسبة للشكل

جدول (2) تصنيف سطح حبيبات الركام

التصنيف	صفات مميزة	أمثلة
زجاجي	ركام صدفي مكسر	صوان أسود
ناعم	ركام مصقول بفعل المياه أو نتيجة لكسر صخر طبقة أو صخر دقيق الحبيبات	الزلط الأردواز , الرخام وبعض الصخور النارية
حبيبي	ركام يظهر في مكسرة حبيبات مستديرة منتظمة تقريبا	الحجر الرملي
خشن	ركام مكسرة خشن ذو حبيبات رقيقة أو متوسطة ويحتوي على بلورات	بازلت _فلسيت
بلوري	ركام يحتوي على بلورات	جرانيت_ الخفاف
معشش و مسامي	ركام به مسام و تجاويف واضحة	الحجر الخفاف

1-5-أهم خصائص الركام :

- التدرج الحبيبي :

يقصد به توزيع الأحجام المختلفة لحبيبات الركام . فحدود التدرج أو أقصى حجم للركام الخشن مهم للغاية لأنهما يؤثران على كمية الركام الذي سيستخدم بالإضافة إلى الحاجة للاسمنت والماء وقابلية التشغيل وقابلية الضخ ومتانة الخرسانة

- شكل حبيبات الركام الكبير :

تؤثر هذه الخاصية بشكل كبير على الخرسانة الطازجة أكثر من تأثيرها على صفات الخرسانة المتصلبة . القوام الخشن وكثرة الزوايا والاستطالة في الحبيبات يحتاج إلى ماء إنتاج قابلية للتشغيل في الخرسانة أكثر من الحبيبات الناعمة و المستديرة للركام . وبالتالي عندما تزيد نسبة الماء يجب أن تزيد نسبة الاسمنت للوصول إلى نسبة الماء للاسمنت المرغوب فيها . بشكل عام الحبيبات المسطحة والطويلة يجب تجنبها او يتم تحديدها بالا تزيد عن 15 % من الوزن الكلي للركام .

- الامتصاص و رطوبة السطح :

احد أهم خصائص الركام هو تغير حجمه تحت تأثير الماء او الرطوبة ففي الأجواء الجافة نجد أن حجم الرمل مثلا اقل من المعتاد في الأجواء الرطبة ويتم قياس معدل الامتصاص عند اختيار الركام المناسب للخرسانة لان الركام يتكون في أجزائه الداخلية من أجزاء صلبة بالإضافة إلى فراغات لاربما تحتوي على ماء وربما لا . وبالتالي للمحافظة على نسبة الماء للاسمنت المعدة للخرسانة يمكن أن يتم إحداث توازن في هذه النسبة أن تم قياس نسبة الرطوبة في الركام وإضافتها إلى الحسابات الموضوعة للخلطة .

- مقاومة البرى :

الركام الجيد يجب أن يكون صلب وكثيف و خالى من المسام و يتم إجراء اختبار مقاومه البرى للركام و المعروف باختبار لوس انجلوس لضمان جوده الركام

- التفاعل القلوي للركام:

إذا أستعمل ركام من شكل معين متبلور من السيليكا يتواجد في بعض الصخور البركانية الحامضية مع أسمنت به نسبه عاليه من القلويات فيحدث تفاعل بين هذا الركام والقلويات ينتج عنه زيادة في الحجم تحث أحيانا بعد سنتين أو أكثر من صب الخرسانة وينتج عن هذه الزيادة شروخ وتفتت الخرسانة. [13]

1-6- خواص الركام

1/ الخواص الميكانيكية :

يتأثر الركام بعدة خواص ميكانيكية و أهم الخواص الميكانيكية المطلوب دراستها:

- مقاومة الركام
- متانة الركام
- صلادة الركام

- تحمل الركام مع الزمن

1-7- مقاومة الركام :

إذا أدى الركام إلى قيم مقاومة ضعيفة لخرسانته , بمعنى أن الكثير من حبيباته إنشرخت أثناء إختبار خرسانته للضغط فهذا يعني بالتأكيد أن مقاومة الركام تقل عن مقاومة الخرسانة الممثلة له . ولا تستخدم هذه النوعية من الركام إلا لأنواع الخرسانة ضعيفة المقاومة . ولا تعتمد مقاومة الخرسانة فقط على المقاومة الميكانيكية للركام ولكن تعت مد إلى درجة كبيرة على درجة امتصاصه2ومساميته وخواص ترابطه . وتتراوح مقاومة الكسر للركام بين (2500-800) كجم/ ^{2}سم ويعطـــي جدول قيماً لمقاومة الضغط لأنواع مختلفة من الصخور. و تجدر الإشارة إلى أن المقاومة المطلوبة للركام هي أعلى كثيراً من المقاومة المطلوبة لخرسانته .

❖ % 30 الركام المستعمل في الخرسانة التي لا تتعرض أسطحها للتاكل

25% الركام المستعمل في الخرسانة التي تتعرض أسطحها للتأكل مثل الطرق و ممرات المطارات.

الجدول (3) مقاومة الضغط لمجموعة من الصخور المستخدمة كركام للخرسانة

نوع الصخور	مقاومة الضغط المتوسط (kg/cm^2)
الكوارتز	2520
الجرانيت	1810
الحجرالجيري	1590
الحجرالرملي	1310

1-8- متانة الركام :

هي قدرته على مقاومة أحمال الصدم ويمكن تعيين المتانة معملياً وذلك بواسطة سقوط ثقل قياسي تحت تأثير وزنه حراً من ارتفاع محدد لتمثيل حمل صدم ي على ركام محشو في وعـــاء إســـطواني الشكل وذلك لعدد خمسة عشر مرة، حتى يتسبب هذا السقوط للثقل القياسي في حدوث تفتيت للركام بنفس أسلوب تفتيته في اختيار تعيين مقاومة التهشيم.

❖ 45% وزن الركام المستخدم في أعمال الخرسانة المختلفة والتي لا تتعرض أسطحها للتآكل.

❖ 30%وزن الركام المستخدم في الخرسانة التي تتعرض أسطحها للتآكل مثل الطرق.

1-9- صلادة الركام :

يعبر عن الصلادة بمقاومة الخرسانة للتآكل في الاحتكاك والبرى، وخاصية الصلادة هامة بالأخص للخرسانة المستخدمة فالطرق وأسطح الأرضيات المعرضة إلى حركة مرورية ثقيلة ويمكن تعيين التآكل بالاحتكاك بأكثر من اختبار.

1-10 تحمل الركام مع الزمن :

مقاومة العوامل الجوية : معظم أنواع الركام الشائع مثل الدلوميت والجرانيت والبازلت تقاوم العوامل الجوية بالشكل المناسب والتي تضمن جدية فائدتها من إستعمالها في أعمال الخرسانة .

مقاومة الحرائق : يختلف الركام في مقاومته للحريق حسب مصدر إنتاجه طبيعيا كان أو صناعيا ,فإن ألفضل أنواع الركام المقاوم للحريق هو خبث الأفران العالية والحجر الخفاف و كسر الطوب .أما أنواع الركام التي تكون قليلة المقاومة للحريق هي الجرانيت و البازلت.

مقاومة البر : ومن أهم الأنواع التي تقاوم البري مع الزمن هو الحجر الجيري الصلد وهو الركام المستخدم عموما في أعمال رص الطرق والذي يقاوم البر بشكل فعال لتحمله مع الزمن .

2/ الخواص الحرارية

وتنحصر الخواص الحرارية للركام في ثلاثة خواص رئيسية قد تكون مؤثرة على خواص الخرسانة :

- التمدد الحراري للركام
- الحرارة النوعية للركام
- الموصلية الحرارية للركام[14]

1/2 التمدد الحراري للركام

يختلف التمدد الحرارى للركام باختلاف نوع حبيبات الركام، ويؤثر التمدد الحرارى للركام على التمدد الحراري للخرسانة المصنعة منه، وكلما زاد التمدد الحراى للركام كلما زاد التمدد الحراي للخرسانة. ويظهر تأثر الخرسانة بوضوح عندما يختلف معامل تمدد حبيبات الركام إختلافا كبيراً عن معامل تمدد عجينة الأسمنت حيث انه يحدث تصدع بين ترابط الركام مع العجينة الأسمنتية. وبصفة عامة يختلف معامل التمدد الحراري للصخور المختلفة من0.9×10^{-6} إلى 16×10^{-6} /م^5 أما معامل التمدد الحراري للعجينة الإسمنتية البورتلاندية فيتراوح بين 11×10^{-6} إلى16×10^{-6} /م^5 . وقد تصل بعض العجائن إلى معامل تمدد حراري قمته 20.7×10^{-6} /م^5 ويرجع زيادته إلى معامل تشبع العجينة الأسمنتية , وهذه المونة تمثل مشكلة كبيرة إذا كانت مستخدمة مع ركام له معامل تمدد حراري منخفض جدا مثل الجرانيت والرخام و الحجر الجيري , حيث أنه بهذا الإختلاف الكبير بين معاملي التمدد لكل من الركام و العجينة الأسمنتية تتأثر الخرسانة ممثلة في التصدع بين الركام و العجينة الأسمنتية .

جدول (4) معاملات التمدد الحراري لمجموعة من الصخور

نوع الصخر	معامل التمدد الحراري الطولى × 10^{-6}/م^5
الجرانيت	1.8إلى 11.9
البازلت	3.6إلى 9.70
الحجر الجيري	4.30إلى 13.90
الدلوميت	6.8إلى 8.6
الرخام	1.10إلى 16

2/2 الحرارة النوعية و الموصلية الحرارية للركام :

تؤثر الحرارة النوعية والموصلية الحرارية للركام على مدى تغير الحرارة في الخرسانة ، وأيضا على مـــدى انتقال هذه الحرارة داخل الخرسانة . وتعتبر هاتان الخاصيتان ذات أهمية كبيرة جداً عند تنفيذ الخرســـانة الكتلية أو عند ضرورة إ ستخدام خرسانة في عمل العزل الحرراي ، ولكنها ليـــست بـــذات قيمـــة في خرسانة المنشآت المعتادة التقليدية.

3/2 الحرارة النوعية للمادة :

بأنها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة واحد كج من المادة درجة واحدة مئوية.ثانية /كج س5

4/2 الموصلية الحرارية :

فتعرف بأنها كمية الحرارة التى تمر عموديا على السطح في وحدة الزمن خلال مقطع متجانس من المادة مساحته الوحدة وتخانته الواحدة عندما يوجد فرق في درجات الحرارة بين سطحي المادة مقداره الوحده , وتختلف هذه الخاصية بإختلاف درجات الحرارة و إختلاف كثافة المادة ودرجة تشبعها بالرطوبة ,وتقدر بوحدات وات/م س 5,حيث س5 ترمز إلى وحدة درجات الحرارة المئوية.

3/ الخواص الكيميائية للركام

لأن الاستخدام التقليدي للركام في الخرسانة هو انه مادة مالئة خاملة للحصول على الغرض المطلوب من استخدامه ولكن هذا التعبير غير مطلق حيث لا تكون كل حبيبات الركام خاملة بعد تغليفها بعجينة الاسمنت، حيث أنه قد يحدث أي تفاعل كيميائي مسببا مشاكل كثيرة خطيرة في الخرسانة . وقد يظهـــر بصفة عامة التفاعل الكيميائي فى العناصر الخرسانية الإنشائية على صور مختلفة كما يلى:

-إذا كان بالركام مواد ضارة مثل الشوائب والأملاح والتي تسبب تبقيـــع في الـــسطح الخـــارجى للخرسانة المنتجة- إذا كان بالركام مواد كيميائية تتفاعل مع الاسمنت مؤثرة على مقاومة الخرسانة ومتانتها مع الزمن، ومسببة تشرخ وتفتت في الخرسانة[15]

3-1- ثبات حجم الركام.

- شكل ونسيج السطح حبيبات الركام
- المسامية والإمتصاص لحبيبات الركام
- ترابط حبيبات الركام مع العجينة الإسمنتية
- الثقلال نوعي (الوزن النوعي) لركام
- الكثافة الكلية (الوزن الحجمى)والفراغات بين حبيبات الركام
- محتوى الرطوبة في الركام
- الزيادة الحجمية لركام الناعم
- التدرج الحبيبي لركام {14}

4/ الخواص الطبيعية للركام

إن خواص الركام الطبيعية و التي تؤثر على جودة الخرسانة تنحصر في الآتي :

- إذا كان الركام يتفاعل مع الاسمنت العالى القلوية (ظاهرة التفاعل القلوىللركام) مسببا تــشرخ ونقص فى مرونة ومقاومة الخرسانة.

وهنا يمكن تلخيص الخواص الكيميائية للركام في تأثيرات مختلفة عليها وهى:

1- المواد الضارة في الركام (الشوائب العضوية - الطين والمواد الناعمة - الأملاح - الحبيبــات غــير الثابتة)

الفصل الثانـي

التجارب على الركام

تمهيد:

يهتم هذا الجزء بدراسة المكونات الاساسية للخرسانة من الركام و الاسمنت والماء , يتم اجراء على الركام بعض التجارب لمعرفة خصائصه الفيزيائية كالكتلة الحجمية و التحليل الحبيبي وهذا لتحديد كفاءة الركام من الناحية الميكانيكية وكذالك يتم اجراء تجارب على عينات الخرسانة وخاصة مقاومة الضغط لتحديد مقاومة الخرسانة للأحمال وكل ذالك لتحديد تاثير تغير الحصى على الخرسانة

1.التجارب على الركام:

1-1 الكتلة الحجمية الظاهرة :

1-1-1-تعريف:

• الكتلة الحجمية الظاهرية للمادة هي كتلة حجم المتر المكعب من المادة مأخوذة في كومة ، تشتمل على فراغات نفاذة وغير منفذة للجسيم وكذلك الفراغات بين الجسيمات.

• قد يكون للكتلة الحجمية الظاهرية للمادة قيمة مختلفة اعتمادًا على ما إذا كانت سيتم تحديده من مادة مضغوطة أو غير مضغوطة

• الكتلة الحجمية الظاهرية الجافة Pd هي كتلة الركام الجاف (Ms) الذي يشغل حجمًا ظاهر (حجم المواد الصلبة: Vs + حجم الفراغات Vv)

1.1-2-اهميتها :

• الكتلة الحجمية الجافة الظاهرة Pd للركام ضرورية عند إنشاء a مزيج الخرسانة.• كما أنه يجعل من الممكن تقدير كتلة حمل التشغيل (مثال: قاعة التخزين المواد...).• كما أنها تستخدم لتحديد القدرات الفعلية لآلات تحريك التربة.

1.1-3- الادوات اللازمة:

• الركام بأقصى ابعاد ($D \leq 20$مم) : سعة الحاوية = 1 لتر• الركام بأقصى أبعاد ($D < 20$مم) : سعة الحاوية> 1 لتر

- مسطرة تسوية مهدنية.
- مغرفة يدوية
- ميزان بسعة ≤ 5 كيلو و بدقة 1 جرام
- صناديق بلاستيكية[16]

الصورة(10) تمثل الأدوات المستخدمة في تجربة الكتلة الحجمية الظاهرية

1.1-4- المواد المستعملة:

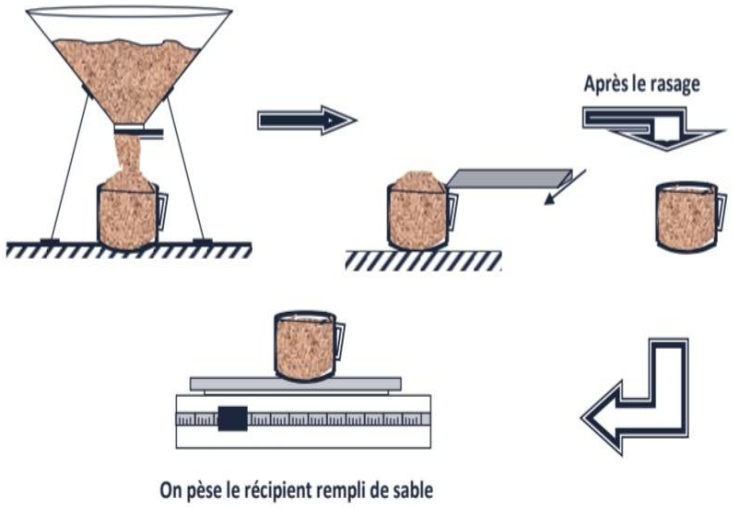
- عينة قدرها كجم من الحصى الجاف.
- عينة قدرها كجم من الرمل الجاف.

الصورة (11) تمثل المواد المستخدمة في تجربة الكتلة الحجمية الظاهرية

1.1-5- طريقة عمل التجربة:

-تحديد حجم الحاوية = V.

- لاحظ كتلة الحاوية النظيفة والفارغة = M0
- ضع الحاوية في علبة بلاستيكية
- صب الركام الجاف ، في طبقات متتالية ودون ترسيب: استخدم يديك كقمع طبيعي
- قم بإيقاف المستوى باستخدام المسطرة المعدنية بحركة أفقية ذهابا وايابا
- لاحظ كتلة الحاوية المملوءة = M1
- أفرغ الركام في صندوق بلاستيك آخر
- كرر العملية مع عينة من نوع اخر من الحصى او الرمل[16]



الصورة (12) تمثل كيفية اجراء تجربة الكتلة الحجمية الظاهرية

1.1-6- طريقة الحساب:

• تُعطى الكتلة الحجمية الظاهرية من خلال:

$$P = (M1 - M0)/V$$

ملاحظة:

- استخدم المجاميع التي تم أخذ عينات منها وتجفيفها مسبقًا في الفرن
- يتكرر الاختبار مرتين على الأقل ويعطي متوسط هذه الاختبارات قيمة الكتلة الحجم الظاهر.

2-1- الكتلة الحجمية المطلقة (كتلة محددة) :

2.1-1- تعريف :

• الكتلة الحجمية المطلقة Ps هي الكتلة الحجمية لكل وحدة حجم من المادة التي تشكل كلية ، بغض النظر عن أي فراغات قد تكون موجودة في أو بين الحبوب

• الكتلة الحجمية المحددة هي كتلة الركام الجاف (Ms) المتعلق بالحجم المطلق (فقط حجم المواد الصلبة Vs)

• لا يأخذ قياس حجم المواد الصلبة في الحسبان المسام المغلقة التي يحتوي عليها الركام. المسامية المغلقة حبيبات صلبة

2.1-2 اهميتها :

• الخصائص الجوهرية للمواد مثل مقاومة الضغط و معامل المرونة هي وظائف الكتلة الحجمية المحددة Ps.

• بالإضافة إلى ذلك ، المعرفة المتزامنة للكتلة المحددة Ps والكتلة الحجمية الظاهرية الجافة Pd من الممكن حساب الانضغاطC ونسبة الفراغات V في العينة.

• وهكذا ، فإن المادة المعبأة أو المضغوطة ترى أن كتلتها الحجمية الظاهرية الجافة تميل نحوها كثافة محددة.

2.1-3-المواد اللازمة:

- اسطوانات بلاستيكية مدرجة.
- قضيب للتحريك
- قمع للتعبئة
- ميزان بسعة ≤ 5 كيلو جرام و بدقة 1جرام
- صناديق بلاستيكية

2.1-4- المواد المستعملة:

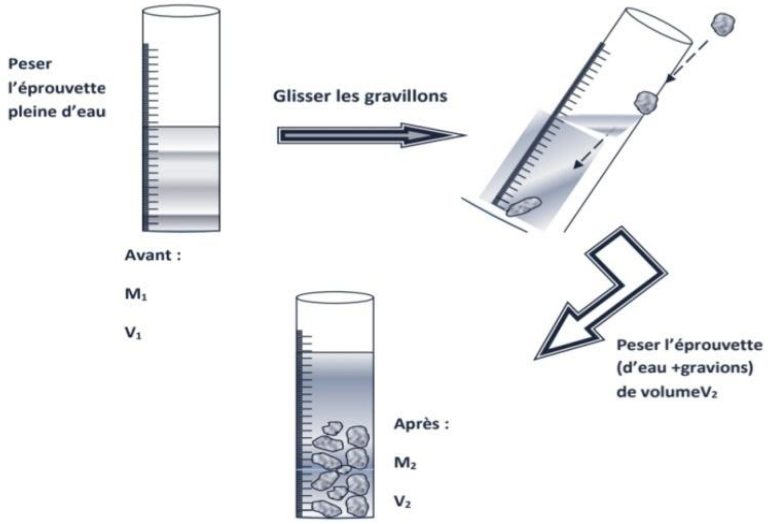
- عينة من الحصى الجاف
- عينة من الرمل الجاف[16]

الصورة (13) تمثل المواد المستخدمة في تجربة الكتلة الحجمية المطلقة

2.1-5- طريقة عمل التجربة:

ا- طريقة الأسطوانة المتدرجة

- ضع أنبوب الاختبار في الدرج البلاستيكي
- صب الماء في أنبوب الاختبار (نصف ارتفاع تقريبا) ولاحظ V1
- تحضير عينة من الركام الجاف كتلتها M
- صب العينة في أنبوب الاختبار باستخدام قمع وتسبب في مغادرة الفراغات (الهواء) عن طريق تقليب الخليط بقضيب التحريك
- لاحظ الحجم الجديد للمياه في أنبوب الاختبار V2
- أفرغ الركام في صندوق بلاستيك وتخلص من محتوياته
- كرر العملية مع عينة من نوع اخر من الحصى او الرمل



الصورة (14) تمثل كيفية اجراء تجربة الكتلة الحجمية المطلقة

ب- طريقة الكرات :

تعد طريقة تحديد الكتلة الحجمية هذه أكثر دقة بشرط أن تأخذ شيئًا معينًا عدد الاحتياطات.

- التحديد الدقيق لكتلة m1 للكرة مملوءة بالماء.
- تحديد كتلة m2 لعينة من المادة الجافة بدقة.
- أدخل كل المواد فيها ، وأملأها بالماء.
- تأكد من عدم وجود فقاعات هواء.
- ثم وزن الكرة بدقة ، أي m3

2.1-6- طريقة الحساب:

تعطى الكتلة الحجمية المطلقة من خلال:

- طريقة الأسطوانة المتدحرجة

$$Ps = \frac{M}{V2 - V1}$$

- طريقة الكرات

$$Pabs = \frac{m2}{(m1 + m2) - m3}$$

ملاحظة:

- استخدم المجاميع التي تم أخذ عينات منها وتجفيفها مسبقًا في الفرن
- يتكرر الاختبار مرتين على الأقل ويعطي متوسط هذه الاختبارات قيمة الكتلة الحجم المطلق.

1-2- تجربة التحليل الحبيبي:

1-2-1- مبدأ:

الركام المستخدم في مجال البناء والهندسة المدنية عبارة عن مواد مكسورة ذات أصل طبيعي أو اصطناعي .لا تتكون بشكل عام من عناصر ذات أحجام متساوية ولكن من خلال مجموعة من الحبوب التي تتوزع أحجامها المتنوعة بين حدين: الأصغر (د) والأكبر (د) بعد مم.
يهتم تحليل حجم الجسيمات أو حجم الجسيمات بتحديد حجم الحبوب ، ويتعلق التحبب بالتوزيع البعدي لحبيبات الركام. يتكون قياس الحبيبات أو تحليل قياس الحبيبات من تقسيم الركام عن طريق عمود غربال تكون أبعاد شبكته معيارية وتتناقص من أعلى إلى أسفل بين 80 مم و 0.063 مم.
نسمي الغربال أو تمرير كل الحبوب التي تمر عبر المنخل ، ونرفض كل الحبوب التي يحتفظ بها في المنخل. [17]

1-2-2- الغرض من الاختبار:

تحليل حجم الجسيمات له ثلاثة أغراض:

- تحديد أبعاد الحبوب.
- تحديد نسب الحبوب من نفس الحجم (٪ بالوزن).
- استنتج معامل النقاوة (Mf).

1-2-3-اهميتها :

يتيح تحليل قياس الحبيبات (XP P 18-540) تمييز الركام وفقًا للفئات الحبيبية التي يتم تسويقها من قبل الشركات المصنعة. يتطلب إعداد تركيبة خرسانية معرفة كاملة بقياس الحبيبات والتفاصيل ، لأن مقاومة الخرسانة وقابليتها للتشغيل يعتمدان بشكل أساسي على الركام. بالإضافة إلى ذلك ، فإن البعد D للركام محدود باعتبارات مختلفة تتعلق بالهيكل المراد صبغه: سمك الجزء ، تباعد التعزيزات ، كثافة التعزيز ، تعقيد القوالب ، خطر الفصل ، إلخ. في هذا المجال من الأشغال العامة ، يتيح تحليل حجم الجسيمات أيضًا سرد الركام والتربة ، لا سيما من حيث تصنيفات LCPC و GTR.
يعتبر معامل النقاء Mf خاصية مهمة خاصة فيما يتعلق بالرمل. يجب أن يكون لرمل الخرسانة الجيد معامل صفاء Mf بين 2.2 و 2.8 ؛ أدناه ، يحتوي الرمل على غالبية العناصر الدقيقة والناعمة جدًا ، والتي تتطلب زيادة جرعة الماء ؛ أعلاه ، الرمال تفتقر إلى الغرامات والخرسانة تفقد قابليتها للتشغيل.
- بالنسبة لـــ 1.8<Mf<2.2، يجب استخدام الرمل إذا كنت تبحث بشكل خاص عن سهولة التنفيذ على حساب المقاومة المحتمل.
- بالنسبة لـــ 2.2<Mf<2.8، يجب استخدام الرمل إذا كانت قابلية التشغيل المرضية والمقاومة الجيدة مطلوبة مع مخاطر محدودة للعزل.
- بالنسبة لـ2.8<Mf<3.2. يجب استخدام الرمل إذا كانت المقاومة العالية مطلوبة على حساب قابلية التشغيل ومع مخاطر الفصل.

- بالنسبة إلى Mf>3.2، يجب رفض الرمل.

يعد تصحيح الركام ضروريًا عندما يمثل منحنى قياس الحبيبات انقطاعًا أو عندما يكون هناك نقص أو زيادة في الحبوب في منطقة الغربال. يتكون التصحيح من تعويض هذه الاختلافات عن طريق إضافة مجموع آخر حتى يتم الحصول على خليط بالصفات المرغوبة. هذه الممارسة شائعة لتعديل معامل النعومة Mf لرمال الخرسانة الهيدروليكية.

الصورة (35) تمثل كيفية اجراء تجربة التحليل الحبيبي

4- الادوات اللازمة:

- آلة غربلة
- سلسلة من الغرابيل المتوافقة مع معايير NF X 11-501 و NF X 11-504
- غطاء يمنع فقدان المواد أثناء الغربلة ووعاء سفلي لتجميع المنخل الأخير
- -مغرفة يدوية للتعبئة
- ميزان بسعة 5 كيلو جرام بدقة 1 جرام

الصورة (15) تمثل الأدوات المستخدمة في تجربة التحليل الحبيبي

5- المواد المستخدمة:

- عينة من الرمل
- عينة من الحصى

استخدم العينات المحضرة وفقًا للمعيار P 18-553 ، مع تحديد الكتلة وفقًا لمعيار NF EN 933-1 وتم تجفيفها مسبقًا في الفرن.

6-طريقة عمل التجربة:

- قم بتركيب عمود الغربال بترتيب تنازلي لفتح الشبكات بإضافة الغطاء والقاع
- صب المادة الجافة في عمود الغربال
- تحريك هذا العمود ميكانيكيا[17]
- خذ الغرابيل واحدة تلو الأخرى ، بدءًا من الغرابيل ذات الفتحة الأكبر ، مع تكييف القاع والغطاء
- تحريك كل غربال يدويًا حتى لا يتغير حجم المنخل الكبير بأكثر من 1٪ بالكتلة في الدقيقة من الغربلة

- صب المنخل المجمع في الأسفل على المنخل السفلي مباشرة
- هكذا تحدد كتلة الرفض لكل منخل
- استمر في العملية حتى يتم تحديد كتلة البقايا الموجودة في قاع عمود الغربال
- تحقق من صحة تحليل حجم الجسيمات الذي يفرضه المعيار NF EN 933-1 (الفرق بين مجموع كتل الرفض والغربلة والكتلة الأولية ، إلخ.)

الصورة (16) تمثل كيفية اجراء تجربة التحليل الحبيبي

ملاحظة:

يتم تحديد فئة الركام من خلال الغربلة خلال سلسلة من الغرابيل التي تحتوي شبكاتها على الأبعاد التالية بالملم:0.063 - 0.08 - 0.10 - 0.125 - 0.16 - 0.20 - 0.25 - 0.315 - 0.40 - 0.50 - 0.63 - 0.80 - 1 - 1.25 - 1 ، 60 - 2 - 3.15 - 4 - 5 - 6.30 - 8 - 10 - 12.50 - 14 - 16 - 20 - 25 - 31.50 - 40 - 50 - 63 - 80 - 100 – 125

تتوافق المناخل التي تم تسطير أبعادها وتوضيحها بالخط العريض مع السلسلة الأساسية الموصى بها بواسطة المعيار NF EN 933-2 ؛ لذلك ، أثناء دراسة قياس الحبيبات ، استخدم هذه المناخل كأولوية. [5]

1-3- تجربة مكافئ الرمل:

1-3-1- الهدف من التجربة:

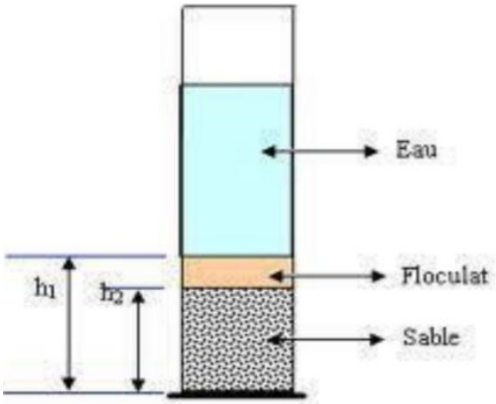
الغرض من هذا الاختبار هو قياس نظافة الرمال التي تدخل في تكوين الخرسانة.يتكون الاختبار في فصل الجزيئات الدقيقة الموجودة في تربة العناصر الرملية الأصغر ، ويجعل الإجراء الطبيعي من الممكن تحديد معامل مكافئ الرمال الذي يحدد نظافة الرمال.

1-3-2- مبدأ:

يتم إجراء الاختبار على جزء 5 ملم من الرمال المراد دراسته. تغسل العينة ، وفقا لعملية معيارية ، وتترك لترتاح. بعد 20 دقيقة ، نقيس العناصر التالية:

- الارتفاع h1: الرمل النظيف + العناصر الدقيقة ،
- الارتفاع h2:الرمال النظيف فقط.

اختبار مكافئ الرمال يحدد درجة نظافة الرمل: ESP = ES = (h'2/h1) x100% إذا قمنا بقياس ارتفاع الرمل النظيف بالمسطرة. نتحدث عنE.S.V،(E.S ظاهر). إذا استخدمنا مكبسًا (أكثر دقة) ، فإننا نتحدث عن E.S.



الصورة (17) تمثل تجربة المكافئ الرملي

1-3-3- الأدوات المستخدمة:

1- زجاجة سعة 5 لتر
2- أنبوب مرن
3- صنبور
4- أنبوب غسيل
5- مكبس معاير
6- أنبوب اختبار وسدادة
7- قمع

8- مسطرة معدنية

9- غربال 5 ملم مع القاع

10- ملعقة مسطحة

11- ميزان

12- ساعة توقيف

13- آلة التحريض

الصورة (18) تمثل الأدوات المستخدمة في تجربة المكافئ الرملي

1-3-4- المواد المستخدمة:

- رمل

- محلول الغسيل[7]

الصورة (19) تمثل المواد المستخدمة في تجربة المكافئ الرملي

1-3-5- طريقة عمل التجربة:

1- إعداد العينة:

- تمرير العينة من خلال مصفاة 5 ملم.
- تجفيف العينة وترك 1 ٪ من الرطوبة.

2- إعداد محلول الغسيل:

- 111 جرام كلوريد الكالسيوم.
- 480 جرام جلسرين صيدلاني.
- 120.13 جرام من محلول مائي 4٪ بالحجم من الفورمالديهايد الصيدلاني.
- يضاف الماء المقطر

3- **تنفيذ الاختبار:**

- صب المحلول في الأنبوب حتى الخط السفلي الأول.
- صب كمية الرمال (120 جم) في الأنبوب.
-.تخلص من فقاعات الهواء (بضرب أنبوب الاختبار براحة اليد) واتركه يرتاح لمدة 10 دقائق.
- أغلق أنبوب الاختبار وضعه في المحرض (حركة مستقيمة وأفقية 90 ذهابًا وإيابًا) لمدة 3 دقائق.
- يتم تعبئة أنبوب الاختبار بمحلول الغسيل حتى السطر الثاني.
- اترك العينة لمدة 20 دقيقة دون اهتزاز.
- اقرأ الارتفاعh1 (الرمل + العناصر الدقيقة) و h2 (الرمل النظيف).
- اخفض المكبس المُعاير ببطء في السائل من خلال التلبد ، واستقر الكم على الحافة العلوية لأنبوب الاختبار. ثبته عند ملامسته للرمل قياسh'2.
- نكرر نفس التجربة مرة اخرى [3]

الصورة (20) تمثل كيفية اجراء تجربة المكافئ الرملي

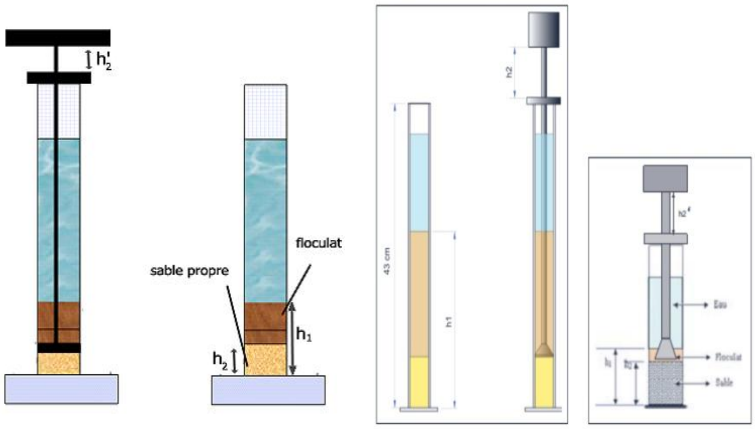
4- طريقة الحساب:

ا) المكافئ الرملي الذاهر (ESV):

$$Esv= (h2 / h1) \times 100\%$$

ب) مكافئ الرمل مع المكبس (Esp):

$$Esp= Es= (h'2 / h1) \times 100\%$$



الصورة (21) تمثل تجربة المكافئ الرملي

5-الجزء النظري:{14}

تصنيف الرمل:

وفقًا للنتائج التي تم الحصول عليها ، يتم تصنيف الرمال على النحو التالي:

الجدول (5) يمثل طبيعة و جودة الرمال بالنسبة لقيم المكافئ الرملي

طبيعة وجودة الرمال	Es	Esv
"الرمل الطيني" خطر الانكماش أو التورم. ليتم رفضه بسبب جودة الخرسانة	Es<60	Esv<65
"رمل طيني قليلاً" ذو نظافة مقبولة للخرسانة عالية الجودة عندما لا يكون هناك خوف معين من الانكماش	60<Es<70	75>Esv>65
"الرمل النظيف" بنسبة منخفضة من الطين الناعم يعتبر مثاليًا للخرسانة عالية الجودة	70<Es<80	80>Esv>75
"الرمل النظيف للغاية" الغياب شبه التام للطين الناعم قد يؤدي إلى خلل في اللدونة للخرسانة والتي يجب تصحيحها عن طريق زيادة جرعة الماء.	Es>80	Esv>85

1-4-تجربة نظافة الحصى (النقاوة):

الطريقة الأولى: رفع الحصى.

1- تعريف الاختبار والغرض منه:

كما هو الحال بالنسبة للرمال ، يجب أن تكون الحصى نظيفة قبل استخدامها في صناعة الخرسانة. [5]

2- المبدأ:

على عكس الرمال ، فإن الحصى لها فئات حبيبية خشنة نسبيًا. وبالتالي ، فإن مبدأ فصل الركام عن العناصر الدقيقة لن يتم عن طريق الترسيب ولكن عن طريق الغسيل.

3- المعدات المستخدمة:

منخل شبكي 0.5 ممودلو من الماء.

4- طريقة عمل التجربة :{14}

- تزن كيلوغراماً من الحصى أي M0 وضعها في المنخل ،
- اغسل العينة حتى يصبح الماء الذي يمر عبر المنخل صافياً ،
- امسح الماء الزائد بقطعة قماش وقم بوزن الكتلة الجديدة ، إما M1 ،

الصورة (22) تمثل كيفية اجراء تجربة النقاوة

5- طريقة الحساب :

$$m = Me - m'$$

$$P = (m / Ms) \times 100$$

يكون الحصى نظيفًا إذا كانت P (كمية العناصر الدقيقة) تساوي 5٪

الطريقة الثانية: نظافة أسطح الحصى

1- تعريف:

يتم تعريف نظافة السطح على أنها النسبة المئوية بالكتلة للجسيمات ذات الأبعاد الأقل من 0.5 مم الملتصقة بالسطح أو المختلطة مع ركام بأبعاد أكبر من 2 مم.

2- مبدأ الطريقة:

يتم فصل العناصر الدقيقة الموجودة في الركام المراد اختبارها بغسلها على غربال بفتحة 0.5 مم.

يتم تحديد النسبة المئوية بالوزن بعد جفاف الرفض.

3- المواد اللازمة:{7}

- منخل 0.5 مم.
- ميزان سعة 5 كيلو دقة 1 جرام.
- فرن للتجفيف ، أو أي وسيلة أخرى للتجفيف ، على سبيل المثال ، فرن الميكروويف أو مقلاة.

4- طريقة عمل التجربة :

- عينة تمثيلية كمية E من المادة.
- من العينة E ، خذ كمية صغيرة لقياس محتوى الماء: mh.
- قم بوزن كل ما تبقى: Mh.
- قم بقياس محتوى الماء على الجزء mh ، أي W

$$W = 100 \times (mh - ms) / ms$$

- من هذه النتيجة نحسب الكتلة الجافة Ms المقابلة للجزء Mh

$$Ms = Mh / (1+ w)$$

- قم بالغسيل. حتى يصبح الماء المتدفق عبر المنخل صافياً
- يجفف الجزء المغسول إلى كتلة ثابتة ، محددة بالوزن لأقرب جرام ؛ أي M's

وبالتالي فإن الكتلة الجافة م للعنصر الأقل من 0.5 مم هي: Ms – M's يتم التعبير عن نظافة السطح P في النسبة المئوية حيث :

$$P = 100 \times (Ms - M's) / Ms$$

يجب أن يكون الركام المستخدم للخرسانة نظيفًا ، لأن الشوائب تعيق ترطيب الأسمنت ، ولهذا من الضروري اختبار نظافة الركام

1-5- تجربة معامل امتصاص الماء للحصى:

1-5-1- المقدمة:

قد تحتوي بعض المواد الحبيبية على مسامية داخلية ضارة ، على وجه الخصوص ، لمقاومة تجميد للخرسانة. في الواقع ، يتسبب الماء المتضمن في الركام في انفجار الخرسانة عندما تتعرض الأخيرة لفترة طويلة لدرجات حرارة منخفضة.

1-5-2- الغرض:

يهدف هذا الاختبار إلى تحديد معامل امتصاص مادة من أوزان مختلفة.

1-5-3- المبدأ:

يتم تحديد معامل الامتصاص ، الذي يُعرَّف بأنه نسبة الزيادة في كتلة العينة بعد التشرب بالماء ، إلى الكتلة الجافة للعينة. يتم الحصول على هذا التشرب بغمر العينة في الماء لمدة 24 ساعة عند 20 درجة مئوية. يتم تحديد معامل الامتصاص (Ab) بالعلاقة: Ab = ((M1 – MO) / MO) X p . X 100 (%)

Ms= كتلة العينة الجافة بعد مرورها بالفرن عند 105 درجة مئوية

Ma = كتلة العينة المنقوعة ، المنطقة الجافة تحدد على النحو التالي.

1-5-4- الادوات المستخدمة:

- غرفة البخار
- مقياس الدقة من 1 إلى cg2
- حاوية قياس

1-5-5- المواد المستخدمة:

- الحصى الجاف
- ماء

1-5-6- طريقة عمل التجربة:

ا) تحضير العينة:

يجب أن تكون العينة التي تم تحليلها جافة (تجفف في فرن عند 105 درجة مئوية.

ب) تنفيذ الاختبار:

- وزن كتلة MO للعينة الجافة.
- توضع هذه العينة في الماء وتغلي لمدة ساعتين لطرد الهواء من المسام.
- تبرد في الماء لتسريع ملء المسام
- أخرج العينة من الماء وامسح كل حبة.
- قم بوزن العينة مرة أخرى ولاحظ الكتلة الجديدة M1

1-6- تجربة لوس انجلوس:

1-6-1- التعريف والغرض من التجربة:

هذا الإجراء مأخوذ من الاختبار الأمريكي المحدد بواسطة المواصفة ASTM C.131.55 يتيح الاختبار (NF P11.504) قياس المقاومة المجمعة للتشظي بالصدمة والتآكل عن طريق الاحتكاك المتبادل لعناصر الركام.

يتم تطبيقه على الركام المستخدم في تشكيل أسس الطريق ، بما في ذلك دورات التآكل.تتطور المادة أثناء الاختبار ، من ناحية ، نتيجة لتأثير الكرات على الركام (تمزق العناصر الهش) ، من ناحية أخرى عن طريق احتكاك العناصر ببعضها البعض ، على أسطوانة الآلة وعلى الكرات.

1-6-2- مبدأ:

يتكون الاختبار من قياس كمية العناصر التي يقل حجمها عن 1.6 مم والتي يتم إنتاجها عن طريق تعريض المادة لصدمات كروية قياسية واحتكاك متبادل في آلة لوس أنجلوس. يتم اختيار حجم المواد الخاضعة للاختبار من ستة حبيبات نموذجية ، من الفئة الحبيبية 4 / 6.3 مم - 6.3 / 10 مم - 14/10 مم - 25/10 مم - 16 / 31.5 مم و 50/25 مم ، تأتي على شكل قريبة قدر الإمكان من دقة المواد حيث سيتم تنفيذها.

يختلف وزن شحنة الحصى وفقًا لنوع الحبيبات. إذا كانت P هي المادة قيد الاختبار ، ف وزن الميزات أقل من 1.6 مم التي تم إنتاجها أثناء الاختبار ، والمقاومة المشتركة لتفتت الصدمات والتآكل الاحتكاك المتبادليتم التعبير عنها بالكمية:

$$CLA = 100 \times p / P$$

1-6-3- المعدات المستخدمة:

ا)- تتألف آلة لوس أنجلوس من:

أولاً ، أسطوانة فولاذية مجوفة بسمك 12 مم ± 0.5 مم ، مغلقة عند كلا الطرفين ، يبلغ قطرها الداخلي 711 مم ± 1 مم وطول داخلي يبلغ 508 مم ± 1 مم. يتم دعم الأسطوانة بواسطة محورين أفقيين مثبتين بجدارين جانبيين ، لكن لا يخترقان داخل الأسطوانة ؛ التجميع بحيث يمكن للأسطوانة أن تدور حول محورها الذي يجب أن يكون أفقيًا ،

ثانياً ، فتحة بعرض 150 مم ، بطول الأسطوانة بالكامل ، تسمح بإدخال العينة. أثناء الاختبار ، يتم إغلاق هذه الفتحة بطريقة محكمة ضد الغبار بواسطة غطاء قابل للنزع بحيث يظل السطح الداخلي أسطوانيًا يتم قطع الأخير بواسطة رف بارز يوضع على مسافة 40 سم من حافة الغطاء ، وهي مسافة تقاس على طول الأسطوانة في اتجاه الحركة. يحتوي هذا الرف الصلب القابل للإزالة على قسم مستطيل (طول يساوي طول الأسطوانة ، وعرض 90 مم ± 0.5 مم ، وسمك 25 مم). إنه يرتكز على مستوى قطره ، على طول شبكة توليد ويتم تثبيته بمسامير على الجدران الجانبية. يجب أن يكون لها حواف حادة

ثالثًا ، تتكون الشحنة من كرات كروية يبلغ قطرها حوالي 47 ملم ويزن 420 و 445 جرامًا. يجب ألا ترتدي هذه الكرات بشكل غير منتظم

رابعًا ، محرك لا يقل عن 0.75 كيلو واط ، مما يوفر أسطوانة الماكينة بسرعة دوران منتظمة تتراوح بين 30 و 33 دورة في الدقيقة

خامسا ، حاوية مخصصة لجمع المواد بعد الاختبار.

سادسا، مقياس سرعة الدوران من النوع الدوار ، يقوم تلقائيًا بإيقاف المحرك عند العدد المطلوب من الثورات

الصورة (23) تمثل الة لوس انجلوس

ب) – مجموعة من المناخل 1.6 – 4 – 6.3 ~ 10 – 14 ملم. يجب ألا يقل قطرها عن 250 مم

ج) – مقياس دقيق للجرام ، بسعة لا تقل عن 10 كجم ،

د) – فرن عند 105 درجة مئوية ،

ه) – الصناديق والمسجات ،

و) – صواني بحجم 40 × 30 × 5 سم تقريبًا ، مع ثقب أقل من 1.6 مم.

الإعداد المادي قم بإجراء الاختبار على الركام ، الذي يحتوي على حبيبات مطابقة لإحدى فئات الحبيبات القياسية الست ، وغسلها وتجفيفها في فرن عند 105 درجة مئوية حتى وزن ثابت (5 ساعات على الأقل). سيكون وزن الاختبار 5 كجم. قم بإعداده على النحو التالي:

أ) – إذا تم التخطيط لاثنين من الاختبارات ، قم بإعداد ، من 15 كجم ، عينتين متطابقتين عن طريق الإيواء الجاف

ب) – وإلا ، فقم بنخل العينة حتى تجف على كل من الغربلتين من فئة الحبيبات المختارة ، بدءًا من أكبر غربال اجمع في صينية ما يقرب من 5100 جم من المادة المنخلية. يعمل هذا الوزن الإضافي البالغ OO1جم على تعويض وزن الغبار أو الشوائب الترابية. اغسل هذه الكمية المجمعة تحت تيار من الماء وحركها بمجرفة حتى يصبح الماء صافياً. · بعد الغسيل ، اسكب المادة في صينية مثقبة وصفيها لبضع لحظات.

جفف التجميع في الفرن عند 105 درجة مئوية ، حتى ثبات الوزن. أخرج الصينية المثقبة من الفرن واتركها لتبرد. قم بإزالة المادة الزائدة لضبط الوزن على P = 5 كجم ± 2 جم ، المطلوب للاختبار.

الصورة (24) تمثل الأدوات المستخدمة في تجربة لوس انجلوس

1-6-4- طريقة عمل التجربة:

وضع العينة في الماكينة وكذلك حمولة الكرات بالنسبة لفئة الحبيبات المختارة (انظر الجدول التاليأعد تركيب الغطاء وشد مسامير التثبيت. ابدأ الاختبار بجعل الماكينة تؤدي 500 دورة بسرعة منتظمة تتراوح بين 30 و 35 دورة في الدقيقة لجميع الفئات باستثناء فئة 25-50 مم حيث يكون عدد الدورات 1000قم بإزالة الركام بعد الاختبار. اجمع الركام في حاوية موضوعة أسفل الجهاز ، مع الحرص على إحضار الفتحة فوق هذه الحاوية مباشرةً ، لتجنب فقد الركام.

غربلة المواد في المقلاة من خلال غربال 1.6 مم ؛ يتم أخذ المواد عدة مرات من أجل تسهيل العمليةيغسل الرفض إلى 1.6 مم في صينية ، ويقلب جيدًا بالمجرفة. ثم اسكبيها في الصينية المثقبة ، وصفيها وجففيها في الفرن حتى وزن ثابت وزن هذا الرفض بمجرد تجفيفه ، فليكن P 'نتيجة الوزن.

$$P = P - P' = 5000 - P'$$

$$CLA = 100 \times (5000 - P') / 5000$$

سيتم تقريب النتيجة للوحدة. [5]

2-التجارب على الخرسانة:

هي سلسلة من التجارب والاختبارات التي تجرى على الخرسانة الطازجة والصلبة.

2-1- اختبار التشغيلية :

2-1-1- المقدمة:

معيار الخرسانة NF EN 206-1 يحدد أن "كل الخرسانة يجب أن تخضع لرقابة الإنتاج تحت مسؤولية المنتج". الغرض من هذه الفحوصات هو التحقق من الامتثال للمواصفات المعمول بها و / أو مع المواصفات المطلوبة.

من بين جميع الضوابط اللازمة ، من الضروري التمييز بين تلك التي يتم تنفيذها عندما تكون الخرسانة في حالة جديدة وتلك التي تكون في حالة تصلب. تشكل الضوابط التي يتم إجراؤها على الخرسانة في الحالة الجديدة أول عمليات فحص ممكنة لمطابقة الخرسانة وتسمح ، عند تسليم الأخير ، باكتشاف أي اختلافات من المحتمل أن تؤثر على التنفيذ. وبالتالي لحسن أداء الأعمال بمرور الوقت.

2-1-2- التعاريف:

يقال أن الخرسانة تكون طازجة عندما لا تبدأ في عملية التثبيت والتصلب. الخرسانة الطازجة لديها القدرة على التشوه والتدفق. مما يسمح بنقلها أو ضخها وملء القوالب أو النماذج.الخرسانة الطازجة هي نوع من مواد البناء ، تتكون مكوناتها من الأسمنت والركام والماء وربما مواد مضافة إما سائلة أو مسحوق. في الخرسانة الطازجة أثناء تصنيعها ، يوجد أيضًا هواء يلعب دورًا ليس فقط في اللدونة ، ولكن أيضًا في تشوهها وخصائصها النهائية.يجب أن تكون الخرسانة الطازجة التي يتم الحصول عليها بعد الخلط متجانسة ولها الاتساق الأولي للعمل المعني. لضمان نجاح هذه العملية ، من الضروري اختيار المعدات المناسبة وتحديد وقت الخلط الكافي.

2-1-3- اختبار الهبوط:

هذا الاختبار يسمى أيضًا اختبار مخروط ابرامز أو اختبار الركود موصوف في معيار NF EN 12350-2. إنها بلا شك واحدة من أبسطها وأكثرها استخدامًا ، لأنها سهلة التنفيذ للغاية. يتطلب فقط معدات غير مكلفة ويمكن تنفيذه مباشرة في الموقع من قبل موظفين ليسوا مؤهلين تأهيلا عاليا ولكنهم تلقوا ببساطة التعليمات اللازمة خلال بضع جلسات توضيحية. . يمكن استخدامه طالما أن الحد الأقصى لأبعاد الركام لا يتجاوز 40 مم

الصورة (25) تمثل تجربة التشغيلية

2-1-4- مبدأ الاختبار:

إنها مسألة مراقبة هبوط المخروط الخرساني تحت تأثير وزنه ، فكلما زاد الهبوط ، كلما زادت مرونة الخرسانة.

2-1-5- المعدات اللازمة:

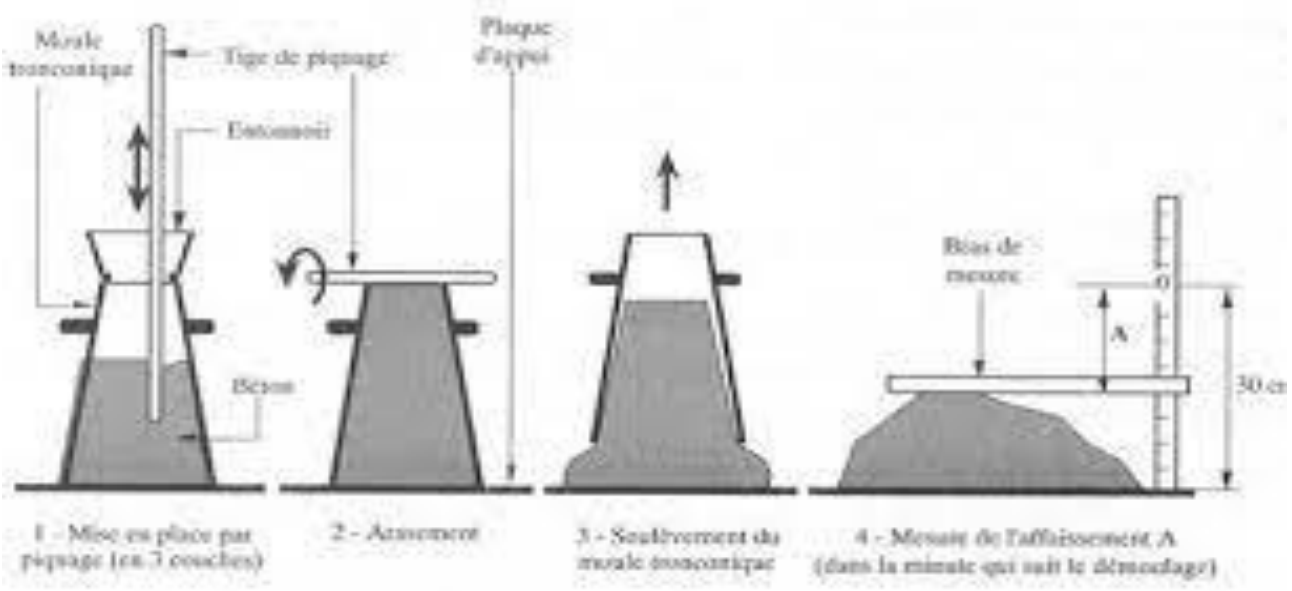
مخروط أبرامز عبارة عن مخروط فولاذي مجلفن يستخدم لقياس قوام الخرسانة الطازجة. يبلغ قياس قاعدته 20 سم و 10 سم في قمته. سميت على اسم مخترعها داف أبرامز.تم وصف المعدات بالكامل في المعيار NF P 18-451. انه صنع من :

- قالب مخروطي الشكل بدون قاع ارتفاعه 30 سم وقطره 20 سم في جزئه السفلي وقطره 10 سم في جزئه العلوي.
- لوحة دعم.
- قضيب بقطر 1.6 سم وطوله 60 سم.
- جسر قياس بمسطرة متدرجة من 0 إلى 30 سم.
- قمع.
- مغرفة يدوية.

الصورة (26) تمثل الأدوات المستخدمة في تجربة التسغيلية

2-1-5- كيفية عمل التجربة:

- بلل القالب من الداخل.
- ضع القالب مع القمع على دعامة صلبة وأفقية ، لكن ليست ماصة.
- باستخدام مجرفة (مغرفة يدوية) املأ القالب بالخرسانة الطازجة ، في ثلاث طبقات من نفس الارتفاع تقريبًا ، تجنب تحريك القالب بالضغط على عروات التثبيت.
- ضغط كل طبقة بضربات 25 بار.
- قم بإزالة القمع ، وقم بتسوية الجزء العلوي من القالب وتنظيف الدعامة حول القالب.
- قم بإزالة القالب رأسياً بحذر خلال 3 إلى 5 ثوانٍ.
- قياس ارتخاء المخروط مقارنة بالارتفاع الأولي (العفن)



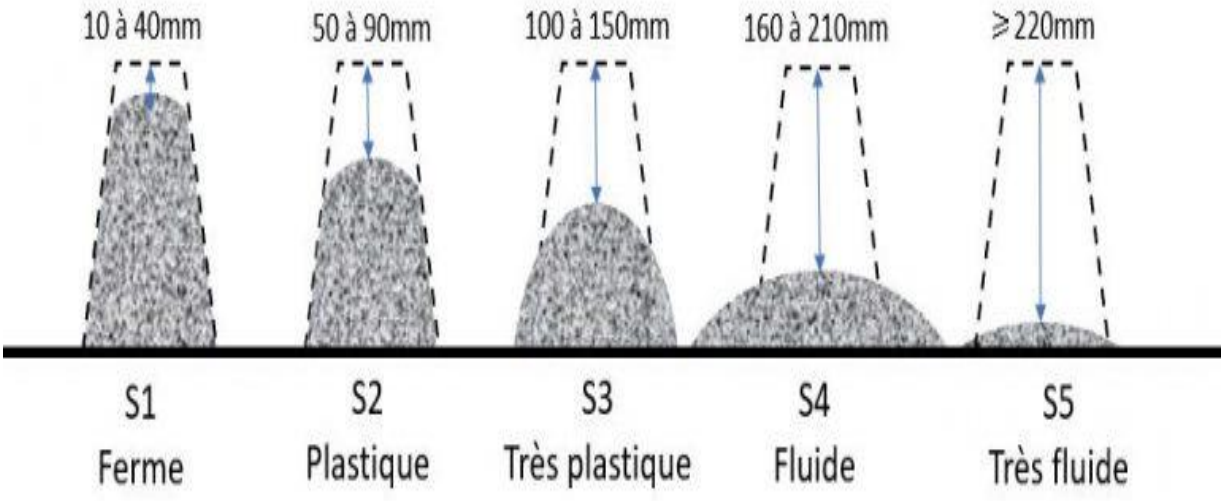
الصورة (27) تمثل كيفية اجراء تجربة التشغيلية

1-2-6- النتائج:

فئة الهبوط:

يحدد معيار ENV 206-1 4 فئات تناسق ، اعتمادًا على الترهل المقاس. يتم عرضها في الشكل أدناه. يتم الإشارة إلى الفئات S1 و S2 و S3 و S4 وتسمى فئات الهبوط. يذكر S هنا الحرف الأول من اسم الاختبار باللغة الإنجليزية: اختبار الركود.

يحدد معيار NF P 18-305 نفس فئات التدهور ، لكن الدرجات F و P و TP و Fl (متينة ، بلاستيكية ، بلاستيكية للغاية ، مائعة او سائلة)



الصورة (28) تمثل فئة الخرسانة الطازجة بالنسبة لقيم الهبوط لتجربة التشغيلية

فئة التناسق		
الهبوط (مم)	الفئة	
40 – 10	رطب	S1
90 – 50	شبه بلاستيك	S2
150 – 100	بلاستيك	S3
210 – 160	مائع	S4
≥ 220	مائع جدا	S5

الجدول (6) يمثل فئة الخرسانة الطازجة بالنسبة لقيم الهبوط لتجربة التشغيلية

2-2- الانكماش:

2-2-1-تعريف الانكماش :

هو تغيرات الحجم أو الأبعاد الأولية للخرسانة أو السلاط بسب كمية الماء الداخلة في التركية و ترتبط النشوهات لرطوبة المحيط وسط التخزين هذا مايسمي بالانكسش و كما أظهرت الدراسات التجريبية , أن انكماش خرسلة الرمل يضعف الخرسانة التقليدية

في المنطق الرطبة جدا $4-10 \times 2$ الى $4-10 \times 1.5 =$ M/I

في المناطق الحافة جدا (الصحراوية) $4-10 \times 5 =$ M/I

وفق القواعد BPEL91 من الممكن حسب الحالة و تقييم الانكماش الإجمالي النهائي في الهواء Et حيث أن

m= متوسط نصف القطر المقطع

Pn= الرطوبة النسبية

هناك عدة أنواع الانكماش أهمها

2-2-2-أنواع الانكماش :

لديه ثلاث أنواع من انكماش وهي الانكماش قبل التصلب وهو الدراري و الانكماش اللسن و الهيدروليكي (التعفيف) يأتي بعد التصلب

الانكماش الحراري : عند التصلب تنتج الخرسانة حرارة ناجمة عن التفاعل الكيميائي بين الماء و الاسمنت و عند شريد الخرسانة ستخضع للانكماش ومن ثم يبدأ ظهور للاجهادات وخاصة اذا كان التبريد غير منظم وهذا الإجهاد تتسبب في شروح دقيقة

الانكماش اللدن : نتيجة التبخر السريع لماء الخلط للخرسالة في حالتها اللبنة عن طريق الشعر وتكون الرطوبة مختصة في المحيط و ارتفاع في درجة الحرارة و قوة الرياح عن طريق الامتصاص (حسب الخرسانة أو الركام) وتكون فيه الشروخ قصيرة و تظهر في اتجاهين متعاكسين في آن واحد

انكماش التجفيف : هذا النوع من الانكماش ينتج عن خروج الماء إلى المحيط الخارجي بالخاصية الشعرية وهو غير منتظم في كل العينة و تكون الحراب سريعة التأثر بهذا النوع من الانكماش

2-2-3-العوامل المؤثر على الانكماش:

-كمية ماء الخلط

-تأثير تركيز الاسمنت

-حجم الفراغات و توزعها و تبخر الماء تسبب النفاذية في الخرسانة

-العناصر الدقيقة والتي عادة ما تأتي من الركام

-رطوبة المناخ

-طبيعة الركام في الخرسانة

الجدول (7) يمثل اهم انواع الانكماش

النوع	الاسباب	الملاحظات	كيفية المعالجة
الانكماش اللدن (قبل التصلب)	تبخر كمية من الماء الداخل في الخرسانة	تشققات متتابعة لان الخرسانة منجذبة داخل الكتلة	نستعمل محسن لمنع التبخر الاولي للماء
الانكماش الحراري (بعد التصلب)	نتيجة رجوع الخرسانة الي الحرارة العادية للمحيط وفقدها لحرارة التفاعل	نلاحظ نقص صغير في الطول	يجب تفادي التراكيز الاضافية للاسمنت
انكماش التجفيف (بعد التصلب)	ناجم عن نقص الحجم الذي يسببه خروج الماء بالخاصية الشعرية وتصلب العجينة التي تنتج قوى شد	يزداد الانكماش بازدياد نعومة وتركيز الاسمنت	يجب المحافظة على الدمك في الخرسانة

2-3-تجربة مقاومة الضغط :{3}

2-3-1- الهدف من التجربة:

اختبار مقاومة الضغط للخرسانةبالإنجليزية (compression strength) : يُحدد المقاومة المميزة للخرسانة وعادة يجري بعد مرور 7 أيام أو 28 يوم أو 90 يومًا، يعتبر اختبار مقاومة الضغط مقياسًا للتحكم في جودة إنتاج الخرسانة في المصنع أو الورشة كما يستخدم في معيارًا ا أثناء التصميم الإنشائي لتحديد إجهاد التشغيل للخرسانة ويحدد مدى صلاحية الركام للخرسانة وذلك بالتعرف على تأثير الشوائب التي يحويها على مقاومة الخرسانة للضغط .

2-3-2-المبدا:

تحضير مكونات الخرسانة : تحسب مكونات عينات الاختبار بما فيها الماء بحيث يكون مطابق تماما للخرسانة في الموقع ويجب أن تجري اختبارات منفصلة على كل من الأسمنت والركام، أما في حالة استعمال الركام ذي تدرج حبيبي خاص فيفصل كل مقاس من المقاسات المختلفة للركام الكبير والصغيرة على حده.

2-3-3-الأدوات المستخدمة:

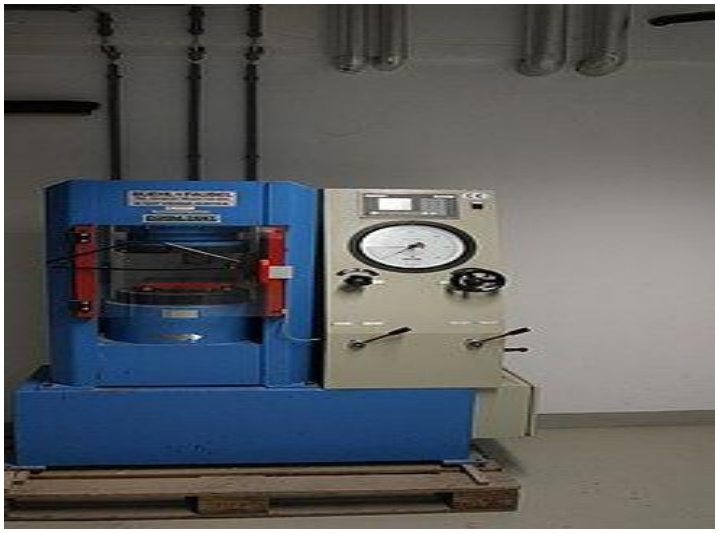
- قالب الاختبار :عبارة عن اسطوانة (ارتفاع 12 بوصة وقطر 6 بوصات) كما حددتها المواصفات الأمريكية أو مكعب (طول ضلعه 15 سم - مساحة سطحه 225 سم ^{2}.طبقا للمواصفات البريطانية ويشترط في قوالب الاختبار المكعبة أن تكون الأسطح الداخلية مستوية وان يكون القالب من المعدن لتحمل الصدمات ومزود بلوح قاعدة معدني مستوى السطح.

الصورة (29) تمثل القوالب والعينات المستخدمة في تجربة مقاومة الخرسانة للضغط

– قضيب الدمك :عبارة عن قضيب من الصلب يزن 1.82 كجم وطوله 15 بوصة ومقطعة السفلى مربع طول ضلعه بوصة واحدة

. – جهاز مكنة الضغط : ذات سعة وحساسية ملائمة ويمكن التحكم في معدل التحصيل بها طبقا لما تطلبه المواصفات القياسية للاختبار

– آلة حديثة لاختبار مقاومة الضغط.



الصورة (30) تمثل الة الضغط المستخدمة في تجربة مقاومة الخرسانة

2-3-4- طريقة اجراء التجربة:

- توزن الكميات اللازمة من الأسمنت والركام الصغيرة والركام الكبير من الماء على حده ويراعى عند حساب وزن مكونات كل خلطة أن تزيد كمية الخرسانة المخلوطة عن الخرسانة اللازمة لملا القوالب بحوالي 10.%

- يُعد قالب الاختبار للاستعمال بتغطية وصلاته وسطح ارتكاز على لوح القاعدة بطبقة رقيقة من الزيت الخفيف.

- تخلط مكونات الخرسانة إما ميكانيكا أو يدويا.

- بعد انتهاء عملية الخلط مباشرة يجري اختبار قوام الخرسانة الطازجة

بطريقة الهبوط أو الانسياب.

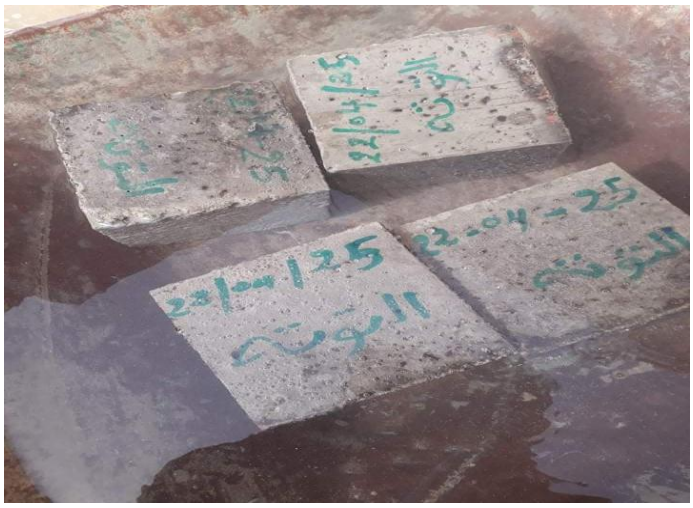
يملا القالب مباشرة بالخرسانة على ثلاث طبقات ارتفاع كل منها يساوي 5 سنتمترات وتدك كل طبقة إما بآلة هزازة أو يدويا حتى تدمك الخرسانة تماما دون حدوث أي انفصال حبيبي.تحفظ القوالب بعد صبها مباشرة في مكان خالي من الاهتزازات وتكون الرطوبة النسبية للهواء في هذا المكان لا تقل عن 90% ودرجة الحرارة تتراوح بين 15- 20درجة مئوية لمدة نصف ساعة إلي 24 ساعة.

تعلم القوالب الخرسانية ثم تفك من القوالب وتغمر ماء نقي وتترك حتى قبل الاختبار مباشرة ويجب أن يجدد هذا الماء كل سبعة أيام وان تحفظ درجة حرارته باستمرار ولا يسمح للقوالب بالجفاف تحت أي ظرف حتى موعد اختبارها.

توضع العينة في آلة الاختبار ويراعى أن يكون محورها منطبقا مع محور راس الآلة وعند استخدام العينة المكعبة يجب أن يكون وجهي العينة الملامسات لسطحي راس الآلة هما

الوجهين المقابلين للسطح الداخلي للقالب المعدني.

- يحمل كل قالب حتى الكسر لتحديد مقاومة الخرسانة للضغط



الصورة (31) تمثل العينات االخرسانية المستخدمة في تجربة مقاومة الخرسانة للضغط

الصورة (32) تمثل تجربة مقاومة الخرسانة للضغط

3-تركيبة الخرسانة:

ان الخصائص الميكانيكية للخرسانة تعبر عن جودة تركيبتها فكلما كانت مقاومتها للضغط عالية كلما كانت افضل وتعد دليلا على جودة ودقة في تحديد كميات الركام ونتناول في هذا الفصل نتائج التى اجرية على الركام و الخرسانة وعلى الخرسانة وكذالك تركيبة الخرسانة

1-تركيبة المعتمدة للخرسانة

إعتمدنا في دراستنا على طريقة DREUX GORISSE حيث ان هذه الطريقة تعتمد على تحديد المقاومة المطلوبة و تحديد كمية الماء من اجل افضل مقاومة وافضل تشغيلية ممكنة

المواد المستخدمة استخدمنا رمل منطقة جامعه ذي الون الاصفر حيث بلغة كتلته الحجمية المطلقة 2.6 kg/m^3 حصى منطقة عين التوتة ولاية باتنة ذي القطر3/8 و 8/15 حيث بلغة الكتلة الحجمية المطلقة 2.638 kg/m^3 و 2.642 kg/m^3 حصى ولاية بسكرة ذي القطر3/8 و 8/15 حيث بلغة الكتلة الحجمية المطلقة 2.53 kg/m^3 و 2.56 kg/m^3حصى حاسي مسعود ولاية ورقلة ذي القطر3/8 و 8/15 حيث بلغة الكتلة الحجمية المطلقة 2.50 kg/m^3 و2.52 kg/m^3

طريقة الحساب التركيبة نعتمد على قاعدة لمتوسط المقاومة وهي $\mathbf{fc= f_{28} +1.15}$

يتم تقدير نسبة C/E لمتوسط المقاومة المطلوبة وفق العلاقة التالية

$$\mathbf{F_C = GFce \times (C / E -0.5)}$$

F_c:متوسط الضغط

Fce: صنف الاسمنت

C: تركيز الاسمنت

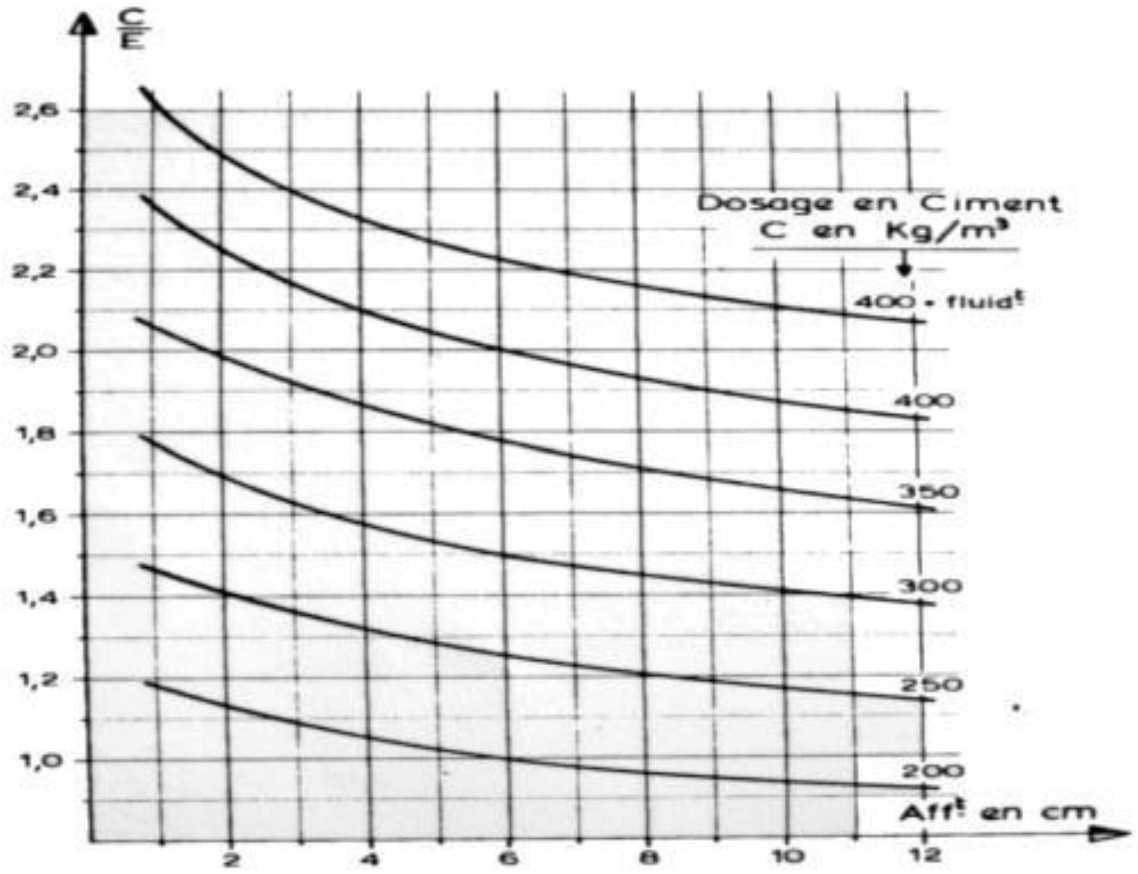
G:معامل حبيبي من اجل متوسط ضغط للخرسانة 25 MPAنستعمل اسمنت من الفئة 42.5وكمية اسمنت 400 kg/m^3نأخذ قيمة G من الجدول و D≤ 16

الجدول (8) يمثل أنواع الركام بالنسبة لقيم الهبوط

Quality des granulates	Dimension maximale D des granulats		
	Fin D≤12.5 mm	Moyne 20≤D≤31.5mm	Gros D≤50mm
Excellent	0.55	0.60	0.65
Bonne, courante	0.45	**0.50**	0.55
Passable	0.35	0.40	0.45

نقوم بحساب E/C بالعلاقة التالية $C/E = \frac{FC28 \times 0.5 \times FCe}{G \times FCe}$:

تركيز الاسمنت يتم استنتاج كمية الاسمنت C من المنحنى التالى:



ان التقاطع بين محور التراتيب يكون C/E ومحور الفواصل الهبوط تحصلنا على ان كمية الاسمنت هي 400 kg/m^3 **تحديد كمية الماء** يتم وفق العلاقة التالية $\boldsymbol{E = \frac{C}{C/E}}$ **رسم منحنى التحليل الحبيبي OAB**رسم منحنى التحليل الحبيبي لرمل والحصى الذي يتم استخدامه في الخرسانة ونرسم المنحنى **OAB**حيث النقطة **(0.0) O**و **النقطة (16.100)B**و النقطة **A** كانت كاالتالي لما

$$mmD \leq 20$$

$$X=\frac{D}{2}$$

$$Y=50-\sqrt{D}+K+KS+KP$$

K=0 من الجدول التالي وهو عبارة عن معامل يعتمد على كمية الخرسانة ونعومة الرمل ويأخذ من الجدول التالي:

Vibration		Faible		Normale		Puissante	
Forme des granulats (du sable en particulier)		**Roulé**	**Concassée**	**Roulé**	**Concassée**	**Roulé**	**Concassée**
400+ fluide		-2	0	-4	-2	-6	-4
Dosage enciment	400	0	+2	-2	0	-4	-2
	350	+2	+4	0	+2	-2	0
	300	+4	+6	+2	+4	0	+2
	250	+6	+8	+4	+6	+2	+4
	200	+8	+10	+6	+8	+4	+6

و $KS=6MF-15$

وKp هو معمل مرتبط بضخ الخرسانة واللدونة حيث Kp=0ومنه فان $X=D/2, Y=50-\sqrt{D+KS}$بعد تحديد النقط **OAB** نقوم برسم المنحنى ونقوم بتحديد النسب المئوية للرمل و الحصى وذلك بنهاية منحنى الاول وبداية الثاني عندما يحصل تقاطع مع منحنى **OAB** ونقوم بإسقاطه على محور التراتيب ونحدد النسبة رسم المنحنيات كمية المواد الجافة وفق العلاقة التالية :$V=100\times\gamma$ حيث γ معامل لتعبير عن احجام المواد الصلبة

معامل موجود في الجدول التالي

Consistance	**Serrage**	**γ coefficient de compacité**						
		D = 5	**D = 10**	**D = 12.5**	**D = 20**	**D = 31.5**	**D = 50**	**D = 80**
Molle	Piquage	0,750	0,780	0,795	0,805	0,810	0,815	0,820
	Vibration faible	0,755	0,785	0,800	0,810	0,815 0	0,820	0,825
	Vibration normale	0,760	0,790	0,805	0,815	0,820	0,825	0,830
Plastique	Piquage	0,760	0,790	0,805	0,815	0,820	0,825	0,830
	Vibration faible	0,765	0,795	0,810	0,820	0,825	0,830	0,835
	Vibration normale	0,770	0,800	0,815	0,825	0,830	0,835	0,840
	Vibration puissante	0,775	0,805	0,820	0,830	0,835	0,840	0,845
Ferme	Vibration faible	0,775	0,805	0,820	0,830	0,835	0,840	0,845
	Vibration normale	0,78 0	0,810	0,825	0,835	0,840	00,845	0,850
	Vibration puissante	0,785	0,815	0,830	0,840	0,845	0,850	0,855

γ=0.820

الحجم المطلق للإسمنتVC=c/wc

C تركيز الاسمنت

Wc الكتلة الحجمية للاسمنت وهي 3.1 kg/m^3

الحجم المطلق للركام (الرمل + الحصى) VMهو حجم الركام بدون الاسمنت و الماء

Vm=V–Vc

Vm حجم المطلق للركام رمل والحصى

V معامل الحجوم الصلبة

Vc الحجم المطلق للخرسانة

الجدول (11) يمثل كمية المواد للخلطة الخرسانية المستخدم فيها حصى منطقة عين التوتة

المواد	نسبة %	Vm	الكثافة	الوزن ل$m^3$1
الرمل	36	691	2.610	650.7g
حصى 8/3	9	691	2.620	g164.7
حصى 15/8	55	691	2.640	g1003.3
تركيزالاسمنت				g400
كمية الماء				l186 L

الجدول (12) يمثل كمية المواد للخلطة الخرسانية المستخدم فيها حصى منطقة بسكرة

المواد	نسبة %	Vm	الكثافة	الوزن ل$m^3$1
الرمل	30	691	2.610	g541
حصى 8/3	11	691	2.53	g192.3
حصى 15/8	59	691	2.56	g1043
تركيزالاسمنت				g400
الماء				l186 L

الجدول (13) يمثل كمية المواد للخلطة الخرسانية المستخدم فيها حصى منطقة حاسي مسعود

المواد	نسبة %	Vm	الكثافة	الوزن ل $m^3$1
الرمل	32	691	2.610	477.6g
حصى 8/3	16	691	2.50	276.4g
حصى 15/8	48	691	2.52	8353.8g
تركيز الاسمنت				g400
الماء				l186 L

خلاصة:

من خلال بحثنا تعرفنا في الفصل الاول على الخرسانة ومكوناتها وتركيز الإسمنت والإضافات والركام ،أما في الفصل الثاني فتفصلنا في التجارب التي تجرى على الركام ومبدأ و طريقة عملها والأدوات المستعملة في التجارب.

الفصل الثالث

النتائج و مناقشتها

تمهيد:

ان الخصائص الميكانيكية للخرسانة تعبر عن جودة تركيبتها فكلما كانت مقاومتها للضغط عالية كلما كانت افضل وتعد دليلا على جودة ودقة في تحديد كميات الركام .

1- النتائج:

1-1- نتائج التجارب على الرمل:

اولا: منطقة جامعة:

1- تجربة التحليل الحبيبي للرمل:

عندما أجرينا تجربة التحليل الحبيبي لعينة من رمل جامعة وزنها 500g تحصلنا على النتاج التالية:

الجدول (14) يمثل نتائج التحليل الحبيبي لرمل جامعة

	رمل جامعة			
اثطار الغرابيل	كتلة الرمل الباقي(g)	اثطار الغرابيل	كتلة الرمل الباقي(g)	اثطار الغرابيل
20		20		20
16		16		16
12.5		12.5		12.5
10		10		10
8		8		8
6.3	2.98	6.3	2.98	6.3
5	3.50	5	3.50	5
4	4.76	4	4.76	4
2.5	29.80	2.5	29.80	2.5
1.25	102.24	1.25	102.24	1.25
0.63	453.60	0.63	453.60	0.63
0.315	1116.86	0.315	1116.86	0.315
0.16	252.16	0.16	252.16	0.16
0.08	6.20	0.08	6.20	0.08

2- تجربة الكتلة الحجمية:

الجدول (15) يمثل الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة لرمل جامعة

	كتلته الحجمية(kg/m3)	
نوع الرمل	**الظاهرية**	**المطلقة**
رمل جامعة		**2.6**

3- تجربة مكافئ الرمل:

عند اجراء تجربة المكافئ الرملي تحصلنا على النتيجة التالية:

ESP= ES= (h'2/h1) x100%

ESP= ES= (9 / 12) x 100

ESP= ES= 75%

1-2- نتائج التجارب على الحصى:

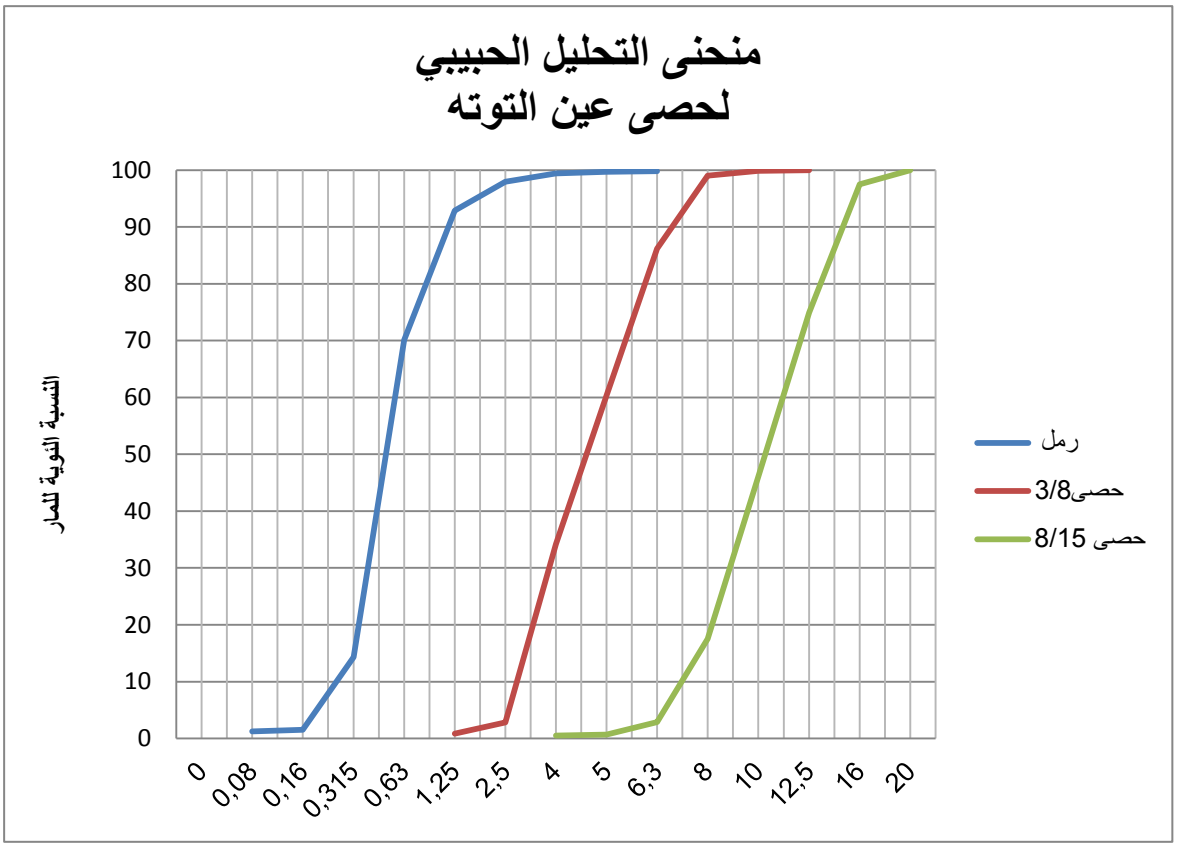
اولا: منطقة عين التوتة:

1- تجربة التحليل الحبيبي :

عندما أجرينا تجربة التحليل الحبيبي على عينة من حصى عين التوتة 3/8 وزنها 3Kg و8/15 وزنها 5Kgتحصلنا على النتائج التالية:

الجدول (16) يمثل نتائج التحليل الحبيبي لحصى منطقة عين التوتة

	حصى عين توتة 8/15				حصى عين توتة 3/8				رمل جامعة			
اقطار الغرابيل	كتلة الحصى الباقية (g)	المجموع (g)	نسبة الحصى الباقية (%)	لنسبة الحصى المارة (%)	كتلة الحصى الباقية (g)	المجموع (g)	لنسبة الحصى الباقية (%)	نسبة الحصى المارة (%)	كتلة الرمل الباقية(g)	المجموع (g)	نسبة الرمل الباقية (%)	نسبة الرمل المارة (%)
20	0	0	0	100								
16	125	125	2.5	97.5								
12.5	1130	1255	25.1	74.9	0	0	0	100				
10	1445	2700	54	46	5	5	0.10	99.84				
8	1425	4125	82.5	17.5	25	30	1	99				
6.3	730	4855	97.1	2.9	385	415	13.83	86.17	2.98	2.38	0.149	99.951
5	110	4965	99.3	0.7	775	1190	39.67	60.33	3.50	6.48	0.324	99.676
4	10	4975	99.5	0.5	785	1975	65.83	34.17	4.76	11.24	0.562	99.438
2.5					940	2915	97.17	2.83	29.80	41.04	2.052	97.948
1.25					60	2975	99.17	0.83	102.24	143.28	7.164	92.836
0.63									453.60	596.88	29.844	70.156
0.315									1116.86	1713.74	85.687	14.313
0.16									252.16	1965.90	98.295	1.705
0.08									6.20	1972.10	98.605	1.395



منحنى لتجربة التحليل الحبيبي لحصى عين التوتة ورمل جامعة

2- تجربة الكتلة الحجمية:

من خلال تجربة الكتلة الحجمية للحصى تحصلنا على النتائج التالية:

الجدول (17) يمثل الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة لحصى عين التوتة

	كتلتها الحجمية(g/cm3)	
نوع الحصى	الظاهرية	المطلقة
حصى 3/8	1.76	2.56
حصى 8/15	1.66	2.65

3- تجربة لوس انجلوس:

بعد وضع الحصى في الة لوس انجلوس من اجل معرفة قدرة تحمل الحصى وجدنا مايلي:

الجدول (18) يمثل مقاومة التاثير ومقاومة التاكل في وجود الماء لحصى عين التوتة

الخصائص	الحصى 3/8 و 8/15
LA%	23.85
MDE%	19.73

LA:مقاومة التأثير

MDE: مقاومة التآكل في وجود الماء

4- تجربة النقاوة:

بعد القيام بتجربة تنظيف الحصى(النقاوة) تحصلنا على النتيجة التالية:

الجدول (19) يمثل نسبة نقاوة حصى عين التوتة

	الحصى 3/8 و 8/15
نسبة الشوائ %	0.6

5- تجربة امتصاص الماء:

يعد اجراء تجربة امتصاص الماء تحصلنا على النتيجة التالية:

نسبة امتصاص الماء = % 1

ثانيا: منطقة بسكرة

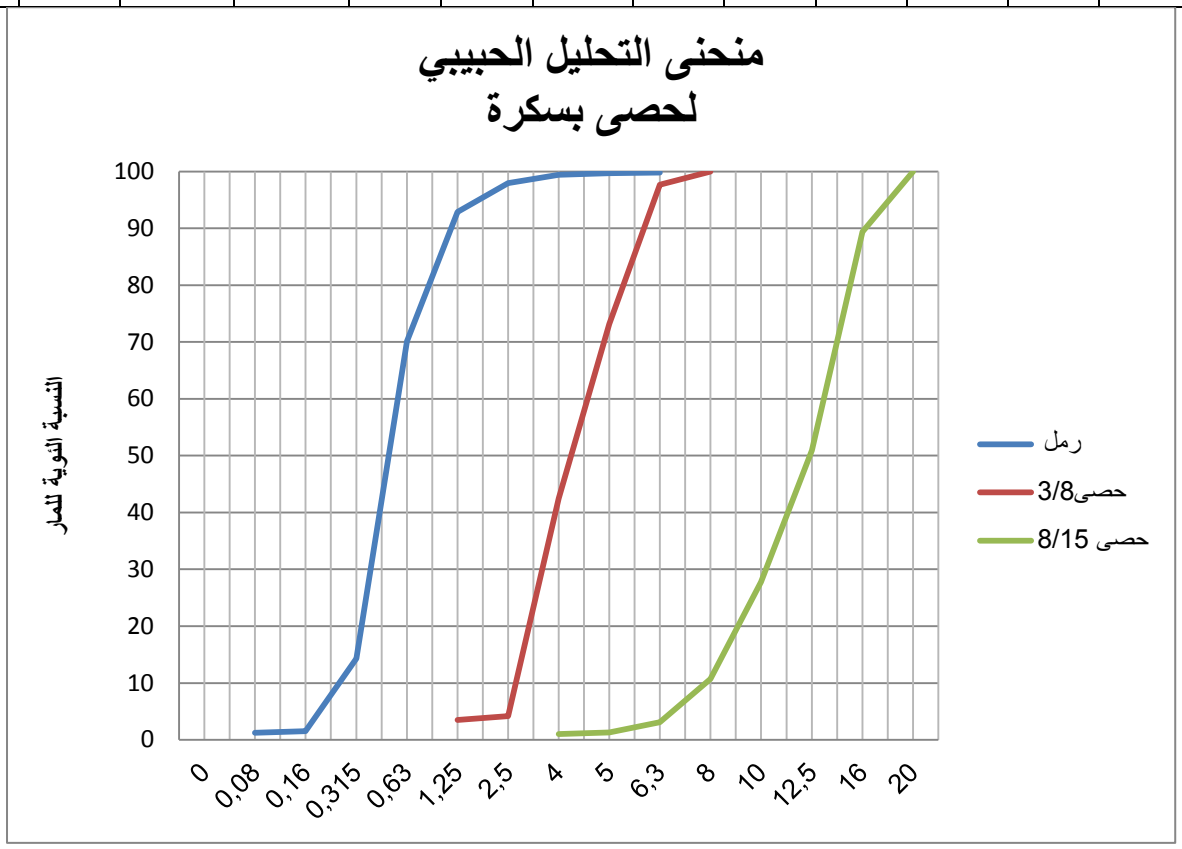
1- تجربة التحليل الحبيبي:

عندما أجرينا تجربة التحليل الحبيبي على عينة من حصى بسكرة 3/8 وزنها 3Kgو8/15 وزنها 5Kg تحصلنا على النتائج التالية:

الجدول (20) يمثل نتائج التحليل الحبيبي لحصى بسكرة

	حصى بسكرة 8/15				حصى بسكرة 3/8				رمل جامعة			
اقطار الغرابيل	كتلة الحصى الباقية (g)	المجموع (g)	نسبة الحصى الباقية (%)	لنسبة الحصى المارة (%)	كتلة الحصى الباقية (g)	المجموع (g)	لنسبة الحصى الباقية (%)	نسبة الحصى المارة (%)	كتلة الرمل الباقية (g)	المجموع (g)	نسبة الرمل الباقية (%)	نسبة الرمل المارة (%)
20	0	0	0	100								
16	530	530	10.6	89.4								
12.5	1925	2455	49.1	50.9								
10	1185	3640	72.8	27.8								
8	825	4465	89.3	10.7	0	0	0	100				
6.3	380	4845	96.9	3.1	70	70	2.33	97.67	2.98	2.38	0.149	99.951
5	90	4935	98.7	1.3	735	805	26.83	73.17	3.50	6.48	0.324	99.676
4	15	4950	99	1	920	1725	57.5	42.5	4.76	11.24	0.562	99.438

97.948	2.052	41.04	29.80	4.17	95.83	2875	1150					2.5
92.836	7.164	143.28	102.24	3.5	96.5	2895	20					1.25
70.156	29.844	596.88	453.60									0.63
14.313	85.687	1713.74	1116.86									0.315
1.705	98.295	1965.90	252.16									0.16
1.395	98.605	1972.10	6.20									0.08



منحنى لتجربة التحليل الحبيبي لحصى بسكرة ورمل جامعة

2- تجربة الكتلة الحجمية:

من خلال تجربة الكتلة الحجمية للحصى تحصلنا على النتائج التالية:

الجدول (21) يمثل الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة لحصى بسكرة

	كتلتها الحجمية(g/cm3)	
نوع الحصى	الظاهرية	المطلقة
حصى 3/8	1.6	2.53
حصى 8/15	1.49	2.56

3- تجربة لوس انجلوس:

بعد وضع الحصى في الة لوس انجلوس من اجل معرفة قدرة تحمل الحصى وجدنا مايلي:

الجدول (22) يمثل مقاومة التاثير ومقاومة التاكل في وجود الماء لحصى بسكرة

الخصائص	الحصى 3/8 و 8/15
LA%	26.11
MDE%	24.27

LA:مقاومة التأثير

MDE: مقاومة التآكل في وجود الماء

4- تجربة النقاوة:

بعد القيام بتجربة تنظيف الحصى(النقاوة) تحصلنا على النتيجة التالية:

الجدول (23) يمثل نسبة نقاوة حصى بسكرة

	الحصى 3/8 و 8/15
نسبة الشوائب %	2.04

5- تحربة امتصاص الماء:

يعد اجراء تجربة امتصاص الماء تحصلنا على النتيجة التالية:

نسبة امتصاص الماء = 5.2 %

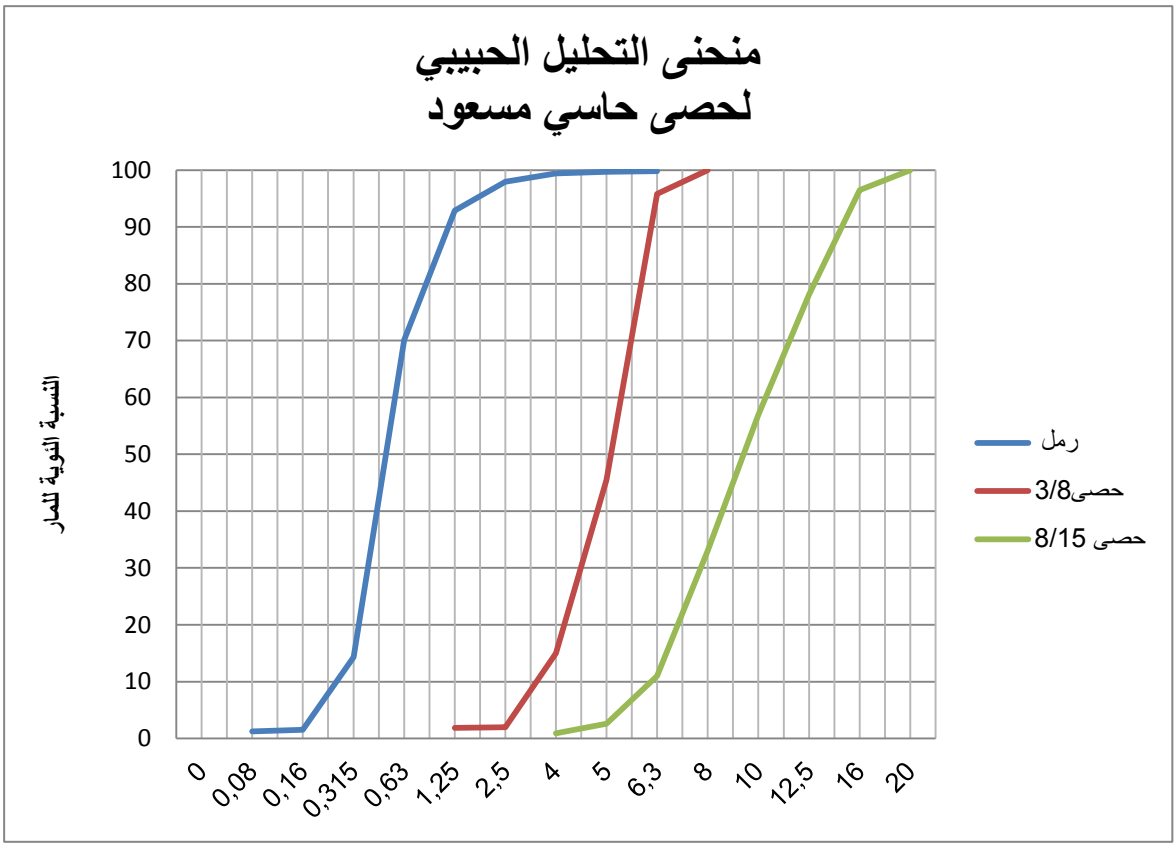
ثالثا: منطقة حاسي مسعود:

1-تجربة التحليل الحبيبي :

عندما أجرينا تجربة التحليل الحبيبي على عينة من حصى عين التوتة 3/8 وزنها 3Kg و 8/15وزنها 5Kg تحصلنا على النتائج التالية:

الجدول (24) يمثل نتائج التحليل الحبيبي لحصى حاسي مسعود

	حصى حاسي مسعود 8/15				حصى حاسي مسعود 3/8				رمل جامعة			
اقطار الغرابيل	كتلة الحصى الباقية (g)	المجموع (g)	نسبة الحصى الباقية (%)	لنسبة الحصى المارة (%)	كتلة الحصى الباقية (g)	المجموع (g)	لنسبة الحصى الباقية (%)	نسبة الحصى المارة (%)	كتلة الرمل الباقية (g)	المجموع (g)	نسبة الرمل الباقية (%)	نسبة الرمل المارة (%)
20	0	0	0	100								
16	175	175	3.5	96.5								
12.5	920	1095	21.9	78.1								
10	1060	2155	43.1	56.9								
8	1195	3350	67	33	0	0	0	100				
6.3	1105	4455	89	11	125	125	4.17	95.83	2.98	2.38	0.149	99.951
5	415	4870	97.4	2.6	1510	1635	54.5	45.5	3.50	6.48	0.324	99.676
4	85	4955	99.1	0.9	915	2550	85	15	4.76	11.24	0.562	99.438
2.5	10	4965	99.3	0.7	390	2940	98	2	29.80	41.04	2.052	97.948
1.25					5	2945	98.16	1.84	102.24	143.28	7.164	92.836
0.63									453.60	596.88	29.844	70.156
0.315									1116.86	1713.74	85.687	14.313
0.16									252.16	1965.90	98.295	1.705
0.08									6.20	1972.10	98.605	1.395



منحنى لتجربة التحليل الحبيبي لحصى حاسي مسعود ورمل جامعة

2- تجربة الكتلة الحجمية:

من خلال تجربة الكتلة الحجمية للحصى تحصلنا على النتائج التالية:

الجدول (25) يمثل الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة لحصى حاسي مسعود

	كتلتها الحجمية(g/cm3)	
نوع الحصى	الظاهرية	المطلقة
حصى 3/8	1.58	2.5
حصى 8/15	1.57	2.52

3- تجربة لوس انجلوس:

بعد وضع الحصى في الة لوس انجلوس من اجل معرفة قدرة تحمل الحصى وجدنا مايلي

الجدول (26) يمثل مقاومة التاثير ومثاومة التاكل في وجود الماء لحصى حاسي مسعود

الخصائص	الحصى 3/8 و 8/15
LA%	32.18
MDE%	30.40

LA:مقاومة التأثير

MDE: مقاومة التآكل في وجود الماء

4- تجربة النقاوة:

بعد القيام بتجربة تنظيف الحصى(النقاوة) تحصلنا على النتيجة التالية:

الجدول(27) يمثل نسبة نقاوة حصى حاسي مسعود

	الحصى 3/8 و8/15
نسبة الشوائب %	3.73

5- تحربة امتصاص الماء:

يعد اجراء تجربة امتصاص الماء تحصلنا على النتيجة التالية:

نسبة امتصاص الماء = % 6.6

1-3- التجارب على الخراسنة:

اولا: منطقة عين التوتة:

1- تجربة مخروط ابرامز:

من خلال تجربة التحليل الحبيبي نتحصل عل يم مكونات الخرسانة لمخروط أبرامز ذو أبعاد (10x20x30) كما هو مبين:

ونقوم بملاحظة هبوط الخلطة الخرسانة الطازجة

حصى (3/8) Kg 1.071:

حصى (8/15) Kg 6.537:

اسمنت Kg 2.606:

رمل Kg 4.239:

ماء L 1.303:

نلاحظ ان الهبوط في هذه الخلطة يقدر بcm 10.2:

2- تجربة انضغاط الخرسانة:

من خلال تجربة التحليل الحبيبي نتحصل على قيم مكونات الخرسانة لكل قالب مكعب بطول ضلع 15cm كما هو مبين:

حصىKg (3/8):0.658

حصى (8/15) Kg 4.0132:

اسمنتKg 1.6:

رملKg 2.6028:

ماءL 0.8:

نقوم بتجربة الانضغاط على القوالب التي قمنا بصبها عند فترات زمنية محددة ونحصل على النتاج المبينة في الجدول التالي:.

الجدول (28) يمثل نتائج مقاومة الضغط لخرسانة المستخدم فيها حصى عين التوتة

	7 أيام		14 يوم		28 يوم	
	MPa	KN	MPa	KN	MPa	KN
العينة01	19.4	463.7	22.2	499.6	30.4	684.3
العينة02	19.2	432.1	23.1	519.9	29.9	672.9
العينة03	18.9	425.4	21.7	488.4	31.2	702.2

ثانيا:منطقة بسكرة:

1- تجربة مخروط ابرامز:

من خلال تجربة التحليل الحبيبي نتحصل عل يم مكونات الخرسانة لمخروط أبرامز ذو أبعاد (30/20/10) كما هو مبين:

ونقوم بملاحظة هبوط الخلطة الخرسانة الطازجة

حصى (3/8)Kg 1.791:

حصى (8/15)Kg 7.004:

اسمنت Kg 2.606:

رمل Kg 2.606:

ماء L 1.303:

نلاحظ ان الهبوط في هذه الخلطة يقدر بـ8.5cm:

2- تجربة انضغاط الخرسانة:

من خلال تجربة التحليل الحبيبي نتحصل على قيم مكونات الخرسانة لكل قالب مكعب طول ضلعه 15cm كما هو مبين:

حصى (3/8)Kg1.1:

حصى (8/15)Kg4.3:

اسمنتKg1.6:

رملKg1.6 :

ماء L0.8:

نقوم بتجربة الانضغاط على القوالب التي قمنا بصبها عند فترات زمنية محددة ونحصل على النتاج المبينة في الجدول التالي:

الجدول (29) يمثل نتائج مقاومة الضغط لخرسانة المستخدم فيها حصى بسكرة

	7 أيام		14 يوم		28 يوم	
	MPa	KN	MPa	KN	MPa	KN
العينة01	16.6	374.1	24.1	542.4	26.2	589.7
العينة02	18.6	419	22.7	510.9	27.1	609.9
العينة03	15.6	351.6	23.2	522.1	25.4	571.7

ثالثا: منطقة حاسي مسعود:

1- تجربة مخروط ابرامز:

من خلال تجربة التحليل الحبيبي نتحصل عل يم مكونات الخرسانة لمخروط أبرامز ذو أبعاد (10x20x30) كما هو مبين:

ونقوم بملاحظة هبوط الخلطة الخرسانة الطازجة

حصى(3/8)Kg 1.250:

حصى (8/15)Kg 6.792:

اسمنت Kg 2.606:

رمل Kg 3.522:

ماء L 1.303:

نلاحظ ان الهبوط في هذه الخلطة يقدر بcm 4:

2- تجربة انضغاط الخرسانة:

من خلال تجربة التحليل الحبيبي نتحصل على قيم مكونات الخرسانة لكل قالب مكعب طول ضلعه 15 cmكما هو مبين:

حصى (3/8)Kg 0.7675:

حصى (3/15)Kg 4.17:

اسمنتKg 1.6:

رملKg 2.1625:

ماءL 0.8:

نقوم بتجربة الانضغاط على القوال التي قمنا بصبها عند فترات زمنية محددة ونحصل على النتاج المبينة في الجدول التالي:

الجدول (30) يمثل نتائج مقاومة الضغط لخرسانة المستخدم فيها حصى حاسي مسعود

	7 ايام		14 يوم		28 يوم	
	MPa	KN	MPa	KN	MPa	KN
العينة01	15.7	353.3	24.8	585.2	28.4	639.2
العينة02	14.8	333.1	20.6	463.6	25.1	565.8
العينة03	19.1	362.3	21.2	477.3	26.7	600.9

2- مناقشة النتائج:

تجربة الكتلة الحجمية:

بعد اجراء تجربة الكتلة الحجمية التي قمنا بدراستها لاحظنا مايلي:

- في جميع أنواع الحصى الكتلة الحجمية المطلقة اكبر من الكتلة الحجمية الظاهرية
- الكتلة الحجمية الظاهرية و المطلقة في الحصى (3/8) اكب من الحصى(8/15)
- افضل قيمة للكتلة الحجمية للحصى المدروسة هي حصى عين التوتة تليها حصى بسكرة ثم حصى حصى حاسي مسعود
- يوجد تقارب كبير في النتائج المتحصل عليها للكتلة الحجمية المطلقة

تجربة المكافئ الرملي:

بعد اجراء تجربة المكافئ الرملي على رمل جامعة نتحصل على قيمة المكاف الرملي له ESP= ES= 75%

ولدينا الجدول التالي الذي يوضح نوعية وطبيعة الرمل لكل قيمة للمكافئ الرملي حيث:

الجدول (31) يمثل نوعية وطبيعة الرمال بالنسبة لقيم المكافئ الرملي

نوعية و طبيعة الرمال	Es	Esv
"الرمل الطيني" خطر الانكماش أو التورم. ليتم رفضه بسبب جودة الخرسانة	Es<60	Esv<65
"رمل طيني قليلاً" ذو نظافة مقبولة للخرسانة عالية الجودة عندما لا يكون هناك خوف معين من الانكماش	60<Es<70	75>Esv>65
"الرمل النظيف" بنسبة منخفضة من الطين الناعم يعتبر مثاليًا للخرسانة عالية الجودة	70<Es<80	80>Esv>75
"الرمل النظيف للغاية" الغياب شبه التام للطين الناعم قد يؤدي إلى خلل في	Es>80	Esv>85

اللدونة للخرسانة والتي يجب تصحيحها عن طريق زيادة جرعة الماء.		

بمقارنة النتيجة المتحصل عليها من التجربة و الجدول أعلاه نستنتج ان الرمل المدروس رمل نظيف وذو نسبة ضعيفة من الغضار وهو رمل مثالي للخرسانة ذات النوعية العالية

تجربة النقاوة (نظافة الحصى):

بعد اجراء تجربة النقاوة على النواع الثلاثة للحصى وجدنا قيم متفاوتة من نسبة الشوائب في الحصى فكانت النتائج: بالنسبة لحصى عين التوتة % 0.6 و بالنسبة لحصى بسكرة % 2.04 وبالنسبة لحصى حاسي مسعود % 3.73

فلاحظنا من خلال النتائج ما يلي:

- حصى عين التوتة اقل نسبة شوائب من الأنواع الأخرى
- تعد حصى عين التوتة من افضل الأنواع الصالحة للبناء

تجربة امتصاص الماء:

بعد تجربة امتصاص وجدنا ان حصى عين التوتة قليل الامتصاص وهذا ما يدل على متانته وجودة نوعيته لانه يمنع مرور الموائع

تجربة لوس انجلوس:

بعد اجراء تجربة لوس انجلوس على الأنواع الثلاثة من الحصى (حصى عين التوتة, حصى بسكرة, حصى حاسي مسعود) نلاحظ ما يلي:

- مقاومة التاكل في وجود الماء افضل من مقاومة التاكل في عدم وجودهفي الانواع الثلاثة
- من ناحية التصنيف حسب الجودة لمقاومة التأثيرات والصدمات فيعد حصى عين التوتة بالدرجة الأولى يليه حصى بسكرة اما حصى حاسي مسعود فيعد الأكثر عرضة للتأكل مقارنة بالأنواع الأخرى

تجربة التشغيلة (مخروط ابرامز):

بعد القيام بصب الخلطات الخرسانية في مخروط ابرامز لدراسة تشغيلةالخراسنة ومقدار الهبوط لكل منطقة من المناطق الثلاثة تحثلنا على ما يلي:

- مقدار الهبوط للخلطة الخرسانية لحصى عين التوتةcm 10.2:
- مقدار الهبوط للخلطة الخرسانية لحصى بسكرةcm 8.5:
- مقدار الهبوط للخلطة الخرسانية لحصى حاسي مسعودcm 4:

من خلال تتبع الهبوط لكل خلطة نلاحظ ما يلي:

- الخلطة الخرسانية لحصى حاسي مسعود اكثر قوام من الخلطات الأخرى
- بما ان قيمة الهبوط في الخلطة الخرسانية لحصى عين التوتة (10.2 cm) فان الخرسانة تعتبر بلاستيكية للغاية
- اما بالنسبة الخلطة الخرسانية لحصى بسكرة (8.5 cm) فتعتبر بلاستيكية فقط

- اما بالنسبة للخلطة الخرسانية لحصى حاسي مسعود (4 cm) فتعتبر متينة

تجربة انضغاط الخرسانة:

1- عينات القوالب الخرسانية بعمر 7 ايام:

من خلال نتائج مقاومة الخرسانة للضغط نستنتج القيم المتوسطة للمقاومة لكل عينة كما التالي:

الجدول (32) يمثل القيم المتوسطة لمقاومة الخرسانة للضغط عند 7 ايام

	عين التوتة		بسكرة		حاسي مسعود	
	Mpa	KN	Mpa	KN	Mpa	KN
القيمة المتوسطةللمقاومة	19.2	440.4	17	381.6	16.53	416.23

توصلنا من الجدول الي الفرق في مقاومة الخرسانة للضغط خلال 7 ايام حيث ان العينات المستعمل فيها حصى عين التوتة حقق نتيجة اعلى من الانواع الأخرى بعد 7 أيام من صب القوالب اما العينات الأخرى فكانت نتائجهم متقاربة الي حد كبير الا ان العينات المستعملة فيها حصى بسكرة افضل من العينات المستعملة فيها حصى حاسي مسعود بنسبة قليلة

2- عينات القوالب الخرسانية بعمر 14 يوم:

من خلال نتائج مقاومة الخرسانة للضغط نستنتج القيم المتوسطة للمقاومة لكل عينة كما التالي:

الجدول (33) يمثل القيم المتوسطة لمقاومة الخرسانة للضغط عند 14 يوم

	عين التوتة		بسكرة		حاسي مسعود	
	Mpa	KN	Mpa	KN	Mpa	KN
القيمة المتوسطةللمقاومة	22.3	502.63	23.3	525.13	22.2	508.7

من خلال الجدول نتوصل الي الفرق في مقاومة الخرسانة للضغط خلال 14 يوم حيث وجدنا ان القيم متقاربة بين (22 Mpa الى23 Mpa) ومن (502 KN الى 525 KN) وبالتالي نستنتج ان مقاومة الخرسانة وصلت الي حد المقاومة من 75% الى 85%

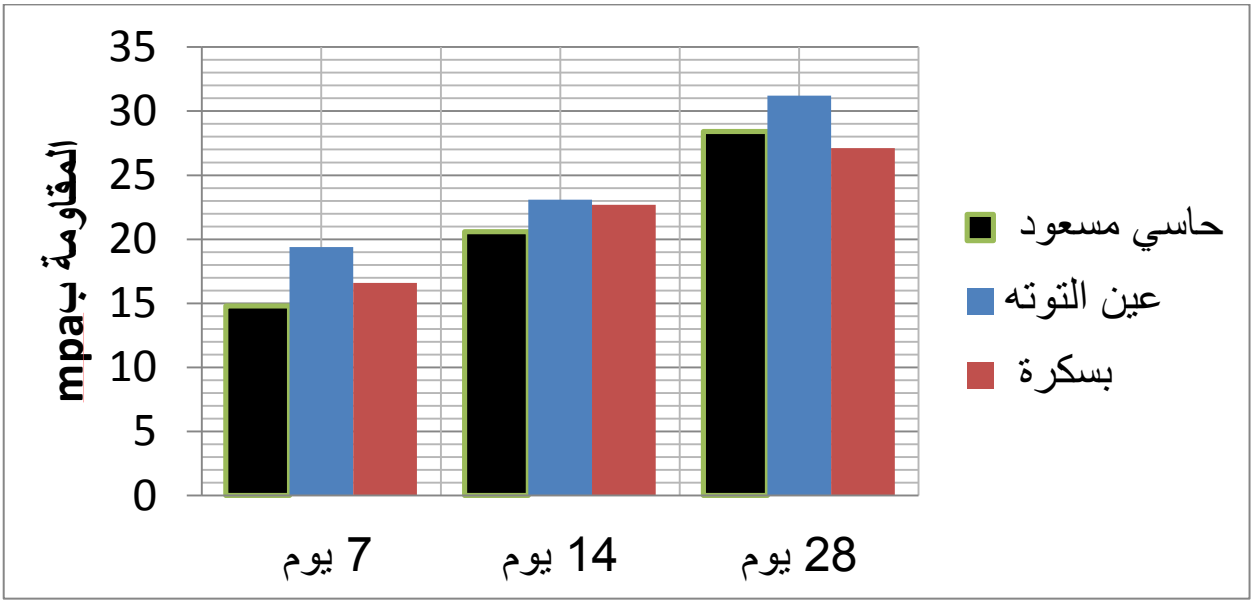
3- عينات القوالب الخرسانية بعمر 28 يوم:

من خلال نتائج مقاومة الخرسانة للضغط نستنتج القيم المتوسطة للمقاومة لكل عينة كما التالي:

الجدول (34) يمثل القيم المتوسطة لمقاومة الخرسانة للضغط عند 28 يوم

	عين التوتة		بسكرة		حاسي مسعود	
	Mpa	KN	Mpa	KN	Mpa	KN
القيمة المتوسطة للمقاومة	30.53	686.47	26.23	590.43	26.73	632.3

من خلال الجدول نلاحظ ان نتائج مقاومة الضغط لعينة عين التوتة هي افضل النتائج والعينات الأخرى متقاربة من حيث النتيجة وهذا راجع الي جودة الحصى ومتانتهالأنه هو المتغير او الزيادة المتفاوتة في الكمية وان مقاومة الخرسانة وصلت من 90% الى 100% أي ان النتيجة جيدة ومقبولة



أعمدة بيانية تمثل مقارنة بين مقاومة الضغط للخرسانة المستخدم فيها حصى المناطق الثلاثة عند (7 أيام ,14 يوم ,28 يوم)

خـــاتمة

خاتمة:

– – تهدف هذه الدراسة إلى مقارنة و إظهار الفرق بين مختلف أنواع الحصى وخصائص كل نوع المستعمل في منطقة الوادي من بينها حصى بسكرة و حصى عين التوتة وحصى حاسي مسعود والمستعمل في مجال الخرسانة والبناء والطرقات ومجالات متعددة .

– وكذالك رمل محاجر منطقة جامعة وجدنا من نتائج تجربة انه مقبول نسبيا ،عوض رمل الصحراء او رمل الشاطئ أو الوديان أو الذي يشكل مجزرة بيئية التى من الصعب إيجاد لها حل .

– تمكنا من معرفة مختلف خصائص كب نوع من الحصى المستعمل وذلك بالاطلاع على ابحاب باحثين في هذا المجال .

– كبداية قمنا بإنجاز عدة تجارب على الخرسانة بإستعمال كل نوع من الأنواع المختارة من الحصى المستعمل بغيت التعرف على نوعيتها ومقاومتها وإبراز خصائصها .

– الرمل الذي إستعمل في هذه الدراسة هو رمل الأصفر رمل منطقة جامعة ، وحسب الملاحظات التي برزت من التجارب لاحظنا أن نوعية الرمل جيدة وصالحة لإنتاج خرسانة بأنواع عدة من الحصى

– بعد وضع كل نوع من الحصى في الخلطة الخرسانية لوحظ أن بإستعمال حصى عين التوتة أعط تقييم جيدا لمقاومة الضغط بحيث وصلت المقاومة من % 90 إلى % 100

– وبإستعمال العينات أنواع الحصى الأخرى أعطى نسب متقاربة.

– من خلال النتائج المتحصل عليها يمكن أن نعمم من مقارنة الحصى المستعمل في الخرسانة لمنطقة الوادي أن حصى عين التوتة ذو جودة جيدة وذلك من خلال إعطاء قدرة مقاومى عالية ، وهو الهدف المراد الحصول عليه من دراستنا المقارنة .

– وكنتيجة لهذا البحث نتمنى أن نكون قد وفينا في تثمين هذا المورد (الحصى) وإبراز خصائصه وبينا أوجه تشابه والإختلاف وبينا أيهم أحسن جودة لإستعمال وتعميمه في مجالات الإنشاء المتعددة .

– أملنا كبير أن نكون قد وفينا و وفقنا في عملنا هذا إلى حد ما ونأمل أن نكون أيضا أننا لم نقصر في جانب من جوانب هذا البحث ونأمل أن يتواصل البحث في هذا المجال والاهتمام به أكثر

قائمة المراجع

قائمة المراجع:

[1]- أ.د /محمود إمام تصميم الخلاطات الخرسانية الباب الخامس

[2]-مرجع :التصنيف الحبيبي لعينات من الرمل لمنطقة أنقوسة ورقلة من إعداد الطالبة إكرام حفاف نوقشت في تاريخ27/06/2019

[3]-المرجع :المساهمة في تحسين خصائص خرسانة الرمل بإستعمال موارد رملية جديدة في وادي سوف من إعداد ضو عمار و بن عمار إبراهيم نوقشت بتاريخ 16/06/2019

[4]-مذكرة لنيل شهادة الماستر في الهندسة المدنية بعنوان المساهمة في تحسين الخصائص الميكانيكية للخرسانة العادية لرمل الكثبان بواسطة التصحيح الحبيبي لطالبتين عزوز سمية وفايزي هناء ، نوقشت بتاريخ 25/06/2020

Engineering Research Journal, Minoufiya University, Vol. 37, No. 2, April 2014

[5]-المهندس المدني المجاز باسل حمودي حمد
من متطلبات الحصول على درجة مهندس استشاري في الهندسة المدينة
http://cmguide.org/arabic/?p=31
https://gmengoffice.com/building-materials/#rtoc-1

[6]-مجلة الكوفة الهندسية الرقم الدولي الموحد 2071_5528 طبع في العراق
المجلد الرابع العدد الاول صفحات البحث (1إلى 15) 2012

This PDF was created using the sonic PDF creator .to remove this watermark , please license this product at www.investintech.com 2010

https://www.scribd.com/document/396512226/%D8%A7%D9%84%D8%B1%D9%83%D8%A7%D9%85-docx docx الركام PDF

https://valenteshop.ru/.

[7]-جامعة الانبار كلية الهندسة قسم الهندسة المدنية تكنولوجيا الخرسانة إعداد تدريسي ل محمد حمود مهنا 2020/2019

Neville , A.M . , (1995) , Properties of Concrete , Pitman Pub .

Abdul Majed , N.Z . , (2000) . " The influence of aggregate properties on strength of concrete " , Series on K - Economy in Malaysia , www . Geocities.com / nikzzafri / conagg . Html .

[8]-أ .د./محمود إمام الاستاذ بقسم الهندسة الانشائية كلية الهندسة جامعة المنصورة
د/محمد أمين المدرس بقسم الهندسة المدنية معهد العالى للهندسة والتكنولوجيا

رقم الإيداع بدار الكتب :3644/2007

[9]https://www.facebook.com/1131138057021764/posts/1421621751306725/?app=fbl
https://www.scribd.com/document/540857902

[10]https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://fac.umc.edu.dz/fstech/TRONC/tp_mdc.pdf&ved=2ahUKEwiOst6QxL33AhWHfMAKHbUyCMYQFnoECAgQAQ&usg=AOvVaw1AjrZF1TnLgnwkoH8tgopC

[11]https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.cours-genie-civil.com/wp-
[12]content/uploads/TP3_stsbat1ANALYSE_GRANULO_laboratoire_materiaux.pdf&ved=2ahUKEwiuo8nVvL73AhXE5KQKHQg2DxMQFnoECAQQAQ&usg=AOvVaw3so8cZvHxFsKQBtI890RUF

[13] https://www.scribd.com/document/284279762/TP-N4-Equivalent-de-sable-doc

[14] https://www.scribd.com/document/487913342/EQUIVALENT-DE-SABLE-pdf

[15] http://staff.univ-batna2. dz/sites/default/files/bougla da_ mohammedsalah/files/tp-mdc-e ssai-d-affais sement-l3-gc.pdf

[16] https://www.scribd.com/doc/407467876

[17]https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.academia.edu/48859482/Les_Essais_De_Laboratoire_Sur_Mat%25C3%25A9riaux_De_Construction&ved=2ahUKEwiPm_iIj8f3AhWZ_7sIHaLiBf04ChAWegQIDxAB&usg=AOvVaw21IInL0-Nzf3gazWvjwIFT

[18] https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://thesis.un v-biskra.dz/1107/5/ Chapitre%252003 .pdf&ved=2ahUKEwjHltbP3cn3AhXvzoUKHZsABlwQFnoECE0QAQ&usg=AOvVaw2AUd_b7NDiJwrAOyCfT5G1

[19] https://www.scribd.com/document/482454673/faculty-session-pdf1186-ar-pdf

[20]https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://fac.umc.edu.dz/fstech/TRONC/tp_mdc.pdf&ved=2ahUKEwiOst6QxL33AhWHfMAKHbUyCMYQFnoECAgQAQ&usg=AOvVaw1AjrZF1TnLgnwkoH8tgopC[1]

[21] https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.cours-genie-civil.com/wp-content/uploads/TP3_stsbat1ANALYSE_GRANULO_laboratoire_materiaux.pdf&ved=2ahUKEwiuo8nVvL73AhXE5KQKHQg2DxMQFnoECAQQAQ&usg=AOvVaw3so8cZvHxFsKQBtI890RUF

[22]https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://fac.umc.edu.dz/fstech/TRONC/tp_mdc.pdf&ved=2ahUKEwiOst6QxL33AhWHfMAKHbUyCMYQFnoECAgQAQ&usg=AOvVaw1AjrZF1TnLgnwkoH8tgopC[1]