الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشهيد حمة لخضر الوادي
كلية التكنولوجيا
قسم الري والهندسة المدنية

رقم الترتيب:
رقم التسلسل:

مذكرة تخرج

لنيل شهادة ماستر أكاديمي
ميدان: الهندسة المدنية
شعبة: هندسة مدنية
تخصص: مواد في الهندسة المدنية

الموضوع

المقارنة بين المقاومة الميكانيكية التطبيقية والنظرية للخرسانة لثلاثة أنواع من الرمل لولاية الوادي

من إعداد الطالبات
مختاري ليلة
خنوفة هدى
علاق الخنساء
بن عمارة هندة

اشراف الدكتور
بدادي العيد

نوقشت يوم 14 /2022/06 من طرف :

الأستاذ طارق جديد	أستاذ محاضر قسم (أ)	رئيس اللجنة
الأستاذ فطحيزة علي بوبكر	أستاذ متعاقد	عضو اللجنة
الأستاذ بدادي العيد	أستاذ مساعد قسم (ب)	مشرف

دفعة جـــــــــوان: 2022

تشكـــــــــــــــرات

أول من يشكر اناء الليل وأطراف النهار هو العلي القهار، الاول والاخر والظاهر والباطن، الذي اغرقنا بنعمه التي لا تحصى، واغدق علينا برزقه الذي لا يفنى، وانار دروبنا، فله جزيل الحمد والثناء العظيم، هو الذي انعم علينا اذ ارسل فينا عبده ورسوله " محمدا بن عبد الله " عليه ازكى الصلوات واطهر التسليم، ارسله بقرآنه المبين، فعلمنا ما لم نعلم، وحثنا على طلب العلم اينما وجد.لله الحمد كله والشكر كله ان وفقنا وألهمنا الصبر على المشاق التي واجهتنا لانجاز هذا العمل المتواضع.والشكر متواصل الى كل معلم افادنا بعلمه، من اولى المراحل الدراسية حتى هذه اللحظة، كما نرفع كلمة الشكر لادارة الجامعة و **الدكتور المشرف" بدادي العيد** " الذي ساعدنا على انجاز بحثنا، كما نشكر كل من مد لنا يد العون من قريب او بعيد، ونخص بالذكر " **مخبر نيزولاب " والطالبان " حاقة قيس " و" ميسه علي** " الذين لم يبخلو علينا بمجهوداتهم ونصائحهم وارشاداتهم، ونشكر كل اساتذة وعمال قسم الهندسة المدنية وكلية التكنولوجياكما نختص بالشكر اللجنة المناقشة .

وفي الاخير لا يسعنا الا ان ندعو الله عز وجل ان يرزقنا السداد والرشاد والعفاف والغنى وان يجعلنا هداة مهدين.

الإهـــــداء

نهدي هذا العمل الى تلك الافواه الضاحكة والنظرات الساخرة ،الى كل من ظن ان المرأة لا يمكن ان تكون في مجال الهندسة المدنية ، الى روحنا المبدعة المثابرة الصابرة التي كانت ولا زالت قوية اليوم وطيلة مشوارنا الدراسي ، الى الوالدين الكريمين حفظهما الله وادامهما لنا ،الى اخوتي واخواتي الذين ساندونا ولا يزالو، الى صديقاتي الذين اشهد لهم انهم نعم الرفقاء في جميع الامور ، الى كل قسم الهندسة المدنية والادارة وجميع دفعة 2022 جامعة حمة لخضر بالوادي ، الى كل طاقم العمل مكتب الدراسات الهندسية و الاستشارات الفنية و التقنية العمارة بتقرت .

كما نهدي هذا العمل الى الروح الراحلة الطاهرة التي لم تفارق قلبي ابي الغالي "خنوفة مبروك".

فهرس المحتويات

تشكـــــــــــــــرات .....
الإهـــــــداء .....
فهرس المحتويات .....
قائمة الأشكال i
قائمة الجداول ii
الملخص .....
Summary .....
Résumé : .....
مقدمـــــــة عامة 1

الجزء النظري

الفصل الأول: عموميات والخصائص الأساسية للخرسانة

1- تعاريف الخرسانة:..... 4
1-1 التعريف الأول: 4
1-2 التعريف الثاني: 4
2- تعريف الخرسانة العادية:..... 4
3- استعمالات الخرسانة العادية:..... 4
1-3 خرسانة الأساسات: 4
2-3 -خرسانة عادية للأرضيات:..... 4
3-3 خرسانة عادية تحت العوارض والسملات : 4
4- الخصائص الأساسية للخرسانة: 4
1-4 التشغيلية: 4
2-4 الديمومة او المتانة: 6
1-2-4 تعريف: 6
2-2-4 النفاذية:..... 6
3-4 المقاومة: 6
1-3-4- مقاومة الضغط..... 6
ب - تاثير حجم العينة:[14] ، [15] 7
الخاتمة: 8

الفصل الثاني: خصائص الركام وتأثيره على الخرسانة

مقدمة:.....10
1- الركام: 10
2- الخصائص الميكانيكية للركام: 10
3- خصائص الركام: 11
3-1- خصائص التصنيع:.....11

2-3 معامل النعومة.....12
3-3 الخصائص الجوهرية:.....14
3-3-1 الكتلة الحجمية:.....14
3-3-2 المسامية :.....14
3-3-2-1 امتصاص الماء: 14
3-3-3 مقاومة التجزئة (الصلادة):.....15
3-3-4 الخواص الحرارية للركام:.....16
3-3-4-3 هشاشة الرمل: 16
3-3-4-4 مقاومة الركام الكبير للتهشيم: 16
3-3-4-5 مقاومة الصقيع: 16
4- تاثير خصائص الحبيبات:.....17
4-1 تاثير المقاس: 17
4-2 -تأثير الشكل:.....17
4-2-1 الحبيبة:.....18
4-3 تأثير حالة السطح: 19
4-4 تأثير حسب نوع الركام:.....19
4-5 تماسك حبيبات الركام مع العجينة الاسمنتية: 19
4-6 تقرير الاسمنت:.....20
4-7 مقاومة الركـــــام:.....20
الخاتمة: 21

الجزء التطبيقي

الفصل الثالث: المواد المستعملة والتركيبة الخرسانية

مقدمة:.....24
1-مكونات الخلطة الخرسانية: 24
1-1- الرمل:.....24
1-1-1- مناطق تواجد الرمل: 24
1-1-2- أنواع الرمل المستخدم في البناء: 25
1-1-3- الخصائص الفيزيائية: 25
1-1-4- الخصائص الكيميائية للرمل: 34
1-2- الحصى: 35
1-2-1-الكتلــة الحجميــة:.....35
1-2-2- معامل إمتصاص الماء: 36
1-2-3- التحليل الحبيبي للحصى:.....36
1-3- الاسمنـت:.....39

1-3-1- الخصائص الكيميائية للإسمنت المستعمل:.....39
1-3-2- الخصائص الفيزيائية للاسمنت المستعمل:.....39
1-4- ماء الخلط:.....40
2- صياغة التركيبة الخرسانية:.....40
2-1- طريقة Dreux Gorisse :.....40
2-1-1- عرض طريقة (Dreux Gorisse):.....41
الخاتمة:.....46

الفصل الرابع: التجارب و تحليل و تفسير النتائج

مقدمة:.....48
1- نتائج ومعالجة العينات:.....48
1-1- القوالب وعينات الإختبار :.....48
1-2- تاثير أبعاد المخبرات:.....48
1-3- تأتير حجم العينات:.....48
1-4- تحضير عينات الاختبار:.....49
1-4-1- تخزين العينات:.....49
2- الاختبارات التي تم إجراؤها والنتائج والتفسيرات:.....49
2-1 - الاختبارات على الخرسانة الطازجة:.....49
2-2- اختبارات المقاومة الميكانيكية:.....51
2-2-1- اختبار ضغط:.....51
2-2-2- نتائج مقاومة الضغط:.....51
2-2-3- النتائج التطبيقية المتحصل عليها كما هي موضحة في الجدول:.....61
الإستنتاج:.....64
الخاتمة:.....64
الخاتمة العامة.....65
قائمة المراجع.....68
الملاحق.....I

قائمة الأشكال

صورة (II-1) توضح اشكال الركام الطبيعي.....10
صورة (II-2) أبعاد حبيبات الركام [22].....11
صورة (II-3) اختبار مكافئ الرمل.....12
صورة (II-5) الحفرة الموجودة على سطح الخرسانة بسبب انفجار الركام المتجمد [17] 17
صورة (II-6) يوضح شكل الحبيبات [27].....18
منحنى (II-7) يوضح تأثير نسبةG/ Cعلى مقاومة الخرسانة.....20
صورة (III-1) مكونات الخلطة الخرسانية.....24
منحنى (III-2) يوضح التحليل الحبيبي لرمل جامعة الأصفر Mf = 2.04 27
منحنى (III-3) يوضح التحليل الحبيبي لرمل جامعة الأحمر Mf = 1.80 28
منحنى (III-4) يوضح التحليل الحبيبي لرمل عسيـــــــــلة Mf = 2.10 29
صورة (III-6) تجربة الكتلة الحجمية المطلقة للرمل.....33
صورة (III-7) تجربة الكتلة الحجمية المطلقة للحصى 35
صورة (III-8) تجربة إمتصاص الماء للحصى.....36
صورة (III-9) تجربة التحليل الحبيبي للحصى.....37
منحنى (III-10) يوضح نتائج تجربة التحليل الحبيبي 8/3 و15/8 38
منحنى (III-11) يوضح نموذج مثالي وفقًا لطريقة Dreux-Gorisse 41
منحنى (III-12) يوضح نسب المواد المستعلمة في الخرسانة المكونة من رمل جامعة الأصفر 42
منحنى (III-13) يوضح نسب المواد المستعلمة في الخرسانة المكونة من رمل جامعة الأحمر 43
منحنى (III-14) يوضح نسب المواد المستعلمة في الخرسانة المكونة من رمل عسيلة 43
صورة (IV-1) يوضح العينات 49
صورة (IV-2) يوضح العينات 50
منحنى (IV-4) يوضح نتائج الضغط الخرسانة في الهواء لعينات (15*15*15).....54
منحنى (IV-5) يوضخ يوضح نتائج الضغط الخرسانة في الماء لعينات (15*15*15).....54
منحنى (IV-7) يوضح يوضح نتائج مقاومة الضغط العينة في المـــاء لعينات (15*15*15).....56
منحنى (IV-8) يوضح نتائج مقاومة الضغط العينة في الهواء لعينات (15*15*15) 57
منحنى (IV-9) يوضح نتائج مقاومة الضغط العينة في الماء لعينات (15*15*15).....58
منحنى (IV-10) يوضح نتائج مقاومة الضغط العينة في الهواء لعينات (15*15*15) 59
منحنى (IV-11) يوضح نتائج مقاومة الضغط العينة في المـــاء لعينات (15*15*15) 59

قائمة الجداول

الجدول (I-1) يوضح تقدير الهبوط بواسطة مخروط ابراهمز 5
الجدول (I-2) معادلة المقاومات التي تم الحصول عليها على مكعبات 100 وأسطوانة 133ملم و150ملم.....8
الجدول (I-3) معادلة المقاومات التي تم الحصول عليها على مكعبات 100ملم و150ملم. 8
الجدول (I-4) معادلة المقاومات التي تم الحصول عليها على إسطوانية 160 ملم × 320 ملم وعلى ابعاد مختلفة من المكعبات. 8
الجدول (II-1) معامل التسوية.....12
الجدول (II-2) مجال الاستعمال.....13
الجدول (II-3) القيم المحددة (VB) و(Ps). 13
الجدول (II-4) القيم المحددة العليا لمعامل امتصاص الماء 15
الجدول (II-5) يوضح تقسيم حبيبات الركام من حيث الشكل [28].....17
الجدول (II-6) يوضح الصفات الرئيسية للخرسانة وفقا لحبيباتها.....18
الجدول (II-7) يوضح تقسيم الركام من حيث حالة السطح [28] 19
الجدول (III-1) نتائج معامل الانحناء ومعامل الانتظام لمختلف أنواع الرمل المستعمل.....26
الجدول (III-2) التحليل الحبيبي لرمل جامعة الأصفر 27
الجدول (III-3) التحليل الحبيبي لرمل جامعة الأحمر 28
الجدول (III-4) التحليل الحبيبي لرمل عسيـــــــــلة.....29
الجدول (III-5) مجال الاستعمال 32
الجدول (III-6) نتائج المكافئ الرملي للعينات 32
الجدول (III-7) الكتل الحجمية للعينات 34
الجدول (III-8) المعايير الكيميائية.....34
الجدول (III-9) يوضح الكتلة الحجمية الظاهرية المطلقة للحصى.....35
الجدول (III-10) يوضح نتائج التحليل الحبيبي للحصى نوعG:8/15.....36
الجدول (III-11) يوضح نتائج التحليل الحبيبي للحصى نوعG:3/8.....37
الجدول (III-12) يوضح التركيبة الكيميائية للاسمنت.....39
الجدول (III-13) يوضح الفيزيائية للاسمنت 39
Fc= fc28+6MPa 41
الجدول (III-14) يوضح النسب المئوية للتركيبة 44
الجدول (III-15) يوضح النسب المئوية للتركيبة الخرسانية.....45
الجدول (IV-1) معادلة المقاومة المتحصل عليها على المكعبات 100 والاسطوانة 160 والمكعب 150. 48
الجدول (IV-2) يوضح تقدير الهبوط بواسطة مخروط ابرامس 50
صورة (IV-3) توضح قوة الضغط.....51
الجدول (IV-3) يوضح متوسط مقاومة الضغط للخرسانة المكونة من رمل جامعة الأصفر المخبرة (32x16) مع مرور الزمن 51

الجدول (IV-4) يوضح متوسط مقاومة الضغط للخرسانة المكونة من رمل جامعة الأصفر المخبرة (15x15x15) مع مرور الزمن 52
الجدول (IV-5) يوضح متوسط مقاومة الضغط للخرسانة المكونة من رمل جامعة الأصفر المخبرة (10x10x10) مع مرور الزمن 52
الجدول (IV-6) يوضح متوسط مقاومة الضغط للخرسانة المكونة من رمل جامعة الأحمر المخبرة (32x16) مع مرور الزمن 52
الجدول (IV-7) يوضح متوسط مقاومة الضغط للخرسانة المكونة من رمل جامعة الأحمر المخبرة (15x15x15) مع مرور الزمن 52
الجدول (IV-8) يوضح متوسط مقاومة الضغط للخرسانة المكونة من رمل جامعة الأحمر المخبرة (10x10x10) مع مرور الزمن 53
الجدول (IV-9) يوضح متوسط مقاومة الضغط للخرسانة المكونة من رمل عسيـــــلة المخبرة (32x16) مع مرور الزمن 53
الجدول (IV-10) يوضح متوسط مقاومة الضغط للخرسانة المكونة من رمل عسيـــــلة المخبرة (15x15x15) مع مرور الزمن 53
الجدول (IV-11) يوضح متوسط مقاومة الضغط للخرسانة المكونة من رمل عسيـــــلة المخبرة (10x10x10) مع مرور الزمن 53
الجدول (IV-12) النتائج التطبيقية للخرسانة المكونة من رمل جامعة الأصفر.....61
الجدول (IV-13) النتائج التطبيقية للخرسانة المكونة من رمل عسيلة.....62
الجدول (IV-14) النتائج التطبيقية للخرسانة المكونة من رمل جامعة الأحمر 63

الملخص

الخرسانة هي المادة الاكثر استعمالا في اعمال البناء، ومن أهم الخصائصها الميكانيكية مقاومة الضغط التي تساهم في ديمومة الخرسانة ، حيث تطرقنا الى تجارب حول المواد التي استعملناها من اجل التعرف على خصائصها الفيزيائية والكيميائية وقد استعملنا في هذه الدراسة 270 عينة لثلاث انواع من الرمل : رمل جامعة الاحمر، رمل جامعة الاصفر، رمل عسيلة. حيث تميز كل رمل بمعامل نعومة ومكافئ رمل كالتالي : رمل جامعة الاحمر (ESP=21,83; Mf=1,80) رمل جامعة الاصفر (ESP=82,56; Mf=2,04) رمل عسيلة (ESP2,10=48,88; =Mf) والهدف من هذه الدراسة هو المقارنة بين معامل المقاومة النظري لمختلف حجوم العينات النظامية (10x1010x) مكعب ، (15x15 x15) مكعب ، (16x32) إسطواني بالعلاقة التطبيقية للمقاومة عن طريق العلاقة النظرية التالية : F(15-15)=0.97 F(10-10), F(16-32)=0.90 F(10-10) ,F(16-32)=0.93 F(15-15),

حيث قمنا بإجراء اختبار الضغط على العينات الموضوعة في الماء والموضوعة في الهواء من أجل الحصول على المقاومة التطبيقية ،ومقارنتها بقيم معامل المقاومة النظري ،فمثلا عند الخرسانة المكونة من رمل جامعة الاحمر تحصلنا على النتائج

F(15-15)=0.980 F(10-10), F(16-32)=0.880 F(10-10) ,F(16-32)=0.897 F(15-15),

ومن هنا يمكننا القول بأن قيم معاملل المقاومة التطبيقي قريب الى حد ما من قيم معامل المقاومة النظري ،اي اننا قريبين من الصحة . وكذلك سجلت الخرسانة المتكونة من رمل جامعة الاحمر قيم مثلى في مقاومة الضغط وهذا راجع الى الخصائص الكميائية لهذا النوع من الرمل .

الكلمات المفتاحية:

الخرسانة، مقاومة الضغط، الرمل، العلاقة النظرية للضغط، العلاقة التطبيقية للضغط.

Summary

Concrete is the most used material in construction works. We conducted an experimental study that included 270 samples using three types of sand: Djamaa red sand, Djamaa yellow sand, Asila sand. We conducted experiments on the materials we used in order to identify their physical and chemical properties. In this study, we used three types of sand: Djamaa red sand, Djamaa yellow sand and Asila sand. Where each sand was distinguished by its fineness coefficient and sand equivalent: Djamaa red sand: Mf =1.80 / ESP =21.83 Djamaa yellow sand: Mf =2.04 / ESP =82.56 Asila Sand: Mf =2.10 / ESP =48.88 The purpose of this study is to compare the theoretical strength ratio of different sample sizes cubic (10 x 10 x 10), cubic (15 x 15 x 15), cylindrical (16 x 32) with the practical strength ratio at through the following relationships: F(32-16)= 0.9F(10-10),F(15-15)=0.97F(10-10),F(32-16)=0.93F(15-15), Where we conducted a pressure test on the samples placed in water and placed in the air in order to obtain the applied resistance, and compared it with the values of Applied Resistance Coefficient F(15-15)=0.980 F(10-10), F(16-32)=0.880 F(10-10) ,F(16-32)=0.897 F(15-15) Hence, we can say that the values of the applied resistance coefficient are somewhat close to the values of the theoretical resistance coefficient, that is, we are close to being true. Also, the concrete consisting Djamaa red sand recorded optimal values of pressure resistance, and this is due to the chemical properties of this type of sand.

Key words:

Concrete, compressive strength, sand, theoretical compression ratio, practical compression ratio.

Résumé :

Le béton est le matériau le plus utilisé dans la construction et l'une de ses propriétés mécaniques les plus importantes est la résistance à la pression qui contribue à la durabilité du béton. Où nous avons fait des expériences sur les matériaux que nous avons utilisés afin d'identifier leurs propriétés physiques et chimiques.Dans cette étude, nous avons utilisé 270 échantillons pour trois types de sable. Sable djamaa rouge , sable djamaa jaune et sable assila . chaque sable a été distingué par son module de finesse et son équivalent sable comme suit : sable de djamaa rouge (Mf=1,80 ; ESP=83,21), sable de djamaa jaune (Mf=2,04;ESP= 82,56), sable assila sable (Mf=2,10; ESP=48,88). Le but de cette étude est de comparer le coefficient de résistance théorique de différentes tailles d'échantillons réguliers (10 x 10 x 10) cube,

(15 x 15 x 15) cube, (16 x 32) cylindrique avec la relation de résistance appliquée à par la relation suivante :

F (15-15) =0,93 F(32-16) ,F (16-32) = 0.9 F (10-10) ،F (15-15) = 0.97 (10-10) Où nous avons effectué un test de compression sur les échantillons placés dans l'eau et placés dans l'air afin d'obtenir le rapport de compression pratique. , et l'avons comparé avec les valeurs du rapport de compression théorique F(15-15)=0.980 F(10-10), F(16-32)=0.880 F(10-10) ,F(16-32)=0.897 F(15-15) Par conséquent, nous pouvons dire que les valeurs du rapport de compression pratique. sont quelque peu proches des valeurs du rapport de compression théorique, c'est-à-dire que nous sommes proches d'être vrais. De plus, le béton constitué de sable de Djamaa rouge a enregistré des valeurs optimales de résistance à la compression, et cela est dû aux propriétés chimiques de ce type de sable.

Mots clés: Béton, résistance à la compression, sable, rapport de compression théorique, rapport de compression pratique.

.

مقدمـــــــة عامة

عموميات:

ان الهدف من دراسة مادة (مواد البناء) هو التعّرف على مواد البناء التقليدية المختلفة والمستعملة محليا وعالميا, مع التركيز على مواد البناء المحلية وكذلك دراسة أعمال البناء المرتبطة بها والتي تشمل خواص المواد وكذلك ربط وتركيب المواد مع بعضها.ومن أهم المواد المستخدمة في البناء حالياً هي الخرسانة ,تُعرف على أنها مادّة أو خليط يتكوّن من ماء وأسمنت، ورمل، ونوع من أنواع الركام والأكثر استخداماً منها هي الزلط أو السن، حيث تخلط هذه المواد معاً لتكون خليطاً متجانساً من خلال عملية تسمّى بزمن الشك، ويتمّ تدعيمها بكميّة من الحديد حتّى تصبح خرسانة مسلّحة، وأوّل من استخدم هذه المادّة هم الرومان قبل حوالي ألفين عام، وكانت تستخدم في مبانيهم لأسباب كثيرة منها إمكانية تشكيلها بسهولة واستخدامها وقوتها الميكانيكية ، الاقتصاد والجماليات. الركام هو الهيكل العام لجسم الخرسانة وهو يتكون من (حصى ورمل) معظم العالم يعاني من مشكلة قلة وجلب هاتين المادتين.

ونظرا لتوفر الرمل في الإنشاء والذي اغلبيته رمل الوديان او شواطئ البحر، وهو الذي تتوفر فيه الشروط المنصوص عليها. وأمام هذه الندرة من هذه المادة والوفرة الملحوظة التي تقابلها للرمال في وطننا عموما وفي الجنوب خصوصا، وفي مديتنا الوادي، وفي هذه الدراسة أردنا التعرف على أنواع رمال البناء المستعملة ومقارنة المعامل النظري لمقاومة الضغط مع المعامل التطبيقي لمقاومة الضغط انطلاقا من احجام نظامية مختلفة ، وكذلك معرفة أحسنها أداء من ناحية المقاومة الميكانيكية التي تساهم في إطالة عمر الانشاء حيث انه كلما كانت المقاومة اكبر كانت الديمومة اكثر .

وقد قسمنا عملنا هذا إلى أربعة فصول:

الفصل الأول: عموميات والخصائص الأساسية للخرسانة.

الفصل الثاني: خصائص الركام وتاثيره على الخرسانة.

الفصل الثالث: المواد المستعملة والتركيبة الخرسانية.

الفصل الرابع: التجارب وتحليل وتفسير النتائج.

وفي الأخير قدمنا تحليل النتائج وخلاصة عامة على ذلك اعتمادا على ما تحصلنا عليه من نتائج.

الجزء النظري

الفصل الأول:
عموميات والخصائص الأساسية للخرسانة

1- تعاريف الخرسانة:

1-1 التعريف الأول:

الخرسانة هي عبارة عن خليط غير منتظم من الرمل والحصى والاسمنت والماء، مع بعض الإضافات لتحسين جودتها وبعض الفراغات، يتم حساب نسبة هذه المواد في الخلطة الخرسانية حسب الغرض من العمل المطلوب والمواد المتوفرة.ومع خلط هذه المواد مع بعضها يتم الحصول على الخرسانة التي تبدأ في التصلب التدريجي مع الوقت حتى تصبح صلبة وقوية وتتفاوت قوتها حسب المكونات الأساسية وكذلك حسب طريقة الرج أثناء الصب ونوعية المعالجة.

وعادة تحتوي الخلطة الخرسانية على:(15%-16%) ماء، (10% -15%) اسمنت،(60% -70% ركام)، (رمل وحصى)، ويعتبر هده النسب عن نسبة المكونات الى الحجم الكلي للخرسانة.[1]

1-2 التعريف الثاني:

بصورة عامة تصنع الخرسانة من مزيج من الاسمنت والركام والماء يتكون الركام عادة من مادة ناعمة مثل الرمل ومادة خشنة مثل الحصى المغسولة أو الصخور.

إضافة إلى ذلك فإن معظم استعمالات الخرسانة تعتمد على استخدام القضبان الفولاذية كطور تقوية تعزز من مقاومتها في الشد، حيث أن مقاومة شد الخرسانة تكون منخفضة. [2]

2- تعريف الخرسانة العادية:

وهي الخرسانة التي يدخل في تركيبته االركام، الاسمنت والماء فقط بدون اضافة لحديد التسليح. وقد تحتوي على نوع خاص من الاسمنت يكون مقاوم للكبريتات وغيرها، كما يمكن تحسين بعض خواصها بالاستعانة ببعض أنواع المحسنات المختلفة

كما تتراوح مقاومتها بين 15 MPa الى 25 MPa [1]

3- استعمالات الخرسانة العادية:

3-1 خرسانة الأساسات:

- خرسانة عادية تحت الأساسات المسلحة.
- أساسات مستمرة من الخرسانة العادية.

3-2 -خرسانة عادية للأرضيات:

تستعمل في أعمال الفرشات الأرضية أسفل الأساسات وفي السدود، وأحيانا يتم تسليحها بتسليح خفيف وذلك لمقاومة الهبوط.

3-3 خرسانة عادية تحت العوارض والسملات :

وتكون بسمك من 5سم إلى 10سم وبعرض يزيد عن السمك بـ:10سم.[1]

4- الخصائص الأساسية للخرسانة:

4-1 التشغيلية:

قابلية التشغيل أو القدرة على المناولة هي نوعية أساسية للخرسانة، يمكن تعريفها على أنها السهولة الممنوحة لتنفيذ الخرسانة من أجل:

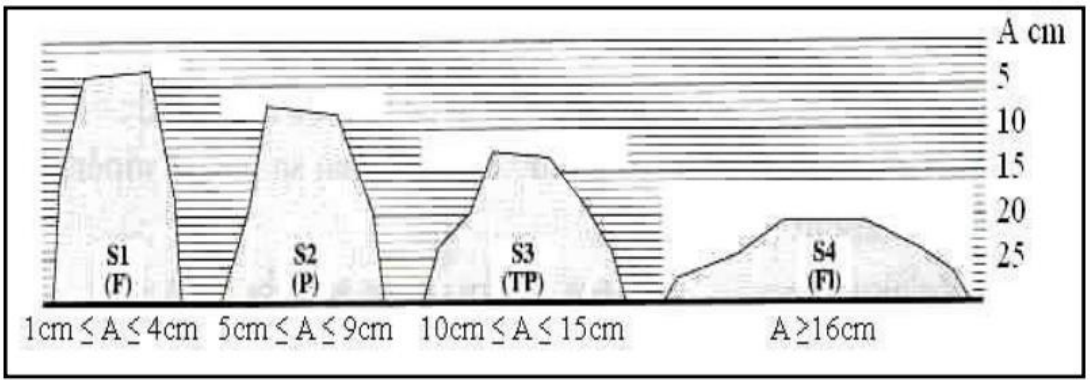
- ملأ القوالب بشكل مثالي.
- طلاء الفولاذ.
- الحصول على وجه تقريبي من مظهر جيد .[3]

- قدرة الخرسانة الطازجة على التشكيل بشكل جيد في قوالب صب الخرسانة وحول التعزيزات مع الحفاظ على التجانس، في وضع جيد، وتسمى قابلية التشغيل NF P18-305.[4]
- يمكن تقييم قابلية التشغيل بطرق مختلفة وبشكل خاص عن طريق تدابير اللدونة.
- ضع في اعتبارك أن الخرسانة قابلة للفتح إذا كان لديها الإتساق(صلبة، لدنة، مائعة، مائعةجدا) لشروط التنفيذ التي تم النظر فيها.

بشكل عام يمكن تحديد قابلية التشغيل من خلال قياسات الاتساق (الهبوط) من خلال الارتخاء في مخروط يجب قياسه وتعديله قبل أي عملية صب للخرسانة مخروط أبرامسCONE. D'ABRAMS والجدول التالي يشير إلى أربعة فئات من الهبوط المحدد وفقا لفئات المعيار [5] وترميزاتNF P18-305 . [4]

الجدول (I-1) يوضح تقدير الهبوط بواسطة مخروط ابراهمز

القسم	قوام الخرسانة	الرمز	مقدار الهبوط (سم)
C1	صلبة	F	4-1
C2	لدنة	P	9-5
C3	جد لدنة	TP	15-10
C4	مائعة	FL	اكثر من 16



صورة (I-1) توضح أقسام الهبوط مخروط أبراهمز.

تعتمد قابلية التشغيل على العديد من العوامل وعلى الأخص ما يلي:

- زاوية المكونات (الركام)
- تركيز الاسمنت.
- استخدام الملدنات.
- تركيز الماء

ومع ذلك لا يمكن زيادة كمية الماء إلى ما وراء قيمة معينة لغرض وحيد ألا وهو تحسين قابلية التشغيل.

- التماسك القوي للخرسانة يقلل من مخاطر الانفصال، ولكنه يجعل من الصعب اختراق القوالب.
- تشتمل قابلية التشغيل الجيدة على هامش أمان يسمح دون عواقب غير مرغوب فيها، مع وجود عرض معين بالقواعد الجيدة والأكثر أو الأقل صرامة التي يجب تطبيقها من أجل التنفيذ الأمثل. [6]

2-4 الديمومة او المتانة:

1-2-4 تعريف:

تحدد المتانة مدة استمرار بعض الخصائص ومسار تطورها بمرور الوقت تحت تأثير العوامل البيئية العدوانية. يمكن أن تتأثر متانة الخرسانة ليس فقط ببيئتها، ولكن أيضاً بخصائص المواد مثل النفاذية ونوع الاسمنت وواجهة اللصق، التجميع وطبيعة الهيدرات المتكونة أثناء ترطيب الاسمنت. [3]

2-2-4 النفاذية:

تعد نفاذية الخرسانة معلمة أساسية تتحكم في متانة. الهياكل تعرف النفاذية على أنها قدرة الوسيلة المسامية على اجتيازها بواسطة السوائل تحت درجة إنحدار الضغط. على الرغم من أن نفاذية الوسيلة المسامية تعتمد بشدة على مساميتها، فإن المعلمات الأخرى للشبكة المسامية تؤثر عليها أيضاً، تشير الدراسات والمسوحات في هذا المجال إلى أن الأسباب الرئيسية لضعف آداء الخرسانة ترتبط بشكل أو بآخر بالسهولة التي يخترق بها السائل أو الأيون مسامية الخرسانة.

تتميز متانة الهيكل بقدرته على الاستمرار بمرور الوقت أو الزمن دون التعرض للتدهور مع الحفاظ على سلامته والحفاظ على مستوى موثوقيته.يتم التعبير عن فكرة متانة الهيكل في مجموعة من المواصفات الفنية بناء على طرق الاختبار المباشرة أو غير المباشرة، وعلى الخبرة وعلى توصيات التصنيع والصناعة بتكاليف منخفضة قدر الإمكان .[11]

تعتمد متانة الخرسانة على العديد من المعايير بما في ذلك جودة تصميمها، وجودة المواد والبيئة.

3-4 المقاومة:

قابلية التشغيل والمقاومة هي الصفات التي يجب البحث عنها معاً للحصول على الخرسانة، لأنها ترتبط إرتباطاً وثيقاً مع بعضها البعض علاوة على أنها تختلف في إتجاهين متعاكسين ببعض العوامل الأساسية في تكوين الخرسانة

منذ البداية تتميز المواد الخراسانية أساساً بمقاومتها الميكانيكية والتي تقاس عند العمر و28 يوما يتم فحصها عن طريق اختبارات تحطيمية او غير تحطيمية .

تأتي قوة الخرسانة في جانبين أساسين هما: القوة الضاغطة وقوة الشد. حيث تلعب قوة الشد دوراً مهماً للغاية في مقاومة الخرسانة المسلحة. [3]

1-3-4- مقاومة الضغط

تعتبر قوة الضغط بصفة عامة أهم خاصية للخرسانة، حيث أنها تعرض بشكل عام صورة شاملة لجودتها، وذلك نظراً لارتباطها مباشرة بهيكل عجينة الاسمنت المميه. [12]

أ -اختبار مقاومة الخرسانة للضغط:

- نأخذ عينة من خرسانة حديثة الخلط في الموقع ونقوم بملا عدد من قوالب بالخرسانة بحيث تملا على ثلاث طبقات، وتدلك كل طبقة على حدي اما بمكينة الاهتزاز او يدويا بواسطة قضيب الدمك بعدد (30-25) مرة بحيث توزع عدد الضربات بانتظام على سطح الخرسانة حتى تدمك الخرسانة تماما وبعد الانتهاء من دمك الطبقة العلوية يسوى سطحها مع سطح القالب بواسطة المسطرة، ويتم كتابة البيانات اللازمة على القالب الخرساني ويؤرخ على وجهها العلوي تاريخ الصب وعيار الخرسانة (نوعها).
- تحفظ القوالب المملوءة بالخرسانة بعد صبها مباشرتا بعيدا عن اشعة الشمس في مكان خالي من الاهتزازات وتكون الرطوبة النسبة للهواء في هذا المكان لا تقل عن 90% ودرجة الحرارة تتراوح بين 20-15 درجة مئوية وذلك لمدة (24) ساعة.

- تعلم العينات الخرسانية ثم تفك من القوالب وتغمر في الماء النقي وتترك حتى قبل الاختبار مباشرة ويجب ان يجدد هذا الماء كل 7 أيام وان تحفظ درجة حرارته باستمرار وتبقى العينات مغمورة تماما بالماء حتى موعد اختبارها.
- وعادة تختبر العينات منها بعد مرور 7(، 14، 28، 45، 60) يوم، وذلك باختبار احمال الضغط بعد إخراجها مباشرة من الماء وهي مازالت رطبة لمعرفة مقاومة الخرسانة في كل عمر، بحيث توضع العينات بين سطحي الة الضغط وتطبق عليها حمولة منتظمة.
- يراعى في مكينة الاختبار ان يكون محور العينة منطبقا مع محور راس المكنة وعند استخدام العينة المكعبة يجب ان يكون وجهي العينة ملامسان لسطحي راس المكينة هما الوجهين المقابلين للسطح الداخلي للقالب المعدني.
- تجرى اختبارات على الموقع اثناء التنفيذ للتاكد من ان خواص الخرسانة تتفق مع تلك التي حددت لها، ويجب اختبار العينات لكل منشا او لكل يوم صب او لكل ($100m^3$) من الخرسانة في المنشا ويجب ان لا تقل مقاومة العينات في الضغط عن المقاومة المميزة المحددة للتصميم، لذا يعتبر اختبار مقاومة الضغط كمقياس للتحكم في جودة انتاج الخرسانة في المصنع كما يفيد اختبار الضغط في تحديد صلاحية الركام للخرسانة بالتعرف على تاثير شوائب التي يحتويها على مقاومة الخرسانة للضغط.

ونقوم بحساب جهد الكسر σمن خلال المعادلة التالية:

$$\boldsymbol{A/F = \sigma}$$

σ: هو جهد الكسر ووحدته (mc/gK^2).

P: هو حمل الكسر المستعمل ووحدته (gK).

A: هي مساحة المقطع العرضي او مسطح العينة الخرسانية ووحدتها (mc^2).[13]

ب - تاثير حجم العينة:[16] ، [15]

اثناء المقارنة بين نتائج الاختبار على عينات الاختبار، من المستحسن بالطبع التحقق من طبيعة عينات الاختبار التي تم اختبارها من قبل المختبرات: أسطوانات، مكعبات، مصبوب او محفور ... الخ.

ج - علاقة الضغط بين مختلف العينات:

تم وصف الابعاد المختلفة للعينات في المعايير المرجعية.

تتيح المعاملات الواردة ادناه إمكانية انشاء تطابق بين النتائج التي تم الحصول عليها من نوع واحد من العينات الى نوع اخر للاختبارات في 28 يوم. حيث تاتي من التعديل الوطني NF EN 206-1 [33] وتم تضمينها في معيار NF EN 13369[34] القواعد المشتركة لمنتجات الخرسانة سابقة الصب. يتم تضمينها أيضا في المعايير NF EN 1168 [35] منتجات الخرسانة سابقة الصب- الالواح الأساسية المجوفه و EN 13225[36] منتجات الخرسانة سابقة الصب –العناصر الهيكلية الخطية.

الجدول (I-2) معادلة المقاومات التي تم الحصول عليها على مكعبات 100 وأسطوانة 133ملم و150ملم [15].

قوة الضغط cf المقابلة لاسطوانة يبلغ قطرها 160ملم	ابعاد العينة (ملم)
fc¸cyl(Ø160)=0.9xRcyl(Ø100)	مكعب (100x100)
fc¸cyl(Ø160)=0.98xRcyl(Ø113)»si 50 MPa ≤Rcyl(Ø113)	أسطوانة Ø (113×226)
fc¸cyl(Ø160)= Rcyl(Ø113)-1»siRcyl(Ø113)< 50 MPa	
fc¸cyl(Ø160)= Rcyl(Ø150)	أسطوانة Ø (150×300)

الجدول (I-3) معادلة المقاومات التي تم الحصول عليها على مكعبات 100ملم و150ملم [15] .

قوة الضغط المقابلة للمكعب	ابعاد العينة (ملم)
fc,cub (150) = 0,97 x Rcube (100) si 50 MPa ≤ R cube(100)	مكعب (100x100)
fc,cub (150) = R cube (100) - 1,5 si R cube (100) < 50 MPa	

R: تم اختبار مقاومة العينة وفقا للوائح الفنية للهياكل والأطر CSTBat (1997) .

الجدول (I-4) معادلة المقاومات التي تم الحصول عليها على إسطوانية 160 ملم × 320 ملم وعلى ابعاد مختلفة من المكعبات [15].

مكعبات (ملم)	نسبة مقاومة الأسطوانة /المكعب	
	في الجهد	في 28 يوم
100x100	0.83	0.90
141x141	0.87	0.92
150x150	0.875	0.925
158x158	0.88	0.93
200x200	0.90	0.95

الخاتمة:

خصصنا هذا الفصل لدراسة عموميات الخرسانة وفقا لمعايير محددة وتعرفنا على أبرز خصائصها ومدى أهميتها في البناء.

الفصل الثاني:
خصائص الركام وتأثيره على الخرسانة

مقدمة:

لتكوين الخرسانة العادية من الضروري تلبية المعايير الدولية، لذلك يجب اختيار المكونات المناسبة التي تفي بالمتطلبات الموصى بها، والمواد المستخدمة هي تلك المتوفرة محليا.

في هذا الفصل سوف ندرس خصائص وتجارب مكونات الخرسانة.

1- الركام:

1-1 تعريفه: يعرف الركام بأنه الحبيبات الصلبة من الرمل والحصى والزلط وكسر الصخور الكبيرة ويتم وضعه في الخرسانة باعتباره مادة مالئة.

1-2 دوره: له فائدة في مساعدة الخرسانة على مقاومة الأحمال والحرارة وعوامل الاحتكاك. وتقليل التغيرات الحجمية التي تحدث داخل الخرسانة والتي تنتج من الاسمنت. [16]

1-3 أنواع الركام: أنواع الركام متعددة والفرق بينهم على حسب المصادر، الملمس، المقاس، الشكل، امتصاصها للمياه، التدرج الحبيبي، الخواص الكيميائية للركام، خصائصه الميكانيكية، مقاومته للتآكل والبري، الوزن، التمدد الحراري، الحرارة النوعية. [17]، [18]، [19]

لدينا عدة انواع مستعملة في الخرسانة هي ذات أصل طبيعي او صناعي او معاد تدويره.

أ - **طبيعي** : تاتي من صخور ضخمة ولا تخضع لاي علاج غير العلاج ميكانيكي.

صورة (1-II) توضح اشكال الركام الطبيعي

ب - صناعي: تاتي من التحويل الحراري.

ج - معاد تدويره: تاتي بعد هدم المباني.

2- الخصائص الميكانيكية للركام:

2-1 التدرج الحبيبي: يقصد به توزيع الاحجام المختلفة لحبيبات الركام، فحدود التدرج او اقصى حجم للركام الخشن مهم للغاية لانهما ياثران على كمية الركام الذي يستخدم بالاضافة الى الحاجة للاسمنت والماء وقابيلة التشغيل وقابيلة الضخ ومتانة الخرسانة.

2-2 شكل حبيبات الركام الكبيرة: تاثر هذه الخاصية بشكل كبير على الخرسانة الطازجة اكثر من تاثيرها على صفات الخرسانة المتصلبة، القوام الخشن وكثرة الزوايا والاستطالة في الحبيبات يحتاج الى ماء لانتاج قابلية للتشغيل في الخرسانة اكثر من الحبيبات الناعمة والمستديرة للركام. وبالتالي عندما تزيد نسبة الماء يجب ان تزيد نسبة الاسمنت للوصول الى النسبة (نسبة الماء الى الاسمنت) المرغوب فيها. بشكل عام الحبيبات المسطحة والطويلة يجب تجنبها او يتم تحديدها بالا تزيد عن 15% من الوزن الكلي للركام.

2-3 الامتصاص ورطوبة السطح: أحد اهم خصائص الركام وهو تغيير حجمها تحت تاثير الماء او الرطوبة ففي الاجواء الجافة نجد ان حجم الرمل مثلا اقل من المعتاد في الاجواء الرطبة ويتم قياس معدل الامتصاص عند اختيار الركام المناسب للخرسانة، لان الركام يتكون في اجزائه الداخلية من اجزاء صلبة بالاضافة الى الفراغات التي ربما تحتوي على الماء وربما لا، وبالتالي للمحافظة على نسبة الماء للاسمنت المعدى للخرسانة يمكن ان يتم حداث توازن في هذه لنسبة ان تم قياس نسبة الرطوبة للركام واضافته للحسابات المبرمجة للخلطة.

2-4 مقاومة البري (لوسانجلس): الركام الجيد يجب ان يكون صلب وكثيف وخالي من المسام، ويتم اجراء اختبار مقاومة البري للركام والمعروف باختبار لوس انجلس لضمان جودة الركام.

2-5 التفاعل القلوي للركام: إذا استعمل ركام من شكل معين متبلور من السليكا، ويتواجد في بعض الصخور البركانية الحامضية مع اسمنت به نسبة عالية من القلويات فيحدث تفاعل بين هذا الركام والقلويات وينتج عنه زيادة في الحجم تحدث احيانا بين سنتين او أكثر من صب الخرسانة، وينتج عن هذه الزيادة شروخ وتفتت الخرسانة.[20]

3- خصائص الركام:

3-1- خصائص التصنيع:

يحدده المعيار التجريبي XPP18-540[37]

خصائص الركام التي يمكن استخدامها في الخرسانة ويميز هذا المعيار بالظروف الناتجة عن التصنيع وهي:[17] ، [18]

3-1-1-الحبيبات: ونعني به توزيع الاحجام المختلفة لحبيبات الركام، وبوجه اخر تحديد الحجم النسبي ومنه تحديد فئات الركام المختلفة التي تشكل العينة .

ينطبق ذلك على الركام الذي يزيد حجمه على 63 ملم اي باستثناء الحشو (الحبيبات الناعمة) . [17]

3-1-2-شكل الركام (معامل التسطيح) :[21] ، [18] اننا نستخدم ركام مضغوط (ذو كثافة عالية) باستثناء الركام المسطح لانه يستدعي زيادة في كمية الماء، الا ان ذلك لا يعني حتما وجود خرسانة مضغوطة للغاية .

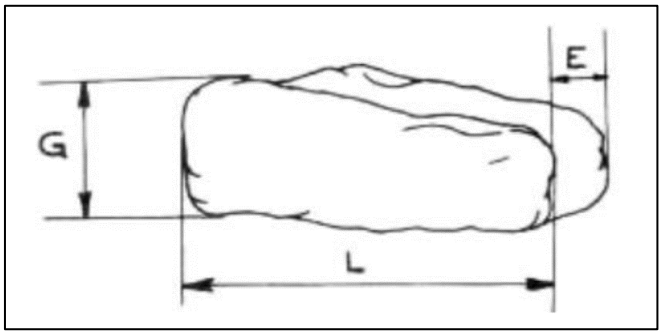
يتم تحديد شكل الركام بواسطة اختبار تسطيح وفق المعيار 256NA [47] ، ويتعلق هذا المعامل بشكل الركام وبعده الاكبر وسمكه، بحيث كلما كان المعامل اعلى كلما كان الركام مسطح (بعلاقة طردية) .

يتم تعريف شكل الركام بثلاث ابعاد رئيسية :

الطول L : هو المسافة القصوى بين الطرفين المتوازيين .

السمك E : هو المسافة الدنيا بين الطرفين المتوازيين .

G : هو القياس الجانبي (الاكبر) ويسمح للركام بالمرور من اصغر غربال .



صورة (II-2) أبعاد حبيبات الركام [17]

يتميز شكل الركام بتحديد معامل التسوية pA وبالبعد الاكبر وسمكه، وهذا العامل يكون نسبة مئوية حسب وزن الحبيبة التي يزيد حجمها الى ضعف السمك1,58 حيث (1.58<E/G) .

يشير المعيار18-540 PX [48] الى نسبة الركام المخصص للخرسانة اقصى قيم معامل التسوية pA وفقا لفئات الركام كما هو موضح ادناه في الجدول

القيم المحددة العليا لمعامل التسوية.

الجدول (II-1) معامل التسوية

الفئة	pA%
A	20
CوB	30
D	40

3-1-3 الزاوية: هي من احد خصائص التصنيع يتميز بها سطح الركام وهي نسبة الحواف الحادة.[17]

2-3 معامل النعومة.

1-2-3 نظافة الركام:

تواجد بعض الملوثات على سطح الركام مثل الطين او غيرها من الشوائب يتسبب في انخفاض المقاومة الميكانيكية وزيادة في الانكماش بسبب الزيادة في الماء ولذلك من الضروري التحقق من نظافة الركام سواءا كان الرمل او الحصى.

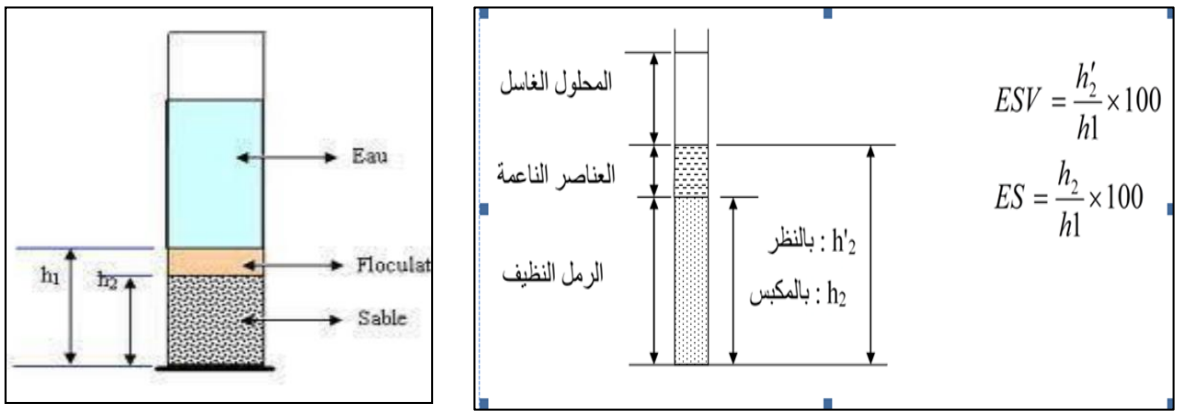
الشوائب التي قد تتواجد في الركام من الممكن ان تؤدي الى عدم التصاق العجينة، وتجنبا لذلك يجب ان تكون قيمة العناصر الدقيقة محدودة وهذا بالاعتماد على اختبار نظافة الركام وهو يقوم بتحديد النسبة المئوية لها، ويجب ان تكون اقل من 0,5 ملم وفقا للمواصفات القياسية NA 463 [38]

2-2-3 اختبار نظافة الحصى: يتميز الحصى عموما بنظافة مرضية حيث انه وفقا للمواصفات القياسية 18P-541[39] يجب ان تكون النسبة المئوية للعناصر اقل من 0,5 ملم اقل من 3% .[17] ، [21]

3-2-3اختبار نظافة الرمل: تم فحص نظافة الرمل عن طريق قياس كمية التلوث الطيني في الرمال من خلال ما يسمى اختبار مكافئ الرملي واختبار ازرق الميثيلين.

4-2-3 تجربة المكافئ الرملي:

تسمح هذه التجربة بقياس مدى نقاوة الرمل، وتعطي حسابا شاملا لكمية وجودة العناصر الدقيقة من خلال التعبير عن النسبة بين العناصر الرملية التي تترسب والعناصر الدقيقة التي تتراكم (الغضاروالشوائب) .[22]



صورة (II-3) اختبار مكافئ الرمل

- **مجالات الاستعمال**

الجدول (II-2) مجال الاستعمال

مجال الاستعمال	نوعية الرمل	ESV	ES
يرخص استعماله في الخرسانة العادية ويستعمل في الطبقة الأساسية لقارعة الطريق couches de (base)	رمل طيني	$ESV < 65$	$ES < 60$
يستعمل في الخرسانة العادية	رمل طيني نسبيا	$65 \leq ESV < 75$	$60 \leq ES < 70$
يستعمل في الخرسانة ذات القيمة العالية	رمل نظيف	$75 \leq ESV < 85$	$70 \leq ES < 80$
يستعمل في الخرسانة الخاصة	رمل نظيف جدا	$ESV \geq 85$	$ES \geq 80$

3-2-5 اختبار ازرق الميثيلين:

في الرمل المسحوق يمكن ان يكون بنسبة مئوية كبيرة يمكن ان تكون ضارة جدا عندما تحتوي على مواد طينية وبالتالي الحاجة الى التحقق من خلال ازرق الميثيلين اما ان تكون ضارة ام لا، يجب علينا اجراء اختبار وفقا لمعيار NE NF933-9[53] على الجزء من الحبيبات (2/0 ملم) للرمل الشائع (V_B) او على الحشو (0,125/0) الموجود في الرمل او الحصى ،بحيث ان القيمة الحدية وفق مواصفات الخرسانة الهيدروليكية تساوي 1 وحسب المعيار PPX 540-18[54] اي القيمة الحدية التي تعادل 10% من الدقائق الناعمة (Ps) بالاضافة الى القيمة المحددة العليا لاختبار الميثيلين الازرق V_B وفقا للفئات التالية : [17] ، [18]

الجدول (II-3) القيم المحددة (V_B) و(Ps).

V_B0/D	Ps%		الفئة
	رمل اخر	الرمل المعدل للبناء	
1(g)Vss	60Vsi	65Vsi	A
	50Vsi	60Vsi	B, C, D

3-2-6 النظافة السطحية للركام: [17]

ان وجود الشوائب على وجه الخصوص في وسط طيني او الغضار حول الحبيبات في الخرسانة يهدد الالتساق في العجينة وبالتالي تنخفض المقاومة، يتم تعريف نظافة السطح كالنسبة المئوية من وزن الجسيمات اقل من 0,5 ملم سواءا كانت هذه الجزيئات مختلطة او ملتصقة بسطح الركام الكبير (الاكبر من 2 ملم)، يجب ان تكون نظافة السطح P اي نسبة المواد المرفوضة من الطمي والطين التي تم التخلص منه اثناء الاختبار $\geq$ 1,5 % في حالة الحصى الذي لم يتم سحقه ويتم رفع القيمة الى 3 في الحصى والصخور الضخمة مع درجة السحق CI$\geq$50 وBVF$\leq$10، BVFهو قيمة اللون الازرق (0 / 0,125) (درجة السحق CI وهو النسبة المئوية للعناصر<D من الركام الموجود فالمادة الاصلية المعرضة للسحق) .

3-3 الخصائص الجوهرية:

هي ترتبط عموما بنوعية الصخور: [23]

1-3-3 الكتلة الحجمية:

هو مصطلح يستخدم لوصف كثافة الجسم، حيث إن كثافة الجسم أو الكتلة الحجمية هومقدار الربط الذي يربط بين الحجم والكتلة، وهي معرفة بالقواعدNF P18-301 [40]

الهدف منها هو معرفة نوع الركام المستعمل وكثافته وكذا معرفة الأحجام والكتل التي تدخل في تركيب الخرسانة، ويوجد نوعان من الكتلة الحجمية:

1-1-3-3 الكتلة الحجمية الظاهرية : NF P 18064[41]

تعرف الكتلة الحجمية الظاهرية بأنها كتلة وحدة الحجم الظاهري للجسم، اي الحجم الذي يتكون من مادة الجسم والفراغات التي يحتويها.

نحسب الكتلة الحجمية الظاهرية بالعلاقة التالية:

$$\boldsymbol{Papp = (M1 - M0)/V}$$

Papp: الكتلة الحجمية الظاهرية.

M1: الوزن العينة + الإنـــاء .

M0: وزن الأنـــــــــاء .

Vt: حجم العينة الكلي .

2-1-3-3 الكتلة الحجمية المطلقة :

تعرف الكتلة الحجمية المطلقة بانها كتلة وحدة الحجم المطلق للجسم، اي الحجم الذي يتكون من مادة الجسم بدون الفراغات التي يحتويها NF P18-301 . [40]

نحسب الكتلة الحجمية المطلقة بالعلاقة التالية:

$$Pabs = Ms / Vs$$

Pabs: الكتلة الحجمية المطلقة .

Ms : وزن الحبيبات الصلبة.

Vs : حجم الجبيبات الصلبة.

2-3-3 المسامية :

هي نسبة حجم الفراغات الموجودة في حبيبات الركام ويمكن الوصول اليها بتقدير الماء، وقد تكون هذه المسام متصلة عن طريق انابيب دقيقة او مسارات شعرية او قد تكون هذه المسام منفصلة عن بعضها ولدينا انواع، وهي كما يلي:

مسامات هوائية – مسامات جيلاتينية – مسامات شعرية. [24] ، [17]

تكون المسامية من 3/4 من حجم الخرسانة.

1-2-3-3 امتصاص الماء:

معامل امتصاص الماءAb وهو نسبة الزيادة في كتلة العينة الناتجة عن غمره في الماء لمدة 24 ساعة ويؤخذ من العينة الجافة، والواقع انه يسمح بقياس حجم المسام التي تمكن الماء من الوصول اليها، بحيث قلت قيمته كلما نظمن متانة الخرسانة وتكون اقل عرضة للعناصر العدوانية. [27] ، [26] ، [25]

ونعبر عنها بالنسبة المئوية، ويعرف ان الامتصاص لا يتجاوز 5% وفقا للمعيار الفرنسيNF P18-555 [42]
ويشير المعيارPPX-540-48 [43] الى القيم العليا المحددة لمعامل امتصاص الماء Abوفقا للفئات التالية:

الجدول (II-4) القيم المحددة العليا لمعامل امتصاص الماء

الفئة	%Vss
A	2,5
B	5
C	6
D	لا توجد مواصفات

عدم وجود علاقة مباشرة واضحة بين درجة امتصاص الركام للماء ومقاومة الخرسانة الا ان الفراغات على سطح الركام لها تاثير في الترابط بين الركام والعجينة الاسمنتية، والاخيرة لها تاثير على مقاومة الخرسانة.

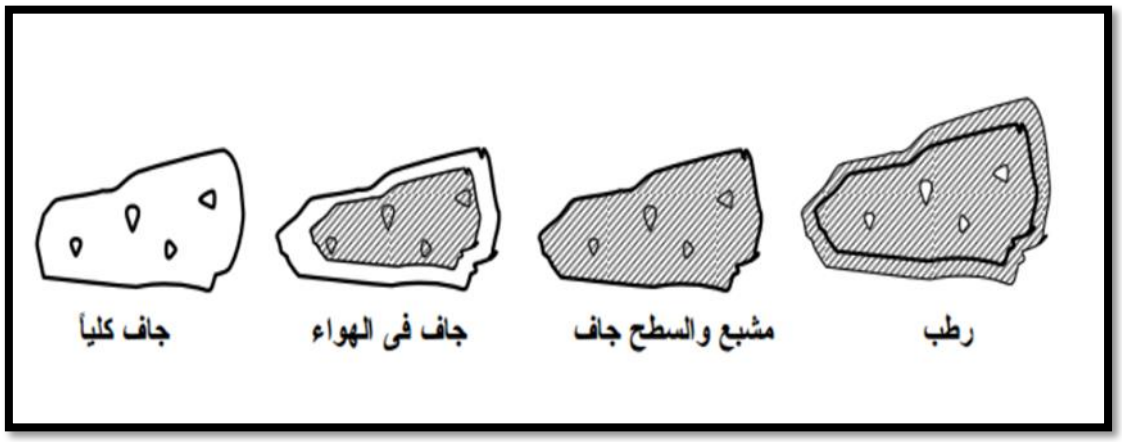
يفضل دائما استعمل الركام في الحالة المشبعة ذات السطح الجاف وخلال فترة شك الخرسانة، في حالة استخدام الركام الجاف فانه يلزم علينا اضافة ماء كافي لسماح بالامتصاص من قبل الركام في الخلطة حتى يصل الركام الى حالة التشبع ذي السطح الجاف.

3-2-3-2 سعة الامتصاص:

هي تعبير عن محتوى لرطوبة الكلية لتغير حالة الركام من الجاف بالفرن الى مشبع بالماء.

3-2-3-3 الامتصاص الفعال:

هي التعبير عن محتوى الرطوبة الكلية بالنسبة لتغيير حالة الركام من الحالة الجافة بالهواء الى المشبعة بالماء



صورة (II-4) المراحل المختلفة للرطوبة في الركام [27]

3-3-3 مقاومة التجزئة (الصلادة):

هي خاصية مقاومة للتاكل، هامة جدا في الخرسانة المستخدمة لرصف الطرق. وتعيين صلادة الركام باجراء اختبار البري على عينة اسطوانية الشكل ويمكن بيان صلادة الركام كمجموع (بكمية كبيرة) وذلك باختبار لوس انجلوس حيث تعرض مجموعة من حبيبات الركام ذات وزن معلوم وموضوعة في اسطوانة حديدية الى الدوران بمعدل 10 الى 31 دورة في الدقيقة وتعبر عن صلادة الركام في هذه الحالة بالنسبة المئوية للفقد في وزن الركام نتيجة البري .[28]

4-3-3 الخواص الحرارية للركام:

1-4-3-3 التمدد الحراري للركام:

يختلف باختلاف نوع الحبيبات، كما يؤثر في الخرسانة إذا اختلف معامل التمدد لحبيبات الركام اختلافا كبيرا عن معامل تمدد مرونة الاسمنت.

ويختلف معامل تمدد الانواع الشائعة من الركام من ($0,5*10^{-6}$) الى ($9*10^{-6}$) بينما معامل تمدد مرونة الاسمنت حوالي من ($5*10^{-6}$).

2-4-3-3 الحرارة النوعية للركام:

الحرارة النوعية والتوصيل الحراري للركام يؤثر في تغير درجة حرارة الخرسانة و تكون تلك الخاصية هامة فالخرسانة بكميات واحجام كبيرة او في الخرسانة المستخدمة في عزل الحرارة، وهي ليست بذات القيمة في المنشات العادية.

3-4-3-3 هشاشة الرمل:

يتم تقييم صفات الرمل عن طريق اختبار تفتيت الرمل، ويكون وفق المعيار الفرنسي P-576-18 [44] ويتالف من ادخال حمولة قدرها 2500 غرام من الكرات الفولاذية ثم 500 غرام من الرمل الذي يتم اختياره من الفئة التي تكون حبيباتها من (2-0,2) او (0,4-0,2)، ثم اضافة 2,5 لتر من الماء الى اسطوانة الجهاز ميكرودوفال ويخضع الكل ل1500 دورة، وتمثل النسبة المئوية للكتلة m للعناصر الاقل من 0,1 ملم المنتجة اثناء اختبار معامل تفتيت الرمل [17]

$$\mathbf{100(500 - m/500) = m/5 = Fs}$$

m: هي الكتلة المرفوضة من المنخل 0,1 ملم.

إذا كانت نسبة كبيرة يكون الرمل هش وهذا يحدده المعيار XXP540-18 [45] ، تسمى القيم القصوى لمعامل التفتيت Fs للخرسانة الاسمنتية.

4-4-3-3 مقاومة الركام الكبير للتهشيم:

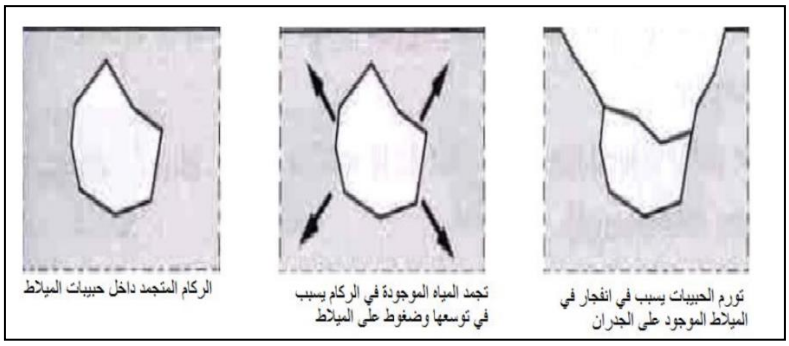
هذه الخاصية ليست بذات الاهمية للركام الكبير المستعمل في المنشات الخرسانية اذا ما لوحظ ان قوة تحمل الخرسانة العادية للتهشيم حوالي 300 كجم/سم² بينما قوة تحمل الركام الكبير من المصادر الطبيعية تتراوح من 700 كجم/سم² الى 2000 كجم/سم² واكثر، ولذلك يفيد معرفة مقاومة الركام الكبير للتهشيم في حالات الخرسانة الخاصة بالرصف والمعرضة للتاكل بالاحتكاك وتحدد تلك المقاومة بمعامل التهشيم طبقا للاختبار الخاص بذلك ويعتبر ايضا معامل التهشيم دلالة على مدى مقاومة الركام للصدمات (متانة الركام).

5-4-3-3 مقاومة الصقيع:

المسامية هي ما يجعل الركام عرضة للصقيع ويعتبر الحصى غير المتجمد استيفاء من قيمة واحدة على الاقل من القيم الثلاث المحددة التالية:

$$G\leq 30\%, LA<25\%, Ab\leq 1\%$$

وان الفئات AوBوC غير متجمدة، يوضح الشكل ادناه التدهور الناجم عن الصقيع.



صورة (II-5) الحفرة الموجودة على سطح الخرسانة بسبب انفجار الركام المتجمد [17]

وتعتبر هذه مواصفات الصقيع الزامية فقط، في حالة تعرض الخرسانة للصقيع بشكل فعال. [17]

4- تاثير خصائص الحبيبات:

4-1 تاثير المقاس:

تزيد المساحة السطحية لحبيبات الركام كلما كان مقاسها صغير. عند استخدامها في الخرسانة تحتاج الى كمية من ماء الخلط أكثر حتى تستطيع ان تغلف كل المساحة السطحية الكبيرة للوصول الى درجة التشغيل المناسبة للخرسانة. ويترتب على استعمال هذه الكمية االكبيرة من ماء الخلط نقص في مقاومة الخرسانة المتصلدة.

كذلك يحتاج الركام ذو المقاس الصغير الى كمية أكبر من عجينة الاسمنت اللازمة لتغليف هذا السطح.

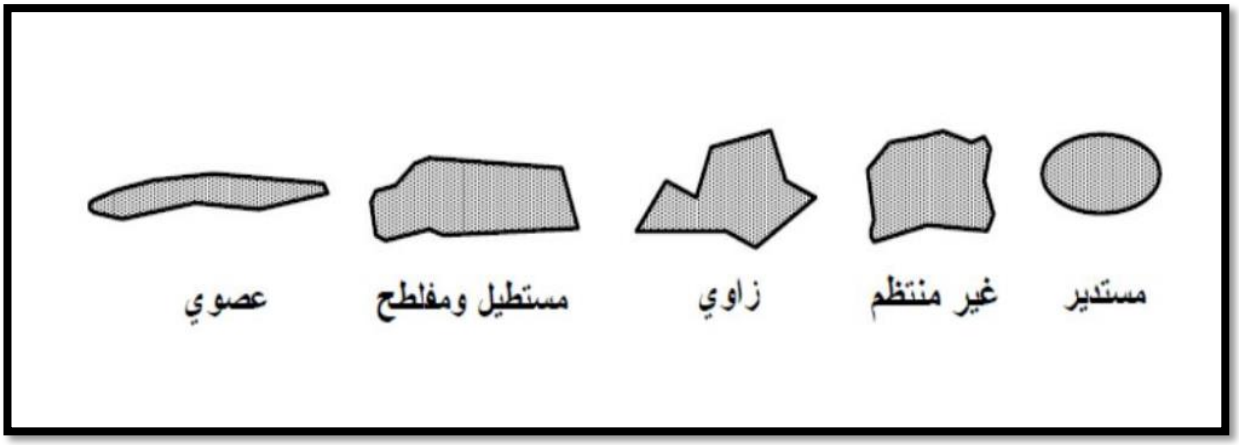
كلما كان المقاس الاعتباري للركام (D) أكبر كلما كانت مقاومة الخرسانة أكبر ولكن ضمن حدود، بحيث لا تزيد فيها نسبة المواد الناعمة الى ان تقلل من مقاومة الخرسانة.

4-2 -تأثير الشكل:

الحبيبات المستديرة أكثر قابلية لالنضغاط والكبس عن مثيالتها من الحبيبات الزاوية، ويؤثر شكل حبيبات الركام على النسبة المئوية للفراغات ومن ثم الكمية المطلوبة من عجينة االسمنت .الحبيبات المستديرة تعطي درجة عالية من التشغيل عن مثيالتها من الحبيبات الزاوية .أما بالنسبة للركام غير المنتظم فأنه يعطي خرسانة صعبة التشغيل.

الجدول (II-5) يوضح تقسيم حبيبات الركام من حيث الشكل [28]

التقسيم	الوصف	الامثلة
مدور Spherical	استدارة الحبيبات نتيجة لتاكلها بفعل المياه او بعوامل التعرية الاخرى	الرمل والحصى
غير منتظم Irregular	غير منتظم طبيعيا او مشكل تشكيلا جزئيا بعوامل التعرية وله حواف مستديرة	الحصى الحفر وحجر الصوان
زاوى Angular	ذو حواف حادة واضحة عند تقاطع أسطحه.	جميع انواع كسر الحجارة
مفلطح Flat	حبيبات معظمها زاوى ذات سمك صغير بالنسبة لطوله او عرضها.	صخور طبقية
عصوىElongated	حبيبات معظمها ذات بعدين صغيرين بالنسبة للبعد الثالث.	صخور طبقية او صخور اخرى تعرضت لعوامل تعرية او بفعل الكسارة
مفلطح وعصوى	حبيبات ذات بعدين صغيرين بالنسبة للبعد الثالث.	صحور طبقية او صخور اخرى تعرضت لعوامل تعرية او بفعل الكسارة



صورة (II-6) يوضح شكل الحبيبات [27]

ملاحظة:

- الحبيبات التي نسبة مساحتها السطحية الى حجمها عالية فان درجة التشغيل لديها منخفضة (رمل ناعم).
- الحبيبات المفلطحة توجه نفسها في مستوى بحيث تترك الفجوات والمياه أسفلها. [29]

1-2-4 الحبيبة:

وفقا ل Dreux et Fasta، فان تاثير تكوين حجم الجسيمات على تكوين الخرسانة ضعيف نسبيا، سواءا فيما يتعلق بنسب نسبي من G/Sمن الرمل والحصى استمرارية او انقطاع منحنى حجم الحبوب.

في الواقع فان تاثير نسبة G/Sضعيف (القيم الاكثر شيوعا) 2 ≥G/Sنسبيا.

بينما تزداد المقاومة بشكل ملحوظ للقيم الاعلى خاصة للخرسانة الثابتة، ولكن G/S لاسباب قابلية التشغيل لا ينصح بتجاوز للخرسانة الشائعة G/S من 2 الى 2,2 ما لم يتم اتخاذ احتياطات خاصة اثناء التثبيت. [22]

يلخص الجدول ادناه الصفات الرئيسية للخرسانة وفقا لحبيباتها المستمرة والمنقطعة.

الجدول (II-6) يوضح الصفات الرئيسية للخرسانة وفقا لحبيباتها.

الخصائص (المميزات)	تقييمات ملموسة	
	عند ارتفاع G/S مقارنة بتلك المنخفضة في G/S	مع دقة منقطعة مقارنة بتلك ذات الدقة المستمرة
التشغيلية	اسوء خصوصا لـ G/S> 2,2	اسوء خاصة اذا كانG/S> 2,2
مقاومة الانضغاط	الافضل خاصة اذا كان G/S≥ 2,2	متفوقة قليلا
مقاومة الشد	بدون ارتباط واضح	اقل بقليل
وحدة المرونة	بدون ارتباط واضح باستثناء الوحدة الثابتة الاعلى قليلااعتمادا على G/S	اعلى بقليل
سرعة الصوت	بدون ارتباط واضح للغاية	اعلى بقليل (مرتفعة قليلا)
مؤشر التصلب	اعلى بقليل	اعلى بقيل
الانكماش	بدون ارتباط واضح للغاية	اقل بشكل خاص اذا كانG/S> 2,2
الكتامة (الكثافة)	اعلى بقليل اذا كان G/S> 2,2	اعلى بقليل

4-3 تأثير حالة السطح:

تؤثر حالة السطح للركام إلى حد ما على مقاومة الخرسانة.

فالحبيبات ذات السطح اللامع لا تعطي خرسانة بقوة خرسانة الحبيبات ذات السطح المطفأة اللمعة أو الخشنة قليلا.

- يرجع تأثير هذه السطوح على التماسك مع عجينة االسمنت.
- الحبيبات ذات السطوح اللامعة تحسن قابلية التشغيل حيث تقلل الإحتكاك أثناء عملية الخلط.
- كلما زادت نسبة المسامية في حبيبات الركام قلت قوة الخرسانة

الجدول (II-7) يوضح تقسيم الركام من حيث حالة السطح [28]

رقم المجموعة	الوصف	الصفات المميزة	الأمثلة
1	زجاجيGlassy	ركام صدفي مكسر	صوان الاسود
2	ناعمSmooth	ركام مصقول بفعل المياه	الرخام الحصى بعض الصخور النارية
3	حبيبي Granular	ركام يظهر في مقطعه حبيبات مستديرة منتظمة تقريبا	الحجر الرملي
4	خشن Rough	ركام سطح مقطعة خشن ذو حبيبات رفيعة او متوسطة ويحتوي على بلورات لا ترى بسهولة	بازلت الحجر جيري
5	بلوريCrystallized	ركام يحتوي على بلورات واضحة	غرانيت
6	معشش ومسام Pours	ركام به مسام وتجاويف واضحة	الحجر الخفاف

4-4 تأثير حسب نوع الركام:

يؤثر نوع الركام على مقاومة الخرسانة من حيث:

هنالك أنواع للركام مقاومتها أكبر من مقاومة العجينة الاسمنتية وفي هذه الحالة تكون مقاومة الخرسانة هي أقصى مقاومة تنكسر عندها العجينة الاسمنتية.

كما إن هنالك أنواع أخرى تكون أضعف من العجينة الاسمنتية فتكون مقاومة الخرسانة هي مقاومة الركام أو الاجهاد الذي ينكسر عنده الركام.

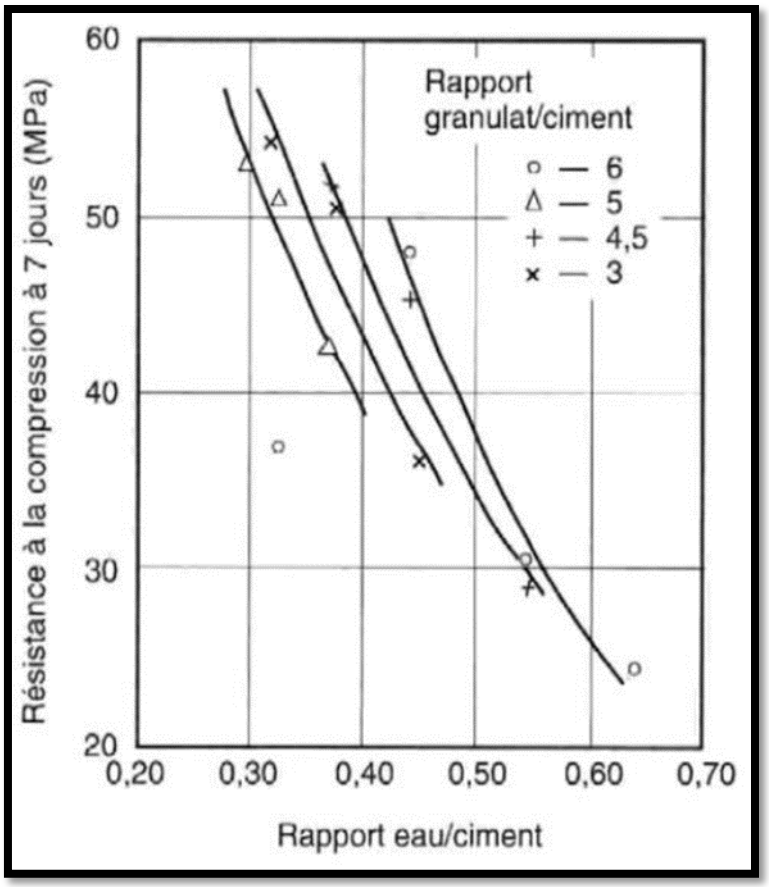
وعند اختيار نوع ركام قوي وإضافة مواد تزيد من قوة العجينة الاسمنتية يمكن أن نصل لمقاومة أعلى للخرسانة.

4-5 تماسك حبيبات الركام مع العجينة الاسمنتية:

تساعد خشونة سطح الحبيبات على زيادة التصاق الركام وعجينة الاسمنت وبصفة خاصة اذا كان اتجاه الخشونة متعامدا مع السطح العام لحبيبات الركام، إما الخشونة المتموجة فليس لها تأثير ملحوظ .

4-6 تقرير الاسمنت:

تؤثر الزيادة في محتوى الاسمنت (نسبة G /C منخفضة) على مقاومة جميع أنواع الخرسانة المتوسطة أو عالية مقاومة الى ما يتجاوز MPa35 تعتبر نسبة G /C أقل أهمية من حيث المقاومة ولتكن نسبة الماء/الاسمنت ثابتة، فإن الخرسانة ذات الكمية المنخفضة من الاسمنت أكثر مقاومة. [17]



منحنى (7-II) يوضح تأثير نسبةG/ C على مقاومة الخرسانة

4-7 مقاومة الركـــــام:

ولذلك مقاومة الركام تكون مهمة أكثر في الأماكن التي تحتاج لمقاومة عالية مثل الأرصفة في المطارات أو الخرسانات عالية المقاومة.

إن استخدام الركام منخفض المقاومة تحت فئة محددة، يمكن إن يقلل بشكل كبير من مقاومة الخرسانة ومن هنا جاءت الحاجة الى الاسمنت، يمكن اعتبار هذه الجودة أكثر أهمية من قوة صلابة الحصى . [17] ، [30]

الخاتمة:

إن الهدف من دراسة خصائص المواد المستعملة في الخلطة الخراسانية هو الوصول وتحقيق المقاومة المطلوبة بهدف استمرار الديمومة، حيث ذكرنا أهم الخصائص الفيزيائية والميكانيكية لركام وتطرقنا إلى معرفة نوع الماء المستعمل في الخلط وتصنيف الإسمنت.

وبالتالي يكسب الركام متانة إضافية للخرسانة الإسمنتية. من أجل الحصول على خرسانة متينة يجب أن يتميز ركامها بعدم تأثره بفعل العوامل الجوية المختلفة كالحرارة والبرودة والتي تؤدي إلى تفككه كما ويجب أن لا يحصل تفاعل ضار بين معادن الركام ومركبات الإسمنتية، إضافة إلى ضرورة خلوه من الطين ومن المواد غير النقية والتي تؤثر على المقاومة والثبات لعجينة الإسمنتية. ويجب أن يكون الركام نظيفا قويا مقاوما للسحق والصدم ومناسبا من حيث الإمتصاص ذا شكل وملمس مناسبين وغير قابل للانحلال، ومقاوما للتآكل.

الجزء التطبيقي

الفصل الثالث:
المواد المستعملة والتركيبة الخرسانية

مقدمة:

في الكثير من أشغال البناء نحتاج لمعرفة بعض خصائص المواد المستعملة والمتمثلة في الأبعاد، الشكل، المسامية، ونسبة الشوائب في العينة المدروسة، والتحليل الحبيبي هو أولى هذه الأبحاث ويتمثل في التعرف على خصائص الفيزيائية والكيميائية وذلك بتعيين أبعادها والنسب المئوية لكل بعد واعتمدنا على ثلاث أنواع من الرمل، **رمل عسيلة ورمل جامعة الأحمر ورمل جامعة الأصفر.**

1- مكونات الخلطة الخرسانية:

تتكون الخلطة الخرسانية من الاسمنت، الركام (الرمل والحصى) والماء في بعض الاحيان الإضافات ونظرا للتنوع الكبير في المواد المتاحة لنا في السوق لذلك من الضروري تحديد المواد التي اعتمدناها. كما يتم عرض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمواد الدراسة، لتحليل النتائج الاختبار واستنتاجاتها فيما بعد.

المواد المستعملة في عملنا هذا هي كما يلي:

صورة (1-III) مكونات الخلطة الخرسانية

1-1- الرمل:

الرمل هو مكون الهيكل العظمي الذي له الأثر الأكبر على الخرسانة والملاط. يلعب دورا رئيسيا في الحد من اختلاف الحجم والحرارة المتولدة وسعر تكلفة الخرسانة، حيث يجب ان تكون نظيفة ولا تحتوي على عناصر ضارة، لذا من المستحسن ان نكون حذرين من وجود الرمال الجرانيتية والميكا في الرقائق والطين والكبريتات. وفي حالة الرمل المسحوق والغبار واللوحات والإبر.

لاستخدام الرمل في الخرسانة أو الملاط يجب إخضاع الرمل إلى الاختبارات المعملية، إي تحليل حجم الجسيمات ، ما يعادل الرمل اختبار المثيلين الأزرق [31]

1-1-1- مناطق تواجد الرمل:

يوجد الرمل في الطبيعة في عدة مناطق، مثل الشواطئ والخلجان وكهوف الرمل والصحراء. يكون الغطاء النباتي نادرا حسب اتجاه الرياح في الصحراء ويختلف تكوين الرمال تبعا لمصادر الصخور المحلية المكونة وظروفها، ولكن المكون الأكثر شيوعا لها في المناطق القارية الداخلية والمناطق الساحلية غير الاستوائية هو السيليكا (ثاني أكسيد السيليكون 2OiS)، تعد كربونات الكالسيوم النوع الأكثر شيوعا لمكونات الرمال ، يعتبر الرمل أحد الموارد الطبيعية غير المتجددة ، ويدخل بكثرة في صنع الخرسانة .

1-1-2- أنواع الرمل المستخدم في البناء:

أ- رمل البحار: يتم استرجاع رمل البحر من الشواطئ، وله العديد من الاستخدامات في أعمال البناء طالما انه خالي من الأملاح الضارة، ومع ذلك لا ينبغي استخدام هذه الرمال في البناء لأعمال الخرسانة المسلحة.

ب- رمل النهر: كما يوحي هذا الاسم المأخوذ من الأنهار ويميل إلى أن يكون جيدا في الحجم يجب توخي الحذر عند الحصول على رمال النهر لضمان عدم خلط الطين في الرمال. سيؤدي استخدام هذا الرمل في البناء إلى إنهاء أكثر سلاسة.

ج- رمل الحفرة: عادة ما يتم استخدام رمل الحفرة داخل الملاط ؛ وذلك بفضل قوامه الصلب والخشن الذي تم الحصول عليه من أحواض الجداول القديمة. أهمية استخدام رمل الحفرة في البناء هو أن الإسمنت المنتج له قوة ولكنه ليس سلسا.

د- الرمل الحجري المسحوق: الفحوصات المتبقية من عملية تكسير الأحجار، تشكل الرمل الحجري المسحوق، والذي يستخدم عادة لخصائص الصرف التي يمتلكهاهذا هو الخيار الشعبي مع العديد من الاستخدامات من الخرسانة الجاهزة لفلترة الحجارة.

ه- الرمل الصناعي: الرمل الصناعي أو المصنع ويعرف أيضا بالرمل المسحوق أو الركام الناعم الصناعي هو بديل لرمل النهر الطبيعي في أعمال البناء، يتم تصنيعه عن طريق تكسير الصخور أو أحجار المحاجر أو قطع الركام الأكبر حجما إلى جزيئات بحجم الرمل في المصنع او المحاجر، الرمل الصناعي له شكل مكعب وزاوي، ويبلغ حجمه اقل من 4,75 مم . [32]

1-1-3- الخصائص الفيزيائية:

1-1-3-1- التحليل الحبيبي: [NF EN 933-2] [8]

الهدف من التجربة:

تهدف هذه التجربة إلى توزيع وتصنيف الحبيبات حسب أبعادها ويتم ذلك بواسطة غرابيل أو مناخيل ذات قطر أكبر من 0.08 مم.

الأدوات والأجهزة المستعملة:

عينة من التربة، ميزان الكتروني، مجموعة من الغرابيل، هزاز كهربائي لغربلة العينة

ميدان التطبيق:

للأعمال الخرسانية في البناء والأشغال العمومية.

تقام التجربة لعينة من المشروع.

مراحل التجربة:

نحضر سلسلة من الغرابيل فوق بعضها البعض حيث يكون الغربال ذو القطر الأصغر من الأسفل إلى الغربال ذو القطر الكبير من الأعلى.

وضع إناء قاعدي من الأسفل لالتقاط العناصر الدقيقة الأقل من 0.08 مم وغطاء في الأعلى لمنع تطاير الغبار.

نفرغ العينة الموزونة فوق الغربال العلوي .نشغل الجهاز (الهزاز الكهربائي) لمدة معينة من الزمن

بعد توقيف الجهاز نأخذ كل غربال على حده ونتأكد من أن كل غربال لم يرفض إلا ما هو أكبر قطر منه.

نزن الكمية المرفوضة من كل غربال.

نزن الكمية المارة المتبقية في الإناء القاعدي والتي قطرها أقل من 0.08 مم.

الحسابات والنتائج:

حساب المرفوض الكلي بالنسبة المئوية:

$$Mc(\%) = Mn/M * 100$$

$$M1 + M2 + M3 + \cdots \ldots Mn$$

Mn: مجموع المرفوضات الجزئية في كل غربال

M: كتلة العينة الكلية.

P = 100% - Mc%: النسبة المئوية للمار

وبعد إتمام عملية الحساب وتدوينها في الجدول رقم 1 نقوم برسم المنحنى البياني للتحليل الحبيبي لعينة التربة حيث محور التراتيب يمثل نسبة المار ومحور الفواصل يمثل لوغاريتم أقطار الغرابيل.

المعاملات التي تستنتج من المنحنى:

- **معامل الانتظام:**

ويستفاد من هذا D10 % إلى قطر حبيبات 10 D60% وهو عبارة عن نسبة بين قطر حبيبات 60 المعامل في تحديد مدى تدرج التربة ويحسب بالعلاقة التالية:

$$Cu = (D60 / D10)$$

D60: القطر المناسب لـ 60 % من المار الكلي.

D10: القطر المناسب لـ 10 % من المار الكلي.

- **معامل الانحناء:**

يحدد لنا مدى تجانس التربة واحتوائها على مختلف أبعاد الحبيبات ويحسب باستعمال العلاقة التالية:

$$Cc = D30^2 / D10 * D60$$

D30: القطر المناسب لـ 30% من المار الكلي.

النتائج كما موضحة في الجدول:

الجدول (III-1) نتائج معامل الانحناء ومعامل الانتظام لمختلف أنواع الرمل المستعمل.

	معامل الإنحناء Cc	معامل الإنتظام Cu
رمل عسيلة	1,18	1,5
رمل جامعة الأصفر	1,70	2,81
رمل جامعة الأحمر	1,014	1,66

- **معامل النعومة:**

يستخدم معامل النعومة للرمل لمعرفة مدى نعومة او خشونة الرمل وذلك بتحديد نسبة الرمل المار من الغرابيل والباقي فيها (المرفوض) بحيث يتم ترتيب هذه المناخيل من الأصغرإلى الأكبر كما يلي:**0,08 – 0,16 – 0,315 – 0,63 – 1,25 – 2,5- 5 مم**

وبهذه الطريقة يتم تحديد معامل النعومة الذي يعبر عن حجم المتوسط لحبيبات الركام ويستخدم هذا الأخير في بعض طرق تصميم الخلطات الخرسانية، لدى معيار النعومة ثلاثة مجالات رئيسية:

المجال A المفضل المستعمل في الخرسانة او الملاط بين (2,2 – 2,8)

المجال B رمل تميل حبيباته الى الدقيقة بين (1,8 – 2,2)

المجال Cرمل تميل حبيباته الى الخشونة بين (2,8 – 3,2)

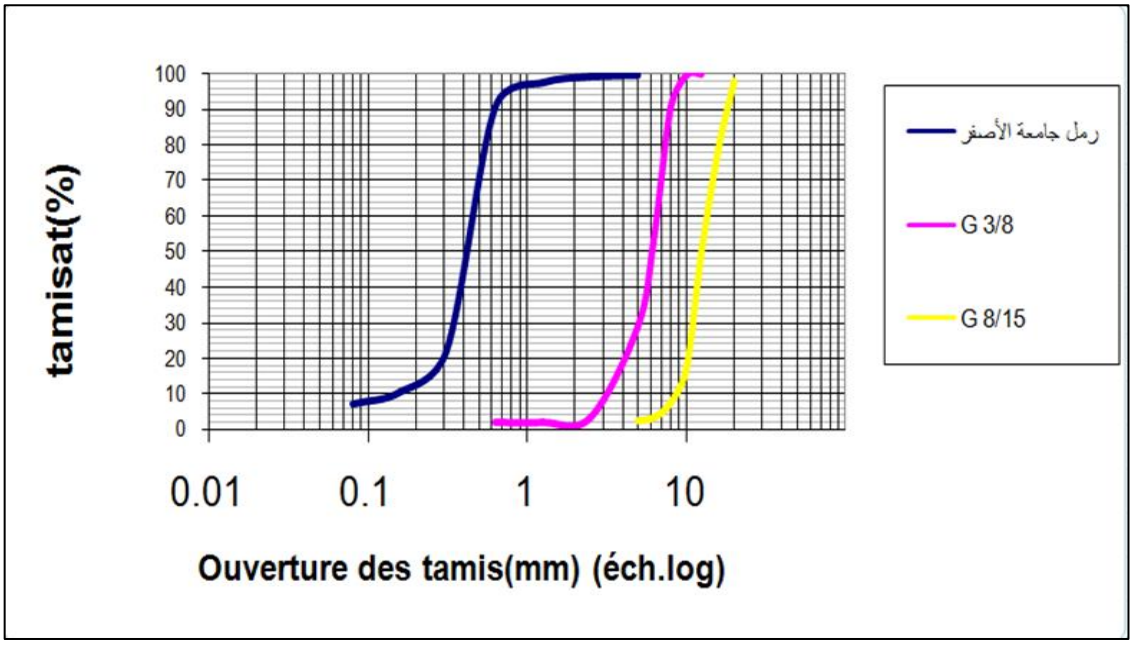
لحساب معامل النعومة نقوم بجمع النسب المئوية المتبقية في المناخيل المستعملة باستثناء المنخل 0,08 مم ثم نقوم بقسمتها على مائة

$$Mf = \sum \text{Rc} \div 100$$

العينة رقم 1: رمل جامعة الأصفر

الجدول (2-III) التحليل الحبيبي لرمل جامعة الأصفر

فتحات الغربال ب (mm)	العالق(g)	العالق المجمع (g)	نسبة العالق المجمع Rc (%)	المار المجمع T(%)
6,3	3.88	3.88	3.88	99.63
5	1.76	5.64	0.564	99.44
2,5	2.26	7.90	0.79	99.21
1,25	10.56	18.46	1.85	98.15
0,63	18.72	37.18	3.72	96.28
0,315	109.60	146.78	14.68	85.32
0,16	727.56	874.34	87.44	12.56
0,08	89.44	963.78	96.38	3.62

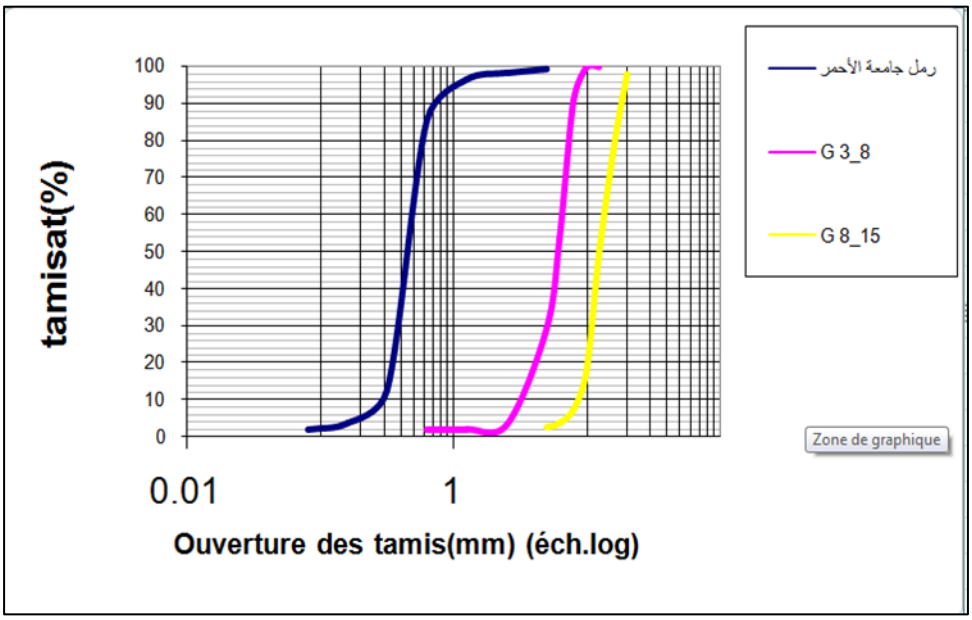


منحنى (2-III) التحليل الحبيبي لرمل جامعة الأصفر Mf = 2.04

العينة رقم 2: رمل جامعة الأحمر

الجدول (3-III) التحليل الحبيبي لرمل جامعة الأحمر

فتحات الغربال ب (mm)	العالق(g)	العالق المجمع (g)	نسبة العالق المجمع Rc (%)	المار المجمع T(%)
6,3	0	0	0	100
5	1.68	1.68	0.168	99.83
2,5	1.20	2.88	0.288	99.72
1,25	6.44	9.32	0.932	99.068
0,63	15.96	25.28	2.528	97.47
0,315	69.20	94.48	9.448	90.55
0,16	685	779.48	77.95	22.05
0,08	89.44	963.78	96.38	3.62

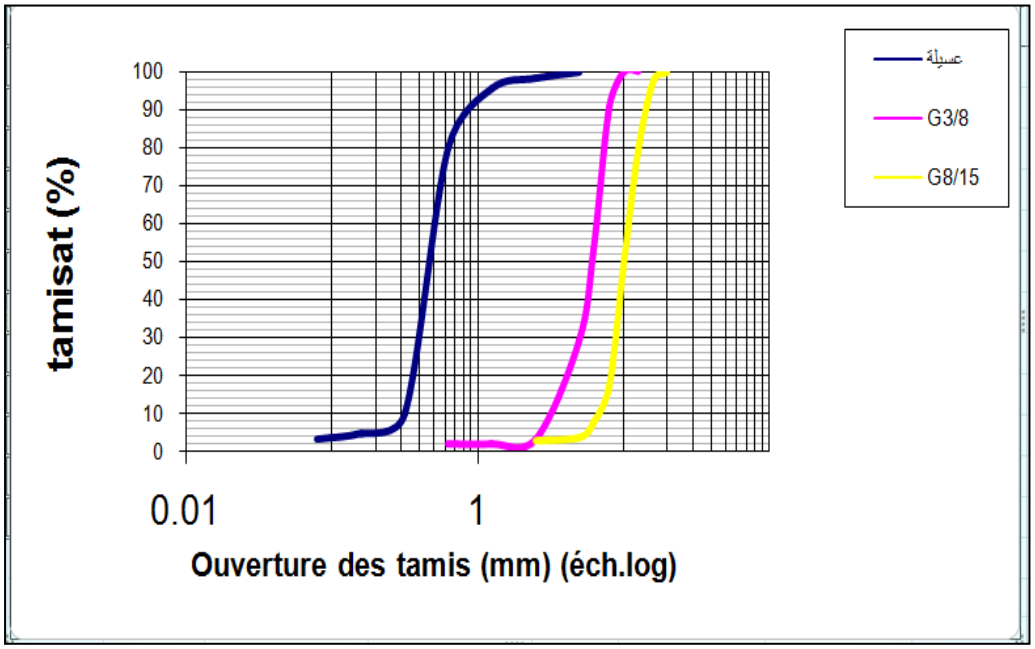


منحنى (3-III) التحليل الحبيبي لرمل جامعة الأحمر Mf = 1.80

العينة رقم 3: رمل عسيلة

الجدول (4-III) التحليل الحبيبي لرمل عسيـــــــــلة

فتحات الغربال ب (mm)	العالق(g)	العالق المجمع (g)	نسبة العالق المجمع Rc (%)	المار المجمع T(%)
6,3	0	0	0	100
5	0	0	0	100
2,5	3	3	0.3	99.70
1,25	14.94	17.94	1.794	98.206
0,63	26.94	44.88	4.488	95.512
0,315	154.74	199.62	19.962	80.038
0,16	700.04	899.66	89.966	10.034
0,08	52.38	952.04	95.204	4.796



منحنى (4-III) التحليل الحبيبي لرمل عسيـــــــــلة Mf = 2.10

بالنسبة للرمل المستخدم في دراستنا وجدنا معامل النعومة كالتالي:

رمل عسيلة Mf = 2.10

رمل جامعة الأحمر Mf = 1.80

رمل جامعة الأصفر Mf = 2.04

1-1-3-2- مكافئ الرمل:

إن كل الحبيبات تحتوي على نسبة معينة من الشوائب والتي يكون تأثيرها سلبيا على خصائص الخرسانة أو التربة ولهذا يجب مراقبة هذه النسبة بحيث لا تتجاوز الحدود المسموح بها.

تعريف: تحديد مكافئ الرمل يكشف وجود العناصر الناعمة في الرمل ويبين تأثيرها من خلال معامل يسمى معادل التكافؤ الرملي (Equivalent de sable).

الهدف من التجربة:

هو تعيين نقاوة الرمل الداخل في تكوين الخرسانة وكذلك بالنسبة للتربة من خلال التعرف على نسبة الشوائب وبالتالي معرفة مجالات استعماله.

مراحل التجربة:

- **تحضير العينة:**

نأخذ كمية من الرمل المبلل تكون موافقة ل g 120 من الرمل الجاف وبالتالي نقوم بحساب نسبة المحتوى المائي للرمل (W) ونزن.(W +1) 120

تتم عملية غربلة العينة في غربال 5mm وذلك بغسل الرمل في الغربال فوق إناء أكبر منه ثم نترك العينة تترسب.

- **الأدوات واللوازم المستعملة:**

1- مخبرات(Eprouvettes) أسطوانية شفافة من مادة بلاستيكية تحتوي على خطين معلمين وسدادات (bouchons)من المطاط.

2- قمع.(Entonnoir)

3- إناء للغسل (Bonbonne) من الزجاج أو البلاستيك سعته 5L مزود بسداد به فتحة (Siphon)وأنبوب مطاطي مرن طوله 1.50 m يصل الإناء بأنبوب الغسل.

4- أنبوب للغسل معدني يكون على امتداد الأنبوب المطاطي المرن.

5- جهاز التحريك (Machine agitatrice) يسمح بتحريك المخبرة بفعل 90 هزة في مدة 30 ثانية.

مكبس (Piston)مجهز بكتلة متحركة تساوي 1000g، قطره أقل من قطر المخبرات ويحتوي على ثلاثة لوالب (Vis) مكونا مصدم المكبس(Butées) .

6- مسطرة طولها 500mm.

صورة (III-5) تجربة مكافئ الرمل

7- غربال ذو ثقوب مربعة 5مم.

8- ميزان دقيق.

9-كرونومتر(Chronomètre) .

الطريقةالعملية:

- **المبدأ:**
  - ترسيب المادة الحبيبية التي تمر من خلال الغربال 5mm.
  - غسل العينة بالمحلول الخاص وتركها ترتاح وبعد الوقت المحدد قياس:
  - الارتفاع h1 : ارتفاع الرمل والعناصر الناعمة معا.
  - الارتفاع h2 : ارتفاع الرمل النظيف بالمكبس.
- **المراحل:**
  - نحضر الرمل بالطريقة المذكورة سابقا.
  - نملأ المخبرة بالمحلول الغاسل حتى المعلم السفلي.
  - نضع كمية الرمل داخل المخبرة باستعمال القمع ونطرد الفقاعات الهوائية وذلك بضرب المخبرة بواسطة اليد ونتركها ترتاح لمدة 10 دقائق كي يتفاعل المحلول مع الرمل.
  - نغلق المخبرة بالسداد المطاطي ونضعها في جهاز التحريك لتتعرض لحركة مستقيمة أفقية جيبية بوتيرة 90 ذهاب وإياب في مدة 30 ثانية.
  - نغسل ونملأ المخبرة باستعمال الأنبوب الغاسل وذلك باتباع الخطوات التالية:
  - ننـزع ونغسل السداد المطاطي فوق المخبرة.
  - ننزل الأنبوب الغاسل بتدويره بين الأصابع لغسل الجوانب الداخلية للمخبرة.
  - نغسل الرمل بالأنبوب الغاسل بتدويره دائما بين الأصابع.
  - نرفع الأنبوب الغاسل ببطء وانتظام ونخرج الأنبوب من المخبرة ونغلق الحنفية عندما يصل المحلول إلى المعلم العلوي.
  - نترك المخبرة ترتاح لمدة 20 دقيقة في وضعية شاقولية مع تفادي الإهتزازات.
  - نقيس بالمكبس h_1 وh'_2.

إن قياس h'_2 لا يكون دائما سهلا وبالتالي نلجأ للطريقة التالية:

- ننزل المكبس ببطء في المحلول بحيث يستند عل الحافة العلوية للمخبرة ونوقفه عندما يلامس الرمل ونقيس h2.
- نسجل درجة الحرارة التي يجب أن تكون 20 ° C.
- نجري نفس العمليات المذكورة سابقا على مخبرتين في نفس الوقت.

النتائج:

نتحصل في النهاية على القياسات التالية بالنسبة لكل مخبرة: h1، h'2 وh2.

تحليل النتائج:

معامل التكافؤ الرملي بالنظر هو :

$$ESV = \frac{h'_2}{h_1}$$

معامل التكافؤ الرملي هو:

$$ES = \frac{h_2}{h_1}$$

طريقة الحساب:

بعد القيام بالتجربتين على المخبرتين يكون معامل التكافؤ الرملي هو معدل النتيجتين المحصل عليهما.

مجالات الاستعمال:

الجدول (III-5) مجال الاستعمال

ES	ESV	نوعية الرمل	مجال الاستعمال
$ES < 60$	$ESV < 65$	رمل طيني	يرخص استعماله في الخرسانة العادية ويستعمل في الطبقة الأساسية لقارعة الطريق (couches de base)
$60 \leq ES < 70$	$65 \leq ESV < 75$	رمل طيني نسبيا	يستعمل في الخرسانة العادية
$70 \leq ES < 80$	$75 \leq ESV < 85$	رمل نظيف	يستعمل في الخرسانة ذات القيمة العالية
$ES \geq 80$	$ESV \geq 85$	رمل نظيف جدا	يستعمل في الخرسانة الخاصة

- **الاحتياطات:**
  - لا نعرض المخبرات الشفافة لأشعة الشمس.
  - تجنيب المخبرات كل الإهتزازات الممكنة أثناء إجراء التجربة .
- **نتائج العينات:**

الجدول (III-6) نتائج المكافئ الرملي للعينات

العينة	ES %	نوعية الرمل	مجال الاستعمال
رمل جامعة الأصفر	82,56	رمل نظيف	يستعمل في الخرسانة ذات القيمة العالية
رمل جامعة الأحمر	21,83	رمل طيني	يرخص استعماله في الخرسانة العادية ويستعمل في الطبقة الأساسية لقارعة الطريق couches de (base)
رمل عسيلة	48,88	رمل طيني	يرخص استعماله في الخرسانة العادية ويستعمل في الطبقة الأساسية لقارعة الطريق couches de (base)

1-1-3-3- الكتلة الحجمية:

الهدف:

معرفة نوع الركام المستعمل وكثافة i وكذا معرفة الأحجام والكتل التي تدخل في تركيب الخرسانة، وهي معرفة بالقواعدNE P18-301 [55]

الكتلة الحجمية الظاهرية Masse volumique apparen

هي النسبة بين وزن العينة الكلي على الحجم الكلي وتعطى بالعلاقة:

$$\rho_{app} = \frac{M_T}{V_T}$$

ρ_{app}الكتلة الحجميةالظاهرية.

M_Tوزن العينة الكلي.

V_Tحجم العينة الكلي.

الكتلة الحجمية المطلقة Masse volumique absolue

وهي النسبة بين وزن الحبيبات الصلبة على حجم الحبيبات الصلبة وتعطى بالعلاقة:

$$\rho_{ab} = \frac{M_S}{V_S}$$

صورة (III-6) تجربة الكتلة الحجمية المطلقة للرمل

ρ_{ab}لكتلة الحجمية المطلقة.

M_Sوزن الحبيبات الصلبة.

V_S حجم الحبيبات الصلبة.

والجدول الموالي يعرض النتائج المتحصل عليها:

الجدول (III-7) الكتل الحجمية للعينات

العينة	الكتلة الحجمية الظاهرية	الكتلة الحجمية المطلقة
رمل جامعة الأصفر	1,66	2,52
رمل جامعة الأحمر	1,53	2,44
رمل العسيلة	1,72	2,5

1-1-4- الخصائص الكيميائية للرمل: قمنا بهذه التجربة لتحديد نسب العناصر الغير قابلة لدوبان و السولفات بمحلول كلور الباريوم و محلول chlorhydrique و نسب الكربونات بجهاز calcimétre Dictrich fruhling لثلاثة أنواع من الرمل فتحصلنا على النتائج كما هي موضحة في الجدول .

1-1-4-1- المعايير الكيميائية: الموضحة في الجداول التالية:

الجدول (III-8) المعايير الكيميائية

رمل عسيلة			
العينة	سولفات $Caso_4,2H_2O$ %	كربونات الكالسيوم $\%CaCO_3$	جزيئات غير قابل للذوبان%
العينة رقم 01	0.150	12.36	87.0
رمل جامعة الأصفر			
العينة	سولفات Caso4,2H2O %	كربونات الكالسيوم %CaCO3	جزيئات غير قابل للذوبان%
العينة رقم 02	3.255	17.52	79.0
رمل جامعة الأحمر			
العينة	سولفات Caso4,2H2O %	كربونات الكالسيوم % CaCO3	جزيئات غير قابل للذوبان%
العينة رقم 03	0.380	6.52	93.0

تحليل النتائج:

نلاحظ من خلال الجداول ان رمل جامعة الأصفر يحتوي على نسبة سولفات Caso4,2H2O =3.255% وكربونات الكالسيوم CaCO3=17.52% .

ويحتوي رمل عسيلة على نسبة سولفات Caso4,2H2O =0.150% وكربونات الكالسيوم CaCO3 =12.36%

اما رمل جامعة الأحمر يحتوي على نسبة من السولفات Caso4,2H2O =0.380% وكربونات الكالسيوم CaCO3 =6.52% وبالتالي رمل جامعة الأصفر يحتوي على اكثر نسبة سولفات وكربونات الكالسيوم.

1-2- الحصى:

لدينا نوعين من الحصى المستخدم هما:8/3 و15/8المستخرجة من محجرحوض الحمرة حاسي مسعود .

1-2-1- الكتلــة الحجميــة:

1-2-1-1- الكتلة الحجمية الظاهرية:

وهي كتلة 1م^{3}من الحصى المأخوذة في كومة، تشتمل على فراغات نفاذة وغيرمنفذة للجسيم وكذلك الفراغات بين الجسيمات. يتم تقديمه بواسطة الصيغة التالية:

$$\rho a = Mt / Vt$$

Mt : الكتلة الكلية للحصى

Vt : الحجم الكلي للحصى

1-2-1-2- الكتلــة الحجميــة المطلقــة:

وهي كتلة1م^3 من المادة بعد خصم جميع الفراغات بين الحبوب و الفراغات داخل الحبوب.

$$\rho S = MS / VS$$

Ms : كتلة الحبوب الصلبة

Vs : حجم الحبوب الصلبة

كما موضح في الصورة:

صورة (III-7) تجربة الكتلة الحجمية المطلقة للحصى

الجدول (III-9) يوضح الكتلة الحجمية الظاهرية المطلقة للحصى

قسم الحصى	حصى3/8G1كغ/م3	حصى8/15 G2 كغ/م3
ρa	1470.25	1492.48
ρS	2638.42	2642.04

1-2-2- معامل إمتصاص الماء:

معظم الركام المخزن في جو جاف لفترة معينة، يمكن أن يمتص الماء لاحقا.

عموما معامل إمتصاص الماء يعطى بالعلاقة التالية:

$$CA = (M1 - M2) / M2x100$$

M1: كتلة العينة وهي مشبعة .

M2: كتلة العينة وهي جافة .

النتائج المتحصل عليها كالتالي:

CA : 0.540 : G1 (3 /8)

CA : 0.620 : G2 (8 /15)

صورة (III-8) تجربة إمتصاص الماء للحصى

1-2-3- التحليل الحبيبي للحصى:

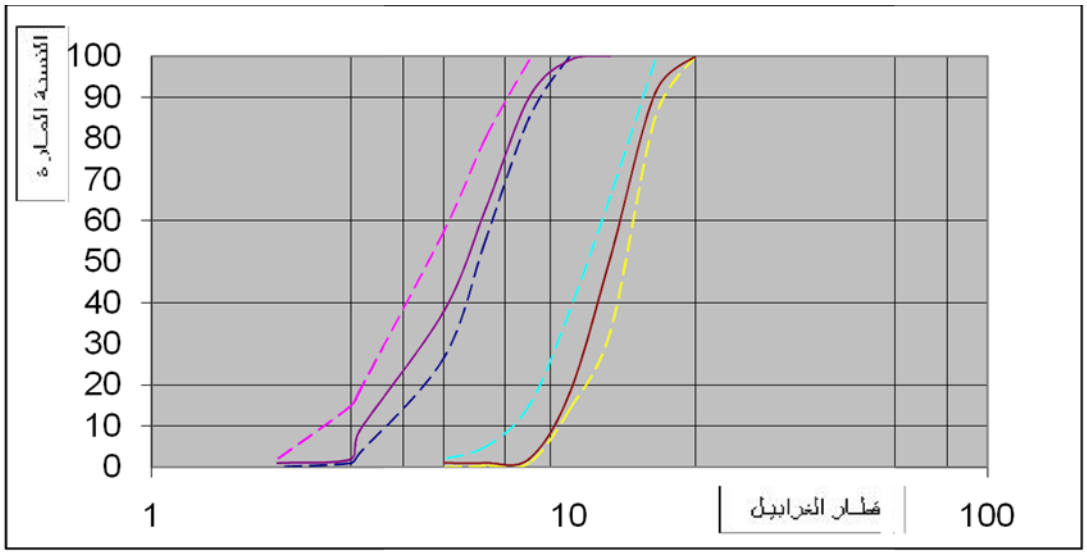
الجدول (III-10) يوضح نتائج التحليل الحبيبي للحصى نوع 8/15:G

الغرابيل	الكمية المحجوزة Mi	الكمية المحجوزة الكلية∑mi	النسبة الباقية	النسبة المارة
20	00	00	00	00
16	63.95	63.95	2.131	97.869
12.5	567.20	631.15	21.38	78.962
10	890.45	1521.6	50.72	49.28
8	960.20	2481.80	82.726	17.274
6.3	293.40	2775.20	92.506	7.494
5	116.70	2891.90	96.396	3.604
2.5	28.25	2920.15	97.338	2.662

الجدول (III-11) يوضح نتائج التحليل الحبيبي للحصى نوع 3/8:G

الغرابيل	الكميةالمحجوزة Mi	الكميةالمحجوزة الكلية∑mi	النسبةالباقية	النسبةالمارة
12.5	00	00	00	00
10	6.10	5.36	0.268	99.732
08	226.10	188.50	9.425	90.575
6.3	809.64	933.33	46.666	53.334
5	418.92	1417.32	70.866	29.134
2.5	465.75	1933.74	96.687	3.313
1.25	25.83	1959.58	97.979	2.021
0.63	0.22	1959.80	97.99	2.01

صورة (III-9) تجربة التحليل الحبيبي للحصى



منحنى (III-10) يوضح نتائج تجربة التحليل الحبيبي 8/3 و15/8

منحنى بياني خاص بالحصى 8/3

منحنى بياني خاص بالحصى 15/8

لاحظنا من خلال الرسم أن المنحنى داخل المجال المحدد للنوعين من الحصى والذي يثبت من أستخدام الحصى في الخرسانة.

1-3- الاسمنـت:

الاسمنت عبارة عن ترابط هيدروليكي، أي مادة نقية غير عضوية ، ممزوجة مع الماء، تشكل عجينة تضبط وتتصلب نتيجة تفاعلات عملية الترطيب والتي بعد التصلب تحتفظ بمقاومتها استقرارها حتى تحت الماء.

الاسمنت المستعمل في الدراسة هو: B-L/IICEM32,5R لافارج (عالية الآداء) من مصنع بسكرة حيث تقدر كتلته الحجمية المطلقة بـ 3.10:كغ/م^{3}والكتلة الحجمية الظاهرية بـ: 1,25 كغ/م^3.

1-3-1- الخصائص الكيميائية للإسمنت المستعمل:

الجدول (III-12) يوضح التركيبة الكيميائية للاسمنت

التركيبة الكيميائية	النسبة المئوية %
Sio_3	22.33
Al_2o_3	4.35
Fe_2o_3	3.30
Cao	58.00
Mgo	1.9
K_2o	-
Na_2o	-
So_3	2.31
paF	6.82

1-3-2- الخصائص الفيزيائية للاسمنت المستعمل:

الجدول (III-13) يوضح الفيزيائية للاسمنت

الخصائص الفيزيائية	
زمن بداية الأخذ	2 سا و30 د
زمن نهاية الأخذ	5 سا و5 د
المساحة السطحية	3.1 غ/سم^3
درجة حرارة التميه	370 ج/غ
التوسيع	ملم

1-4- ماء الخلط:

المياه المستخدمة هي مياه الصنبور الصالحة للشرب وهي مناسبة لصنع الخرسانة NE P18-303199.ET EN 1008[46] يجب ان تستوفي جميع متطلبات المعايير فيما يتعلق بتركيزات المواد المعلقة والأملاح الذائبة.

يمكن ان يكون للماء الرديء أثار ضارة على الخرسانة مثل الكربنة، وتآكل التعزيزات، وانخفاض المقاومة الميكانيكية، وتسريع أو تباطؤ وقت الإعداد وظهور بقع ضارة على سطح الخرسانة.

2- صياغة التركيبة الخرسانية:

تصميم الخلطات الخرسانية يعني تحديد القيم النسبية لمكوناتها بما يتفق مع المتطلبات المرغوبة لعمل معين ويكون ذلك باستخدام نسب ثبت فاعليتها من الخبرة وقد تكون بطرق حسابية مبنية على أساس فني , وتتضمن خواص المواد المستخدمة والخواص المطلوبة في الخرسانة المتصلدة (مثل مقاومة الأحمال ومقاومة البري) والاشتراطات التي تتطلبها خطوات صياغة الخرسانة مثل السهولة المناسبة للصب والتسوية النهائية لسطح الخرسانة وذلك مع مراعاة التكاليف الاقتصادية حسب نوع العمل الإنشائي المطلوب , وهذه الطرق الحسابية تهدف إلى استخدام المواد الموجودة لنحصل منها على خرسانة ذات خواص مطلوبة في الحالتين الطازجة والصلبة وذلك بأقل تكاليف ويمكن اعتبار ان مقاومة الخرسانة للضغط تبين مدى جودة الخرسانة المتصلدة كما تعبر قيمة الهبوط عن مدى جودة الخرسانة الطازجة.

ويعتبر تحديد نسب الخلطة الخرسانية من اهم العوامل التي تؤثر على جودة الخرسانة وعلى اقتصاديات المشروع، فمن الممكن الحصول على خرسانة متباينة في جودتها وثمنها على الرغم ان جميعها تتكون من نفس المواد.

هناك عدة طرق تستعمل لتحديد تركيبة 1م^3 من الخرسانة نذكرمنها: طريقة بلومي ،فوزي ، فلات ، في مذكرتنا اخترنا طريقة درو قوريس(DREUX GORISSE) .

2-1- طريقة Dreux Gorisse :

الهدف من الطريقة:

هو تحديد نسب العناصر المكونة للخرسانة من اجل تحضير خرسانة ذات مقاومة جيدة وتشغيل مقبول. وهاته المكونات هي: الاسمنت، الماء، الرمل ، الحصى .

صياغة الطريقة:

تتمثل طريقة تشكيل الخرسانة في تحديد الخليط الأمثل لـ الركام المختلف، وكذلك جرعة الأسمنت والماء ، من أجل الحصول على الخرسانة مع الخصائص المناسبة للهيكل أو جزء من الهيكل .

الطريقة العملية لتحديد تكوين الخرسانة هي طريقة درو غوريس .

تتيح لك هذه الطريقة تحديد صيغة التركيب بسرعة وسهولة.

تتكيف مع الخرسانة المدروسة. من أجل الحصول على أفضل صيغة ، سيكون من الضروري تنفيذها .

اختبارات الترهل والقوة . بعد هذه الاختبارات، قد يكون من الضروري لإجراء بعض التغييرات.

علاوة على ذلك، من أجل الامتثال للمواصفات التي تفرضها ، فإن الصيغ التي أقترحها قد تم حسابها بطريقة للحصول على مقاومة فائقة من القوة المميزة المطلوبة عند 6 MPa. بالإضافة إلى ذلك، يضمن أيضًا أن لا تتجاوز نسبة الماء الفعالة / المكافئ للحد الأقصى للقيمة التي يفرضها المعيار. [56] .

2-1-1- عرض طريقة (Dreux Gorisse):

يعتمد مبدأ هذه الطريقة على المقاومة المطلوبة وقابلية التشغيل مما يؤدي إلى تحديد جرعة الأسمنت وجرعة الماء.

سنعتمد القاعدة التقريبية لمتوسط المقاومة عند مقاومة fc28 في ضغط لمدة 28 يومًا. مع مراعاة التشتت والانحرافات التربيعية:

$$Fc= fc28+6MPa$$

تركيز الأسمنت:

يتم تقييم نسبة E\C تقريبًا وفقًا لمتوسط المقاومة المطلوب:

$$Fc=GFce*(C/E-0.5)$$

Fc : متوسط مقاومة الانضغاط المطلوبة (عند 28 يومًا) في MPa .

Fce : فئة الأسمنت الحقيقية (عند 28 يومًا) MPa .

C: جرعة الأسمنت (بالكيلو جرام / م 3) .

E: جرعة الماء الإجمالية على المواد الجافة (باللترات لكل 1 م 3) .

G: معامل الحبيبات .

متوسط مقاومة الانضغاط للخرسانة (عند 28 يومًا)، MPa fc28 = 25 يحتوي الاسمنت فئة 42.5 على فئة حقيقية تساوي MPa 62 .

القيم التقريبية للمعامل الحبيبي G (بافتراض أن شد الخرسانة نفذت في ظروف جيدة . عن طريق الاهتزاز ، من حيث المبدأ) . بمجموع D≤16

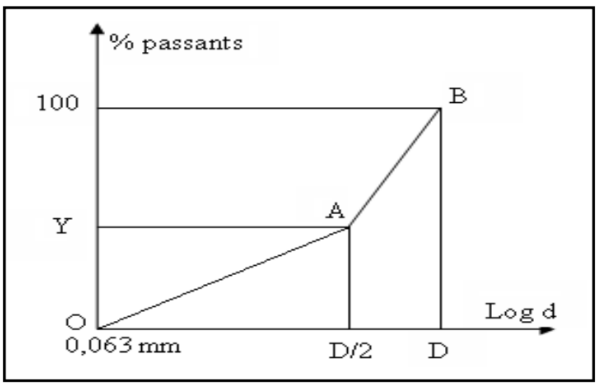
(جودة الركام الجيدة الحالية) نأخذ G = 0.45 انظر الملحق (01). بغرض تحديد جرعة الأسمنت يجب استخدام الملحق (02) الذي تحدده العلاقة بين الحبيبات وجرعة الأسمنت التالية:$C=700/_S\sqrt{D}$

D : القطر الكلي الأقصى، في هذه الدراسة D = 16.

C :نأخذها حسب الأعمال المستخدمة وفقًا للملحق، جرعة الأسمنت المستخدمة C = 400 كجم / م 3.

تخطيط المنحنى الحبيبي المرجعية:

بناءً على التحليل الإحصائي لهذا العدد الكبير من الخرسانة والجمع بين المنحنيات الحبيبية التي تم الحصول عليها، كانوا قادرين على إنشاء نهج تجريبي لتحديد منحنى محبب مرجعي له شكل خطين مستقيمين في رسم تخطيطي شبه لوغاريتمي .



منحنى (III-11) يوضح نموذج مثالي وفقًا لطريقة Dreux-Gorisse

في الرسم البياني لتحليل حجم الجسيمات من النوع fnor، نرسم تركيبة حبيبية المرجع O A B، انظر الشكل السابق.

النقطة ب: التنسيق: 100٪، الحد الأقصى: البعد D لأكبر الركام .

وهكذا فإن إحداثيات نقطة الفاصل A هي النقطة أ: وتتميز بالإحداثيات التالية:

الإحداثي السيني:

إذا كانت D>20 مم، فسيكون الإحداثي مساويًا لـ D / 2

إذا كانت D> 20 إلى مم، فسيكون الحد الفاصل في منتصف الجزء المحدود من الحصى بواسطة غربال البعد mm5 يعطى:

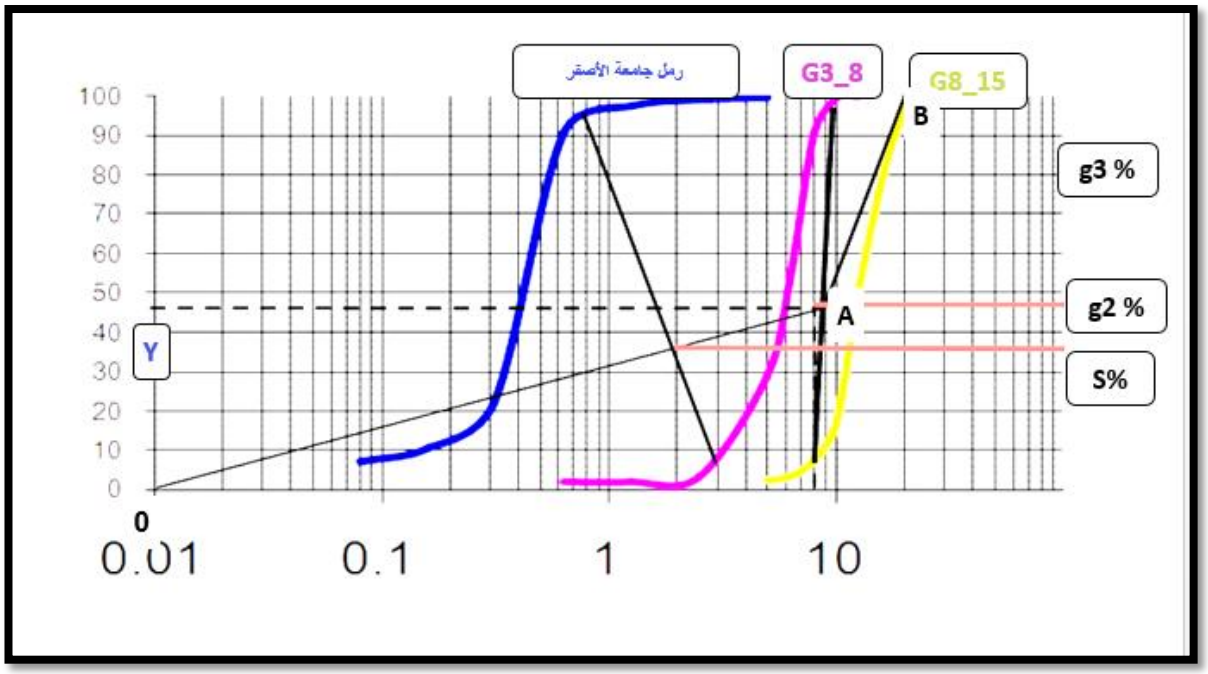
$$Y = 50 - \sqrt{D} + K$$

K: مصطلح تصحيحي يعتمد على جرعة الأسمنت وفعالية الشد والشكل الركام المدلفن أو المسحوق وكذلك معامل صفاء الرمل.

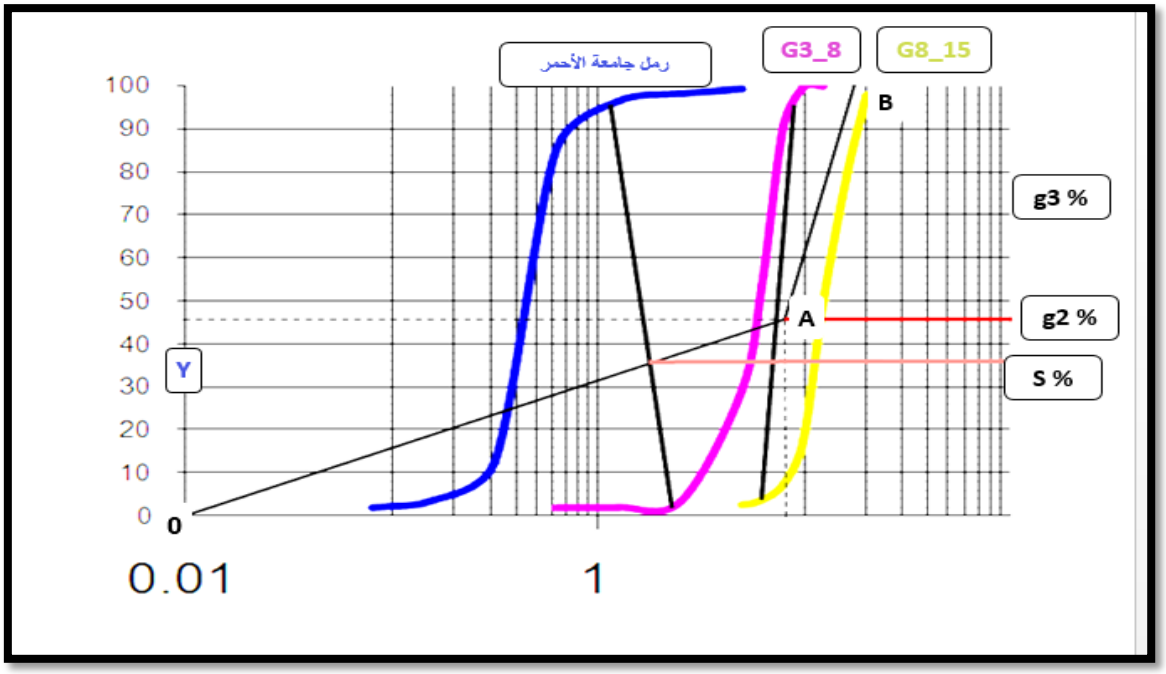
بالنسبة لحالتنا، اخترنا K = 0، المقابلة لجرعة الأسمنت 400 كجم / م 3 و اهتزاز عادي انظر الملحق(02)

تم رسم منحنى OAB الحبيبي المرجعي على نفس الرسم البياني مثل المنحنيات حجم الجسيمات من الركام المكون.

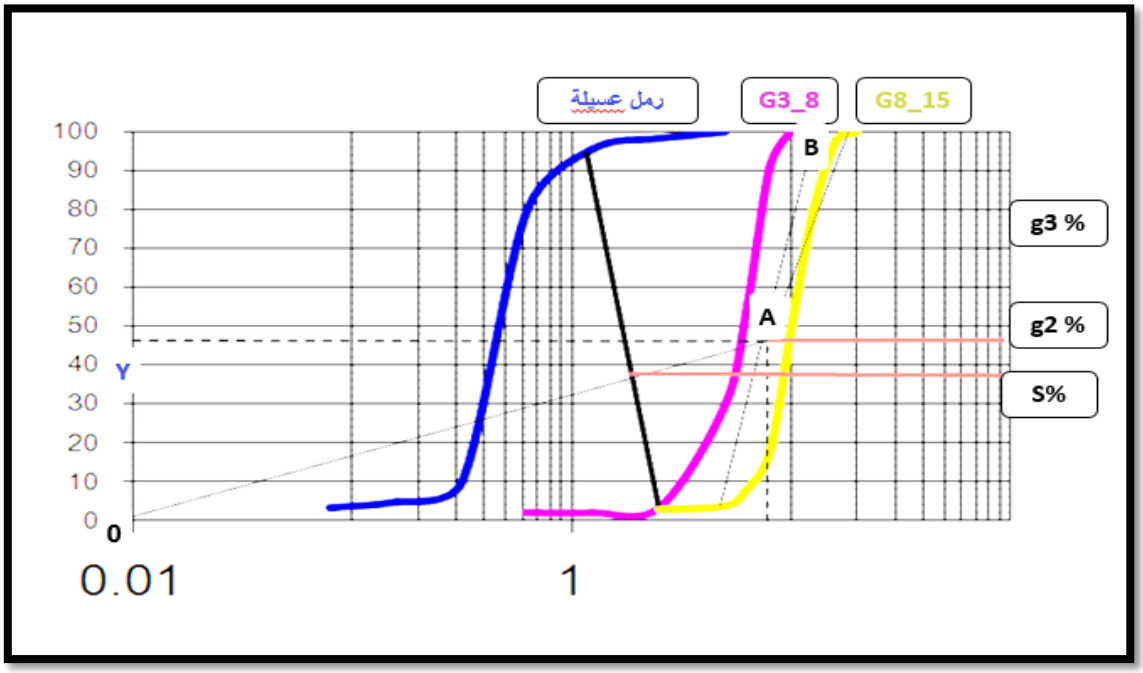
ثم نرسم خطوط التقسيم بين كل منهم االركام، من خلال الانضمام إلى 95٪ نقطة من المنحنى الحبيبي الأول، إلى 5٪ نقطة من منحنى التجميع التالي:



منحنى (III-12) يوضح نسب المواد المستعلمة في الخرسانة المكونة من رمل جامعة الأصفر



منحنى (13-III) يوضح نسب المواد المستعلمة في الخرسانة المكونة من رمل جامعة الأحمر



منحنى (14-III) يوضح نسب المواد المستعلمة في الخرسانة المكونة من رمل عسيلة

نقاط التقاطع بين خطوط التقسيم ومنحنى مرجع OAB تعطي النسب المئوية من المجاميع الملخصة في الجدول التالي:

الجدول (III-14) يوضح النسب المئوية للتركيبة

	الرمل %	الحصى 8/3 %	الحصى 15/8 %
الخرسانة المكونة من رمل جامعة الأصفر	36	9	55
الخرسانة المكونة من رمل جامعة الأحمر	36	8	56
الخرسانة المكونة من رمل عسيلة	38	8	54

سنقرأ بعد ذلك على المنحنى المرجعي، عند نقطة التقاطع مع خطوط التقسيم، والنسبة المئوية للحجم المطلق لكل من الركام.

الحجم المطلق لحبوب الأسمنت هو :(Vc = C/ωc

$$Vc = 400/3.1 = 129.03$$

مع C جرعة الأسمنت. (ωc هي الكتلة المحددة المسموح بها لحبوب الأسمنت) الحجم المطلق لجميع الركام (بدون أسمنت) هو:(V = 1000γ - Vc)

سيتم اختيار قيمة مناسبة لمعامل الانضغاط γ كدالة لـ D مناتساق وفعالية التثبيت، بحيث يمكن تحديد الحجم الإجمالي المطلق

أو بعد ذلك: إجمالي V = 1000 γ.

في حالتنا Dmax ≥16 والاتساق البلاستيكي مع اهتزاز منخفض.

(لحالتنا γ = 0.820 انظر الملحق (03)

Vg = 1000γ - C / c

Vg=820-129.03= 690.97 L

V1=s1 Vg = 36x690,97/100=248.75 L

V2= g2 Vg = 9x690,97/100=62.18L

V3= g3 Vg = 55x690.97/100=380.03L

حيث s1 وg2 وg3 هي النسب المئوية للركام الرمل-جامعة الأصفر والحصى (8/3) والحصى (15/8)

ω1، ω2، 3 هي الكتلة المحددة لكل من الركام.

تعطى الجرعات الكتلية للعناصر الجافة (الركام، الرمل) لـ 1 م 3 من الخرسانة:

$$p1 = V1\ \omega1 = 248.75x2520x10 - 3 = 626.85\ Kg$$

$$p2 = V2\ \omega2 = 62.18x2638.42\ x10 - 3 = 164.05\ Kg$$

$$p3 = V3\ \omega3 = 380.03x2642.04x10 - 3 = 1000.05\ Kg$$

تم الاحتفاظ بنسبة الماء / الأسمنت (E / C = 0.57) ثابتة لجميع المخاليط المصنوعة بما في ذلك الغرض من التمكن من مقارنة النتائج التي تم العثور عليها.

تم عمل الخلطات من 8/3، 15/8 حصى من المحجر حوض الحمراء تظهر النسب في الجداول التالية:

الجدول (III-15) يوضح النسب المئوية للتركيبة الخرسانية

الخرسانة المكونة من رمل جامعة الأصفر									
نوع الاسمنت	كمية الإسمنت	الرمل		الحصى 8/3		الحصى 15/8		كمية الماء	الماءعلى الاسمنت C/E
		%	كغ	%	كغ	%	كغ	ل	
SPA	400	36	626.85	9	164.05	55	1000.05	228	0.57
الخرسانة المكونة من رمل جامعة الأحمر									
نوع الاسمنت	كمية الإسمنت	الرمل		الحصى 8/3		الحصى 15/8		كمية الماء	الماءعلى الاسمنت C/E
		%	كغ	%	كغ	%	كغ	ل	
SPA	400	36	606.92	8	145.82	56	1022.31	228	0.57
الخرسانة المكونة من رمل عسيلة									
نوع الاسمنت	كمية الإسمنت	الرمل		الحصى 8/3		الحصى 15/8		كمية الماء	الماءعلى الاسمنت C/E
		%	كغ	%	كغ	%	كغ	ل	
SPA	400	38	656.4	8	145.82	54	985.79	228	0.57

الخاتمة:

نستنتج من هذا الفصل في خصائص المواد المستعملة أو المستخدمة وتركيبة الخرسانة، الإسمنت المستعمل هو R32,5 B-L / II CEM لافارج عالية الآداء (من مصنع بسكرة حيث تقدر كتلته الحجمية المطلقة بـ : 3.10 كغ/م3 والكتلة الحجمية الظاهرية بـ : 1,25 كغ/م^3) .

وتم عمل خلطات من نفس نوع الحصى (8/3) و(15/8) من محجر حوض الحمرة حاسي مسعود وبالنسبة الرمل المستخدم هوثلاثة انواع من الرمل: رمل جامعة الأحمر، رمل جامعة الأصفر ورمل عسيلة حيث استخدمنا هذه الطريقة البسيطة والسهلة للغاية Gorisse Dreux وتعتمد هذه الطريقة على الحصول على مقاومة جيدة وقابلية التشغيلية مناسبة.

الفصل الرابع:
التجارب و تحليل و تفسير النتائج

مقدمة:

تعتبر الخرسانة واحدة من أكثر المواد الإنشائية استعمالا وهي عبارة عن مجموعة من المواد المركبة ومن أهم الأسباب التي تجعل الخرسانة مادة إنشائية هامة ومفيدة وشائعة هي توافر المواد: الأولية التي تنتج منها الخرسانة ، انخفاض كلفة المواد الأولية وعملية الإنتاج ، مقاومة الانضغاط .

1- نتائج ومعالجة العينات:

1-1- القوالب وعينات الإختبار :

وفقًا للمعايير الأوروبية NF EN 12390-1/2001[49] ، لتلبية احتياجاتنا دراستنا واعتمادنا على طبيعة الاختبار المراد إجراؤها وكان عدد العينات 270 عينة ، حيث استخدامنا القوالب التالية لعمل عينات الاختبار:

قالب اسطواني قطر 16 ارتفاع 32 سم.

قالب مكعب 15x15x15سم ،

قالب مكعب 10x10x10سم ،

1-2- ثاثير أبعاد المخبرات:

عند مقارنة نتائج الإختبار على العينات، فمن المستحسن بالطبع التحقق من طبيعة العينات المختبرة من قبل المعامل: اسطوانة، مكعب.

1-3- تأتير حجم العينات:

تم وصف الأبعاد المختلفة للعينات في المعايير المرجعية.والإرتباطات بين العينات تتيح المعاملات ادنـــــاه إنشاء تطابق بين النتائج التي تم تحصلنا عليها من نوع واحد من العينات الى نوع اخر للإختبارات في 28 يوما. إنها تاتي من التعديل الوطني لمعيار1-NFEN 206. [33] وتم تضمينها في القواعد العامة القياسية NFEN 133 69[34] لمنتجات الخرسانة سابقة الصب. ويتم تضمينها أيضا في المعايير EN 1168[35] منتجات الخرسانة سابقة الصب، الالواح الاساسية المجوفة و13225 en [36] منتجات الخرسانة سابقة الصب والعناصر الهيكلية الخطية. كما هو موضح في الجدول:

الجدول (IV-1) معادلة المقاومة المتحصل عليها على المكعبات 100 والاسطوانة 160 والمكعب 150 [15] .

ابعاد المخبرات (مم)	قوة الانضغاط fc المقابلة لاسطوانة قطرها Ø160
مكعب 100x100	fc,cyl (Ø 160) = 0,90 x Rcube(100)
	fc,cub (150) = 0,97 x Rcube (100) si 50 MPa ≤ R cube(100)
F(16-32) = 0.90 F(10-10)	
F(15-15) = 0.97F (10-10)	
F(10-10) = 1.03 F(15-15)	
F(10-10) = 1.11 F(16-32)	
F(15-15) = 1.07 F(16-32)	
F (16-32) =0 .93 F(15-15)	

4-1- تحضير عينات الاختبار:

تم تحضير المخاليط وفقًا لجرعة وزن الركام وطبقًا للمعيار الفرنسي NF P18-404/1981[50] والذي يتكون من: المكونات بالترتيب التالي: الحصى، الاسمنت، الرمل، تخلط العناصر لتجف لمدة دقيقة واحدة، يضاف ماء الخلط ويتبع الخلط لمدة دقيقتين.

قم بخلط وتجانس الدُفعة المنفذة وأخذ الكمية المطلوبة لـتعبئة القالب في طبقتين للقوالب المنشورية وثلاث طبقات للقوالب الأسطوانية. يجب أن يتم شد الخرسانة مباشرة بعد الحشو بالطاولة الاهتزازية لكل طبقة من الخرسانة قدم (وقت الاهتزاز 30 ثانية).

1-4-1- تخزين العينات:

بعد صب الخرسانة، يتم الاحتفاظ بالعينات لمدة 24 ساعة، في قوالبهم داخل المختبر. (20 ± 5 درجة مئوية، HR=50±5%) . بعد إزالة القوالب، يتم تخزين العينات في الماء حتى لحظة الاختبار، عند درجة حرارة 20 ± 5 درجة مئوية، أو في غرفة المختبر عند 20 ± 5 درجة مئوية. الحفاظ على عمل العينات في الماء أو في الهواء الحر حسب نوع الاختبار. (انظر ملحقات الصور).

حفظ العينات لاختبارات الانضغاط في الماء والهواء.

صورة (1-IV) يوضح العينات في الهواء

2- الاختبارات التي تم إجراؤها والنتائج والتفسيرات:

في هذا الجزء، النتائج التجريبية المختلفة المتعلقة بمختلف الاختبارات التي أجريت على الخرسانة، وفقا للإجراءات المذكورة في الفصل الرابع: تحليل ومناقشة للنتائج، تليها مقارنة مع تلك النتائج، كما سيتم عرضها.

2-1 - الاختبارات على الخرسانة الطازجة:

قياس الاتساق أو الهبوط:

يتم تحديد قابلية تشغيل الخرسانة باستخدام اختبار الهبوط في أبعاد أبرامز(h= 30، d= 10، D= 20 سم) وفق للمعيار الفرنسي NF P18-1990-451[51]

الهدف من التجربــة:

يستخدم هذا الاختبار للتحقق من اتساق واستقامة الخرسانة، وكذا تحديد نسبة الماء اللازم اضافته إلى الاسمنت.

مراحل التجربة:

- يتم أخذ العينة من الخرسانة الحديثة الخلط قبل الصب
- تمزج العينة المراد اختبارها بشكل جيد لتصبح متجانسة قبل وضعها في المخروط
- يجب التأكد من أن السطح الداخلي للمخروط نظيفا وخاليا من أي مواد عالقة، ويفضل طلاؤه بطبقة من الزيت ويوضع على الصفيحة المعدنية ويثبت جيدا على السطح
- يملأ المخروط بالخرسانة الطازجة على ثلاث طبقات وترص كل طبقة جيدا باستخدام القضيب 25 دمكة لكل طبقة
- بعد الانتهاء من الطبقة العلوية(النهائية) يسوى السطح العلوي للمخروط مع الطبقة النهائية ثم نقوم بتنظيف بقايا الخلطة التي تكون قد تسربت بين المخروط والقاعدة المعدنية التي يرتكز عليها
- يتم رفع المخروط ببطء في الاتجاه الرأسي إلى الأعلى مما يؤدي إلى نزول أو هبوط الخرسانة. كما موضح في الصورة .

صورة (2-IV) يوضح العينات

من خلال القياس المأخوذ للهبوط في تجربتنا هذه والذي قدر بـ وكما هو مبين في الجدول

الجدول (2-IV) يوضح تقدير الهبوط بواسطة مخروط ابرامس

	مقدار الهبوط (سم)		الملاحظات
خرسانة مكونة من رمل جامعة الأحمر	14	15-10	جد لدنة
خرسانة مكونة من رمل جامعة الأصفر	4	4-1	صلبة
خرسانة مكونة من رمل عسيلة	2	4-1	صلبة

الاستنتاج: من خلال الجدول (IV -2) نلاحظ ان رمل جامعة الاحمر سجل أكبر مقدار للهبوط ويليه رمل جامعة الاصفر ويليه رمل عسيلة ،وهذا راجع الى ان رمل جامعة الاحمر رمل طيني ويحتوي على حبيبات الركام الصغيرة ،التى ساهمت في تجانس ومقاومة الانفصال الحبيبي للخلطة الخرسانية ،مما زاد في التشغيلية فأدى الى الحصول على خلطة خرسانية متماسكة و جيدة ، و من هنا نستخلص انه كلما زادت نعومة الرمل زاد مقدار الهبوط .

2-2- اختبارات المقاومة الميكانيكية:

2-2-1- اختبار ضغط:

تم إجراء اختبار مقاومة ضغط الخرسانة وفقًا للمعيار NF EN 123390-3-2003 [52]

أجريت اختبارات الضغط في معهد التكوين بالوادي، حيث أجريت على عينات اختبار أسطوانية ومكعبة (32x16)، (10x 10 x10) (15 x15x 15) تتوافق قوة الانضغاط مع أقصى ضغط محسوب بواسطة الصيغة فيما يلي :

$$\sigma_c = F/A$$

مع:

- F: القوى المطبقة.

-A: مساحة المقطع.

يُشار إلى قوة الضغط عند 7 ايام، 14 يوم 28 يوم 45 يوم و60 يوما بواسطة $\sigma c28$.

صورة (3-IV) توضح قوة الضغط

2-2-2- نتائج مقاومة الضغط:

ولقد تحصلنا على النتائج الضغط مع مرور الزمن كما هي موضحة في الجدول:

الجدول (3-IV) يوضح متوسط مقاومة الضغط للخرسانة المكونة من رمل جامعة الأصفر المخبرة (32x16) مع مرور الزمن

	مقاومة العينة في الهواء MPa	مقاومة العينة في الماءMPa
07 أيـــــــام	7.35	9.27
14يـــــــوم	16.73	16.63
28يـــــــوم	18.19	21.76
45يـــــــوم	23.50	25.40
60يـــــــوم	24.76	26.10

الجدول (IV-4) يوضح متوسط مقاومة الضغط للخرسانة المكونة من رمل جامعة الأصفر المخبرة (15x15x15) مع مرور الزمن

	مقاومة العينة في الهواء MPa	مقاومة العينة في الماءMPa
07 أيـــــــام	9.99	10.61
14يـــــــوم	18,04	18.59
28يـــــــوم	20.00	25.00
45يـــــــوم	22.66	28.70
60يـــــــوم	24,62	29.13

الجدول (IV-5) يوضح متوسط مقاومة الضغط للخرسانة المكونة من رمل جامعة الأصفر المخبرة (10x10x10) مع مرور الزمن

	مقاومة العينة في الهواء MPa	مقاومة العينة في الماءMPa
07 أيـــــــام	10.26	10.76
14يـــــــوم	18.66	18.86
28يـــــــوم	20.26	25.13
45يـــــــوم	23,92	28,86
60يـــــــوم	25	30

الجدول (IV-6) يوضح متوسط مقاومة الضغط للخرسانة المكونة من رمل جامعة الأحمر المخبرة (32x16) مع مرور الزمن

	مقاومة العينة في الهواء MPa	مقاومة العينة في الماءMPa
07 أيـــــــام	13,30	15,82
14يـــــــوم	17,99	20,08
28يـــــــوم	24,41	25,77
45يـــــــوم	25,96	29,80
60يـــــــوم	30,80	33,31

الجدول (IV-7) يوضح متوسط مقاومة الضغط للخرسانة المكونة من رمل جامعة الأحمر المخبرة (15x15x15) مع مرور الزمن

	مقاومة العينة في الهواء MPa	مقاومة العينة في الماءMPa
07 أيـــــــام	14,82	17,62
14يـــــــوم	20,03	22,36
28يـــــــوم	27,18	28,70
45يـــــــوم	28,92	33,19
60يـــــــوم	35,70	37,11

الجدول (IV-8) يوضح متوسط مقاومة الضغط للخرسانة المكونة من رمل جامعة الأحمر المخبرة (10x10x10) مع مرور الزمن

	مقاومة العينة في الهواءMPa	مقاومة العينة في الماءMPa
07 أيـــــام	15.12	17.97
14يـــــوم	20.44	22.81
28يـــــوم	27.73	29.28
45يـــــوم	29,50	33,86
60يـــــوم	35,00	37,86

الجدول (IV-9) يوضح متوسط مقاومة الضغط للخرسانة المكونة من رمل عسيـــــلة المخبرة (32x16) مع مرور الزمن

	مقاومة العينة في الهواء MPa	مقاومة العينة في الماءMPa
07 أيـــــام	4.29	7.80
14يـــــوم	6.33	12.01
28يـــــوم	10.50	17.73
45يـــــوم	11.13	19.70
60يـــــوم	12.88	20.71

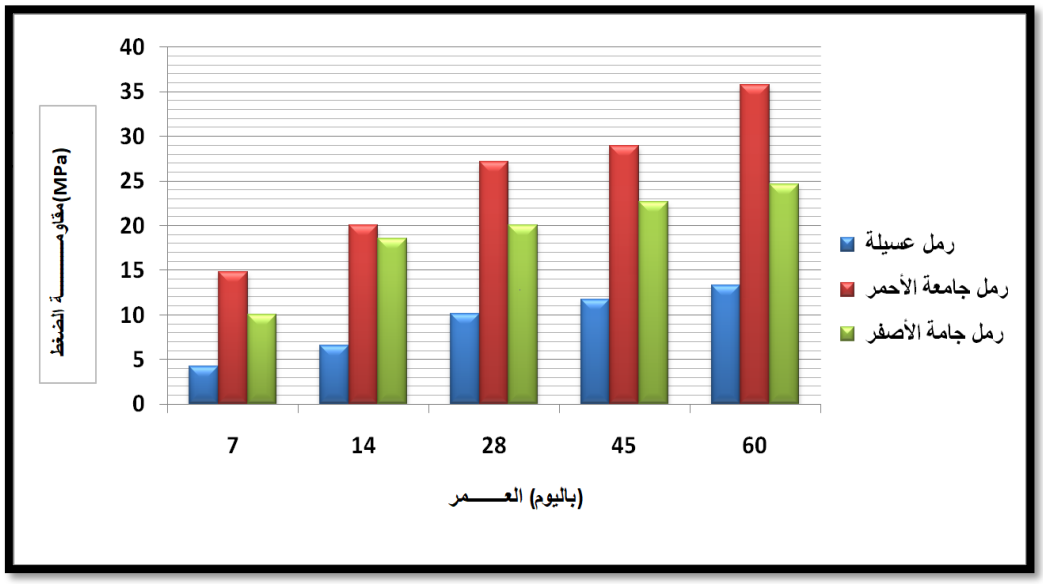
الجدول (IV-10) يوضح متوسط مقاومة الضغط للخرسانة المكونة من رمل عسيـــــلة المخبرة (15x15x15) مع مرور الزمن

	مقاومة العينة في الهواء MPa	مقاومة العينة في الماءMPa
07 أيـــــام	4.19	7.18
14يـــــوم	6.53	11.34
28يـــــوم	10.125	17.60
45يـــــوم	11.727	21.00
60يـــــوم	13.33	24.45

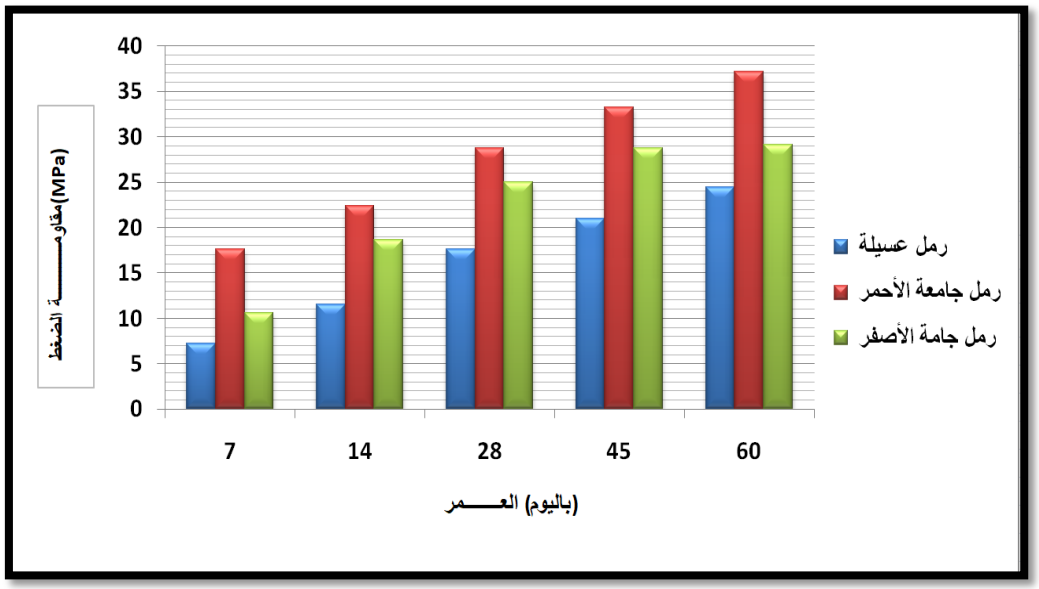
الجدول (IV-11) يوضح متوسط مقاومة الضغط للخرسانة المكونة من رمل عسيـــــلة المخبرة (10x10x10) مع مرور الزمن

	مقاومة العينة في الهواء MPa	مقاومة العينة في الماءMPa
07 أيـــــام	4.30	7.82
14يـــــوم	6.61	12.06
28يـــــوم	10.37	18.59
45يـــــوم	11.92	21.36
60يـــــوم	13.70	24.56

المنحنيات نتائج مقاومة الضغط:



منحنى (4-IV) يوضح نتائج مقاومة الضغط الخرسانة في الهواء لعينات (15x15x15)



منحنى (5-IV) يوضح نتائج مقاومة الضغط الخرسانة في الماء لعينات (15x15x15)

الاستنتاج وتحليل النتائج:

من خلال المنحنيات البيانية:

نلاحظ ان مقاومة الضغط لعينات الخرسانة المكونة من رمل جامعة الاحمر المبللة والجافة تزداد مع مرور الزمن (60,45,28,14,7 يوم) حيث تحصلنا على النتائج التالية :

نلاحظ ان مقاومة الضغط للعينة الجافة بعد 28 يوم قد سجلت 76.13% من مقاومة العينة الجافة خلال 60يوم .

نلاحظ ان مقاومة الضغط للعينة المبللة بعد 28 يوم قد سجلت 77.33%من مقاومة العينة المبللة خلال 60يوم .

كما ان مقاومة الضغط لعينات الخرسانة المكونة من رمل جامعة الاصفر المبللة والجافة تزداد مع مرور الزمن (60,45,28,14,7 يوم) حيث تحصلنا على النتائج التالية :

نلاحظ ان مقاومة الضغط للعينة الجافة بعد 28 يوم قد سجلت 81.23% من مقاومة العينة الجافة خلال 60يوم .

نلاحظ ان مقاومة الضغط للعينة المبللة بعد 28 يوم قد سجلت 85.83% من مقاومة العينة المبللة خلال 60 يوم

ونلاحظ ان مقاومة الضغط لعينات الخرسانة المكونة من رمل عسيلة المبللة و الجافة تزداد مع مرور الزمن (60,45,28,14,7 يوم) حيث تحصلنا على النتائج التالية :

نلاحظ ان مقاومة الضغط للعينة الجافة بعد 28 يوم قد سجلت 75.69% من مقاومة العينة الجافة خلال 60يوم .

نلاحظ ان مقاومة الضغط للعينة المبللة بعد 28 يوم قد سجلت 75.70% من مقاومة العينة المبللة خلال 60يوم.

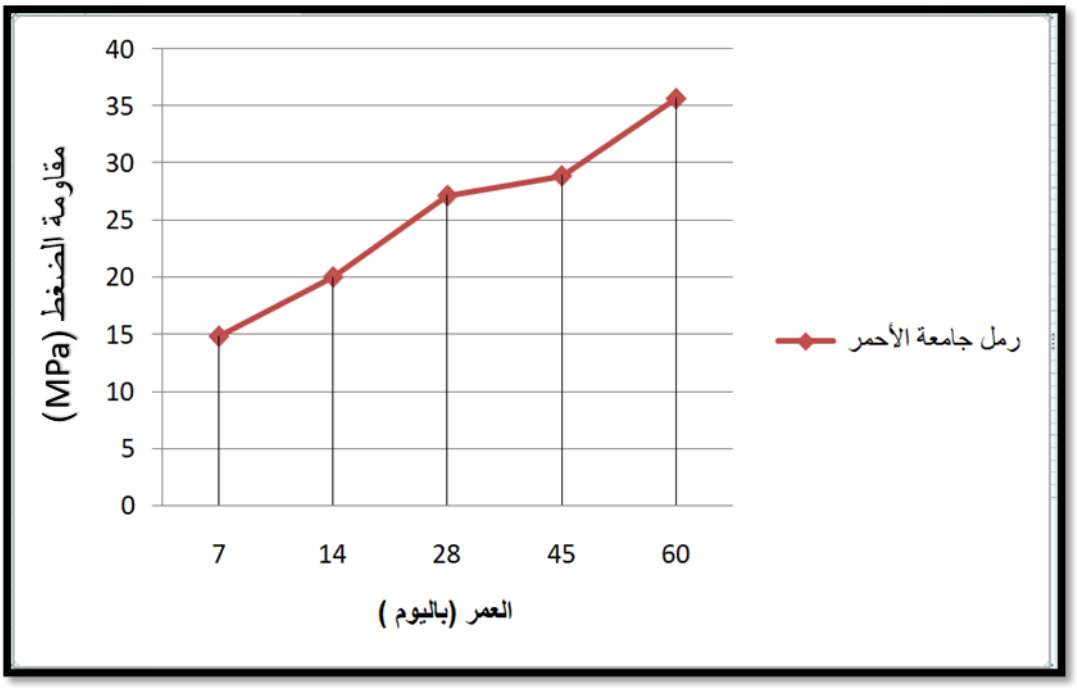
ففي الوسط المائي والهوائي سجلت الخرسانة المكونة من رمل جامعة الاحمر اعلى القيم في مقاومة الضغط ثم تليها الخرسانة المكونة من رمل جامعة الاصفر وفي الاخير الخرسانة المكونة من رمل عسيلة .

وهذا راجع الى نسبة المركبات الكيميائية والخصائص الفيزيائية في كل رمل، أي ان نسبة السولفات وكربونات الكالسيوم والعناصر الغير قابلة للذوبان في كل من رمل جامعة الأصفر وجامعة الأحمر وعسيلة تؤثر على مقاومة الخرسانة اي انه عندما تكون نسبة هذه المركبات مرتفعة تنقص المقاومة والعكس صحيح،

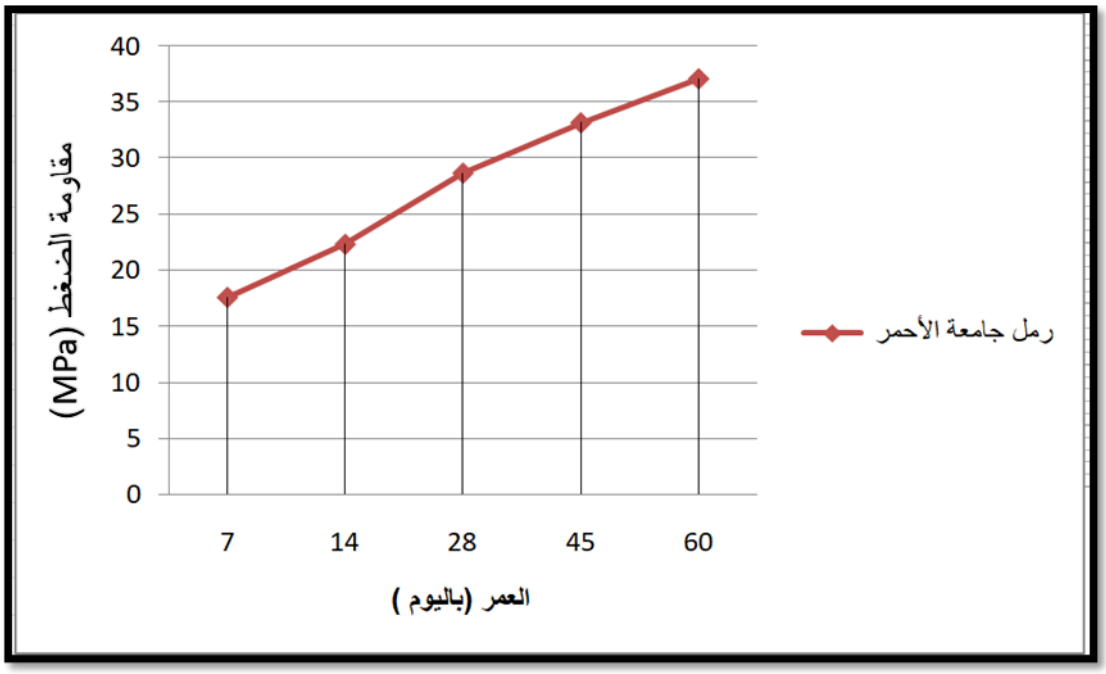
بمعنى ان هذه المركبات تتفاعل داخل الخرسانة فتؤدي الى حدوث مشاكل في بنيتها كالتشققات والفراغات والمسامات نتيجة تفاعل السولفات فيؤدي هذا الى اضعاف المقاومة ، كما يؤثر ايضا معامل النعومة والمكافئ الرملي في ذلك

المنحنيات الخطية مقاومة الضغط للعينات في الهواء والماء:

❖ رمل جامعة الاحمر



منحنى (6-IV) يوضح نتائج مقاومة الضغط العينة في الهـــــــواء لعينات (15x15x15)



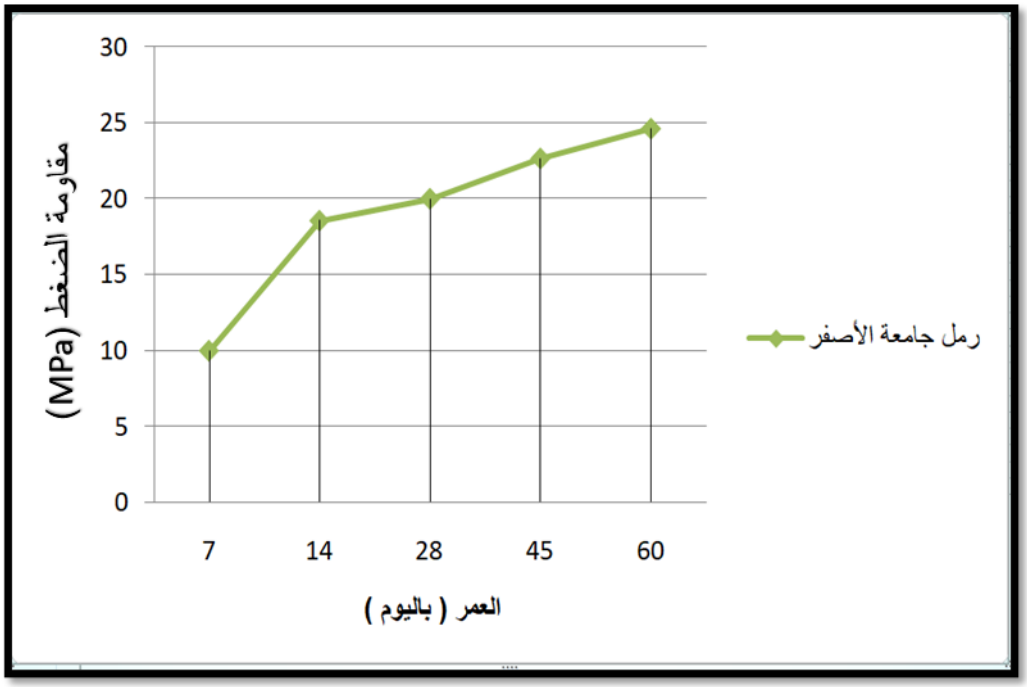
منحنى (7-IV) يوضح نتائج مقاومة الضغط العينة في المـــــــــاء لعينات (15*15*15)

الإستنتاج وتحليل النتائج:

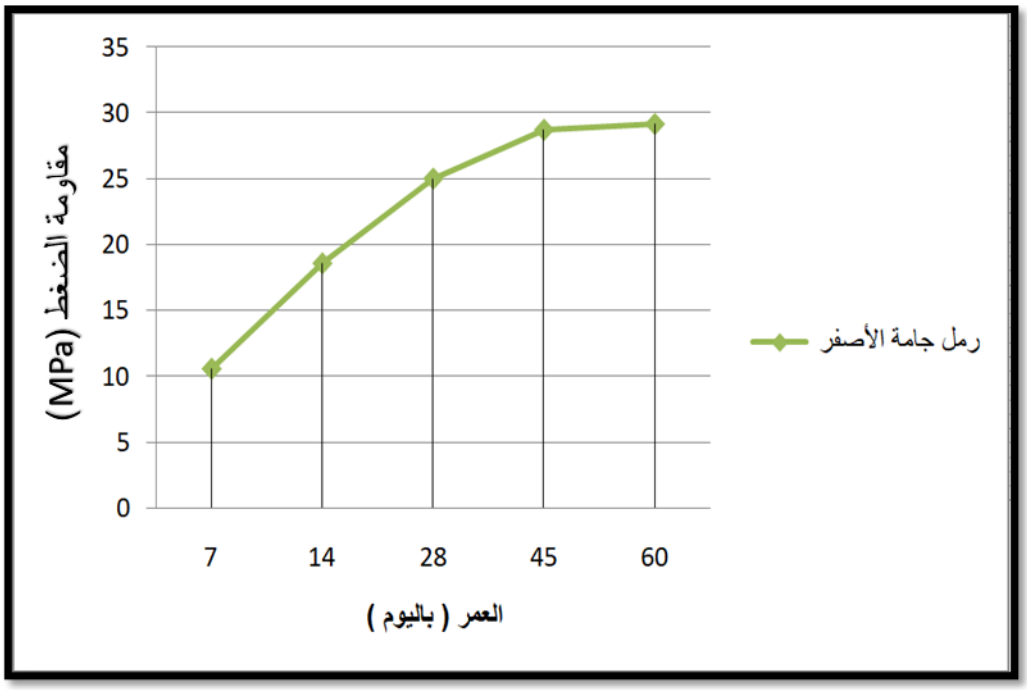
من خلال المنحنى البياني نلاحظ ان مقاومة الضـغط لعينات الخرسـانة المكونة من رمل جامعة الاحمر في الهواء سجلت عند 7 ايام نسبة مقاومة تقدر ب 41.41% و ضلت هذه المقاومة تتزايد مع زيادة في العمر الى غاية 28 يوم فسجلت نسـبة للمقاومة 76.13%حيث بلغت ذروتها، اما بعد 28 يوم فقد ازدادت زيادة نسـبية وذلك بسـبب تصـلد الخرسـانة نتيجة تفاعلات الإماهة . -من خلال المنحنى البياني نلاحظ ان مقاومة الضـغط لعينات الخرسـانة المكونة من رمل جامعة الاحمر في الماء سـجلت عند 7 ايام نسـبةمقاومة تقدر ب 47.48% و ضـلت هذه المقاومة تتزايد مع زيادة في العمر الى غاية 28 يوم فسجلت نسبة للمقاومة 77.33%حيث بلغت ذروتها، اما بعد 28 يوم فقد ازدادت زيادة نسبية .

ان الاختلاف النتائج بين مقاومة الضـــغط للخرســـانة المكونة من رمل جامعة الاحمر في الماء و في الهواء هو نتيجة تفاعلات الاماهة التي تجعل الخرسانة تجف بسرعة بسبب تبخر الماء بفعل الحرارة مما يحدث فراغات داخل الخرسانة فيضـعف ذلك من مقاومتها ، اما بالنسـبة للعينات الموضـوعة في الماء فقد امتصـت الماء اللازم لسـد تلك الفراغات الى حد التشبع والمحافظة على الخرسانة رطبة فأدى ذلك الى رفع مقاومتها.

❖ **رمل جامعة الأصفر**



منحنى (8-IV) يوضح نتائج مقاومة الضغط العينة في الهواء لعينات (15*15*15)



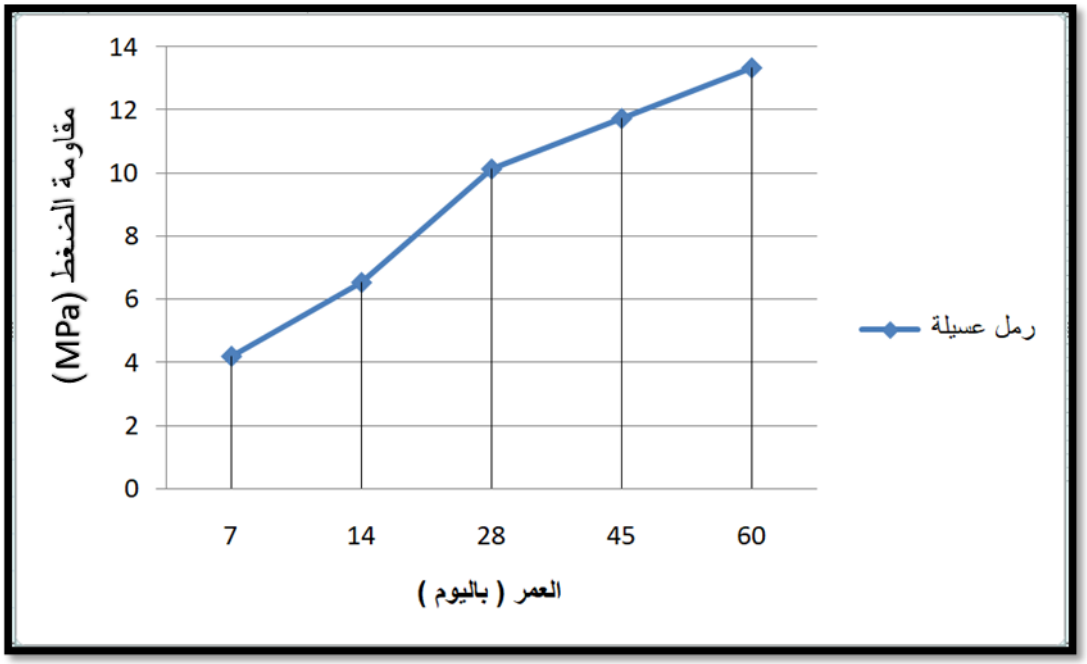
منحنى (IV-9) يوضح نتائج مقاومة الضغط العينة في الماء لعينات (15*15*15)

الإستنتاج وتحليل النتائج:

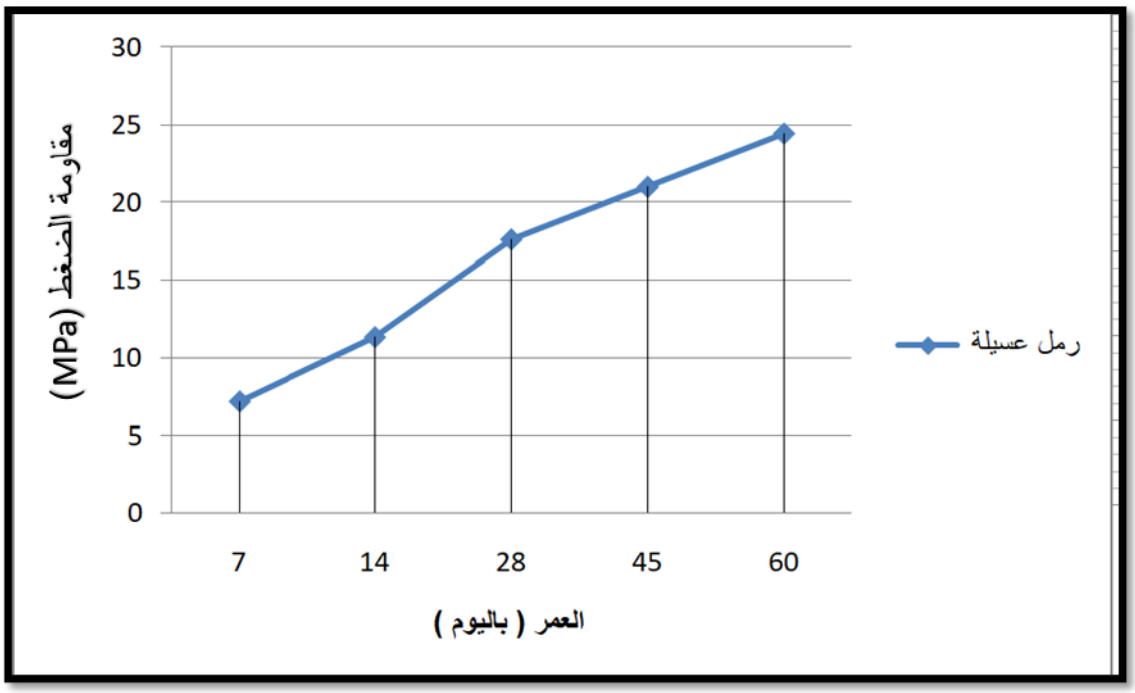
من خلال المنحنى البياني نلاحظ ان مقاومة الضغط لعينات الخرسانة المكونة من رمل جامعة الاصفر في الهواء سجلت عند 7 ايام نسبةمقاومة تقدر ب 40.57 %و ضلت هذه المقاومة تتزايد مع زيادة في العمر الى غاية 28يوم فسجلت نسبة للمقاومة 81.23%حيث بلغت ذروتها، اما بعد 28 يوم فقد ازدادت زيادة نسبية وذلك بسبب تصلد الخرسانة نتيجة تفاعلات الإماهة. من خلال المنحنى البياني نلاحظ ان مقاومة الضغط لعينات الخرسانة المكونة من رمل جامعة الاصفر في الماء سجلت عند 7 ايام نسبةمقاومة تقدر ب 36.42 %و ضلت هذه المقاومة تتزايد مع زيادة في العمر الى غاية 28 يوم فسجلت نسبة للمقاومة 85.82%حيث بلغت ذروتها، اما بعد 28 يوم فقد ازدادت زيادة نسبية .

ان الاختلاف النتائج بين مقاومة الضغط للخرسانة المكونة من رمل جامعة الاصفر في الماء و في الهواء هو نتيجة تفاعلات الاماهة التي تجعل الخرسانة تجف بسرعة بسبب تبخر الماء بفعل الحرارة مما يحدث فراغات داخل الخرسانة فيضعف ذلك من مقاومتها ، اما بالنسبة للعينات الموضوعة في الماء فقد امتصت الماء اللازم لسد تلك الفراغات الى حد التشبع والمحافظة على الخرسانة رطبة فأدى ذلك الى رفع مقاومتها.

❖ رمل عسيلة:



محنى (10-IV) يوضح نتائج مقاومة الضغط العينة في الهواء لعينات (15*15*15)



منحنى (11-IV) يوضح نتائج مقاومة الضغط العينة في المـــــــــاء لعينات (15*15*15)

الاستنتاج وتحليل النتائج:

من خلال المنحنى البياني نلاحظ ان مقاومة الضغط لعينات الخرسانة المكونة من رمل جامعة عسيلة في الهواء سجلت عند 7 ايام نسبةمقاومة تقدر ب 31.38 %و ضلت هذه المقاومة تتزايد مع زيادة في العمر الى غاية 28يوم فسجلت نسبة للمقاومة 75.69%حيث بلغت ذروتها، اما بعد 28 يوم فقد ازدادت زيادة نسبية وذلك بسبب تصلد الخرسانة نتيجة تفاعلات الإماهة- . من خلال المنحنى البياني نلاحظ ان مقاومة الضغط لعينات الخرسانة المكونة من رمل جامعة عسيلة في الماء سجلت عند 7 ايام نسبةمقاومة تقدر ب 31.84 %و ضلت هذه المقاومة تتزايد مع زيادة في العمر الى غاية 28 يوم فسجلت نسبة للمقاومة 75.70%حيث بلغت ذروتها، اما بعد 28 يوم فقد ازدادت زيادة نسبية

.ان الاختلاف النتائج بين مقاومة الضغط للخرسانة المكونة من رمل جامعة عسيلة في الماء و في الهواء هو نتيجة تفاعلات الاماهة التي تجعل الخرسانة تجف بسرعة بسبب تبخر الماء بفعل الحرارة مما يحدث فراغات داخل الخرسانة فيضعف ذلك من مقاومتها ، اما بالنسبة للعينات الموضوعة في الماء فقد امتصت الماء اللازم لسد تلك الفراغات الى حد التشبع والمحافظة على الخرسانة رطبة فأدى ذلك الى رفع مقاومتها.

2-2-3- النتائج التطبيقية المتحصل عليها كما هي موضحة في الجدول:

الجدول (IV-12) النتائج التطبيقية للخرسانة المكونة من رمل جامعة الأصفر

	F(16-32) = 0.90 F(10-10)		
		الهواء	الماء
رمل جامعة الأصفر	7 أيام	0.911	0.861
	14 يوم	0.897	0.881
	28 يوم	0.897	0.865
	45 يوم	0.982	0.88
	60 يوم	0.99	0.87
	F(15-15) = 0.97F (10-10)		
	7 أيام	0.973	0.986
	14 يوم	0.994	0.985
	28 يوم	0.987	0.994
	45 يوم	0.947	0.994
	60 يوم	0.984	0.991
	F(10-10) = 1.03 F(15-15)		
	7 أيام	1.027	1.014
	14 يوم	1.006	1.015
	28 يوم	1.013	1.006
	45 يوم	1.055	1.006
	60 يوم	1.016	1.029
	F(10-10) = 1.11 F(16-32)		
	7 أيام	1.097	1.161
	14 يوم	1.114	1.135
	28 يوم	1.114	1.156
	45 يوم	1.018	1.136
	60 يوم	1.01	1.149
	F(15-15) = 1.07 F(16-32)		
	7 أيام	1.069	1.145
	14 يوم	1.109	1.118
	28 يوم	1.1	1.149
	45 يوم	0.964	1.129
	60 يوم	0.995	1.117
	F (16-32) =0 .93 F(15-15)		
	7 أيام	0.935	0.873
	14 يوم	0.901	0.894
	28 يوم	0.909	0.87
	45 يوم	1.037	0.885
	60 يوم	1.005	0.895

الجدول (IV-13) النتائج التطبيقية للخرسانة المكونة من رمل عسيلة

	F(16-32) = 0.90 F(10-10)		
رمل عسيلة		الهواء	الماء
	7 أيام	0.997	0.997
	14 يوم	0.957	0.995
	28 يوم	1.012	0.953
	45 يوم	0.933	0.922
	60 يوم	0.94	0.96
	F(15-15) = 0.97 F (10-10)		
	7 أيام	0.974	0.911
	14 يوم	0.987	0.94
	28 يوم	0.976	0.946
	45 يوم	0.983	0.983
	60 يوم	0.972	0.995
	F(10-10) = 1.03 F(15-15)		
	7 أيام	1.026	1.097
	14 يوم	1.013	1.063
	28 يوم	1.024	1.057
	45 يوم	1.017	1.017
	60 يوم	1.028	1.005
	F(10-10) = 1.11 F(16-32)		
	7 أيام	1.003	1.003
	14 يوم	1.044	1.005
	28 يوم	0.892	1.049
	45 يوم	1.071	1.084
	60 يوم	1.063	1 .041
	F(15-15) = 1.07 F(16-32)		
	7 أيام	0.98	0.92
	14 يوم	1.031	0.944
	28 يوم	0.964	0.993
	45 يوم	1.053	1.066
	60 يوم	1.035	1.18
	F (16-32) =0 .93 F(15-15)		
	7 أيام	1.02	1.086
	14 يوم	0.969	1.059
	28 يوم	1.037	1.007
	45 يوم	0.949	0.938
	60 يوم	0.966	0.847

الجدول (IV-14) النتائج التطبيقية للخرسانة المكونة من رمل جامعة الأحمر

	F(16-32) = 0.90 F(10-10)		
		الهواء	الماء
رمل جامعة الأحمر	7 أيام	0.879	0.88
	14 يوم	0.880	0.88
	28 يوم	0.880	0.88
	45 يوم	0.880	0.88
	60 يوم	0.880	0.879
	F(15-15) = 0.97 F(10-10)		
	7 أيام	0.98	0.98
	14 يوم	0.979	0.98
	28 يوم	0.98	0.98
	45 يوم	0.98	0.98
	60 يوم	1.02	0.98
	F(10-10) = 1.03 F(15-15)		
	7 أيام	1.02	1.02
	14 يوم	1.021	1.02
	28 يوم	1.02	1.02
	45 يوم	1.02	1.02
	60 يوم	0.98	1.02
	F(10-10) = 1.11 F(16-32)		
	7 أيام	1.137	1.136
	14 يوم	1.136	1.136
	28 يوم	1.136	1.136
	45 يوم	1.136	1.136
	60 يوم	1.136	1.137
	F(15-15) = 1.07 F(16-32)		
	7 أيام	1.114	1.114
	14 يوم	1.113	1.113
	28 يوم	1.113	1.114
	45 يوم	1.114	1.114
	60 يوم	1.116	1.114
	F (16-32) =0 .93 F(15-15)		
	7 أيام	0.897	0.897
	14 يوم	0.898	0.898
	28 يوم	0.898	0.897
	45 يوم	0.897	0.897
	60 يوم	0.862	0.897

الإستنتاج:

تبين لنا من خلال نتائج الجدول والمنحنى البياني المتحصل عليه ان العينات الخرسانية سجلت قيم مختلفة في مقاومة الضغط خلال فترات زمنية محددة حيث سجل رمل جامعة الاحمر اعلى قيمة ثم يليه رمل جامعة الاصفر واخيرا رمل عسيلة ،وهذا الاختلاف راجع الى نسبة المركبات الكيميائية الموجودة داخل كل رمل كالسولفات و كربونات الكالسيوم و العناصر الغير قابلة للدوبان و أيضا نقاوة كل نوع من الرمل . فعند حسابنا لمعامل المقاومة التطبيقي لمختلف العينات النظامية الموضوعة في الماء والهواء :

F(15-15)=0.980 F(10-10), F(16-32)=0.880 F(10-10) ,F(16-32)=0.897 F(15-15)ومقارنته بمعامل المقاومة النظري :

[F(16-32) = 0,90 F(10-10) ; F(15-15) = 0,97 F(10-10) ; F(16-32) = 0,93 F(15-15)]:

وجدنا ان قيم معامل المقاومة التطبيقي قريبة الى حد ما من قيم معامل المقاومة النظري وبالتالي يمكننا القول بأن معامل المقاومة الطبيقي قريب جدا من الصحة.

الخاتمة:

من خلال هذه الدراسة التي أجريت على العينات بمختلف الاحجام النظامية، انطلاقا من ثلاث أنواع من الرمل (رمل جامعة الأحمر، رمل جامعة الأصفر، رمل عسيلة) ، وقمنا باجراء اختبارات الضغط على هذه العينات وهذا بهدف مقارنة معامل المقاومة النظري مع معامل المقاومة التطبيقي ، وقد كانت نتائج هذه المقارنة قريبة جدا من الصحة .

الخاتمة العامة

الخاتمة العامة

يهدف هذا العمل الى المقارنة المقاومة الميكانيكية التطبيقية والنظرية للخرسانة لمختلف انواع الرمل (رمل جامعة الاصفر، رمل جامعة الاحمر، رمل عسيلة) لولاية الوادي ، ومن هذا المنطلق قمنا بانجاز عدة تجارب فيزيائية وكيميائية على الرمال المستعملة وتجارب ميكانيكية على مختلف العينات النظامية.

ففي البداية قمنا بدراسة خصائص الركام والذي يعد الجزء الأكبر في تركيبة الخرسانة حيث ياثر على الخصائص الأساسية للخرسانة، و توصلنا الى أن رمل جامعة الأصفر يمتاز بمعامل نعومة جيد ثم يليه رمل عسيلة بينما أن رمل جامعة الأحمر يمتلك اقل معامل نعومة، وكذلك وجدنا أن استهلاك ماء الخلط على حسب حالة السطح وهندسة حبيبات الركام، كما يؤثر أيضا الحجم الكلي على الانكماش وقابلية التشغيل.

وفي الجزء التجريبي فقد قمنا فيه بدراسة خصائص المواد المستعملة في الخرسانة وبعد ذلك تحديد أحجامها في الخلطة الخرسانية وذلك بطريقة Dreux Gorisseوهي عبارة عن طريقة مبسطة تعتمد على الحصول على ترابط جيد مع تركيبة فعالة.

في دراستنا هذه قمنا بانجاز مجموعة عينات اسطوانية (16x32) سم تقدر بـ 90 عينة، وعينات مكعبة (15X15) سم تقدر بـ 90 عينة، وعينات مكعبة (10x10) سم تقدر بـ 90 عينة أيضا، حيث وزعت العينات كالتالي:

135 عينة في الماء.

135 عينة في الهواء.

وقد كانت خلال ازمنة مختلفة وهي (7، 14، 28، 45، 60) يوما.

و الهدف من هذه الدراسة مقارنة العلاقة النظرية

((F(16-32) = 0.90 F(10-10) بالعلاقة التطبيقية للمقاومة بين مختلف احجام العينات النظامية، فوجدنا ان قيمة معامل المقاومة التطبيقي قريب الى حد ما من قيمة المعامل النظري عند كل نوع من انواع الرمل، ففي رمل جامعة الاحمر وجدنا($0,88 \approx 0,9$) وهذا يعني اننا قريبين من الصحة .

عند دراستنا لمقاومة الضغط لاحظنا ان رمل جامعة الاحمر اعطى احسن النتائج في مقاومة الضغط ، بينما تعكس نتائج معامل النعومة ومكافئ الرمل ذلك حيث سجل رمل جامعةالاحمر

(ESP=21,83; Mf=1,80)، واختلاف مقاومة الضغط في هذه الحالة راجع الى المركبات الكيميائية التي تفاعلت داخل الخرسانة مما اثرت على مقاومة الضغط ،فسجل

رمل جامعة الاحمر نسبةللسولفات ($H_2O,SaCO_4$) تقدر بـ

(0,380 %) ونسبة لكربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) تقدر بـ (6,52 %)،

، اثرت ايضا ظروف الخلط واستواء سطح العينات و وسط الحفظ في هذا الاختلاف.

وفي الاخير نستنتج ان كل رمل من الرمال الثلاثة له خصائص معينة لهذا لا يمكن الفصل في الرمل الافضل بينهم.

المتطلبات:

- القيام بتجارب طويلة الامد للفصل في افضلية الرمل المخصص للبناء.
- استعمال عدد أكبر من العينات ذات ابعاد نظامية مختلفة.
- دراسة موسعة حول تاثير الخصائص الكيميائية للرمل على مقاومة الخرسانة.
- استعمال انواع اكثر من الرمل.
- تغيير نسبة C/E .

قائمة المراجع

1: كتاب الخرسانة للدكتور محمود امام 2002 .

2: مبادئ هندسة المواد اللامعدنية للأستاذ الدكتور قحطان خلف الخزرجي – الطبعة الأولى (2009 م -1430 ه) .

3: BARON J et OLLIVIER J «ladurabilité des béton press de l´école national des pnts et chausses 1992» .

4: NF P 18-305

5: A AMHARB 80-95 » regla UPO snoitidé notèb el » p 1996 .

6: DUPAIN R ; LANCHON R ET SAINT ARROMAN J-C «granulats ; sols , ciments et bétons , caractérisation des matériaux de génie civil par les essais de la boratoire ; éditions casteilla ; 2 émmeédition ; paris 2000 p 26-394 » .

7: DE LARRARD F « structures granulaire et formulation des bétons la boratoire central des ponts et chaussées 2003 p 30-208 » .

8 : NF EN 933-2

9 : FERRERES D-B « étude à long terme et à la fatigue des systéme d´ancrage de piéces métallique dans le béton 2010 thése de doctorat camins canon iport de barcelona ; departement d´engenyera de la construction 2010 ».

10: VIMANE PHOUMMAVONG M «cours en béton armé ; essais de laboratoire p 1-146 ».

11 : COLLECTION TECHNIQUE CIMBETON ; les constituants des bétons et des mortiers ; tome 1 centre d´ information sur le ciment et ses applications (France) CIM béton 2005 p 32-49 » .

12 : NEVILLE ADAM M «propriétés des bétons édition eyrolles paris2000 ; p 103-726» .

13 : https://cutt.us/ki1rQ

14 : NF EN 12390-1«essai pour béton durci-partie 7 massevolumique du béton –paris édition AFNOR2001.

15 : Guislaine BAVELARD , Hervé BEINISH «Guide de bonnes pratiques des essais de compression sur éprouvettes février 2006 p 09-10 ».

16: https://cutt.us/5S7an

17 : https://dovvnload-engineerilg-pdf-ebooks.com/12383/free-book

18: مذكرة ماجستير عنوانها le recyclage des bétons de démolition solution pour le développement durable. Formulation et comportements physiques et caniques des bétons à base de ces recyclés .

19 : خواص المواد واختباراتها واعداد من طرف د/ محمود امام ود/محمد امين رقم الاداعة بدر الكتب 2007/3644.

20 : https://cutt.us/I8WZ2 .

21 : اطروحة دكتورا عنوانها contripution a l'etude de la resistancecaracteristique des betons de la region de tlemcen .

22.: CIM béton , les constituants des bétons et des mortiers , Tome 1 ,Fiche technique

23 : KEDDAM LYDIA " Caractérisation expérimentale des mortiers à base de poudre de marbre " mémoire mastre ,Tizi-ouzou, université Mouloud MAMMERI , 2016 /2017 .

24: بدياف متانة الخرسانة الفصل 11 .

25 : مشروع التخرج تخصص هندسة مدنية فرع مباني موضوع المشروع دراسة مقارنة بين مقاومة الانضغاط الانضغاط لاشكال مختلفة من العينة الخرسانية باعمار مختلفة من اعداد محمد ابو هشام ومحمد عبيدو وعثمان دودين من جامعة بولتينك فلسطين سنة 2014 .

26 : الوحدة الثانية عنوانها تعين الوزن النوعي والحجمي للركام واختبارات الركام من مختبر الانشاءات المعمارية والادارية العامة لتصميم وتطوير المناهج .

27 : موقع https://cutt.us/vAZdh .

28 : موقع https://www.startimes.com/f.aspx?t=16093023.

29 : موقع http://cutt.us/4waF4t=16093023&fbclid=IwAR1T7lz9P2LR6-5UanySzfKHIe8Av8N9ROpCrJteftjTSInkEAjdXwdIk .

30 : مكتبة النور حامل عنوان تاثير تدرج وشكل الركام على مقاومة الخرسانة من اعداد عبد الله محمد عنصيل الساعدي.

31 : BARON J et OLLIVIER J «la durabilité des bétons press de l'école national des pnts et 1chausses 1992» .

32 : www.wikipedia.com .

33: NF EN 206-1 .

34: NF EN 13369 .

35 : EN 1168 .

36 : EN13225 .

37 : XPP18-540 .

38: 463NA .

39 : 18 P-541 .

40: NF P 18-301 .

41 : NF P 18064 .

42 : NF P 18-555 .

43 : XPP-540-48 .

44 : P 576-18 .

45 : XXP 540-18 .

46 : NE P 18-303199 ET EN1008 .

47 : 256NA .

48 : PX540-18 .

49 : NF EN 12390-1(2001) .

50: NF P 18-404(1981) .

51: PFN 18-1990451 .

52 : NF EN 12390-3-2003 .

53 : NE FN 933-9

54 : PPX 540-18

55 : NE P 18-301

56 : NC ص 15-475 1990

الملاحق

الملحق : رقم 01

Valeurs de G (pour serrage énergique).

Qualité des granulats	Fins D < 16mm	Moyens 25 < D < 40	Gros D > 63mm
Excellente	0,55	0,60	0,65
Bonne, courante	0,45	0,50	0,55
Passable	0,35	0,40	0,45

الملحق : رقم 02

Valeurs de K,Ks, Kp

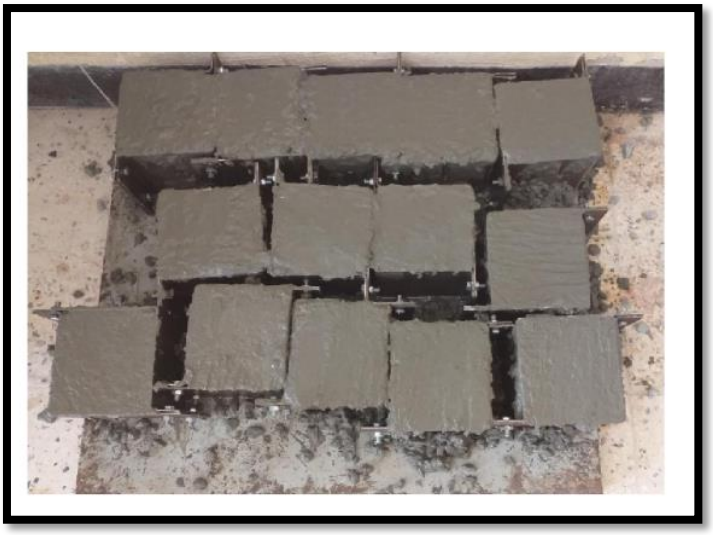
Vibration		Faible		Normale		Puissante	
Forme des granulats (du sable en particulier)		Roulé	Concassé	Roulé	Concassé	Roulé	Concassé
Dosage en Ciment	400 + Fluid	- 2	0	- 4	- 2	- 6	- 4
	400	0	+ 2	- 2	0	- 4	- 2
	350	+ 2	+ 4	0	+ 2	- 2	0
	300	+ 4	+ 6	+ 2	+ 4	0	+ 2
	250	+ 6	+ 8	+ 4	+ 6	+ 2	+ 4
	200	+ 8	+ 10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

الملحق : رقم 03

Tableau 7. Valeurs du coefficient de compacité γ

Consistance	Serrage	D=5	D=10	D=12,5	D=20	D=31,5	D=50	D=80
Fluide	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	0,820	0,825
	Vibration normale	0,760	0,790	0,805	0,815	0,820	0,815	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	0,780	0,810	0,825	0,835	0,840	0,845	0,850
	Vibration puissante	0,785	0,815	0,830	0,840	0,845	0,850	0,855

الملحق : رقم 06



العينات طازجة (10x10x10)

الملحق : رقم 07

العينات طازجة (32x16)