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

مذكرة تخرج

لنيل شهـــادة الماستر في الهندسة المدنية

تخصص: مواد الهندسة المدنية

تحت عنوان:

الدراسة التجريبية لمختلف أنواع رمال البناء لمنطقة الوادي باستعمال الملاط

إشراف الأستاذ:
الأستاذ: عبد العزيز العقبي

إعداد الطلبة :
بن موسى مصطفى
شفاح السعيد
رزيق السعيد

نوقشت يوم ..25../06./.../2020. أمام اللجنة المكونة من:

لجنة المنـــــاقشة:
رئيس اللجنـــة :الأستـــاذ بدادي العيـــد.
ممتحن : الأستاذ فريك علي .

السنة الجامعية: 2020/2019

فهرس المحتويات

مقدمة

الفصل الاول : المبحث المكتبي

تعريف الرمل 11

خصائص الرمل 12

الطرق التجريبية 14

مواصفات التقنية للرمل.....19

تعريف الاسمنت 21

خصائص الاسمنت 22

انواع الاسمنت..... 25

صناعة الاسمنت.....26

الملاط 29

انواع الملاط 31

استعمال الملاط 32

الفصل الثاني : خواص المواد المستعملة والتجارب المجرات

الرمل 38

الاسمنت.البورتلاندي.....40

ماء الخلط 41

الوسط 42

تجربة التحليل الحبيبي 43

تجربة المكافئ الرملي 49

تجربة الكتلة الحجمية الظاهرية 54

التراكيب.....55

تحضير العينات.....56

التجارب على الملاط.....58

الفصل الثالث : النتائج والتفسير

الانحناء .....62.
الضغط 64
امتصاص الماء 66
الخاتمة .....68..

فهرس الأشكال

الشكل I-1: مقياس استدارة الحبات 11

الشكل I-2: تصنيف حبيبات الرمل وفوق الأبعاد. 12

الشكل I-3: مجموعة من الادوات الخاصة بالمكافئ الرملي. 13

الشكل I-4: صورة توضح تجربة المكافئ الرملي 14

الشكل I-5: الأدوات المستعملة في الكتلة الحجمية 15

الشكل I-6: مجموعة من الادوات المستعملة في التدرج الحبيبي 16

الشكل I-7: مراحل صناعة الاسمنت 18

الشكل I-7ملاط مُكوَّن 28

الشكل II-1 أدوات تجربة المكافئ الرملي 42

الشكلII .1 يوضح آلية التحطيم بالانحناء 43

الشكلII .2 يوضح آلية التحطيم بالضغط 44

الشكلIII .1: منحنى نتائج مقاومة الانحناء لملاط الرمل للإسمنت العادي 46

الشكل III.2. نتائج مقاومة الانحناء لملاط الإسمنت المقاوم 47

الشكلIII .3: منحنى نتائج مقاومة الضغط لملاط الرمل للإسمنت العادي 48

الشكل III.4. نتائج مقاومة الضغط لملاط الإسمنت المقاوم 49

الشكل III.5. نسبة الامتصاص لمختلف التراكيب 52

فهرس الجداول

الجدول I.1. أنواع الاسمنت 20

الجدول I.2. مكونات الملاط 24

الجدول II.1. التحليل الحبيبي لرمل البعاج 32

الجدول II.2. التحليل الحبيبي لرمل العسيلة 33

الجدول II.3. التحليل الحبيبي لرمل جامعة الأحمر 34

الجدول II.4. التحليل الحبيبي لرمل جامعة الأصفر 35

الجدول II.5. نتائج المكافئ الرملي 39

الجدول II.6. مجال الاستعمال 39

الجدول II.7. نتائج المكافئ الرملي للعينات 40

الجدول II.8. الكتل الحجمية للعينات 41

الجدول II.9. التراكيب المدروسة للإسمنت العادي 41

الجدول II.10. التراكيب المدروسة للإسمنت المقاوم 42

الجدول III.1. نتائج مقاومة الانحناء للإسمنت العادي 46

الجدول III.2. نتائج مقاومة الانحناء للإسمنت المقاوم 47

الجدول III.3. نتائج مقاومة الضغط للإسمنت العادي 48

الجدول III.4. نتائج مقاومة الضغط للإسمنت المقاوم 49

الجدول III.5. نتائج امتصاص ملاط رمل البعاج بعد 28 يوم 50

الجدول III.6. نتائج امتصاص ملاط رمل البعاج بعد 90 يوم 50

الجدول III.7. نتائج امتصاص ملاط رمل العسيلة بعد 28 يوم 50

الجدول III.8. نتائج امتصاص ملاط رمل العسيلة بعد 90 يوم 50

الجدول III.9. نتائج امتصاص ملاط رمل جامعة الاحمر بعد 28 يوم 51

الجدول III.10. نتائج امتصاص ملاط رمل جامعة الاحمر بعد 90 يوم 51

الجدول III.11. نتائج امتصاص ملاط رمل جامعة الاصفر بعد 28 يوم 51

الجدول III.12. نتائج امتصاص ملاط رمل جامعة الاصفر بعد 90 يوم 51

كلمة شكر

كفاني عزا أن تكون لي ربا وكفاني فخرا أن أكون لله عبدا ، أنت لي كما أحب فوفقني إلى ما تحب.

الحمد لله وحده والصلاة والسلام على من لا يأتي بعده وعلى آله وصحبه ،لك

الحمد يا أرحم الراحمين لك الشكر حتى ترضى ولك الشكر إذا رضيت .

نحمد الله عز وجل العلي القدير الذي وفقنا على إنجاز وإتمام هذه الدراسة المتواضعة والتي نتمنى ن تكون قد استوفت مكانتها من العناية والدقة .

كما نتقدم بالشكر الجزيل إلى من كان إشرافه فوق الظنون إلى من سهل ما كان صعبا علينا وأعطانا يدى العون ، فكان مرشد لنا بإنتقاداته وملاحظاته ، الأستاذ الفاضل عبد العزيز العقبي

كما لا يـفـوتنا أن نبلغ جزيل الشكر إلى كل الاساتذة اللذين ساهموا في تكويننا

إلى جميع من شجعنا للوصول إلى هنا ولم يمتنع عن مقابلته لنا وإمداد يد العون من قريب أو من بعيد إلى كل هؤلاء أسمى عبارات الشكر والتقدير.

إهـــــداء

إلى من كلله الله بالهيبة والوقار .. إلى من علمني العطاء بدون انتظار .. إلى من أحمل اسمه بكل افتخار .. أرجو من الله أن يمد في عمرك لترى ثماراً قد حان قطافها بعد طول انتظار .... وستبقى كلماتك نجوم أهتدي بها اليوم وفي الغد وإلى الأبد

(والدي العزيز)

إلى ملاكي في الحياة .... إلى معنى الحب وإلى معنى الحنان والتفاني ... إلى بسمة الحياة وسر الوجود

إلى من كان دعائها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحي إلى أغلى الحبايب ....

(أمي الحبيبة)

إلى من عشت معهم أروع أيام الحياة و شاركوني حلاوتها ومرها إخوتي

إلى عائلتي الصغيرة

إلى الأخ الكريم والأستاذ الفاضل : العقبي عبد العزيز

إلى الطاقم الإداري و كل الأساتذة الكرام

إلى أصدقاء الدراسة وكل زملاء الدراسة

إلى كل أفراد العائلة الكبيرة كل باسمه.إلى كل من نساهم قلمي وحفظهم قلبي

السعيد شفاح

الإهداء

إلى كل من نطق بكلمة التوحيد لسانه وصدقها قلبه، إلى كل من صلى على

خير البرية محمد عليه الصلاة والسلام.

إلى أعظم امرأة بين النساء الكون أمي الغالية التي حملتني وهنا على وهن

جنينا وسقتني لبن التوحيد مع الأخلاق رضيعا وعلمتني صغيرا ورافقتني بدعائها كبيرا

أمي العزيزة الغالية.

إلى أبي الفاضل ، الشامخ المكارم والراسخ الفضائل ، الحريص علي ، رؤوق

بي رحيم ، سندي المتين وانيسي المعين .

إلى دفئ البيت وسعادته إخوتي وأخواتي.

إلى زوجتي وأبنائي الأعزاء.

إلى كل من عرفني وسيعرفني إن شاء الله.

إلى كل هؤلاء اهدي ثمرة جهدي.

السعيد رزيق

إهداء

إلى من لا يمكن للكلمات أن توفي حقهما

إلى من لا يمكن للأرقام أن تحصي فضائلهما

إلى والدينا الأعزاء أدامهما الله لنا

إلى إخوتنا و أخواتنا إلى الأصدقاء والأحباب

إلى كل من سقط من قلمي سهوا

نهدي هذا العمل وهذه المذكرة إليهم راجين من الله أن يسعدنا بوجودهم ومصاحبتهم وصداقاتهم

مصطفى بن موسى

الملخص:

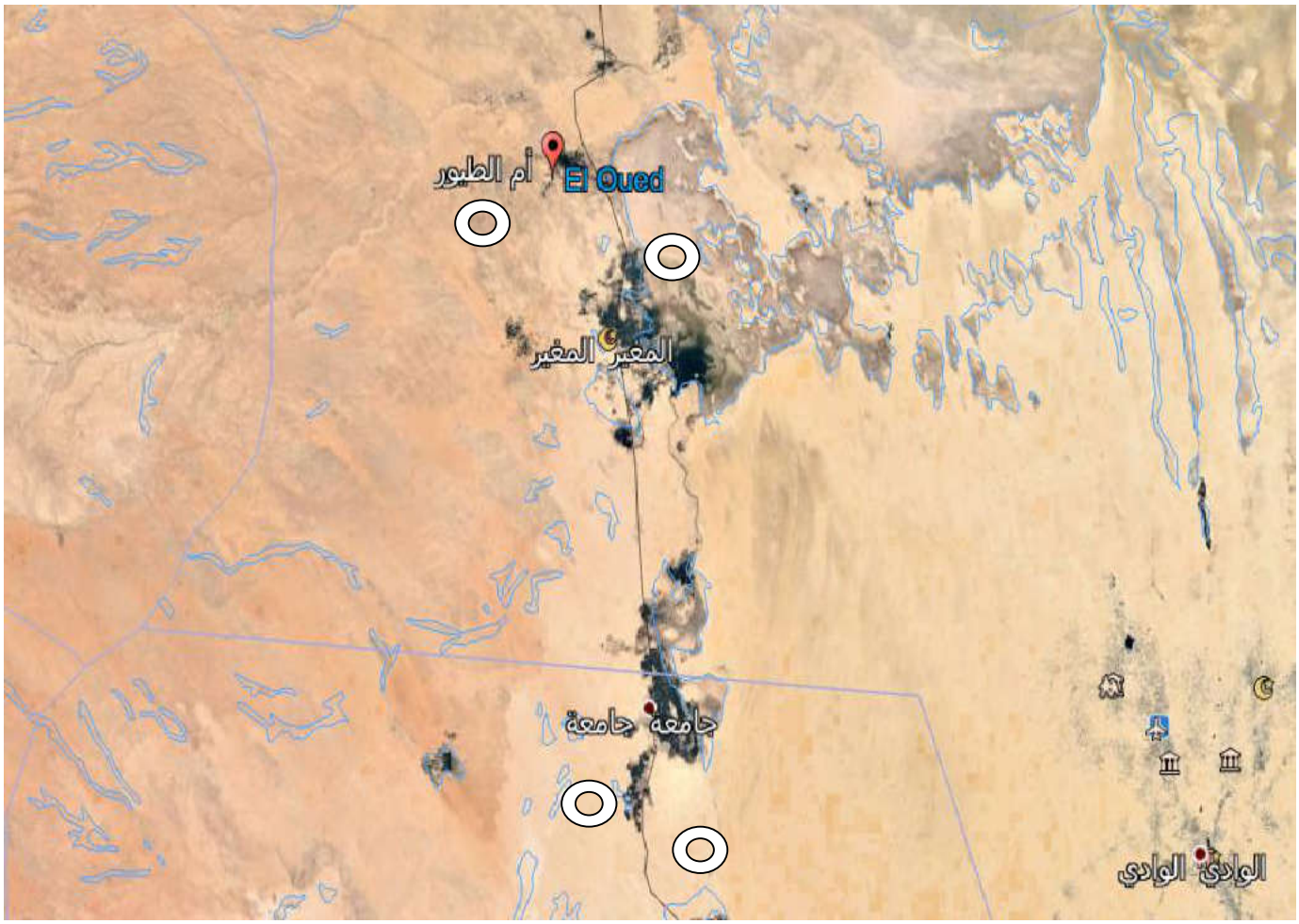
يتمحور موضوعنا حول دارسة خبرة ومقارنة مختلف أنواع الرمل البناء المستعمل ، في منطقة الوادي .

أحصينا أربعة أنواع شائعة الاستخدام وهم رمل البعاج ورمل أعسيلة ، ورملي جامعة الأحمر والأصفر ، بعد قيامنا بدراسة الخصائص الفيزيائية لهذه الأنواع الأربعة ، حضرنا أربعة أنواع من الملاط ، من هذه الرمال بنوعين مختلفين من الأسمنت (عادي والمقاوم للأملاح) ، قمنا بحفظها في وسطين مختلفين (ماء عادي وماء صاعد بمنطقة الوادي) .

لدراسة المقاومة الميكانيكية و الديمومة ، وقد بينت النتائج المتحصل عليها ، اختلافات واضحة بين أنواع الرمال المستعملة ، هناك المتقارب والمتباعد .

وبصفة عامة تبين أن رمل البعاج هو المثالي والأحسن في ما بينهم ، ثم يليه رمل أعسيلة ،ثم رملي جامعة .

وهذه صورة توضح مكان الحاجر



مناطق المحاجر

مقدمة:

إن تطوير مواد البناء منذ القدم كان الشغل الشاغل ومن المواد التي شاع استعمالها منذ زمن كمادة بناء نجد الخرسانة وهي الخليط المركب من نسب مدروسة من ركام وماء ورابط يربط حبيبات الركام بعضها مع بعض

يعتبر الركام الهيكل العام لجسم الخرسانة وهو مكون أساسا من حصى ورمل ، فالحاجة إليهما هي الحاجة إلى البناء وبما أنهما عناصر غير متجددة في الطبيعة فان جل العالم يعاني من مشكل قلت وجلب هذين المادتين .

أن الرمل المستعمل في الإنشاء أغلبه مجلوب من الوديان أو من شواطئ البحار وهو الرمل الذي تتوفر فيه الشروط المنصوص عليها في علم البناء وهو في تناقص مستمر .

وأمام هذه الندرة من هذه المادة والوفرة الملحوظ التي تقابلها للرمال في وطننا عموما وفي الجنوب خصوصا، وفي مديتنا الوادي أردنا التعرف على أنواع رمال البناء المستعملة، وكذلك أحسنها أداء من الديمومة والوسط والمقاومة الميكانيكية .

وقد قسمنا عملنا هذا إلى ثلاثة فصول تطرقنا في الفصل الأول إلى عموميات حول الرمال والأسمنت والملاط ، أما الفصل الثاني تطرقنا إلى المواد المستعملة والتجارب المخبرية ،وكذلك إلى كيفية تحضير العينات .

أما الفصل الثالث تطرقنا إلى النتائج والاستنتاجات، فيما يخص المواد و العينات التجريبية.

وفي الأخير نقدم خلاصة عامة على خصائص الملاط بناءا على رمال البناء المستعمل ومدى تأثيره على الخصائص الميكانيكية للملاط وذلك اعتمادا على ما تحصلنا عليه من نتائج.

الفصل الأول: البحث المكتبي

ويوجد الرمل في كافة أنحاء العالم، في المناخات الباردة والساخنة أو المعتدلة. لكن أكبر مقرَّاته وأجود نوعياته موجودة في الصحارى، مثل الصحـراء الإفريقية الكبرى وصحارى الجزيرة العربية، وعلى شواطئ المحيطات والبحـار والأنهـار والبحيرات وأراضي المستنقعات

تعتبر الجزائر أرضا مليئة بالمفارقات ويتضح ذلك من خلال جغرافية البلاد .يسكن معظم الجزائريين على ساحل البحر الأبيض المتوسط أو غير بعيد منه .توجد جنوب هذه المنطقة، عبر المنحدرات الجافة وجبال الأطلس الصحراوية، صحراء الجزائر الواسعة.

بها واحات منعزلة هي كل ما تبقى من نظام بيئي مزدهر قديما .كما تكشف صور التقطت من الفضاء مسالك الأنهار التي جرت في القديم حيث اليوم صحراء جافة .بالرغم من ذلك، لازال ما يقارب 2 مليون من الناس، يعيشون في الصحراء وقد طوروا أسلوب حياة يسمح لهم بالعيش والتأقلم مع إحدى البيئات الأشد قسوة في الأرض.

1- تعريف الرمل

ربما نكون جميعًا قد تحسّسنا مسبقًا تلك المادة الحبيبية المفككة التي تدعى الرمال، وتفترش الشواطئ ومجاري الأنهار والصحاري في شتّى أرجاء الكوكب، ولكن مما تكون، وكيف تنشأ

1-1- ما هو الرمل؟

الرمل مادة طبيعيةٌ على شكل حبيباتٍ صغيرةٍ مفكَّكةٍ، ناتجةٌ عن تفتت الصخور والمعادن وبعض المواد العضوية الجافة، نتيجة العوامل الطبيعية المختلفة من رياحٍ وأمطارٍ وأمواجٍ ودورات التجمد والذوبان في الأماكن الباردة

1-2- منشا الرمل

وفي مجملها تكون يابسة الكرة الأرضية من الصخور والمعادن، بما في ذلك الكوارتز والفلدسبار والميكا، وبفعل عوامل التجوية التي تسببها الرياح والأمطار ودورات تجمد وذوبان؛ تتفتت هذه الصخور والمعادن إلى جسيمات أصغر

1-3- انواع الرمل

ليس هناك تصنيفٌ علميٌ للرمل خارج مواصفات ومقاييس حجمه، ربما لأنه شديد التنوّع ويصعب إحصاؤه. لكن يمكننا تمييز أنواع بعضها عن البعض الآخر بناءً على اختلاف مصادرها وطبيعة مواقعها

- رمل السيليكا أو ثاني أوكسيد السيليكونSiO2
- الرمل الجيري
- رمل الرماد البركاني
- الرمل الأسود
- الرمل الأخضر،
- الرمل الأحمر
- الرمل المعدني الثقيل
- الرمل المصنَّع
- الرمل من مواد عضوية

2- خصائص الرمل

بيئة الترسيب بالغة الأهمية لتحديد خواص الرمل الناتج عنها، وتحدد هذه الخواص بالفحوصات المخبرية الفيزيائية والميكانيكية والكيميائية اللازمة، التي تشتمل على فحوصات مثل انتقائية حبيباتها، كذلك أبعاد الصخر، التدرج الحبيبي، شكل الحبات، المكافئ الرملي، ألوان الحبات، حجم الحبيبات ومكوناتها ... إلخ.

2-1-الخصائص الفيزيائية :

2-1-1 التدرج الحبيبي :

وينقسم الرمل من حيث التدرج إلى الأنواع التالية:

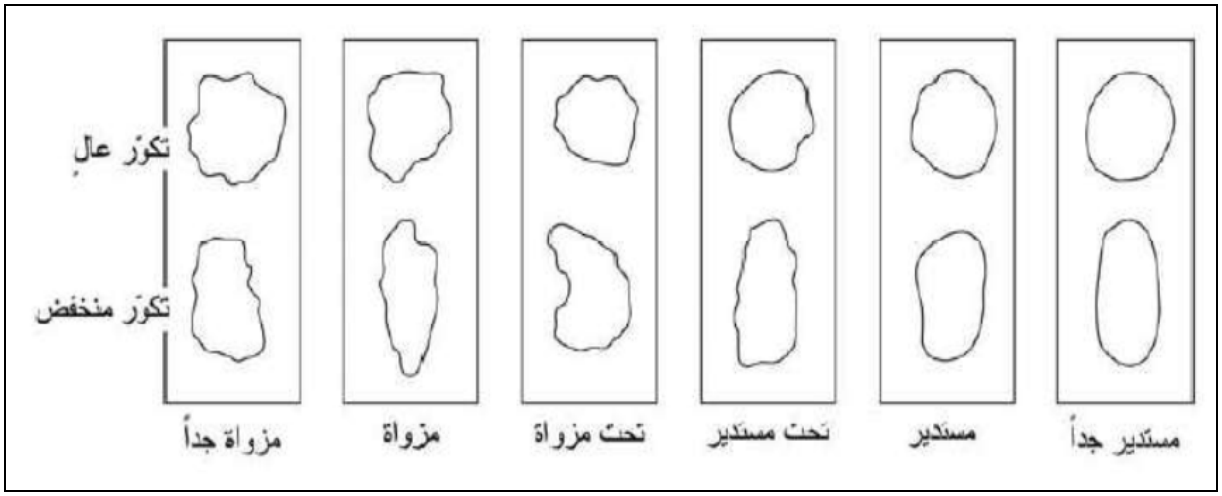
***الرمل جيد التدرج** :هو الرمل الذي يحتوي على النسب المناسبة من الأحجام المختلفة.

***الرمل المتدرج** :هو الرمل الذي يحتوي على معظم الأحجام بغض النظر عن نسبها.

2-1-2 أشكال الحبات:

تأخذ حبات الكوارتز أشكالا مختلفة، تتحدد بمعرفة درجة تكور الحباتsphericity وتدورها roundness، حيث يعبر التكور عن درجة اقتراب الحبة من الشكل الكروي تبعا للنسبة بين المحاور الثلاثة للحبة الرئيسية .فهناك الحبات الكروية والقرصية والورقية والنصلية والقضيبية، أما التدور فيعبر عن درجة انحناء أركان الحبة.

وبإعتبار مقياس التدور المعتمد عالميا تقسم الحبات إلى :حبات مزواة جدا، مزواة، تحت مزواة، تحت مستديرة، مستدير، مستدير جدا، حسب الشكل التالي:



الشكل I-1: مقياس استدارة الحبات

3-1-2 المكافئ الرملي :

هو وسيلة لمعرفة كميات المواد الناعمة في الرمل أو الحصى بطريقة سريعة في المخبر.

حيث: $$SE = \frac{\text{قراءة الرمل}}{\text{قراءة الطين}} \times 100 \qquad (1\text{- I})$$

4-1-2 ألوان حبات الرمل :

يعتمد لون الرمل على كمية ولون المواد الرابطة واللون العام لحبيبات المعادن المكونة له .وألوان الرمل الأكثر شيوعا هي البني والأحمر والوردي وتنتج عن وجود الحجر الجيري وأكسيد الحديد وتنتج الألوان الفاتحة مثل الأبيض والرمادي عن غياب المواد الرابط أو إنها مترابطة بمادة الكالسيت أو الكوارتز. واللون الأصفر، الأصفر الرملي إلى الذهبي الفاقع، والأسمر المصفر الناتج عن خليط من الكوارتز الصافي مع الفلدسبار الحاوي على العنبر الداكن الموجود في الرمل . وإضافة المنغنيز يسبب اللون البنفسجي والرمل الأخضر ينتج عن جود الغلوكونايت.

5-1-2 حجم حبات الرمل :

تتراوح أقطارها من 0.065 مم إلى 2 مم، أما الحبيبات التي تتراوح أقطارها مابين 2 مم و64مم فتدعى حصى التي تكون حبيباتها أقل من الرمل فتدعى طمي وتتراوح أقطارها بين 0.064 مم و 0.004 مم.

تنقسم الرمال عادة إلى خمسة فئات على أساس الأبعاد كالتالي:

- الرمل الناعم جدا ويتراوح نصف قطر حباته ما بين (1/8 – 1/16 mm).
- الرمل الناعم ويتراوح نصف قطر حباته ما بين (1/4 – 1/8 mm).
- الرمل المتوسط ويتراوح نصف قطر حباته ما بين(1/2 – 1/4 mm).
- الرمل الخشن ويترا وح نصف قطر حباته ما بين (1 – 1/2 mm).
- الرمل الخشن جدا ويتراوح نصف قطره حباته ما بين (2 -1 mm).

وتستند توزيع هذه الأبعاد على مقياس (Krumbein) [6].

الشكل I-2: تصنيف حبيبات الرمل وفوق الأبعاد.

3-الطرق التجريبية والتحليل الطيفي:

هناك العديد من طرق التحليل الفيزيائية والكيميائية للمواد، وتعتبر طرق التحليل الطيفي من أكثر التقنيات انتشارا المستخدمة من قبل الباحثين من أجل التحليل البنيوي والكمي لسهولتها ودقتها العالية وتعدد تطبيقاتها، لاعتمادها في التحليل على دراسة وقياس التأثير المتبادل بين المادة والإشعاع الكهرومغناطيسي، حيث يمكننا الحصول على معلومات نوعية (تحديد عناصر خاصة) ، وكذا نتائج التجارب على عينة الرمل .وقد استخدمنا خلال دراستنا احدى الطرق الطيفية وعلى قياسات فيزيائية وكيميائية سنحاول شرح هذه الطرق والقياسات كما يلي:

3-1-القياسات الفيزيائية

3-1-1 القياسات الفيزيائية

3-1-1-1 المكافئ الرملي (Equivalent de sable) :

وضعت تجربة القياس المكافئ الرملي موضع التنفيذ في الولايات المتحدة الامريكية عام 1950 من قبل العالم هفيم لدراسة خواص التربة وهي تجربة مستعملة بكثرة في مختبرات الطرق وتهدف إلى تعين نسبة الشوائب للمواد الغضارية والطينية والعناصر الناعمة جدا الموجودة مع الرمل والحصى المستعملين في البيتون.

تنفصل العناصر الغضارية والناعمة جدا عن حبات الرمل وتطفو على سطح السائل المستعمل في غسل الرمل ولحساب قيمة المكافئ الرملي نقيس نسبة على المجموع الكلي للمواد بما فيها الشوائب لنحصل على نسبة مئوية فعلية لكمية الرمل النظيف [23].

$$SE = \frac{\text{قراءة الرمل}}{\text{قراءة الطين}} \times 100 \qquad (1\text{- II})$$

✓ الادوات المستعملة

أسطوانات بلاستيكية قضيب معدني مجموعة سيفون

حاوية معدنية قمع ميقاتية

هزاز ميكانيكي

الشكل I-3: مجموعة من الادوات الخاصة بالمكافئ الرملي.

✓ **طريقة تحضير محلول كلوريد الكالسيوم :**

يتركب المحلول المستخدم في هذه التجربة من 557 غ كلوريد الكالسيوم و 2510غ جليسرين و 57.5غ فورمالدهيد توضع في حوجلة سعتها 5 ل ويضاف إليها 2 ل ماء مقطر وترج الحوجلة بقوة ثم تترك فترة حتى تبرد ويضاف إليها الماء المقطر حتى يصل الى 5 ل. وعند إجراء التجربة يضاف 25سم^3 من هذا المحلول إلى كل 1 لتر ماء يستخدم في التجربة .ويتم الاحتفاظ بالمحلول لمدة 28 يوم فقط.

✓ **خطوات العمل**

نمرر عينة من الرمل على المنخل 5cm ونقسمها إلى ثلاث كميات، في كل كمية 120g في علب معدنية بعد تجفيفها في فرن التجفيف بدرجة حرارة 110 ° حتى الوصول إلى الوزن الثابت.

نملئ الاسطوانات الثلاثة والتي تكون شفافة مدرجة وقطرها الداخلي 3.2cm وارتفاعها 43cm بمحلول كلوريد الكالسيوم حتى الارتفاع 10cm، نسكب عينة الرمل المجهزة من علبة القياس باستخدام القمع ثم يدق أسفل الاسطوانة على الطاولة برفق عدة مرات لإخراج الفقاعات الهوائية.

تترك الاسطوانة لمدة 10 دقائق (ينقع الرمل) ثم يغلق الأنبوب بسدادة، بعد انتهاء المدة يوضع على هزاز ميكانيكي ونرجها 90 دورة خلال 30 ثانية، بعد الانتهاء ندخل أنبوبة نحاسية يمر عبرها المحلول السابق ونغسل جوانب الأنبوب وصولاً إلى القاع مع إمالة الأنبوب وتدويره وترفع عندما يصل ارتفاع المحتوى إلى 38cm ثم يترك الخليط 20 دقيقة (يترسب) كما هو موضح في الشكل

الشكل I-4: صورة توضح تجربة المكافئ الرملي

بعد مرور مدة الترسيب نقرأ ونسجل المنسوب الأعلى للمزيج الغضاري وتعتبر قراءة الغضار أو الطين أما قراءة الرمل فندخل القضيب المعدني والذي في نهايته السفلى مخروط ارتكاز للاستناد على طبقة الرمل وفي نهايته العليا اسطوانة ذات وزن معياري وبينهما حلقة قياس ونسجل النتائج بأخذ القيمة المتوسطة حيث يكون الرمل الجيد يتجاوز النسبة 60.

3-1-1-2 الكتلة الحجمية الظاهرية (Masse volumique apparente)

هو وزن كتلة الحجم من المادة وتشمل فراغات الحبيبات وبينها وهو قسمة وزن الركام على الحجم الذي يشغله هذا الركام والهدف من هذه التجربة تعين الكتلة الحجمية الظاهرية للرمل.

✓ **الأدوات المستعملة**

ميزان إلكتروني

ميزان الرمل

الشكل I-5: الأدوات المستعملة في الكتلة الحجمية

✓ **طريقة العمل**

بالميزان الالكتروني نزن حاوية معدنية صغيرة 53.37g وحجمها $161.24\ cm^3$ وبجهاز خاص نملأ جزءه العلوي والذي يشبه القمع ومغلق من الأسفل بالرمل والحاوية الصغيرة تثبت في الأسفل ثم نفتح القمع فينزل الرمل حتى تمتلئ الحاوية وبواسطة مسطرة ننزع الرمل الفائض على الحاوية نعيد التجربة أربع مرات ثم نزن في كل مرة الكل (رمل+الكأس) ونسجل النتائج.

3-1-1-3 التدرج الحبيبي (Analyse granulométrique)

يقصد باختبار التدرج الحبيبي فصل المقاسات المختلفة من الركام بعضها عن بعض، أي التوزيع الحجمي لحبيبات الركام .ويكون ذلك باستخدام التحليل بالمناخل .Sieve Analysis بواسطة مجموعة من المناخل مرتبة حسب مقاس فتحتها وموضوعة فوق بعضها البعض بحيث يكون أكبرها مقاسا من الأعلى.

والغرض منه تعين تدرج حبيبات التربة حتى مقياس الرمل الناعم والطريقة التي نتبعها كالتالي:

✓ **الأدوات المستعملة:**

مناخل

ميزان إلكتروني

فرن للتجفيف

الشكل I-6: مجموعة من الادوات المستعملة في التدرج الحبيبي

✓ **طريقة العمل**

نحضر عينة من الرمل تزن حوالي 600g نغسل هذه العينة بالماء على المنخل رقم 80 µ (ميكرون) لتنظيفها من الغبار .ثم نجففها في الفرن لمدة 24 ساعة في دجة حرارة حوال 70 درجة مئوية، بعدها يتم تمرير هذه العينة بواسطة مجموعة من الغرابيل (المناخل) المتتالية من الخشن إلى الدقيق بعد هزها يدويا نقوم بتحديد وزن التربة المتبقية على كل منخل ونحسب النسبة المئوية لكل جزء متبق وذلك بقسمة هذا الوزن على الوزن الإجمالي للعينة ثم يتم حساب النسبة التراكمية للتربة المتبقية على المناخل، ونسجل النتائج المتحصل عليها.

4- المواصفات التقنية لرمل الملاط

4-1تعريف الرمل

- تعيين الرمل للفئات الحبيبية التي يكون D أقل من أو يساوي 4 مم

ملاحظة: يمكن أن ينتج الرمل عن التجوية الطبيعية للصخور الضخمة أو الرخوة و / أو تكسيرها أو معالجة الركام الاصطناعي. جزء حبيبي دقيق يمر عبر منخل 0.063 مم

4-2الخصائص الهندسية

4-2-1-حجم الحبيبات

- يجب تعيين جميع الركام على أنها فئات حبيبية d / D ، باستثناء الركام المضافة كمواد مالئة ، والتي يجب تحديدها على هذا النحو.

- يجب تعيين فئة الحبيبات باستخدام حجمين للغربال بالمليمتر ، مع d المقابلة للمنخل السفلي و D للغربال العلوي ، وتمثل هذه الأبعاد النطاق الذي توجد فيه معظم الحبوب (على سبيل المثال 4/0 مم ، 2/0 مم ، 4/2 مم ، إلخ).

يتم تحديد حجم حبيبات الرمل لمـلاط البناء وفقًا للمعيار EN 480-13. نطاق حجم الجسيمات المراد ملاحظته موضح في الجدول التالي:

Tamis mailles carrées (mm)	Passants cumlulés (%)		
	Courbe moyenne	BS 1377 - 9	ASTM - D 1556
4	100	4	100
2	94 à 100	2	94 à 100
1	77 à 87	1	77 à 87
0,5	60 à 70	0,5	60 à 70
0,25	39 à 49	0,25	39 à 49
0,125	13 à 23	0,125	13 à 23
0,063	0 à 2	0,063	0 à 2

تركيز الملاط حسب قطر الحبيبات

Granularité	D	500/D	700/D	
0/6.3	1.445	380	480	MORTIER
0/4	1.320	415	530	
0/2	1.149	480	610	
0/1	1.000	550	700	

2-2-4 التكافؤ الرملي

تفسير القيم للرمل حسب التكافؤ الرملي

رمل طيني لرفض جودة الخرسانة	ESp < 60	ESv < 65
رمل طيني قليلاً مقبول للخرسانة الجودة الحالية	60 ≤ ESp < 70	65≤ ESv < 75
نظيف الرمال بنسبة منخفضة من الطين الناعم ؛ مناسبة بشكل مثالي للخرسانة عالية الجودة	70 ≤ ESp < 80	75 ≤ ESv < 85
رمال نظيفة جدا: خطر نقص اللدونة في الخرسانة	ESp ≥ 80	ESv ≥ 85

4-3-الخصائص الفيزيائية

1-3-4 الكتلة الحجمية الظاهرية

كتلة وحدة الحجم لتربة مجففة الى وزن ثابت تحت درجة حرارة 105م° وهي مقياس لكثافة التربة بوجود المسام او الفراغات . اي ان الحجم هنا يشمل الحجم الكلي وهو حجم المادة الصلبة والمسام.

تتراوح قيم

- الكثافة الظاهرية لتربة سطحية ناعمة النسجة بين 1.0 - 1.6 ميكاغرام . م$^{-3}$. ويعود سبب انخفاض الكثافة الظاهرية في الترب الناعمة النسجة الى تطور افضل لبناء التربة مقارنة
- الكثافة الظاهرية للترب الخشنة تحت السطحية الى 2.0 ميكاغرام . م$^{-3}$

2-3-4- امتصاص الرمل للماء

Roche	n totale (%)	n efficace (%)
argile	45 à 55	0 à 5
sable moyen	30 à 40	25 à 35
gravier	25 à 35	20 à 30
grès	0 à 10	0 à 5
calcaire fissuré	5 à 15	0 à 10
basalte massif	0 à 5	0 à 5
schiste	0 à 20	0 à 5

5- الاسمنت

5-1--تعريف الإسمنت:

الإسمنت هو مادة ناعمة ولاصقة إذا أضيف لها الماء تتحول إلى عجينة إسمنتية طرية، ثم تتحول بعد فترة من الزمن إلى مادة صلدة، وتكتسب مع الوقت مقاومة خصوصا إذا وضعت في الماء (ولذلك يسمى بالإسمنت الهيدروليكي). ويتكون بشكل رئيسي من أكسيد الكالسيوم (CaO) وثاني أكسيد السليكون (2SiO) وأكسيد الألمنيوم (3O2Al) وأكسيد الحديد (□O□Fe) ويضاف لها كبريت الكالسيوم بعد الحرق.

5-2- منشا الاسمنت

استخدم القدماء في الماضي البعيد خليطا من الجير والطمي والرمل والماء في إقامة مبانيهم، فقد استخدمه قدماء المصريين بالفعل منذ 2600 عام، وأتقن الرومان صناعته خلال القرن الأول الميلادي حيث اكتشفوا أن إضافة التربة البركانية المأخوذة من منطقة بزولي، بالقرب من نابلس، تمكنهم من الحصول على خليط يصلح للتحكم في المياه الجوفية. وقد أصبحنا نعرف الآن أن تلك التربة المأخوذة من بزولي، التي استخدم اسمها بقدر من التحريف (بزولان) ليطلق على ذلك الصخر السليكوني البركاني، تحتوي على نسبة 60-90٪ من الرمل، و 10-40٪ من الجير، على حسب مصدرها. وتم بالفعل اكتشاف آثار قديمة في عدة مدن رومانية كبقايا الأسمنت الجاف تعود لتلك الحقبة التاريخية في الإمبراطورية الرومانية استعملوا الجبس، حيث أضاف يونان إيطاليا رماد البراكين الموجود بمنطقة بوزلس ه الرومان وعمموه إلى نهاية العصر الحاضر.

الأسمنت هو مزيج من الجير مثل القرميد والآجر المكسرة، مضافة إلى الطين)pouzzolane la .هي أرض بركانية لمنطقة بوزون بناحية نابولي بإيطاليا)، وهذا مستعمل كثيرا كمزيج، الاسمنت لم يعرف كما هو موجود الآن، حتى القرن 19، ثم قام العالم louis Vicat بكشف لغز الرطوبة في الجير في العام 1817 والمتعلقة بالاسمنت التي كانوا يسمونها الجير المميه. والجير المحدود في 1840.

6-خصائص الاسمنت

6-1 الخصائص الميكانكية

تعتبر مقاومة الإسمنت للضغط هي الخاصية الهامة في استخداماته، أما مقاومة الشد له فهي بسيطة وليست بذات أهمية. ومقاومة الإسمنت الصافي أكبر من مقاومته إذا خلط بالرمل. وتزداد المقاومة في العمر الأول (حوالي 7 أيام) بشكل واضح وكبير، ويقل معدل الزيادة بعد ذلك مع مرور الزمن تدريجياً لانخفاض درجة التفاعل. وقد يستغرق الأمر عدة سنوات حتى تستكمل التفاعلات وتتحقق المقاومة النهائية، إلا أن الزيادة في المقاومة بعد 28 يوماً تكون عادة محدودة وتعتبر المقاومة المتحققة في هذا الوقت كافية لتقاوم الخرسانة الأجمال الواقعة عليها. ولهذا اختارت المواصفات العالمية هذا الزمن (28 يوماً) معيارا لجودة الخرسانة، وإن كانت بعض المواصفات تسعى مع تطور صناعة الخرسانة لاختيار أوقات مبكرة مثل (3 و7 و14 يوماً)

مقاومة الضغط المطلوبة لكل نوع من الإسمنت (م ق س) وبجانب تأثير النعومة على عملية التصلد، فإن درجة الحرارة والرطوبة لهما دور كبير في التأثير على تطور المقاومة مع الزمن. ولذلك فإنه لا يمكن التوصل إلى مقاومة جيدة إلا بالمعالجة في ظروف رطبة مستمرة. أما إذا تعرضت الخرسانة إلى هواء حار وجاف فإن ذلك يؤدي إلى الحصول على مقاومة أقل بكثير من تلك الي يتحصل عليها بالمعالجة الرطبة.

-مقاومة التآكل. يتأثر حجر الأسمنت المقوى بالعديد من العوامل البيئية السلبية. مع كمية زائدة من الرطوبة ، قد يحدث تآكل الأجسام الخرسانية المسلحة. يمكن إزالته بعدة طرق ، على سبيل المثال ، عن طريق تغيير تركيبة المواد المعدنية في الوصفة ، مع إضافة مكونات توقف أكسدة الأملاح في المنتج. مع زيادة مقاومة التآكل ، يتم إضافة المواد البوليمريةالتي تقلل من عدد المسام ، مما يجعل الأسمنت مادة دائمة.

-مقاومة الصقيع. مؤشر يميز قدرة مادة مجمدة على تحمل العديد من التغيرات في درجات الحرارة من منخفضة إلى عالية جدا. عند التجميد ، يزيد الماء من الحجم ، مما قد يؤدي إلى تكسير وتقسيم الحجارة الأسمنتية. من أجل زيادة خصائص مثل مقاومة الصقيع ، يتم إضافة المضافات المعدنية إلى الخليط ، مما يزيد من مقاومة التقلبات في درجات الحرارة ويزيد من المتانة.

-الطلب على المياه. الخاصية التي تميز امتصاص الاسمنت لحجم معين من السوائل. يؤدي التشبع المفرط للمحلول مع الماء إلى حقيقة أن جزءًا من السائل سوف يتم ضغطه ، في حين أن سطح منتج الخرسانة سوف يفقد قوته وقد ينهار. هذه الخاصية مطلوبة. عند استلام الخليط مع انخفاض الطلب على الماء ، يكتسب الاسمنت مقاومة متزايدة للصقيع وجودة ممتازة. مع نسبة عالية من المادة الجافة في الماء ، يفقد المحلول قوته ويصبح مساميًا.

-ضبط الوقت. طول الفترة الزمنية التي تكتسب فيها خصائص الأسمنت اللدونة ، وتسمى الإعداد. قياس هذه الفجوة يحدث بمساعدة الأجهزة الخاصة. الحل مع أفضل خصائص الجودة يصلب في غضون 45 دقيقة. يمكن أن تستغرق العملية ما يصل إلى 10 ساعات. هذه الخاصية تتأثر بمحتوى المعادن ، مثل الجبس. مع زيادة في جرعة مسحوق الجبس ، ينخفض وقت التجميد.

-طحن دقة. هذه الجودة تجعل التعديلات في فترة تصلب الاسمنت. أكبر مسحوق المسحوق ، وانخفاض معدل تصلب الحل.في الوقت نفسه ، يزيد تركيب المسحوق الناعم من الحاجة إلى الرطوبة أثناء العجن.

قوة التركيبة ، يتم ضغط عينة الاختبار بعد 28 يومًا من لحظة التمدد. بعد الاختبار ، يتم تعيين الاسمنت

تغيير حجم. عندما تصلب الأسمنت ، يحدث تشوه في كثير من الأحيان ، على سبيل المثال ، انكماش. إذا كان هذا المؤشر مرتفعاً للغاية ، مع مرور الوقت ، قد يحدث تدمير الكتلة الخرسانية. يتم الامتثال للمعايير المقبولة في ظروف خاصة.

2-6-الخواص الكيميائية:

تجرى عادة التحاليل والاختبارات الكيميائية لمراقبة عمليات صناعة الإسمنت وذلك للتأكد من تطابق التركيبة الكيميائية للمواد الخام لمتطلبات الإنتاج مع التركيبة النهائية للكلنكر. كما أن التحاليل تجرى على المادة النهائية المصنعة وهي الإسمنت للتأكد من جودة الإنتاج ومطابقتها للمواصفات.

3-6--الخواص الفيزيائية:

- النعومة Fineness: كلما كان الإسمنت أكثر نعومة كلما كانت المساحة السطحية Specific Surface أكبر. وتؤثر النعومة على العناصر التالية :

♦ نسبة التفاعل الكيميائي : كلما كان الإسمنت ناعماً كلما كان أسرع للتفاعل مع ماء الخلط. وإذا كانت الحبيبات خشنة فإن عملية التفاعل الكيميائي لا تتم بشكل كاف.

♦ تطور المقاومة : تكون عملية التصلد للإسمنت الناعم أسرع منها في الإسمنت الخشن. وتمكن النعومة العالية من الحصول على مقاومة مبكرة أكبر.

♦كمية الإسمنت الضرورية لتغليف حبيبات الركام : فكلما كانت حبيبات الإسمنت ناعمة كلما أمكنها تغطية حبيبات الركام من حصى ورمل.وتعين النعومة في المواصفات القياسية عن طريق تحديد المساحة السطحية النوعية للإسمنت باستخدام جهاز بلين. ويشترط حدا أدنى لنعومة الإسمنت مقداره (2250) سم2/غ. ويمكن تقسيم نعومة الأسمنت إلى ثلاثة أنواع

-اسمنت خشن : رقم بلين أقل من 2800 سم2/غ.

-اسمنت ناعم : رقم بلين أكبر من 4000 سم2/غ.

-اسمنت ناعم جداً : رقم بلين من 5000 إلى 8000 سم2/غ.

-الكثافة Density : يتراوح الوزن النوعي للإسمنت البورتلاندي من 3 إلى 3.2 غ/سم3 . ويحدد باستخدام البكنوميتر. أما الوزن الحجمي للإسمنت البورتلاندي فيتراوح بين 0.9 و1.3 غ/سم3. وهذه الخاصية لها علاقة وثيقة بنعومة الإسمنت.

-القوام القياسي: **Normal Consistency :** الغرض منه هو تحديد نسبة الماء المثالية (الماء/الإسمنت) للحصول على عجينة قياسية باستعمال جهاز فيكات Vicat المحمل بالأسطوانة. وتتراوح م/س للإسمنت البورتلاندي العادي بين 0.25 و0.30.

- زمن الشك: **Setting Time :** عند خلط الاسمنت بالماء، يتم الحصول على عجينة تقل لدونتها تدريجيا مع الوقت. وبعد مدة يظهر نوع من التماسك الأولى في العجينة الأسمنتية يسمى هذا الوقت الشك الابتدائي Initial Setting Time.وعندما تبدأ العجينة في تصلبها لتحمل وزنا معيناً تكون قد وصلت إلى الشك النهائي Final Setting Time.وهذا الوقت المنقضي بين بداية خلط الاسمنت مع الماء والشك الابتدائي هو ما يسمى بزمن الشك، وهو مهم جدا لعملية تشغيل الخرسانة (خلطها ونقلها وصبها وهزها وتشطيبها).

وهناك عدة عوامل تؤثر على زمن الشك أبرزها نوع الإسمنت (التركيب الكيميائي) ونعومته وكمية الماء ودرجة الحرارة ونسبة المواد المضافة (مبطئات أو معجلات الشك). ويتم تحديده على عجينة قياسية في درجة حرارة محددة وباستعمال جهاز فيكات المحمل بالإبرة. وحسب المواصفات السعودية، فانه يجب ألا يقل الشك الابتدائي عن ٤٥ دقيقة وألا يزيد الشك النهائي عن 10 ساعات.

7-أنواع الإسمنت

هناك أنواع عديدة من الإسمنت، من أهمها وأكثرها انتشاراً في العالم الإسمنت البورتلاندي. وقد صنفت المواصفات الإسمنت في الجدول التالي :

الجدول I.1. أنواع الاسمنت

الرابط	التعيين	المكونات
الإسمنت الطبيعي	CN	صخر كلسي يحتوي على 30 إلى 40 % من الطين
إسمنت بورتلاندي اصطناعي	CPA	كلنكر 95 % جير+رماد 5 %
إسمنت بورتلاند مركب	CPJ	كلنكر 65 % بوزولان بقايا الأفران الرماد 35 %
إسمنت الأفران العالية	CHF	كلنكر 20–64 % بقايا الأفران العالية 80–36 %
	CLK	كلنكر 5–19 % بقايا الأفران العالية 95–81 %
إسمنت البوزولان	CPZ	كلنكر 45–90 % بوزولان 55–10 %
إسمنت بقايا الأفران والرماد	CLC	كلنكر 20–64 % بقايا الأفران العالية 18–50 % رماد 18–50 %
إسمنت الآلومينويم المنصهر	CA	يصنع بصهر صخور كلسية تحتوي على نسبة كبيرة من البوكسيت
الإسمنت الأبيض	CB	يصنع بمواد أولية نقية جدا مثل الطين للتحكم في اللون

7-صناعة الإسمنت

يصنع الاسمنت من خليط من الحجر الكلسي بنسبة 75 % و25 % من الطين. ويمكن إضافة خام الحديد أو الرمل إذا كان الطين يحتوي على نسبة ضعيفة من أكسيد الحديد أو أكسيد السيليكون. وتمر صناعة الإسمنت بالمراحل الرئيسية التالية:

7-1 تجهيز المواد الخام:

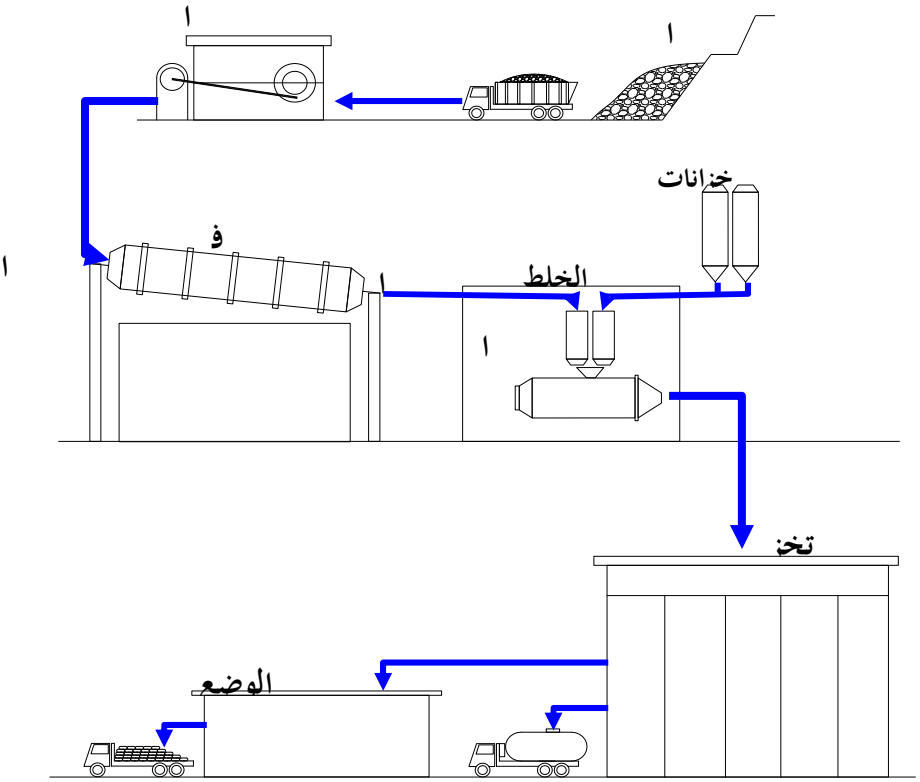
تستخرج المواد الخام من المحاجر القريبة من المصنع. ثم يتم تكسيرها إلى حبيبات في شكل حصى يتراوح مقاسها بين 10 و50مم. ثم نخزن هذه المواد في مخازن معدة لهذا الغرض، وبعدها تسحب من المخازن وتطحن ونجهز بإحدى الطرق التالية:

- **الطريقة الرطبة**: تطحن المواد على شكل عجين Slurry تحتوي على حوالي 32-40 % من الماء. وتستعمل إذا كانت نسبة الرطوبة في المواد الخام عالية. ومن أهم مميزاتها أنها تساعد على تجانس المواد الخام قبل دخولها إلى الفرن.
- **الطريقة النصف رطبة**: للتخلص من كمية كبيرة من الماء الموجود في العجين لتخفيض استهلاك الوقود في عملية الحرق.
- **الطريقة النصف جافة:** تشكل البودرة في شكل كرات صغيرة بواسطة صحن دوار، ويضاف إلى المواد الأولية المطحونة نسبة قليلة من الماء حتى تتكون كرات صلبة قطر الواحدة منها حوالي 15 مم.
- **الطريقة الجافة:** وهي الطريقة الأحدث والأكثر شيوعا، حيث تجفف المواد وتطحن في شكل بودرة Powder. وهي نتاج للتطور الكبير في تكنولوجيا صناعة الإسمنت، ولا تستهلك من الطاقة سوى 60 % من الوقود الذي يحتاجه الطريقة الرطبة. وسيكون التركيز على الطريقة الجافة في هذا المقال.

7-2 التخزين:

تخزن المواد الخام المطحونة (في شكل بودرة) في صوامع Silos خاصة. وفي هذه الفترة يتم تعديل تركيبتها الكيميائية وذلك بالتحكم في نسب العناصر الأساسية (أكسيد الكالسيوم وثاني أكسيد السليكون وأكسيد الألمنيوم وأكسيد الحديد). كما يتم العمل على تجانسها وذلك بخلطها باستعمال الهواء المضغوط.

الشكل I-7: مراحل صناعة



3-7 الحرق:

تمر البودرة عبر 4 أو 5 طوابق حدث تتعرض إلى درجة حرارة تصاعدية لتصل في أسفل الطوابق إلى 190°. ثم تدخل الفرن لتحرق عند درجة حرارة تصل إلى 1480°. والفرن دائري وأسطواني الشكل وله ميل بسيط عن الأفق بدرجة (2 -5°)، ويدور حول سوره المائل

من 1 -2 دورة في الدقيقة. ويصل قطر الفرن إلى 5 م وطوله إلى 70 م.

وتمر المادة خلال عملية الحرق بمراحل ثلاثة:

- مرحلة تحول المادة الكلسية $CaCO_3$ إلى أكسيد الكالسيوم CaO عند 950°.
- ذوبان المواد الرئيسية (أكاسيد الكالسيوم والسليكون والألمنيوم والحديد) في حرارة تتراوح بين 1250° و1350°.
- مرحلة الانصهار بين المواد المختلفة والحصول على مواد جديدة وهي:
  - سيليكات ثلاثي الكالسيوم C3S
  - سيليكات ثنائي الكالسيوم C2S
  - ألومينات ثلاثي الكالسيوم CA3

- حديدي ألومينات رباعي الكالسيوم AF4C

ويطلق على المواد الجديدة المتكونة اسم الكلنكر Clinker الذي هو عبارة عن حبيبات صغيرة يتراوح حجمها بين 3 -25 مم. ونخرج من منطقة الحرق إلى مبردات خاصة لتبريده إلى درجة حرارة 100 -200°، ثم ينقل إلى مخازن الكلنكر.

7-4الطحن:

يطحن الكلنكر في مطاحن كرات مع إضافة الجبس بنسبة 3 -5 % وذلك لتعديل (تأخير) زمن الشك. ويتم الطحن لدرجة نعومة معينة، فيخرج الإسمنت في شكله النهائي حيث ينقل بواسطة مضخات هوائية إلى مخازن خاصة.

ويمكن تعبئة الإسمنت في أكياس من ورق الكرافت سعة 50 كلغ، كما يمكن أن ينقل الإسمنت السائب بواسطة سيارات خاصة إلى الخلاطات المركزية أو المشاريع الضخمة ليفرغ في مخازن صغيرة.

7-5تخزين الإسمنت:

تخزين الإسمنت في مخازن مغلقة، مانعة لتسرب الماء، ذات تهوية بشكل جيد لمنعه من امتصاص الرطوبة. ويخزن الإسمنت السائب داخل صوامع Silos منفصلة لكل نوع صومعة. ويكون السطح الداخلي للصوامع ناعما، ويكون قعرها مائلا بما لا يقل عن 50 درجة عن المستوى الأفقي للصوامع الدائرية وميل يتراوح بين 55 و60 درجة للصوامع المستطيلة.

ويفضل تخزين أكياس الإسمنت في مجموعات على ألواح خشبية أو معدنية لضمان حسن التهوية. ولا يزيد ارتفاع رصة الأكياس عن 14 صفاً عند تخزينها لمدة لا تزيد عن 60 يوماً. أما إذا زادت مدة التخزين عن ذلك، فلا يزيد ارتفاع رصة أكياس الإسمنت عن 7 صفوف. وعند استعمال الأسمنت المعبأ داخل الأكياس، فيراعى قدر الإمكان استعمال الإسمنت الأقدم أول

8-الملاط

8-1 الملاط في القديم

كان الملاط قديما يُصنع من الصلصال والطين . وبسبب عدم وجود الحجارة ووفرة الطين، كانت منشآت بلاد بابل من الطوب المشوي، باستخدام الجير أو الزفت في الملاط . وحسب غريسمان الروماني، فإن الدليل للاستخدام البشري هو نموذج من الملاط في الزقورة في سيالك في إيران، بُنيت من طوب مجفف بالشمس، في 2900 قبل الميلاد .معبد تشوغا زانبيل في إيران بُني منذ حوالي 1250 قبل الميلاد باستخدام طوب مشوي بالفرن وملاط قوي من البيتومين .

في وقت مبكر شُيّدت الأهرامات المصرية حوالي 2500-2600 قبل الميلاد، حيث أن كتل الحجر الجيري كانت تُقيّد مع بعضها بواسطة ملاط الطين والصلصال، أو الصلصال والرمل . في وقت لاحق في الأهرامات المصرية، كان الملاط يُصنع إما من الجص أو الجير . الملاط المصنوع من الجص كان مصنوعا أساسا من خليط من القصارة والرمل وكانت لينة جدا .

في شبه قارة الهند، لوحظت أنواع إسمنت متعددة في مواقع حضارة وادي السند، مثل مدينة-مستوطنة موهينجو-دارو التي تعود إلى ما قبل 2600 قبل الميلاد . الإسمنت الجبسيّ كان "رمادي فاتح ويحتوي على الرمل، والصلصال، وآثار من كربونات الكالسيوم، ونسبة عالية من الجير" كان يُستخدم في بناء الآبار، والصرف الصحي وعلى الخارج من "الأبنية المهمة المظهر" .ملاط البيتومين كان يُستخدم أيضا لكن في تردد أقل، بما في ذلك في الحمام الكبير في موهينجو-دارو.

تاريخياً، البناء باستخدام الخرسانة والملاط ظهر لاحقا في اليونان . كشفت أعمال التنقيب تحت الأرض لقناة ميغارا أن الخزان كان مُغطى بالملاط البوزولاني سمكه 12 ميلليمتر . هذه القناة تعود إلى 500 قبل الميلاد . الملاط البوزولاني هو ملاط ركيزته الأساسة هي الجير، لكنه مصنوع مع مادة مُضافة من الرماد البركاني التي تتيح له أن يتصلّب تحت الماء، ولهذا يُعرف بـ الإسمنت الهيدروليكي. اليونانيون حصلوا على الرماد البركاني من الجزر اليونانية ثيرا ونيزيروس، أو من ثم المستعمرة اليونانية لـDicaearchia (بوتسوولي) قرب نابولي، إيطاليا . فيما بعد حسّن الرومانيون استخدام ووسائل صُنْع فيما أصبح يُعرف باسم الملاط والإسمنت البوزولاني . حتى في وقت لاحق، استخدم الرومانيون الملاط من دون البوزولانا مُستخدمين بدلا من ذلك مزيج من مسحوق الطين نضيج، وأكسيد الألومنيوم وثنائي أكسيد السيليكون . هذا الملاط كان أقوى من الملاط البوزولاني، لكن، لأنه كان أكثر كثافة فإنه يقاوم اختراق الماء بشكل أفضل .

لملاط الهيدروليكي كان غير مُتاح في الصين القديمة، وربما يعود ذلك لعدم توفر الرماد البركاني . حوالي 500 ميلادية، خُلط حساء الأرز اللزج مع هيدروكسيد الكالسيوم لصنع مركب ملاط عضوي - غير عضوي والذي كان أكثر قوة ومقاومة للماء من النورة.

ليس مفهوماً كيفية فن صُنع الملاط الهيدروليكي والإسمنت، الذي كان مثاليا ومُستعمل على نطاق واسع عند كل من اليونانيين والرومانيين، والذي كان مفقودا في ألفي سنة تقريبا . خلال العصور الوسطى عندما كان يجري بناء الكاتدرائيات القوطية، كان العنصر النشط الوحيد في الملاط هو الجير . وبسبب أن النورةالمعالَجة يمكن أن تنحل بتلامسها مع الماء، فإن العديد من الأبنية عانت من الرياح في مهب المطر عبر القرون.

8-2تعريف الملاط الحديث

الملاط هو مزيج من الماء والأسمنت والرمل والمواد المضافة المختلطة في مادة لاصقة قوية ولكن لزجة. يتم استخدامه في جميع أنواع البناء ، مثل لعقد الطوب والحجر وحتى البلاط معا. ينطوي عمل البلاط على استخدام نوع أرق من الملاط يسمى thinset والذي غالبًا ما يأتي في شكل مسحوق. الملاط المدعوم سهل الاختلاط وله جودة ثابتة

8-3مواد التماسك الهيدروليكيه

وتشمل المواد التي يتحول مخلوطها مع الماء الى الحاله الصلبه سواء في الهواء او في الماء مع احتفاظها بصلابتها لفترة طويله ، وهي تتضمن الجير الهيدروليكي (الناتج عن تسخين الكربونات عند 900 درجة مئوية) والاسمنت الروماني والاسمنت البورتلاندي وغيره من المواد .

وتستخدم مواد التماسك في أعمال الإنشاءات على هيئة مخاليط ذات أشكال متعدده ، فهي قد تستخدم على هيئة عجينه اسمنتيه بخلطها بالماء فقط ، او على هيئة مخلوط يشمل مواد التماسك والماء والرمل او مخلوط من مواد التماسك والماء ، ومواد متوسطة الحجم نسبيا مثل كسر الطوب والزلط ، ويسمى المخلوط في هذه الحاله بالمخلوط الخرساني الذي يعطي عند تجمده مايسمى بالخرسانه وعند تقوية هذا الخليط بأسياخ الحديد يعرف في هذه الحاله بالخرسانه المسلحه وتوجد خامات التماسك اما طبيعيه مثل الجبس او بعض المواد التي من اصل جيري كحجر الجير و الطباشير ، او من اصل طفلي او رملي وبعض المواد الاخرى مثل البوكسيت (اوكسيد الالمونيوم) و إما ان تنتج عن بعض العمليات الصناعيه مثل الخبث المعدني ، وكذلك الخبث الناتج عن عملية تحضير هيدروكسيد الصوديوم الذي يحتوي على كربونات الكالسيوم ومنها كذلك الاسمنت المقاوم للاحماض ويتكون اساسا كمادة من مواد التماسك

9- انواع الملاط

وتتكون من خليط من الركام الناعم ، والموثق والماء الذي يخلق معجون يستخدم في بناء وملصق للربط . التي تستخدم في بناء المباني وملء الفراغات بين كتل متجاورة من الطوب والخرسانة أو الحجر. العديد يمكن تصنيف الملاط على أساس نوع التطبيق الذي سيتم استخدامه فيه

- ملاط التشطيب

يستخدم هذا النوع من الملاط لأعمال التأشير والتجصيص .

ملاط البناء

البناء بالآجر أو وضع الحجارة: يستخدم هذا النوع من المونة لربط الحجارة أو الطوب.

.

ملاط الموثق هو الاسمنت والرمل الناعم هو الرمل عادة (نسبة 1: 2 - 1: 6). هذا يوفر قوة جيدة ومقاومة للماء.

ملاط الهوائي: يتم إضافة عوامل نقل الهواء إلى ملاط الأسمنت لزيادة قدرتها على العمل واللدونة.

ملاط الجيرية: الموثق هو الجير ، وهو عبارة عن "تنفس " أكثر من الملاط الأسمنتي ، مما يعني أنه من غير المحتمل أن يحبس الرطوبة داخل البناء.

ملاط الجبس: الموثق هو الجص. هذا النوع من المونة لديه متانة منخفضة في ظروف رطبة.

ملاط المقننة: مركب من الجير والأسمنت والرمل ، والذي يجمع بين اللدونة الكلسية وقوة الاسمنت.

مونة سورخي: الموثق هو الجير والحصى الناعم هو السورخي (طين محترق ناعما). هذا يوفر قوة أكثر من الرمال.

طريقة أخرى لتصنيف أنواع مختلفة من المونة تعتمد على الكثافة الظاهرية في حالة الجفاف. وتشمل هذه:

ملاط الثقيلة: كثافة سائبة تبلغ 15 كيلو نيوتن / متر مكعب أو أكثر. عادة ، يتم إضافة كوارتز الثقيلة كمادة زانية.

ملاط خفيف الوزن: كثافة سائبة تقل عن 15 كيلو نيوتن / م 3. عادة ، تضاف رمال خفيفة مسامية ورقيقة هناك أيضا عدة ملاط لأغراض خاصة ، بما في ذلك:

ملاط مقاوم للحريق: يخلط الأسمنت الألومينى مع المسحوق الناعم من طوب النار لإنشاء ملاط يمكن استخدامه للعمل كعامل مقاومة للنار.

ملاط ماص الصوت: يمكن أن تكون المجلدات أسمنتًا ، وجيرًا ، وخبثًا ، وخبثًا ، مع خفاف وأغمايات كمواد غشائية ، لإنشاء طبقة عازلة للصوت.

ملاط محمية بالأشعة السينية: ملاط ثقيلة بكثافة سائبة تبلغ حوالي 22 كيلو نيوتن / م 3 تستخدم للحماية من الأشعة السينية.

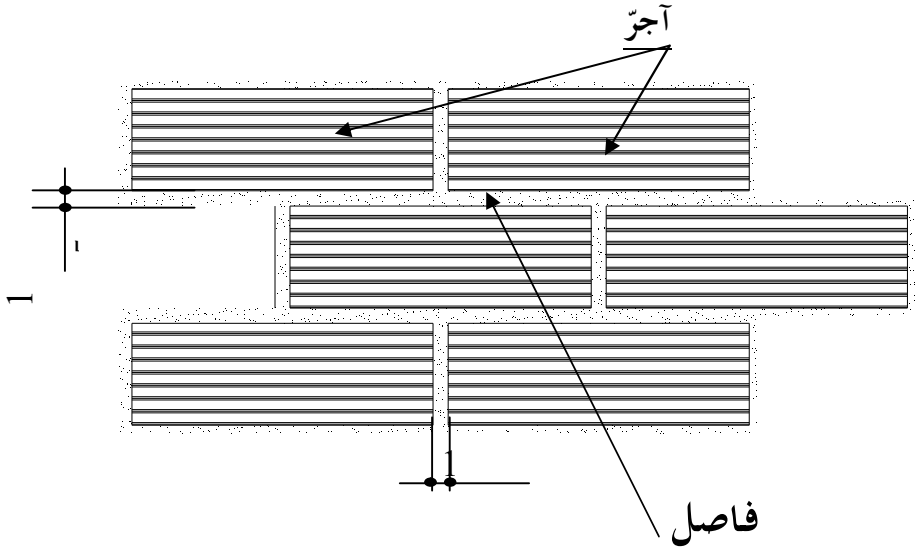
ملاط مقاوم كيميائيا: يمكن للمواد المضافة مقاومة الهجوم الكيميائي.

10- استعمال الملاط

الملاط خليط من رمل و ماء ورابط (إسمنت أو جير) وأحيانا مواد إضافية ، و يستعمل في البناء ما يلي

10-1الربط liaison

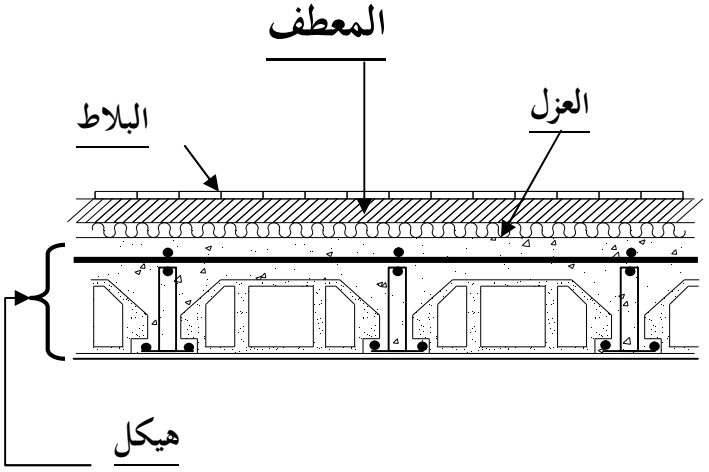
يستعمل خاصة في الجدران في الربط بين اللَّبِن و هذا بإنجاز فاصل joint على شكل طبقة ملاط ربط بين كل لبنة و أخرى الشيء الذي يعطي الجدار صلابته .



10-2إنجاز المعاطف réalisation des chapes

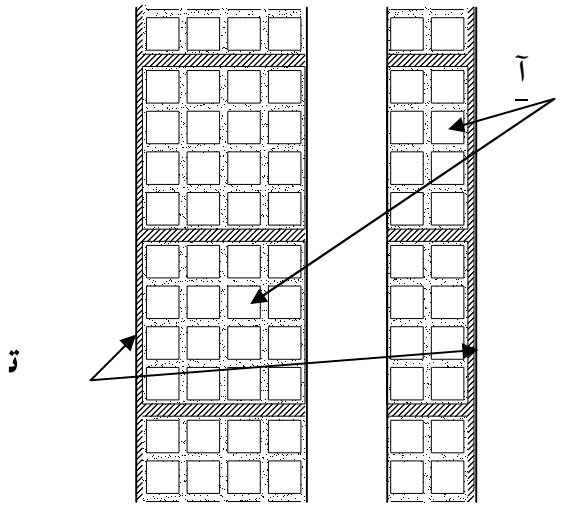
تعالج سطوح الأرضيات بعدة طرق و يستعمل الملاط في ذلك من أجل الأغراض الآتية :

- التشكيل : أي إعطاء الأرضيات ميلا لصرف المياه .
- الكتامة : بإنجاز طبقة مستمرة من الملاط .
- التبليط : حيث تحمل عناصر البلاط carrelage بطبقة من ملاط



3-10التلبيس revêtement

أمر يخص أيضا الجدران حيث تغطى بعد إقامتها بطبقات من الملاط لا يفوق عددها ثلاث طبقات دورها حماية الجدران والعناصر المكونة لها من كل ما قد يُخل بمقاومتها .



تستعمل مكونات الملاط بالمقادير المبينة في الجدول أدناه .

الجدول I.2. مكونات الملاط

الملاط		المعايرة kg/m^3	
		الإسمنت	الجير المائي
ملاط الربط	ملاط الإسمنت	300 350 400 450	
	ملاط مختلط	100 150 150	200 150 250
	ملاط الجير		300 350 400 450
ملاط التلبيس	الطبقة الأولى	800/600 في الخارج 600/400 في الداخل	200
	الطبقة الثانية	80/50	300/250
	الطبقة الثالثة	80/ 150 خاصة في الخارج	350/300
إنجاز المعاطف		600	

الثاني: خضائص المواد المستعملة والتجارب المجرات

1- الرمل

1-1محجر رمل البعاج : موجود في منطقة صحراوية بمنطقة ام الطيور بولاية الوادي

وهو ناتج تفتت صخور من مياه الوادي

ويعتبر رمل البعاج ذو اللون البني والشكل المستدير والخالي من الطين

1-2محجر رمل العسيلة :موجود بمنطقة صحراوية بمطقة لمغير بولاية الوادي وناتجة من تفتت صخور صحراوية

رمل العسيلة ذو اللون الداكن وحبيبات مختلفة الاشك >ال

1-3محجررمل جامعة موجود بمنطقة جامعة بولاية الوادي ورمل يحتوي على نسب من الاملاح وهي ناتجة مكونات تربة المنطقة

2 – الاسمنت البورتلاندي

2-1الأسمنت البورتلاندي العادى R 42.5 هو منتج عالي الجودة وأكثر أنواع الإسمنت شيوعاً واستخداماً فى البناء والأساسات الخرسانية والإسمنت البورتلاندى العادي للشركه يفوق متطلبات الجودة المحددة بالمواصفه R 42,5 ومصنع طبقاً لنظام جودة شامل

-الاسمنت البورتلاندي العادي : يستعمل في المنشأت الخرسانية من أعمدة وأرضيات وأسقف ويستعمل في البلاط وانشاء الطرق والمطارات وهو اكثر الانواع انتشارا واستعمالا . ب- الاسمنت البورتلاندي سريع التصلد وفيه نسبة سيليكات ثلاثي الكالسيوم كبيرة فهو يختلف عن النوع الاول في درجة نعومته الكبيرة .ويستعمل في المنشأت الخرسانية التي يتطلب انشاؤها الحصول على قوة تحمل مناسبة في وقت مبكر او سرعة الانجاز وفي صناعة الخرسانات الجاهزة.

الأسمنت البورتلاندي المقاوم لمركبات الكبريتات N42,5

الأسمنت المقاوم للكبريتات من المنتجات التي تُحسن من أداء الخرسانة بالمناطق المعرضة إلى خطر مركبات الكبريتات، كما يوفر تحسين المتانة والصلابه والاعتمادية للخرسانة في معظم البيئات القاسية، والحد من مخاطر تدهور وإنهيار الهيكل الخرسانى. يستخدم في المناطق التي تحتوي على مركبات الكبريتات والموجودة في التربة المحيطة والمياه الجوفية، أو مياه البحر، والمناطق التي تتعرض فيها الهياكل الخرسانية إلى الضغط الهيدروليكي

فئة جديدة من القوة والصلابة مكافئة لـ 42.5) Nمواصفات أوروبية(
أعلى قوة وصلابة مبكرة تصل من 20 ميجا باسكل في 2 يوم (مواصفات أوروبية(
أعلى قوة وصلابة متأخرة تصل إلى 37 ميجا باسكل في 28 يوم (مواصفات أوروبية(
زمن شك أولي من 150 إلى 160 دقيقة

الإستخدامات و التطبيقات

الأساسات المعرضة لمركبات الكبريتات حيث التربة أو المياه الجوفية على محتوى كبريتات مرتفع ((منتج مقاوم للكبريتات
.الطوابق السفلية والهياكل تحت الأرض
.محطات معالجة مياه الصرف الصحي والمياه
.مصانع الكيماويات والأسمدة ومصانع السكر ومشاريع البتروكيماويات، الأعمال الساحلية
الهياكل الخرسانية حيث يستخدم الإسمنت البورتلاندي العادي أو البوزولاني في ظل الظروف العادية

3- ماء الخلط

و في الواقع تتوفر مياه الوادي من الناحية الجيولوجية على ثلاث

3-1 طبقات من المياه

الطبقة الاولى قريبة و تصل الى 20 متر و تحمل كميات كبيرة من الفليور تصل الى 3 ملغ للتر الواحد

الطبقة الثانية فتوجد على عمق حوالي 350 متر و تصل نسبة الفليور به الى 2.3 ملغ للتر الواحد .

الطبقة الثالثة و هي عميقة و سفلى على عمق ما بين 1500 إفى 1700 متر ة تنخفض فيها نسبة الملوحة . كما أن هذه المياه على نوعين الحارة و الباردة و تفصل بينها الطبقات فرياكتية.

هذه المياه بسبب الملوحة و نسبة الفليور وهي ماء خلط الملاط

3-2 وظيفه ماء الخلط

الدور الاساسي:

-تساعد في عمليه اماهه الاسمنت حيث تجعل الاسمنت يتفاعل مع الماده(الماء)حيث يكون الناتج الاماهه تكوين مركبات كبريتات البوتاسوم المائيه وتجعل المركبات تتلاحم مع بعضها ببعض

اقل كميه الماء اللازمه لاماهه الاسمنت لكي يكون مركبات تمسك مركبات الركام بعضها ببعض 90جم كميه الماء 2/1كميه الاسمنت

فيكون الماء الزائد اللي بيضاف علي الماء اللازم يجعل الركام يجري ف حجينه الاسمنت وذلك يسهل من عمليه التشغيل للخرسانه

-تساعد علي بلل سطح جزيئات الركام حيث يكون جزء من الركام يكون جاف فاذا دخل هذا الجزء ف الخرسانه يودي الي امتصاص جزء من الماء الاماهه ويودي ع عدم اتمام عمليه الاماهه وذلك يضعف من مقاومه الخرسانه.

الدور الثانوي:

-تغسل حبيبات الركام لتخلص من المركبات العضويه والشوائب

-معالجه الخرسانه هي عمليه مهمه حيث فائده المعالجه جزء من الاسمنت يتفاعل مع ماء الخلط والجزء منه يكون جزء منه خشن لا يتفاعل وعند معالجته بالماء يتفاعل مع الماء وذلك يرفع من مقاومه ضغط الخرسانه.

-تتجنب حدوث شروخ انكماش الجفاف.

حيث اذا حدث ظروف ولم ترش لمده اسابيع يحدث شروخ انكماش جفاف احتمال حدوثها ف البلاطات الخرسانه المسقوفه يكون شروخعشوائيه تكون سطحيه ولنتجنبها بالمعالجه الجيده للخرسانه.

ويجب ان تستمر لمده اسبوع من صب الخرسانه.

جدول يوضح التحليل المخبري للمياه الجوفية

العناصر	القيمة
PH	8.1
النافلية	4.8
القساوة	/
الكالسيوم	289ملغ /ل
المغزيوم	101 ملغ/ل
الصوديوم	540 ملغ/ل
البوتسيوم	30 ملغ /ل
الكلور	375 ملغ/ل
النترات	27 ملغ/ل
الكبريت	950 ملغ/ل
الملوحة	

4- الوسط

4-1 الوسط العدواني

المياه الصاعدة ستكون ملوثة بالأحماض ، العضوية والمعدنية ، مع النترات والكلوريدات والأمونيوم والنحاس والزنك والحديد والنيكل ، والكبريتات والقلويات. على مقربة من محطات معالجة المعادن ، سيتم تشبع التربة بمنتجات تحليل وكبريتات الحديد مشبعة بتسببها في تدمير مواد الحجر الأسمنتي السائلة

جدول يوضح التحليل المخبري للمياه الصاعدة

المفاييس	الفيمة
درجة الحرارة	30 م0
PH	8.5-6.5
المواد العالقة	30ملغ /ل
الطلب الحيوي للأوكسجين	30ملغ /ل
الطلب الكيميائي للأوكسجين	90ملغ/ل
الازوت	50ملغ/ل
الفوسفات	02ملغ/ل
الزنك	02ملغ/ل
الكروم	0.1ملغ/ل
المنظفات	01ملع/ل
الزيت والدهون	20ملع/ل
الأوكسجين المنحل	2-5 ملغ /ل
النتريت	0.1ملغ/ل

4-2 الوسط العادي

الهواء الطلق الذي على الغازات وكذلك اتفاع وانخفاض درجة الحرارة ونسبة الرطوبة

5 - تجربة التحليل الحبيبي

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 الحبيبات وذلك بتعيين أبعادها والنسب المئوية لكل بعد.

1-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

2-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.

3-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.

4-الحسابات والنتائج:

4-1-حساب المرفوض الكلي بالنسبة المئوية:

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

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

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.

4-2-المعاملات التي تستنتج من المنحنى:

4-2-1-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:

$$Cc = (D60 / D10)$$

D60: القطر المناسب لـ 60 % من المار الكلي.

D10: القطر المناسب لـ 10 % من المار الكلي.

4-2-2-معامل الانحناء:

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

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

D30: القطر المناسب لـ 30% من المار الكلي.

4-2-3-معامل النعومة:

هو الجزء المئوي لمجموع المرفوض فوق 10 غرابيل ويعطى بالعلاقة التالية:

$$Mf = \Sigma\ n=1\text{-}10\ MC\ (\%) / 100$$

$Mf \geq 3.5$ حصى وحجارة

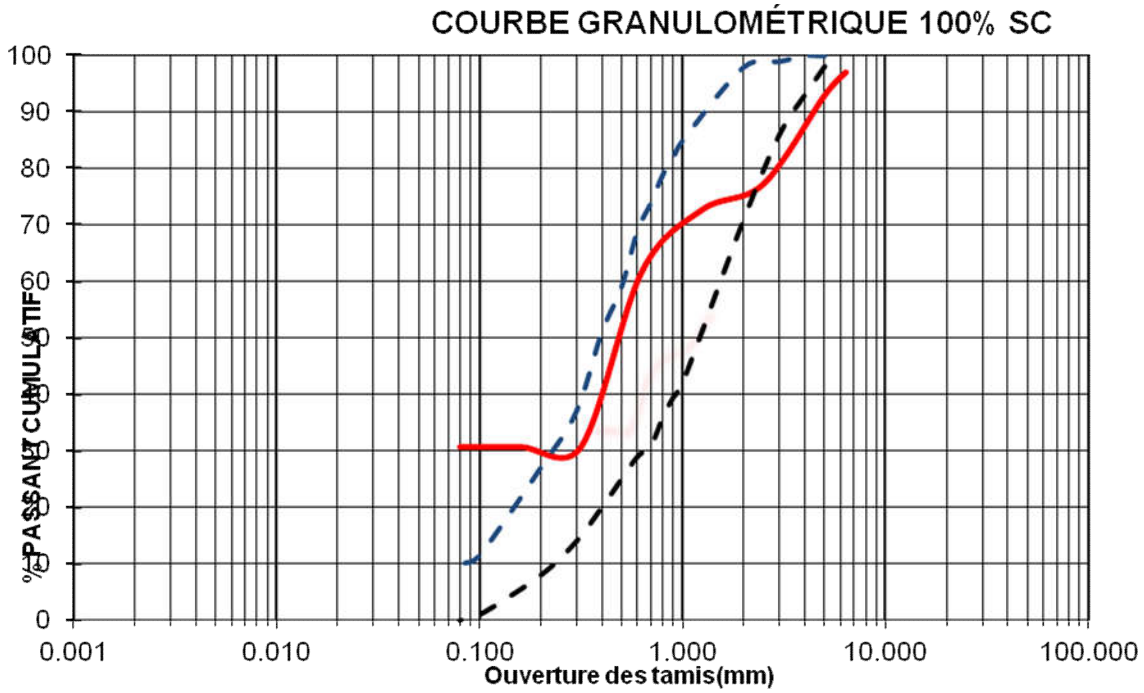
$1.5 \leq Mf \leq 3.5$ رمل

$> Mf\ 1.5.$ رمل دقيق

العينة رقم 1: رمل البعاج

الجدول II.1. التحليل الحبيبي لرمل البعاج

فتحات الغربال ب (mm)	العالق(g)	العالق المجمع (g)	نسبة العالق المجمع Rc (%)	المار المجمع T(%)
6,3	28.3	28.3	4,04	95,96
5	40.7	69	9,86	90,14
2,5	156.8	225.8	32,26	67,74
1,25	45.5	271.3	38,76	61,24
0,63	108.9	380.2	54,31	45,69
0,315	311.1	691.3	98,76	1,24
0,16	0	691.3	98,76	1,24
0,08	0	691.3	98,76	1,24

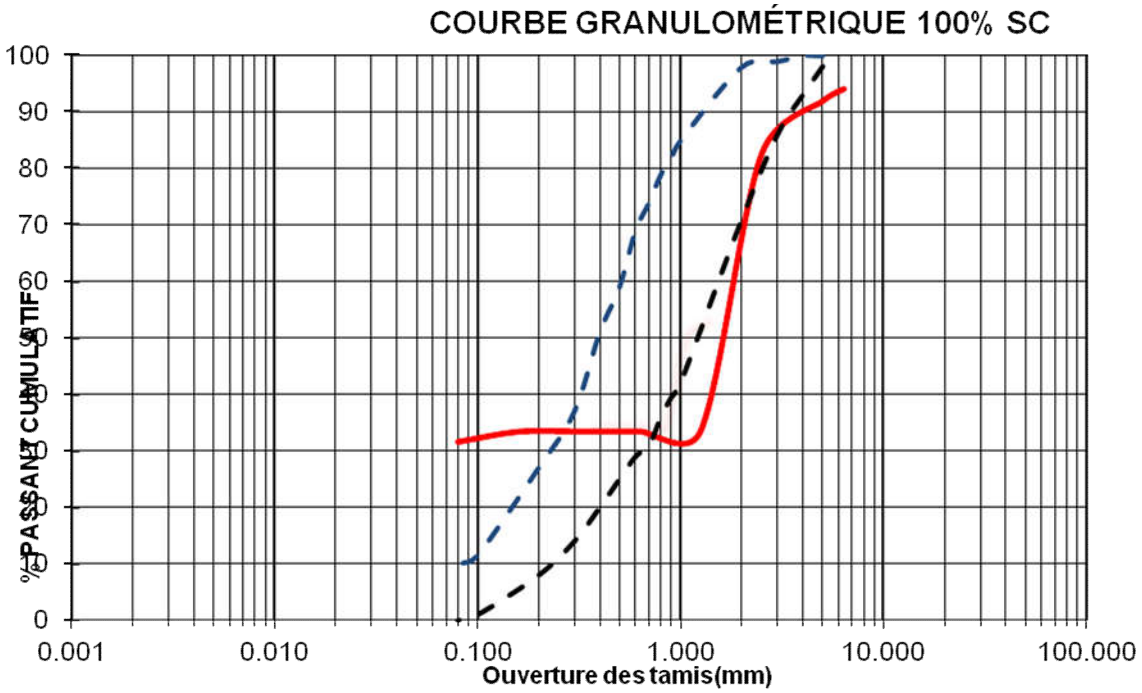


معامل النعومة de finesse MF Module

MF=2.33

لعينة رقم 2: رمل عسيلة

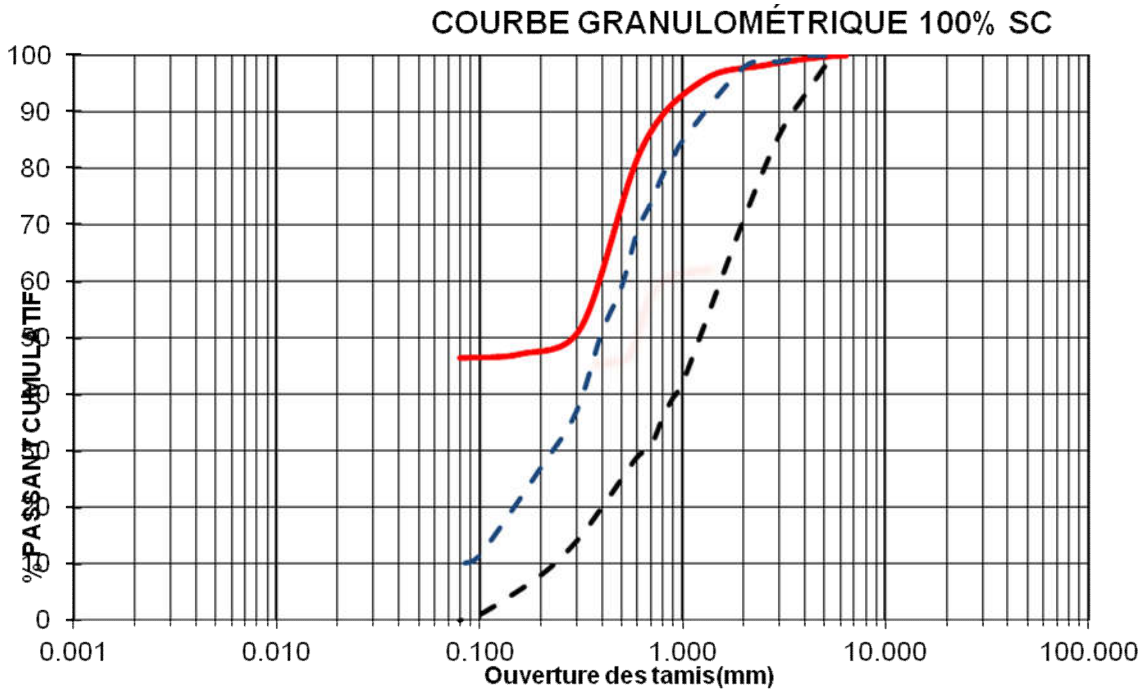
فتحات الغربال ب (mm)	العالق(g)	العالق المجمع (g)	نسبة العالق المجمع Rc (%)	المار المجمع T(%)
6,3	59.2	59.2	5.92	91.94
5	21.4	80.6	8.06	91.94
2,5	93.9	174.5	17.45	82.55
1,25	490.6	665.1	66.51	33.49
0,63	0.2	665.3	66.53	33.47
0,315	0	665.4	66.54	33.46
0,16	0	665.4	66.54	33.46
0,08	18.2	683.6	68.36	31.64



العينة رقم 3: رمل جامعة الأحمر

الجدول II.3. التحليل الحبيبي لرمل جامعة الأحمر

فتحات الغربال ب (mm)	العالق(g)	العالق المجمع (g)	نسبة العالق المجمع Rc (%)	المار المجمع T(%)
6,3	0.9	0.9	0.09	99.91
5	1.1	2	0.20	99.80
2,5	15.3	17.3	1.73	98.27
1,25	26.8	44.1	4.41	95.59
0,63	118.8	162.9	16.29	83.71
0,315	318.2	481.1	48.11	51.89
0,16	46.5	527.6	52.76	47.24
0,08	7.2	534.8	53.48	46.52



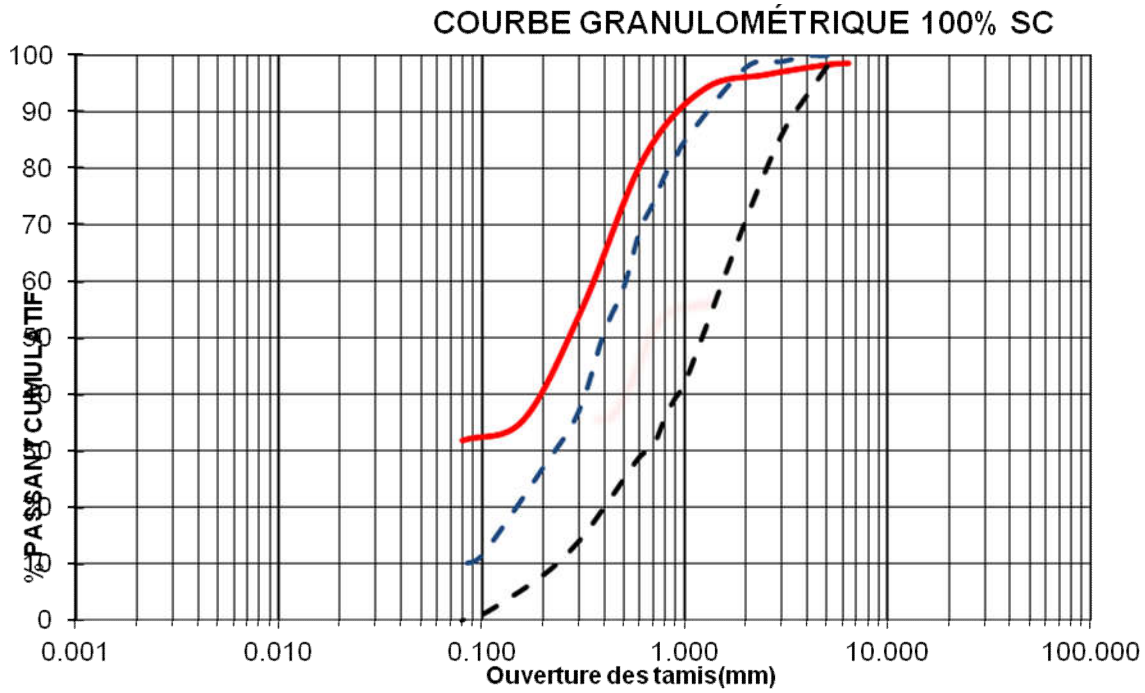
معامل النعومة de finesse MF Module

MF=1.24

العينة رقم 4: رمل جامعة الأصفر

الجدول II.4. التحليل الحبيبي لرمل جامعة الأصفر

فتحات الغربال ب (mm)	العالق(g)	العالق المجمع (g)	نسبة العالق المجمع Rc (%)	المار المجمع T(%)
6,3	13.9	13.9	1.39	98.61
5	2.6	16.5	1.65	98.35
2,5	17.5	34	3.40	96.60
1,25	24.6	58.6	5.86	94.14
0,63	120.8	179.4	17.94	82.06
0,315	263.5	442.9	44.29	55.71
0,16	201.7	644.6	64.46	35.54
0,08	36.6	681.2	68.12	31.88



معامل النعومة de finesse MF Module

MF=1.38

5- 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.

1-تعريف

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

2-الهدف من التجربة

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

3-سير التجربة

3-1-تحضير العينة

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

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

3-2-المواد المستعملة للغسل

- نستعمل محلولا خاصا يتمثل في إضافة $125\ cm^3$ من محلول مركز إلى 5 L من الماء المقطر.

- يتكون 1L من المحلول المركز من:

(111 ± 1) g من $Ca\ Cl_2$ (chlorure de calcium) .

(480 ± 5) g من الغليسيرين (Glycérine).

(12 ÷ 13) g من مادة الفورمالدهيد محللة في

كمية من الماء.

une solution aqueuse de Formaldéhyde

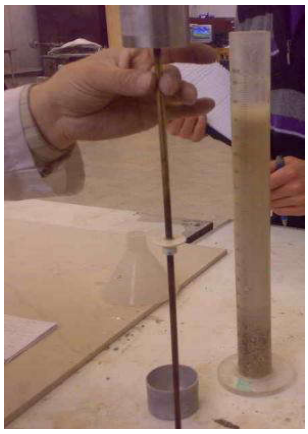
3-3-الأدوات واللوازم المستعملة

أ-التجهيزات الخاصة

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

- قمع (Entonnoir).

- 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.
- أنبوب للغسل معدني يكون على امتداد الأنبوب المطاطي المرن.
- 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).
- مسطرة طولها 500mm.



ب-التجهيزات العادية

- غربال ذو ثقوب مربعة 5مم.
- ميزان دقيق.
- كرونومتر(Chronomètre).
- مقياس الحرارة (Thermomètre).

3-4-الطريقةالعملية

❖ **المبدأ**

- ترسيب المادة الحبيبية التي تمر من خلال الغربال 5mm داخل سائل غاسل.
- غسل العينة بالمحلول الخاص وتركها ترتاح وبعد الوقت المحدد قياس:
- الإرتفاع h_1 : إرتفاع الرمل والعناصر الناعمة معا.
- الإرتفاع h'_2: إرتفاع الرمل النظيف بالعين المجردة.
- الإرتفاع h_2 : إرتفاع 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 بالنظر 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

معادل التكافؤ الرملي بالنظر

(Equivalent de sable visuel ESV) هو:

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

معادل التكافؤ الرملي(Equivalent de sable ES) هو: $ES = \frac{h_2}{h_1}$

❖ طريقة الحساب

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

وتلخص النتائج في جدول كالتالي:

رمل جامعة الأصفر

النوع	الوزن g	H1 الارتفاع الظاهر	H2 الارتفاع الصافي	H'2 الارتفاع الكبس	Esv	ES
type1	120	15.7	10.1	9.82	0.63	0.64
type2	120	13.3	9.2	8.95	0.67	0.69

رمل جامعة الأحمر

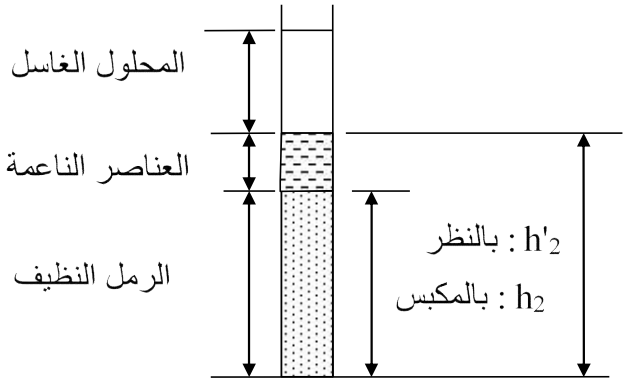
النوع	الوزن g	H1 الارتفاع الظاهر	H2 الارتفاع الصافي	H'2 الارتفاع الكبس	Esv	ES
type1	120	10.8	9	8.85	0.82	0.83
type2	120	13	9.5	9.3	0.72	0.73

رمل البعاج

النوع	الوزن g	H1 الارتفاع الظاهر	H2 الارتفاع الصافي	H'2 الارتفاع الكبس	Esv	ES
type1	120	10.8	9	8.9	0.82	0.83
type2	120	11.2	9	8.8	0.79	0.80

رمل العسيلة

النوع	الوزن g	H1 الارتفاع الظاهر	H2 الارتفاع الصافي	H'2 الارتفاع الكبس	Esv	ES
type1	120	19.5	9	8.89	0.46	0.46
type2	120	22.5	8	7.96	0.35	0.36



$$ESV = \frac{h'_2}{h1} \times 100$$

$$ES = \frac{h_2}{h1} \times 100$$

❖ **مجالات الإستعمال**

الجدول II.6. مجال الاستعمال

ES	ESV	نوعية الرمل	مجال الاستعمال
$ES \prec 60$	$ESV \prec 65$	رمل طيني	يرخص استعماله في الخرسانة العادية ويستعمل في الطبقة الأساسية لقارعة الطريق (couches de base)
$60 \leq ES \prec 70$	$65 \leq ESV \prec 75$	رمل طيني نسبيا	يستعمل في الخرسانة العادية
$70 \leq ES \prec 80$	$75 \leq ESV \prec 85$	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 II.7. نتائج المكافئ الرملي للعينات

العينة	ES %
رمل البعاج	40.85
رمل العسيلة	81.24
رمل جامعة الأحمر	78.20
رمل جامعة الأصفر	66.75

6 - الكتلة الحجمية

الهدف

معرفة نوع الركام المستعمل وكثافة i وكذا معرفة الأحجام والكتل التي تدخل في تركيب الخرسانة، وهي معرفة بالقواعد NFP 18-301

Masse volumique apparent الكتلة الحجمية الظاهرية

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

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

ρ_{app} الكتلة الحجمية الظاهرية.

M_T وزن العينة الكلي.

V_T حجم العينة الكلي.

Masse volumique absolueالكتلة الحجمية المطلقة

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

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

ρ_{ab} لكتلة الحجمية المطلقة.

M_S وزن الحبيبات الصلبة.

V_S وزن الحبيبات الصلبة.

والجدول الموالي يعرض النتائج المتحصل عليها:

الجدول II.8. الكتل الحجمية للعينات

العينة	الكتلة الحجمية الظاهرية	الكتلة الحجمية المطلقة
رمل البعاج	2,81	1,56
رمل العسيلة	2,13	1,79
رمل جامعة الأحمر	2,78	1,48
رمل جامعة الأصفر	2,67	1,30

7-التراكيب

1-1-التراكيب المختلفة للملاط المدروس الاسمنت العادي:

تمت دراسة 04 تراكيب مختلفة وذلك حسب الرمال المأخوذة من مقالع مختلفة من ولاية الوادي.

الجدول II.9. التراكيب المدروسة للإسمنت العادي

الرمز	التركيبة
MSB1	6كغ رمل البعاج و2كغ أسمنت و1كغ ماء، حيث E/C = 0.5
MSA1	6كغ رمل أعسيلة و2كغ أسمنت و1كغ ماء، حيث E/C = 0.5 و24غ أصافات.
MSDR1	6كغ رمل جامعة أحمر و2كغ أسمنت و1كغ ماء، حيث E/C =0.5 و24غ أصافات.
MSDJ1	6كغ رمل جامعة أصفر و2كغ أسمنت و1كغ ماء، حيث E/C= 0.5 و24غ أضافات.

2-1-التراكيب المختلفة للملاط المدروس الاسمنت المقاوم:

تمت دراسة 04 تراكيب مختلفة وذلك حسب الرمال المأخوذة من مقالع مختلفة من ولاية الوادي.

الجدول II.10. التراكيب المدروسة للإسمنت المقاوم

الرمز	التركيبة
MSB2	6كغ رمل البعاج و2كغ أسمنت و1كغ ماء، حيث E/C = 0.5
MSA2	6كغ رمل أعسيلة و2كغ أسمنت و1كغ ماء، حيث E/C = 0.5 و24غ أصافات.
MSDR2	6كغ رمل جامعة أحمر و2كغ أسمنت و1كغ ماء، حيث E/C =0.5 و24غ أصافات.
MSDJ2	6كغ رمل جامعة أصفر و2كغ أسمنت و1كغ ماء، حيث E/C= 0.5 و24غ أضافات.

8-تحضير العينات

8-1-طريقة الخلط :

بعد وزن المواد (رمل + اسمنت + ماء + اضافات) حسب كل خلطة قمنا بعملية الخلط والصب للعينات المراد دراستها حيث كانت الأبعاد القوالب كالتالي (40×40×160ملم) حيث تمت عملية الخلط يدويا وكانت التفاصيل كالتالي التالية:

- خلط الرمل (S) لوحده لمدة 30 ثانية، ثم صب كمية الاسمنت (C)، وخلط الخليط(S+C) لمدة 60 ثانية، إضافة الماء تدرجيا أثناء الخلط للمجموعة (S+C+ E) ثم الخلط لمدة 4 دقائق.
- ملئ القالب يكون عبر طبقتين مع هز كل طبق عند ملئها لمدة دقيقة وبوتيرة 60 هزة في هذه المدة من ارتفاع 15 mm ± 0.3 mmالصورة III.3 توضح أشكال القوالب المستعملة.
- تترك العينة في الهواء الحر وفي شروط ($T= 25^{o}$) ثم ينزع القالب بعد 24 ساعة وتغمس العينات في الماء لمدة 7 و28 و90 يوم في درجة حرارة ($T= 25^{o} \pm 2$). عدد العينات كانخمسة5عينات لكل مرحلة زمنية.

8-2-طريقة حفظ العينات :

8-2-1-الحفظ في الوسط العادي:

تم حفظ العينات بعد عملية نزع القوالب في الماء العادي وذلك حسب المدة الزمنية المحددة 7 و28 و90 يوم لكل 05 عينات.

1-3-2-2-الحفظ في الوسط العدواني:

تم حفظ العينات بعد عملية نزع القوالب في الماء العدواني وذلك حسب المدة الزمنية المحددة 7 و28 و90 يوم لكل 05 عينات.

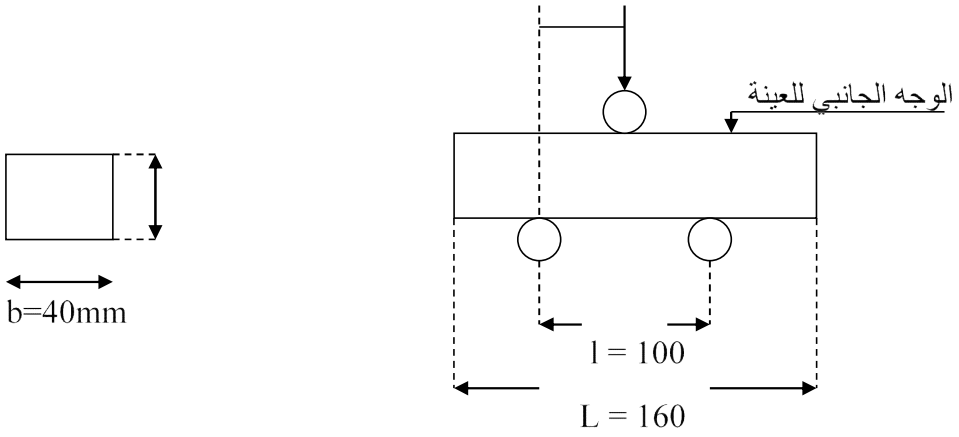
9- التجارب المقامة على الملاط

تعد الخصائص الميكانيكية ذات أهمية عالية لكثير من المواد وعن مثيلاتها من المركبات وبعد تعريف الملاط الرملي وإعطاء نبذة عن تاريخه وخصائص هو معرفة التركيبة المثلى لهذه المادة المقترح في الدراسة. ففي هذا الفصل سنتطرق الى الخصائص الميكانيكية لأنواع ملاط الرمل ومقاومة الضغط ومقاومة الشد في الأيام 7 و28 و90، كما سنقوم بدراسة الامتصاص في الأيام 28 و90.

9-1تجربة التحطيم بالانحناء :

تتم تجربة الانحناء على عينات لها مقطع مربع 4×4 سم وطول 16 سم ، البعد بين المسندين 10سم كما يتم تنفيذ هذه العملية بواسطة آلة الانحناء بثلاث نقاط، الآلة مزودة بمسندين أسطوانيين من الأسفل ثابتين تستند عليهما العينة ومسند علوي اسطواني مطبق في منتصف العينة من الجهة العلوية متحرك بواسطة محرك الآلة ليطبق القوة على العينة وتقرأ الحمولة مباشرة من الآلة.

هذه التجربة منصوص عليها حسب القاعدة EN 196-1 وشكل () يمثل المخطط البياني لتجربة التحطيم بواسطة الانحناء.



الشكلII .2 يوضح آلية التحطيم بالانحناء

التجربة تجرى بواسطة آلة التحطيم الخاصة بتجربة الانحناء لعينة من الملاط ذات أبعاد (40×40×160ملم) ، قدرت هذه الآلة على التحطيم تصل الى 10KN إذ تطبق تقريبا 0.05KN/min صورة الجهاز موضح في الملحق انظر الصورة (**1-IV**) .

مقاومة الانحناء تحسب بالعلاقة التالية:

$$R_f = \frac{150.F_f.l}{b^3} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4.1)$$

R : مقاومة الانحناء ب (MPa)

F_f: قوة تحطم العينة عند الانحناء

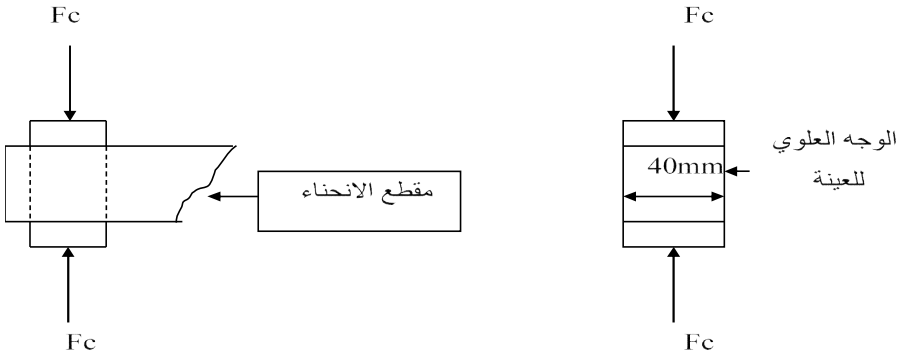
l : البعد بين المسندين ب (mm)

b : جزاء العينة الذي يساوي 40 mm

L : طول العينة الكلي .

9-2 تجربة التحطيم بواسطة الضغط :

هذه التجربة منصوص عليها حسب القاعدة EN 196-1 . وتكون بواسطة جهاز ضغط المواد الصلبة وتكون على نصف العينة هذا النصف المتأتي من تجربة تحطيم العينة بالانحناء بمقطع ذو أبعاد 40x40 mm توضع هذه العينة ما بين صفيحتين معدنيتين صلبتين حيث تتموضع هذه الأخيرة على بعد 1 cm من الحواف الجانبية كما هو موضح في الشكل 2.IV .



الشكلII .2 يوضح آلية التحطيم بالضغط

التجربة تجرى بواسطة آلة التحطيم التكوينية الخاصة بتجربة الضغط MP12من نوع utest قدرة هذه الآلة على الضغط تصل الى 120kN وبواسطة سرعة انتقال منتظمة ومستمرة 13.5kN/min. صورة الجهاز موضح في الملحق انظر الصورة (**2-IV**) .

$$Rc = \sigma c / b^2 \quad \text{.....(4.2)}$$

Rc : مقاومة الضغط ب (MPa)

σ_c: قوة تحطم العينة عند الضغط ب (N)

b : جزاء العينة الذي يساوي 40 mm **[51]**

9-3-تجربة الامتصاص:

تتمثل في وزن العينات مرتين بعد أخرجها من الوسط المائي أي قبل وضعها في الفرن ذات درجة حرارة 100مئوية لمدة 24 ساعة وبعد الخروج.

9-4التجربة التشغيلية :

1-التراكيب:

1-1-التراكيب المختلفة للملاط المدروس الاسمنت العادي:

تمت دراسة 04 تراكيب مختلفة وذلك حسب الرمال المأخوذة من مقالع مختلفة من ولاية الوادي.

الجدول. التراكيب المدروسة للإسمنت العادي

الرمز	التركيبة
MSB1	1.5كغ رمل البعاج و0.5كغ أسمنت و0.250كغ ماء، حيث E/C = 0.5
MSA1	1.5كغ رمل أعسيلة و0.5كغ أسمنت و0.250كغ ماء، حيث E/C = 0.5 و3غ أصافات.
MSDR1	1.5كغ رمل جامعة أحمر و0.5كغ أسمنت و0.25كغ ماء، حيث E/C =0.5و3غ أصافات.
MSDJ1	1.5كغ رمل جامعة أصفر و0.5كغ أسمنت و0.250كغ ماء، حيث E/C =0.5و3غ أضافات.

1-2-التراكيب المختلفة للملاط المدروس الاسمنت المقاوم:

تمت دراسة 04 تراكيب مختلفة وذلك حسب الرمال المأخوذة من مقالع مختلفة من ولاية الوادي.

الجدول II.10. التراكيب المدروسة للإسمنت المقاوم

الرمز	التركيبة
MSB2	1.5كغ رمل البعاج و0.5كغ أسمنت و0.25كغ ماء، حيث E/C = 0.5
MSA2	1.5كغ رمل أعسيلة و0.5كغ أسمنت و0.25كغ ماء، حيث E/C = 0.5 و3غ أصافات.
MSDR2	1.5كغ رمل جامعة أحمر و0.5كغ أسمنت و0.25كغ ماء، حيث E/C =0.5و3غ أصافات.
MSDJ2	1.5كغ رمل جامعة أصفر و0.5كغ أسمنت و0.25كغ ماء، حيث E/C =0.5و3غ أضافات.

2-الخلط:

بعد وزن المواد (رمل + اسمنت + ماء + اضافات) حسب كل خلطة قمنا بعملية الخلط ،والصب في قالب آلة التشغيلية (70×100×60ملم) على مراحل بأستعمال آداة الدمك ، بهز 15 مرة .

3-النتائج :

-1-التراكيب المختلفة للملاط المدروس الاسمنت العادي: CEMI 42.5 البسكرية

الرمز	قيمة القطرين	القطر المتوسط
MSB1	**17.3سم -17.7 سم**	**17.50 سم**
MSA1	14.6سم 14.7سم	14.65 سم
MSDR1	**16.1سم 15.8 سم**	**15.95 سم**
MSDJ1	**22.2سم - 21.9 سم**	**22.05 سم**

من خلال النتائج نلاحظ ثلاث عينات الأولى هي ملاط مرن (بلاستيكي) ، لأن قيمها أكبر من 14 سم حسب المواصفات ، وبالتالي تساعدنا هذه الأنواع الثلآث من الملاط أنثاء التشغيل . أما ملاط رمل جامعة الأصفر MSDJ2 فهو ملاط مائع لأن نسبة الشوائب به ضعيفة .

-2-التراكيب المختلفة للملاط المدروس الاسمنت المقاوم : CEMI 42.5 R SR3 البسكرية

الرمز	قيمة القطرين	القطر المتوسط
MSB2	**18.2سم -17.9 سم**	**18.05 سم**
MSA2	**17.2سم 17.3 سم**	**17.25 سم**
MSDR2	**14.7سم 15.0 سم**	**14.85 سم**
MSDJ2	**15.6سم – 15.7 سم**	**15.65 سم**

من خلال النتائج نلاحظ أن أقطار العينات الأربعة ما بين 14 سم و20سم وبالتالى سلكات نفس السلوك الخاص بالملاط المرن (بلاستيكي) ، أو في هذه الحالات للعينلت تعطي أو تساعد أثناء الصب .

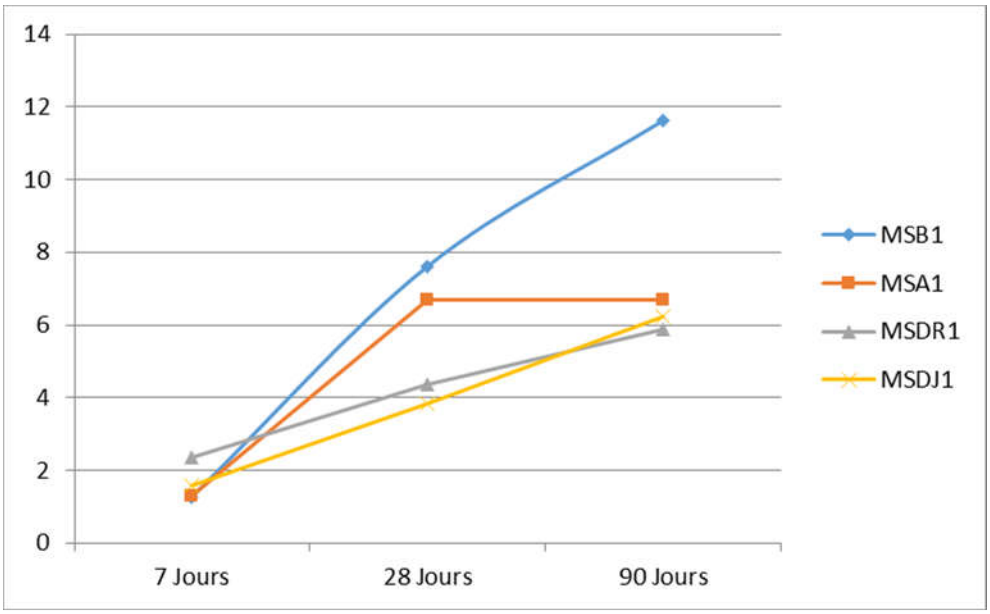
الفصل الثالث: النتائج والاستنتاجات

1-مقاومة الانحناء :

1-1-تأثير الوسط العادي في الإسمنت العادي:

الجدول III . 1 نتائج مقاومة الانحناء للإسمنت العادي:

	اجهاد الانحناء بعد أيام 07(MPa)	اجهاد الانحناء بعد أيام 28 (MPa)	اجهاد الانحناء بعد أيام 90 (MPa)
MSB1	1,27	7,61	11,62
1MSA	1,31	6.60	6,70
1MSDR	2,35	4,35	5,89
1MSDJ	1,56	3,83	6,23



الشكلIII .1: منحنى نتائج مقاومة الانحناء لملاط الرمل للإسمنت العادي

* نلاحظ من خلال نتائج التجارب المجرات على العينات تزداد مقاومة الانحناء مع ازدياد عمر الملاط، أي هناك تناسب طرديا بينهما.

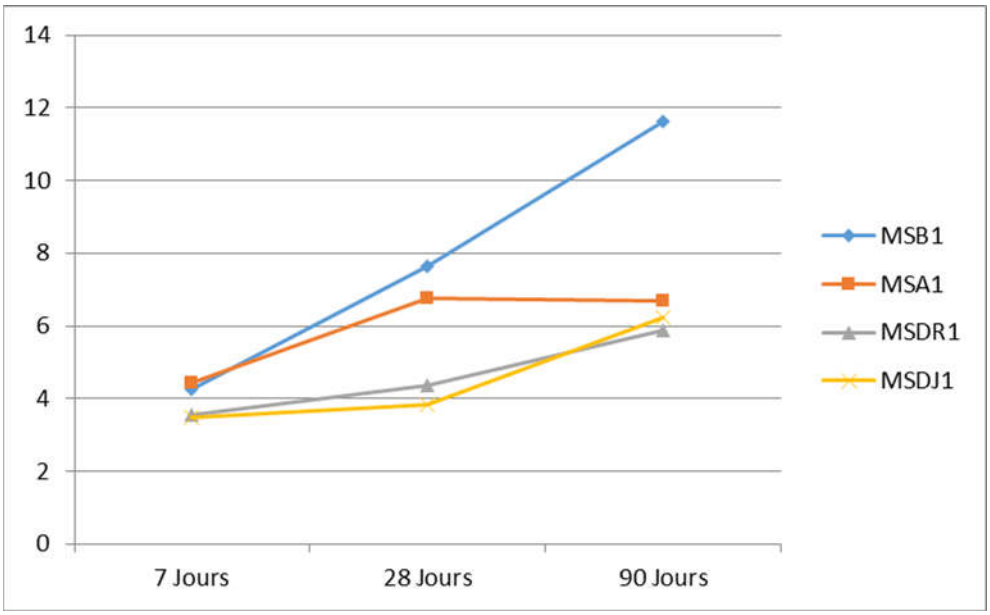
من خلال المنحنى البياني (الشكل) نلاحظ أن 1MSB(رمل البعاج) سجل أفضل قيمة مقاومة انحناء بلغة عند 90 يوم MPa11.62 يليه MSA1 بقيمة 6.70 MPa في حين كانت اقل قيمة مسجل للخليط MDR1 (رمل جامعة الأحمر) حيث بلغت 6.23 MPa بعد 90 يوم.

2-1-تأثير الوسط العدواني في الإسمنت المقاوم:

الجدول 2.III. نتائج مقاومة الانحناء للإسمنت المقاوم

	اجهاد الانحناء بعد 07 أيام (MPa)	اجهاد الانحناء بعد 28 أيام (MPa)	اجهاد الانحناء بعد 90 أيام (MPa)
MSB1	4,26	7,63	11,62
1MSA	4,43	6,75	6,69
1MSDR	3,55	4,35	5,89
1MSDJ	3,49	3,83	6,22

الجدول (2.IV) يوضح نتائج مقاومة الانحناء لملاط الإسمنت المقاوم



الشكل 2.III. نتائج مقاومة الانحناء لملاط الإسمنت المقاوم

* نلاحظ من خلال نتائج التجارب المجرات على العينات تزداد قوة المطبقة، وذلك بعد كل مدة زمنية ، أي هناك تناسب طرديا بينهما .

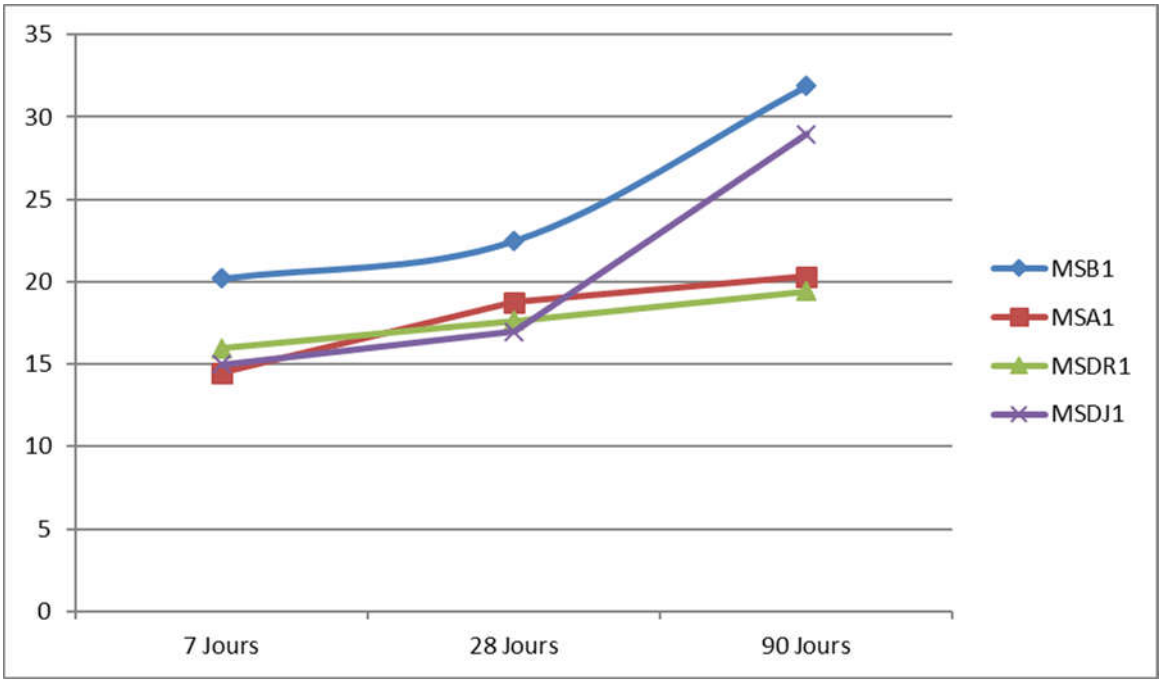
من خلال المنحنى البياني (الشكل) نلاحظ أن 1MSB(رمل البعاج) سجل أفضل قيمة لإجهاد الضغط بلغة عند 90 يوم 11.62MPa يليه MSA1 بقيمة 6.69MPaفي حين كانت اقل قيمة مسجل للخليطMSDR1 (رمل جامعة الأحمر) حيث بلغت 5.89 MPa بعد 90 يوم.

2-مقاومة الضغط

2-1 -تأثير الوسط العادي في الإسمنت العادي:

الجدول III.3. نتائج مقاومة الضغط للإسمنت العادي

(MPa) 90	(MPa) 28	(MPa)07 أيام	مقامة الضغط / التركيبة
31,88	22,50	20.21	MSB1
18,78	20,33	14,47	1MSA
19,44	17,62	15.95	1MSDR
28,94	16,97	15	1MSDJ



الشكلIII .3: منحنى نتائج مقاومة الضغط لملاط الرمل للإسمنت العادي

نلاحظ من خلا ل المنحنى ان كل التراكيب عرفت منحنى متصاعد طرديا لقيمة اجهاد الضغط مع الزمن (7، 28 و90 يوم).

من خلال المنحنى البياني (الشكل) نلاحظ أن 1MSB(رمل البعاج) سجلأفضل قيمة لإجهاد الضغط بلغة عند 90 يوم 31.88 MPa يليه MSDJ1 بقيمة 28.94 MPaفي حين كانت اقل قيمة مسجل للخليطMDR1 (رمل جامعة الأحمر) حيث بلغت 19.44 MPa بعد 90 يوم.

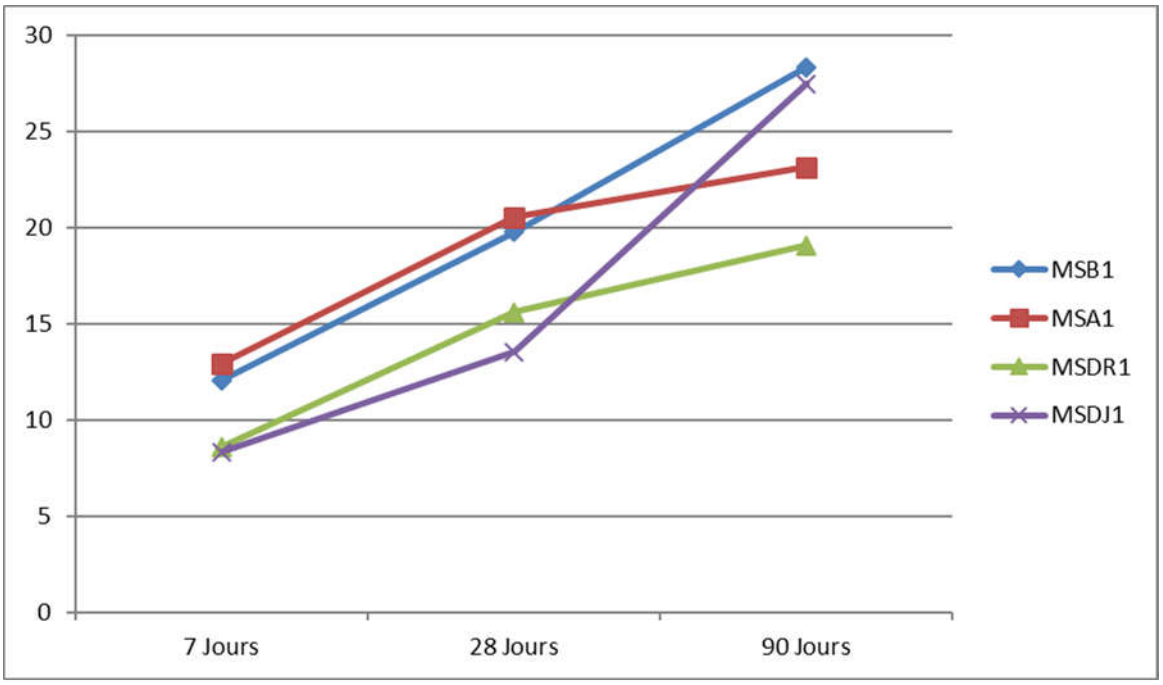
في جميع أنواع تراكيب الملاط

2-2-تأثير الوسط العدواني في الإسمنت المقاوم:

الجدول 4.III. نتائج مقاومة الضغط للإسمنت المقاوم

مقاومة الضغط / التركيبة	أيام 07(MPa)	(MPa) 28	(MPa) 90
MSB1	12,07	19,79	28,35
1MSA	12,95	20,56	23,15
1MSDR	8,60	15,60	19,09
1MSDJ	8,34	13,54	27,48

الجدول (2.IV) يوضح نتائج مقاومة الانحناء لملاط الرمل حسب تركيبة رمل أعسيلة



الشكل 4.III. نتائج مقاومة الضغط لملاط الإسمنت المقاوم

*من خلال المنحنى البياني نلاحظ أن 1MSB(رمل البعاج) سجل أفضل قيمة لإجهاد الضغط بلغة عند 90 يوم 28.35MPa يليه MSA1 بقيمة 23.15 MPa في حين كانت اقل قيمة مسجل للخليطMDR1 (رمل جامعة الأحمر) حيث بلغت 19.09 MPa بعد 90 يوم.

3- الامتصاص الماء

3-1نتائج الامتصاص للإسمنت العادي في الوسط العادي:

الجدول III.5. نتائج امتصاص ملاط رمل البعاج بعد 28 يوم

الكيفيات	العينة 1 (g)	العينة 2 (g)	العينة 3 (g)	متوسط قيم العينات
بعد الاخراج من الوسط	619.20	697.36	621.88	646.15
بعد الاخراج من الفرن	587.09	566.47	589.77	581.11
الفارق				65.04
نسبة الامتصاص				%11.20

الجدول III.6. نتائج امتصاص ملاط رمل البعاج بعد 90 يوم

الكيفيات	العينة 1 (g)	العينة 2 (g)	العينة 3 (g)	متوسط قيم العينات
بعد الإخراج من الوسط	612.06	590.37	614.60	605.67
بعد الاخراج من الفرن	589.19	566.86	591.59	582.55
الفارق				23.12
نسبة الامتصاص				%4

نلاحظ أن ملاط رمل البعاج يتم عملية الامتصاص للماء بعد عملية نزع القولبة ووضعه في الوسط وذلك لإتمام ملئ الفراغات المتبقية من عملية التصلب بنسبة معتبرة في مدة 28 يوما، ثم تتقلص النسبة تدريجيا الى أن تصل الي**4% عند نهاية** 90 يوما.

الجدول III.7. نتائج امتصاص ملاط رمل العسيلة بعد 28 يوم

الكيفيات	العينة 1 (g)	العينة 2 (g)	العينة 3 (g)	متوسط قيم العينات
بعد الاخراج من الوسط	612.03	604.24	601.36	617.76
بعد الاخراج من الفرن	569.92	565.14	561.84	565.63
الفارق				40.24
نسبة الامتصاص				%7

الجدول III.8. نتائج امتصاص ملاط رمل العسيلة بعد 90 يوم

الكيفيات	العينة 1 (g)	العينة 2 (g)	العينة 3 (g)	متوسط قيم العينات
بعد الاخراج من الوسط	592.12	599.94	592.38	594.81

بعد الاخراج من الفرن	563.62	573.43	567.64	568.23
الفارق				26.58
نسبة الامتصاص				%5

الجدول III.9. نتائج امتصاص ملاط رمل جامعة الاحمر بعد 28 يوم

الكيفيات	العينة 1 (g)	العينة 2 (g)	العينة 3 (g)	متوسط قيم العينات
بعد الاخراج من الوسط	643.29	618.92	584.27	615.49
بعد الاخراج من الفرن	610.61	582.00	554.27	582.29
الفارق				33.2
نسبة الامتصاص				%6

الجدول III.10. نتائج امتصاص ملاط رمل جامعة الاحمر بعد 90 يوم

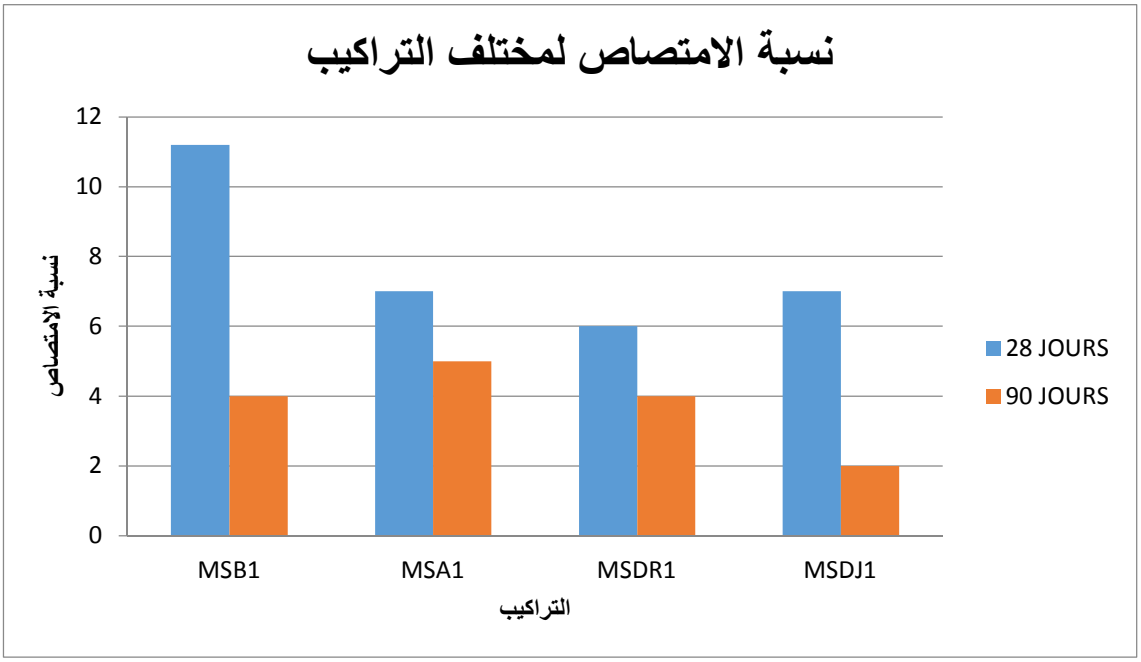
الكيفيات	العينة 1 (g)	العينة 2 (g)	العينة 3 (g)	متوسط قيم العينات
بعد الاخراج من الوسط	634.80	576.87	604.86	605.51
بعد الاخراج من الفرن	614.06	552.91	580.18	582.38
الفارق				23.12
نسبة الامتصاص				%4

الجدول III.11. نتائج امتصاص ملاط رمل جامعة الاصفر بعد 28 يوم

الكيفيات	العينة 1 (g)	العينة 2 (g)	العينة 3 (g)	متوسط قيم العينات
بعد الاخراج من الوسط	603.32	614.66	588.21	602.06
بعد الاخراج من الفرن	564.87	576.52	549.51	563.63
الفارق				38.42
نسبة الامتصاص				%7

الجدول III.12. نتائج امتصاص ملاط رمل جامعة الاصفر بعد 90 يوم

الكيفيات	العينة 1 (g)	العينة 2 (g)	العينة 3 (g)	متوسط قيم العينات
بعد الاخراج من الوسط	574.70	600.90	587.87	581.85
بعد الاخراج من الفرن	563.59	550.45	575.39	569.49
الفارق				11.8
نسبة الامتصاص				%2



من خلال المنحنى يتبين أن نسبة الامتصاص تقل مع مدة الحفظ لكافة التراكيب.

نلاحظ أن أكبر قيمة امتصاص سجلتها التركيبةMSB1 خلال 28 ايام حيث بلغت 11.20% وأُدنى قيمة كانت للتركيبة MSDR1 بـ 6%، أما بالنسبة للمدة 90 ايام فكانت أكبر قيمة امتصاص لـ MSA1 بـ 5 % وأدنى قيمة لـ MSDJ1 بـ 2%.

الخاتمة

الخاتمة :

آن الهدف الأساسي من هذه الدراسة هو محاولة استغلال رمال البناء المختلفة المتواجدة في ولاية الوادي ،وذلك على مدى اختلاف الخصائص الميكانيكية والفيزيائية والكيميائية ، لصناعة أنواع الملاط ، برغم من المشاكل والصعوبات التي تواجهنا ، من حيث المعا يير المستخدمة والمعمول بها من ناحية ، ومن ناحية أخرى الوسط المحيط (المياه الصاعدة) ، الذي يتطلب أخذ الفوانيين والظروف السابقة بعين الاعتبار في تحضير الملاط ، وبالتالي دراسة معمقة في هذا السياق .

ومن هذا لمنطلق قمنا بانجاز عدة تجارب على أنواع مختلفة من الملاط الأسمنتي ، من العديد من م المصادر المختلفة لرمال البناء ، لتعرف على أدائها الحسن في ما بينيها ، من حيث الخواص الميكانيكية والفيزيائية وكذلك الديمومة في الأوسط المياه العادية والمياه المتصاعدة .

الرمال المستخدمة في هذه الدراسة هي رمل البعاج ، رمل العسيلة ، رمل جامعة الأحمر والأصفر ، وحسب النتائج والاستنتاجات ، فأن جميع أنواع رمال البناء المدروسة لأنتاج الملاط أعطت نتائج مقبولة ، في حين أن رمل البعاج كان الأفضل لمقاومة الأنحناء والضغط ، سواء عند 7 أو28 أو 90 يوما ، ثم يليه ثانيا ملاط رمل أعسيلة . أمامن الأمتصاص فكان ملاط البعاج أكثرهم نسبة أمتصاص عن 28 يوما بالنسبة للأنواع الملاط الأخرى ، ثم تتنقص عند 90يوما .وباطبع يليه ملاط رمل العسيلة .

ومن هذه النتائج السابقة المبنية عاى الملاط ، يمكن الأعتملد عليها كدراسة خبرة للخرسانة المستعملة في ميدان البناء ، التي تعتبر أهم مادة مستخدمة في البناء . وكذلك نقترح محاور جديدة للبحث ، يمكن من خلالها تطوير وتحسين الخصائص الميكانيكية للملاط .

***** دراسة ديمومة الملاط على المدى الطويل في منطقة الجنوب ذات الأجواء الحارة والجافة.**

***** تفعيل هذا النوع من الأبحاث وذلك بانجاز منشات ولو تجربيه على ارض الواقع .**

وكنتيجة لهذا البحث نتمنى أن قدمنا نتائج مرضية تكشف لنا على ألأنواع المثالية للملاط ، والأنجع للأستخدام ، والتي نعتمد عليها أيضا عند أستمعال أنواع الخرسانة من ناحية ألأمقاومة والشوهات ، وتثمين رمال البناء الموجودة بالمنطقة ، واستخدمها في جميع مجالات الأنجاز المختلفة .

وفي الأخير أملنا أن نكون وفقنا في عملنا هذا الى حد ما و نأمل أن يتواصل البحث في هذا المجال والاهتمام به أكثرمستقبلا .

قائمة المراجع

1	محمد ماني. المساهمة في تحسين خصائص خرسانة الرمل بواسطة التصحيح الحبيبي والتعزيز بالالياف ، 2010جامعة فرع الري والهندسة المدنية تخصص مواد في الهندسة المدنية مذطرة ماجسير
2	بله نبيل. المعالجة الحرارية لخرسانة الرمل: جامعة محمد بوضياف وهران 2005.
3	A, CHAOUCH. Etude des caractéristiques du béton de sable de dunes theses de magister. Algerie : ENTP, 1993
4	BELFERRAG. Valorisation des fibres metalliques issues des dechets Pneumatiques dans les bétons de sable de dune "memoire de magister de ouregla". Algerie : s.n., 2006
5	A., HACHANA. Etude de béton a base des agregats de démolition "Memoire de magister . s.l. : Universite de Biskara, 2007
6	A., LOGBI. Effet de l'incorporationdes ajouts minéraux sur les proprietés physico mecaniques du béton "these de magister". ALGERIE : ENP, 1999.
7	R, GUENOUN. Etude et formulation d'un béton de sable de dune "Projet fin d'etude dingeniorat. ALGERIE : ENP , 2003.
8	Z, BENGOUCHA F. Amélioration des proprietés de mortier a base de sable de dunes avec ajout(sable granulé de haut fourneaux), "Memoire de fin d'etude d'ingeniorat". Algérie : ENP, 2005.

الملاحق

ملحق نتائج التجارب

نتائج مقاومة الانحناء لميلاط الرمل حسب تركيبة الرمل البعاج:

عدد العينات	القوة المطبقة في يوم (KN)07	القوة المطبقة في يوم 28 (KN)	القوة المطبقة في يوم (KN) 90
01	5.11	35.2	44.2
02	5.23	33.46	55.3
03	5.31	37.6	57.3
04	5.43	36.4	41.4
05	5.98	20.3	50.1

نتائج مقاومة الانحناء لميلاط الرمل حسب تركيبة الرمل أعسيلة:

عدد العينات	القوة المطبقة في يوم (KN)07	القوة المطبقة في يوم (KN) 28	القوة المطبقة في يوم (KN) 90
01	5.35	33.10	35.01
02	7.64	28.90	27.2
03	5.17	26.97	29.6
04	4.95	22.65	26.6
05	4.84	32.70	24.5

نتائج مقاومة الانحناء لميلاط الرمل حسب تركيبة الرمل جامعة أحمر:

عدد العينات	القوة المطبقة في يوم (KN)07	القوة المطبقة في يوم (KN) 28	القوة المطبقة في يوم (KN) 90
01	11.39	22	25.1
02	12.05	18	25.2
03	8.19	17	21.7
04	9.14	21.1	26.3
05	9.39	14.8	27.6

نتائج مقاومة الانحناء لميلاط الرمل حسب تركيبة رمل جامعة أصفر:

عدد العينات	القوة المطبقة في يوم 07(kN)	القوة المطبقة في يوم (KN) 28	القوة المطبقة في يوم (KN) 90
01	6.41	16.7	27.8
02	7.97	17.9	31.6
03	5.21	15.5	22.5
04	8.59	16.5	22.5
05	5.06	15.2	28.7

يوضح نتائج مقاومة الضغط لميلاط الرمل حسب تركيبة الرمل البعاج:

عدد العينات	القوة المطبقة في يوم 07(MPa)	القوة المطبقة في يوم 28 (MPa)	القوة المطبقة في يوم 90 (MPa)
01	5.11	18.84	32.42
02	5.23	26.37	38.88
03	5.31	19.39	29.03
04	5.43	22.66	26.43
05	5.98	25.27	32.64

يوضح نتائج مقاومة الضغط لميلاط الرمل حسب تركيبة رمل أعسيلة :

عدد العينات	القوة المطبقة في يوم 07(MPa)	القوة المطبقة في يوم 28 (MPa)	القوة المطبقة في يوم 90 (MPa)
01	5.35	24.2	11.36
02	7.65	22.61	18.34
03	5.17	22.11	15.74
04	4.59	15.29	20.78
05	4.84	17.45	27.67

يوضح نتائج مقاومة الضغط لميلاط الرمل حسب تركيبة الرمل جامعة أحمر:

عدد العينات	القوة المطبقة في يوم 07(MPa)	القوة المطبقة في يوم 28 (MPa)	القوة المطبقة في يوم 90 (MPa)
01	5.11	16.46	10.08
02	7.23	15.18	19.50
03	6.31	15.13	20.67
04	8.43	15.13	25.71
05	5.98	17.84	21.22

يوضح نتائج مقاومة الضغط لميلاط الرمل حسب تركيبة رمل جامعة أصفر:

عدد العينات	القوة المطبقة في يوم 07(MPa)	القوة المطبقة في يوم 28 (MPa)	القوة المطبقة في يوم 90 (MPa)
01	6.23	14.63	19.64
02	6.11	14.57	40.20
03	7.42	16.57	19.70
04	5.43	13.13	41.60
05	6.98	16.12	43.60

نتائج تجربة الامتصاص رمل البعاج بعد 28 يوما :

الكيفيات	العينة 1 (g)	العينة 2 (g)	العينة 3 (g)
بعد الأخرج من الوسط	619.20	697.36	621.88
بعد الأخرج من الفرن	587.09	566.47	589.77

نتائج تجربة الامتصاص رمل البعاج بعد 90 يوما :

الكيفيات	العينة 1 (g)	العينة 2 (g)	العينة 3 (g)
بعد الأخرج من الوسط	612.06	590.37	614.60
بعد الأخرج من الفرن	589.19	566.86	591.59

نتائج تجربة الامتصاص رمل أعسيلة بعد 28 يوما :

الكيفيات	العينة 1 (g)	العينة 2 (g)	العينة 3 (g)
بعد الأخرج من الوسط	612.03	604.24	601.36
بعد الأخرج من الفرن	569.92	565.14	561.84

نتائج تجربة الامتصاص رمل أعسيلة بعد 90 يوما :

الكيفيات	العينة 1 (g)	العينة 2 (g)	العينة 3 (g)
بعد الأخرج من الوسط	592.12	599.94	592.38
بعد الأخرج من الفرن	563.62	573.43	567.64

نتائج تجربة الامتصاص رمل جامعة الأحمر بعد 28 يوما :

الكيفيات	العينة 1 (g)	العينة 2 (g)	العينة 3 (g)
بعد الأخرج من الوسط	643.29	618.92	584.27
بعد الأخرج من الفرن	610.61	582.00	554.27

نتائج تجربة الامتصاص رمل جامعة الأحمر بعد 90 يوما :

الكيفيات	العينة 1 (g)	العينة 2 (g)	العينة 3 (g)
بعد الأخرج من الوسط	**634.80**	**576.87**	**604.86**
بعد الأخرج من الفرن	**614.06**	**552.91**	**580.18**

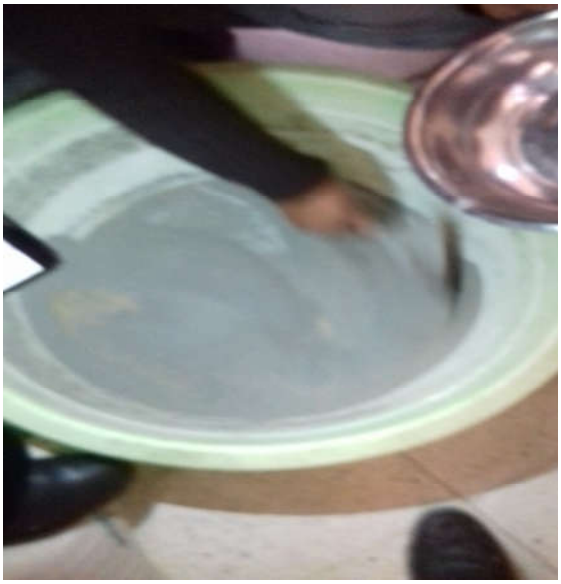
نتائج تجربة الامتصاص رمل جامعة الأصفر بعد 28 يوما :

الكيفيات	العينة 1 (g)	العينة 2 (g)	العينة 3 (g)
بعد الأخرج من الوسط	**603.32**	**614.66**	**588.21**
بعد الأخرج من الفرن	**564.87**	**576.52**	**549.51**

نتائج تجربة الامتصاص رمل جامعة الأصفر بعد 90 يوما :

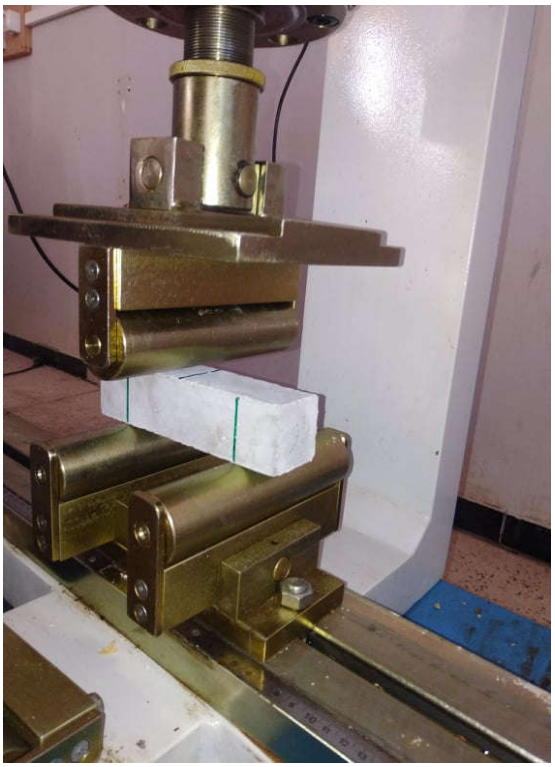
الكيفيات	العينة 1 (g)	العينة 2 (g)	العينة 3 (g)
بعد الأخرج من الوسط	**574.70**	**600.90**	**587.87**
بعد الأخرج من الفرن	**563.59**	**550.45**	**575.39**

ملحق الصور



المرحلة الأولى: لتحضير العينات

المرحلة الثانية: لتحضير العينات



صور توضيحية لقياس مقاومة الإنحاء تحت الشد .

صور توضيحية لقياس إجهاد الضغط للعينات

وضع العينات في الوسط الماء العادي

تجربـــــة المكـــافئ الرمـــــــلي .