الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العالمي

جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي

كلية العلوم والتكنولوجيا قسم الري والهندسة المدنية

مذكرة تخرج

لنيل شهادة الماستر في الهندسة المدنية

مواد الهندسة المدنية: تخصص

تحت عنوان:

تثمين بعض النفايات والموارد المحلية من خلال استغلالها في البناء

تحت اشراف :

الأستاذ : ماني محمد

اعداد الطلبة :

- جبالي عبد الفتاح

-نجعي محمد الصالح

- عمامرة فاطمة

لجنة المناقشة :

رئيسا: د. جديد طارق

مشرفا: د. محمد ماني

عضوا: د. بدادي العيد

2025/2024

الإهداء

الحمد الله رب العالمين

والصلاة والسلام على أشرف المشرفين

أهدي ثمرة عملي هذا

إلى روح أبي الغالي

الذي رحل عن الدنيا وبقي في قلبي دعاءً وحنينًا،

أسأل الله أن يرحمه ويجعل مثواه الجنة.

وإلى أمي الحبيبة،

أطال الله في عمرها، ومتعها بالصحة والعافية،

أنتِ نبع الحنان، وسندي الأول في هذه الحياة.

وإلى إخوتي وأخواتي الأعزاء،

شكرًا لكم على حبكم، ودعمكم، ووجودكم الدائم بجانبي.

وإلى كل من ساندني ووقف معي في مسيرتي،

لكم مني خالص الشكر والتقدير،

جبالي عبد الفتاح

الإهداء

إلى من غرست في نفسي حب العلم والمعرفة

إلى من كانت سندي وملهمتي في كل مراحل حياتي،

إلى أمي الحبيبة،
أهديك ثمرة جهدي وتعب سنيني، فأنتِ سر نجاحي.

وإلى والدي العزيز،
نبراس دربي، وعنوان صبري،
أهديك هذا الإنجاز عرفانًا لما قدمته لي من دعم وتشجيع لا محدود.

وإلى إخوتي وأصدقائي وكل من ساندني بكلمة أو دعاء،
لكم مني كل الحب والتقدير.

نجعي محمد الصالح

الاهداء

إلى من غرسا في قلبي معنى الإيمان، وكانا لي السند والعون في كل مراحل حياتي،

إلى والديّ العزيزين، حفظهما الله وأطال في عمرهما ...

إلى إخوتي الذين كانوا لي دومًا مصدر تشجيع ومحبة ...

إلى أصدقائي الذين شاركوني مسيرة العلم، ووقفوا بجانبي في لحظات التعب والإرهاق...

أهدي هذا العمل المتواضع عرفانًا بجميلكم، وامتنانًا لما قدمتموه لي.

ولا أنسى أن أتوجه بخالص الشكر والتقدير إلى أساتذتي الكرام، الذين لم يبخلوا بعلمهم وتوجيههم، وكانوا لي نِعم القدوة والداعم.

عمامرة فاطمة

تثمين بعض النفايات والموارد المحلية من خلال استغلالها في البناء

فهرس

الفصل الاول: عموميات حول خرسانة الرمل وصناعة الاجر

:عموميات حول خرسانة الرمل1/..... 6

:مدخل1-1/ 6

: **خرسانة الرمل في الجزائر**1-2/ 6

1-3/**خرسانة الرمل في المغرب العربي**: 7

1-4/**خرسانة الرمل في العالم**: 8

1-5/**تركيب خرسانة الرمل وصياعتها**: 9

1-5-1/مدخل: 9

1-5-2/**مبدأ تركيبة خرسانة الرمل**:..... 9

1-5-2-1/**النسبة** E/C **وتأثيرها على خواص خرسانة الرمل**: 10

1-5-2-2/ .**تأثير النسبة** E/ C **على المقاومة**: 10

1-6/**المواد المكونة لخرسانة الرمل**: 11

1-6-1/**الرمل**(sable): 11

1-6-2/**الماء** (l'eau): 12

(Le Ciment**(الإسمنت**1-6-3/ 13

1-7/**الإضافات والمحسنات**: 13

les adjuvants)**:(الاضافات**1-7-1/..... 13

les melanges)**:(الملدنات**1-7-2/ 13

1-8/**المواد المضافة** (les ajouts**)**: 15

(Les Fibres)**:الألياف**1-9/ 15

1-10/**الحشو** (Filler):..... 16

1-11/**صياغة خرسانة الرمل**: 16

1-11-1/**مبدأ صياغتها**: 16

-**الخلاصة**: 17

2/**صناعة الاجر**(Fabrication de briques): 17

2-1/**مدخل**: 17

2-2/**الأجر وأهميته في البناء**: 17

2-3/**المادة الأولية في صناعة الأجر**: 18

2-4/**مراحل صناعة الآجره:** 18
(Les types de briques)**:انواع الاجر** 2-5/ 20
(Spécification des briques)**:مواصفات الآجر**2-7/..... 21
2-8/**استخدامات وفوائد الآجر:** 22
خلاصة: 23
:رمل الكثبان 1/..... 25
:مدخل1-1/ 25
1-2/ **رمل الكثبان وكيفية تشكه:** 25
1-3/**تعريف الكثبان الرملية :** 25
1-4/**-أنواع الكثبان الرملية:**..... 26
1-4-1/**- كثبان رملية صحراوية:** 26
1-4-2/**- كثبان رملية شاطئية:** 26
1-5/**-اشكال الكثبان الرملية** 26
1-5-1/**-الكثبان الرملية الهلالية :**..... 26
1-5-2/**-الكثبان الرملية المستعرضة:** 26
1-5-3/**-الكثبان الرملية الطولية:**..... 27
1-5-4/**-الكثبان النجمية:**..... 27
1-5-5/**- كثبان المكافئ :** 28
1-6/**-توزع الكثبان الرملية في الجزائر:**..... 28
1-7/**-توزع الكثبان الرملية في العالم:** 29
1-8/**- التركيبة كيميائية لرمل الكثبان:**..... 29
1-9/**- السلوك الميكانيكي :**..... 30
1-10/**- الاستخدام المتنوع للكثبان الرملية:** 30
1-11/**- مكونات رمل الكثبان :** 30
2/**نفايات الاجر :**..... 35
:مدخل2-1/ 35
2-2/**تعريف الطوب:**..... 36
2-3/**_الخصائص الفيزيائية والكيميائية للطوب:**..... 36
2-4/**نفايات الطوب الأحمر في الخرسانة:** 36

2-5/**خصائص الخرسانة المكونة من نفايات الطوب:** 37
2-6/**أعمال بحثية حول استعادة مساحيق الطوب:** 38
2-7/**تأثير نفايات الطوب على قابلية تشغيل الخرسانة** :..... 38
2-7-1/الانسحاب :.....39
2-7-2/المسامية.....40
2-7-3/الامتصاص الشعري :.....40
3/**بقايا الالياف المعدنية:** 41
3-1/**مدخل:** 41
3-2/**لمحة تاريخية عن خرسانة ألالياف المعدنية:**..... 41
3-3/**مكونات خرسانة الالياف المعدنية:**..... 42
3-4/**صياغة الخرسانة الالياف المعدنية:** 42
3-5/**تكيف تركيبة** (Baron - Lesage)(**بواسطة**(Rossi) :..... 42
3-6/**تكيف تركيبة**(Baron - Lesage) **بواسطة**:(Serna – Rossi) 43
1 مدخل :..... 46
2/**خصائص المواد المستعملة:** 46
2-1/.الرمل: 46
3/. **الكتلة الحجمية :**..... 46
3-1/. الكتلة الحجمية المطلقة :.....46
3-2/. الكتلة الحجمية الضاهرية : 47
4/.المكافئ الرملي:..... 48
6/. **معامل النعومة :** 61
7/.**معامل امتصاص الماء :** 63
8/**الاسمنت** :..... 65
الماء :9/..... 67
10/**الألياف المستعملة في الدراسة:** 68
11/النسبة (الماء على الاسمنت) E/C:..... 68
1/**مدخل :** 75
2/**طرق خطوات التجارب:**..... 75
2-1/**اختبار التحطيم بالإنحناء :** 75

2-2-1/**تاثير نوعية الرمال على المقاومة الميكانيكية لخرسانة الرمل**: 76
2-2-2/**تاثير إضافة الالياف في الخلطة الخرسانية:**..... 77
2-3/**اختبار التحطيم بالضغط :**..... 87
2-4/**نتائج تجربة التحطيم بالضغط :** 88
2-4-1/**تاثير نوع الرمل على الخرسانة المدروسة :**..... 88
3/_ **اختبار امتصاص الماء - الخاصية الشعرية -** (Essai d'absorption d'eau) **:**..... 100
4/**نتائج تجربة امتصاص الماء**:..... 101
الخلاصة:..... 107
نتائج تجربة امتصاص الماء (وزن العينات عند كل فترة زمنية) 111

فهرس الصور

الصورةI.1: مركز دبي المالي العالمي 07

الصورةI.2:الاشغال على الطريق السيار شرق غرب سنة 2008.....08

الصورةI.3:تفكك الاتصال بين الماء والاسمنت.....15

الصورةI.4:خرسانة مسلحة بالالياف.....16

الصورةI.5:مراحل صنع الاجر.....19

الصورةI.6:أشكال الاجر الرئيسية.....21

الصورةII.1:كثبان الرملية الهلالية.....26

الصورةII.2:الكثبان الرملية المستعرضة.....27

الصورةII.3:الكثبان الرملية الطولية.....27

الصورةII.4:الكثبان الرملية النجمية.....28

الصورةII.5:الكثبان الرملية المكافئ.....28

الصورةII.6:توزيع الكثبان في الجزائر.....29

الصورةII.7:توزيع الكثبان في العالم.....29

الصورةII.8:البنية البلورية للكوارتز.....32

الصورةII.9:الكلس والبنية البلورية له.....34

الصورةII.10:الجبس والبنية البلورية له.....34

الصورةII.11:نفايات الطوب الأحمر بعد الهدم.....37

الصورةIII.1:طريقة عمل الكتلة الحجمية المطلقة.....48

الصورةIII.2:طريقة عمل الكتلة الحجمية الظاهرية.....48

الصورةIII.3:جهاز الرج الالي للمكافئ الرملي.....49

الصورةIII.4:تجربة المكافى الرملي.....49
الصورةIII.5:اثناء قيام بتجربة الغربلة.....61
الصورةIII.6:تجربة امتصاص الماء على الرمل.....64
الصورةIII.7:تجربة الانسيابية.....70
الصورةIII.8:القالب المستخدم في الصب.....71
الصورةIII.9:العينات اثناء الصب.....71
الصورةIII.10:شكل العينات بعد إزالة من القوالب.....72
الصورةIV.1:اثناء التحطيم بواسطة الانحناء في مخبر جامعة الوادي.....75
الصورةIV.2:اثناء اختبار بالضغط في مخبر جامعة الوادي.....87
الصورةIV.3:اثناء قيام بتجربة امتصاص الماء.....98

فهرس الاشكال

الشكلI.1:العلاقة بين نسبة الماء الى الاسمنت ومقاومة الضغط في الخرسانة.....12

الشكلII.1:تأثير مواد البناء المصنوعة من الطوب على الانهيار.....38

الشكلII.2:تأثير نفايات الطوب على الانكماش الخرسانة.....39

الشكلII.3:ملفات تعريف الانكماش للخرسانة التي تحتوي على نفايات الطوب.....40

الشكلII.4:تعين نسبة(s/g)المثلى (بواسطة Rossi).....43

الشكلII.5:المنحنى يحدد النسبة (s/g)المثلى 44

الشكلIII.1:المنحنى تدرج الحبيبي للعينة رمل العسيلة.....52

الشكلIII.2:المنحنى تدرج الحبيبي للعينة رمل الكثبان.....53

الشكلIII.3:المنحنى تدرج الحبيبي للعينة رمل الاجر.....54

الشكلIII.4:المنحنى تدرج الحبيبي للعينة 50% رمل عسيلة+ 50%رمل الكثبان.....55

الشكلIII.5:المنحنى تدرج الحبيبي للعينة 70% رمل عسيلة+ 30%رمل الكثبان**.....56**

الشكلIII.6:المنحنى تدرج الحبيبي للعينة 70% رمل عسيلة+ 30%رمل الاجر.....58

الشكلIII.7:المنحنى تدرج الحبيبي للعينة 50% رمل عسيلة+ 50%رمل الاجر.....59

الشكلIII.8:المنحنى تدرج الحبيبي للعينة 70% رمل عسيلة+ 25%رمل الاجر+ رمل الكثبان%25.....60

الشكلIV.1:منحنى تغيرات مقاومة الانحناء لكل عينات الرمل بدون الالياف.....76

الشكلIV.2:منحنى تغيرات مقاومة الانحناء لعينة رمل عسيلة 77

الشكلIV.3:منحنى تغيرات مقاومة الانحناء لعينة رمل الكثبان.....78

الشكلIV.4:منحنى تغيرات مقاومة الانحناء لعينة رمل الاجر.....79

الشكلIV.5:منحنى تغيرات مقاومة الانحناء لعينة رمل عسيلة%50+ رمل الكثبان50%.....80

الشكلIV.6:منحنى تغيرات مقاومة الانحناء لعينة رمل عسيلة70%+ رمل الكثبان30%.....81

الشكلIV.7:منحنى تغيرات مقاومة الانحناء لعينة رمل عسيلة50%+ رمل الاجر50%.....82

الشكلIV.8:منحنى تغيرات مقاومة الانحناء لعينة رمل عسيلة70% +رمل الاجر30%.....83

الشكلIV.9:منحنى تغيرات مقاومة الانحناء لعينة رمل عسيلة50% +رمل الاجر25% +رمل الكثبان25%...84

الشكلIV10:منحنى نتائج الانحناء على كل العينات الرمل.....86

الشكلIV.11:منحنى تغيرات مقاومة الضغط لكل العينات الرمل بدون الالياف.....89

الشكلIV.12:منحنى تغيرات مقاومة الضغط لعينة رمل العسيلة.....90

الشكلIV.13:منحنى تغيرات مقاومة الضغط لعينة رمل الكثبان.....91

الشكلIV.14:منحنى تغيرات مقاومة الضغط لعينة رمل الاجر.....92

الشكلIV.15 :منحنى تغيرات مقاومة الضغط لعينة رمل العسيلة50%+ رمل الكثبان50%.....93

الشكلIV.17 :منحنى تغيرات مقاومة الضغط لعينة رمل العسيلة70%+ رمل الكثبان 30%.....94

الشكلIV.18:منحنى تغيرات مقاومة الضغط لعينة رمل العسيلة50%+ رمل الاجر50%.....95

الشكلIV.19:منحنى تغيرات مقاومة الضغط لعينة رمل العسيلة 50%+رمل الاجر30%.....96

الشكلIV.20:منحنى تغيرات مقاومة الضغط لعينة رمل العسيلة50% +رمل الاجر25% +رمل الكثبان25%..97

الشكلIV.21:منحنى تغيرات مقاومة الضغط على كل العينات.....99

الشكلIV.22:أعمدة بيانية توضح نسبة امتصاص الماء على العينات بدون إضافة الالياف الحديد.....102

الشكلIV.23أعمدة بيانية توضح نسبة امتصاص الماء على العينات بإضافة1 % الالياف الحديد.....104

الشكلIV.24:أعمدة بيانية توضح نسبة امتصاص الماء على العينات بإضافة1.5% الالياف الحديد.....105

فهرس الجداول

الجدول I.1: خصائص الفيزيائية للرمل.....13

الجدول II.1: التركيبة الكيميائية للرمل الكثبان.....30

الجدول II.2: الخواص الفيزوكميائية للكوارتز.....32

الجدول II.3: الخصائص الفيزوكميائية للكلس.....33

الجدول II.4: الخصائص الفيزوكميائية للجبس.....35

الجدول II.5: التركيب المعدني للنفايات الطوب**.....36**

الجدول II.6: مكونات خلطات خرسانة الالياف الفولاذية 44

الجدول III.1: الكتلة الحجمية المطلقة والظاهرية.....48

الجدول III.2: النسب المئوية للمكافئ الرملي للعينات المدروسة.....50

الجدول III.3: تدرج الحبيبي للعينة رمل العسيلة.....51

الجدول III.4: تدرج الحبيبي للعينة رمل الكثبان 52

الجدول III.5: تدرج الحبيبي للعينة رمل الاجر**.....54**

الجدول III.6: تدرج الحبيبي للعينة رمل العسيلة50 %+رمل الكثبان50%**.....55**

الجدول III.7: تدرج الحبيبي للعينة رمل العسيلة 70%+رمل الكثبان30%**.....56**

الجدول III.8: تدرج الحبيبي للعينة رمل العسيلة50%+ رمل الاجر50%**.....57**

الجدول III.9: تدرج الحبيبي للعينة رمل العسيلة 70%+رمل الاجر 30%**.....59**

الجدول III.10: تدرج الحبيبي للعينة رمل العسيلة50%+ رمل الاجر25%+ رمل الكثبان25%**.....60**

الجدول III.11: معامل النعومة لكل العينات المدروسة.....63

الجدول12.III:النسب المئوية للمعامل امتصاص الماء.....64

الجدول13.III:تحليل كيميائي للاسمنت.....67

الجدول14.III:التركيبة الكيميائية للماء المستعمل.....68

الجدول15.III:خصائص الالياف المستعملة.....68

الجدول16.III:نتائج تجربة الانسيابية.....69

الجدول15.III:نتائج تجربة الانسيابية بإضافة الملدن.....70

الجدول1.IV:نتائج الانحناء على كل الالياف بدون الالياف 76

الجدول2.IV:نتائج تجربة الانحناء على العينة رمل العسيلة.....77

الجدول3.IV:نتائج تجربة الانحناء على العينة رمل الكثبان.....78

الجدول4.IV:نتائج تجربة الانحناء على العينة رمل الاجر.....79

الجدول5.IV:نتائج تجربة الانحناء على العينة رمل العسيلة50%+ رمل الكثبان50%.....80

الجدول6.IV:نتائج تجربة الانحناء على العينة رمل العسيلة70%+ رمل الكثبان30%.....81

الجدول7.IV:نتائج تجربة الانحناء على العينة رمل العسيلة50%+ رمل الاجر50%.....82

الجدول8.IV:نتائج تجربة الانحناء على العينة رمل العسيلة70%+ رمل الاجر30%.....83

الجدول9.IV:نتائج تجربة الانحناء على العينة رمل العسيلة50%+ رمل الاجر25%+ رمل الكثبان25%.....84

الجدول10.IV:نتائج الانحناء على كل العينات الرمل..... 85

الجدول11.IV: نتائج مقاومة الضغط على كل العينات بدون الالياف..... 88

الجدول12.IV:نتائج تغيرات مقاومة الضغط لعينة رمل العسيلة.....89

الجدول13.IV:نتائج تغيرات مقاومة الضغط لعينة رمل الكثبان.....90

الجدول14.IV:نتائج تغيرات مقاومة الضغط لعينة رمل الاجر.....91

الجدول15.IV:نتائج تغيرات مقاومة الضغط لعينة رمل العسيلة50%+ رمل الكثبان50%.....92

الجدول16.IV:نتائج تغيرات مقاومة الضغط لعينة رمل العسيلة70%+ رمل الكثبان30%.....93

الجدول17.IV:نتائج تغيرات مقاومة الضغط لعينة رمل العسيلة50%+ رمل الاجر50%.....94

الجدول18.IV:نتائج تغيرات مقاومة الضغط لعينة رمل العسيلة70%+ رمل الاجر30%.....96

الجدول19.IV:نتائج تغيرات مقاومة الضغط لعينة رمل العسيلة50%+ رمل الاجر25%+ رمل الكثبان25%.....97

الجدول20IV:نتائج اختبار الضغط على كل العينات.....99

الجدول21.IV:نسبة المئوية امتصاص الماء للعينات بدون إضافة الالياف الحديد.,,,,,,,,.....101

الجدول22.IV:نسبة المئوية امتصاص الماء على للعينات بإضافة1% الالياف الحديد.....103

الجدول23.IV:نسبة المئوية امتصاص الماء على للعينات بإضافة1.5% الالياف الحديد.....105

ملخص:

تعاني الجزائر وبشكل عام من قلة الرمال الصالحة للبناء في حين انها تعاني من تكدس رمال الكثبان والتي تشكل أخطار بيئية مختلفة، كما انها تحتوي على الكثير من مصانع السيراميك خاصة مصانع الآجر والذي يخلف بعد معالجته وانتاجه الكثير من النفايات .ان استعمال الحديد في الخرسانة يتم من خلال ربط هذا الاخير بأسلاك وألياف حديدية فيتنجم عن ذلك بقايا من الألياف مرمية دون استغلال وتثمين .أجريت عدة أبحاث علمية تنص على استخدام رمل الكثبان في الخرسانة ولكن شرط التصحيح الحبيبي في سياق هذه الفكرة ارتأينا إنشاء دراسة حول استغلال رمل الكثبان وبقايا الآجر ونفايات الألياف الحديدية في صناعة خرسانة رمل الكثبان. إن الرمل المستخدم في هذه الدراسة هو رمل الكثبان مع كمية من رمل عسيلة كذلك رمل الآجر كما قمنا بوضع تركيبات مختلفة فيما بينهم وذلك بنسب تتغير في كل مرة في الخليط حيث كانت النسب كالتالي : التركيبة الأولى تحتوي على رمل عسيلة فقط. اما التركيبة الثانية فتحتوي على رمل الكثبان والتركيبة الثالثة تحتوي رمل الآجر ، التركيبة الرابعة تحتوي على 50%رمل عسيلة +50%»رمل الكثبان والتركيبة الخامسة تحتوي على نسبة 70% رمل عسيلة+30%رمل الكثبان والتركيبة السادسة تحتوي على 70%رمل عسيلة +30%رمل الآجر اما التركيبة السابعة فتحتوي على 50%رمل عسيلة +50%رمل الآجر والتركيبة الأخيرة فهي تحتوي على 50%رمل عسيلة +25% رمل الآجر +25%رمل الكثبان .وفي الأخير تحصلنا على نتائج مقبولة فنسبة رمل الكثبان فالخرسانة اعطت نتائج جيدة بسبب ملإها للفراغات.

الكلمات المفتاحية : رمل الكثبان ، بقايا الآجر ، نفايات الألياف الحديدية، المقاومة الميكانيكية ، ،خرسانة الرمل , الانكماش

Résumé :

L’Algérie souffre généralement d’un manque de sable apte à la construction, alors qu’elle fait face à une accumulation importante de sable de dunes, représentant divers risques environnementaux. Elle dispose également de nombreuses usines de céramique, notamment celles de fabrication de briques (agglos), qui génèrent une grande quantité de déchets après traitement et production. L’utilisation du fer dans le béton se fait par l’incorporation de fils et de fibres métalliques, ce qui engendre des résidus de fibres jetés sans valorisation ni recyclage. Plusieurs recherches scientifiques ont déjà été menées sur l’utilisation du sable de dunes dans le béton, à condition d’effectuer une correction granulométrique. Dans ce contexte, nous avons envisagé une étude portant sur la valorisation du sable de dunes, des résidus de briques et des déchets de fibres métalliques dans la fabrication d’un béton à base de sable de dunes. Le sable utilisé dans cette

étude est principalement du sable de dunes, avec l'ajout de sable d'oued (sable d'Assila) ainsi que du sable de briques. Nous avons élaboré différentes compositions de mélange, avec des proportions variables à chaque fois. Les compositions étaient les suivantes : La première composition contient uniquement du sable d'Assila. La deuxième contient du sable de dunes. La troisième contient du sable de briques. La quatrième est un mélange de 50 % sable d'Assila et 50 % sable de dunes. La cinquième contient 70 % sable d'Assila et 30 % sable de dunes. La sixième contient 70 % sable d'Assila et 30 % sable de briques. La septième est composée de 50 % sable d'Assila et 50 % sable de briques. La dernière composition contient 50 % sable d'Assila, 25 % sable de briques et 25 % sable de dunes. Au final, nous avons obtenu des résultats satisfaisants. L'utilisation du sable de dunes dans le béton a donné de bons résultats, notamment grâce à sa capacité à combler les vides dans le mélange.

Mots-clés : sable de dunes, résidus de briques, déchets de fibres béton de sable,métalliques, résistance mécanique, retrait

Summary:

Algeria generally suffers from a shortage of sand suitable for construction, while facing a significant accumulation of dune sand, which presents various environmental risks. The country also has numerous ceramic factories, especially brick (agglos) manufacturing plants, which produce a large amount of waste during processing and production. The use of steel in concrete is done through the incorporation of wires and metallic fibers, resulting in fiber residues that are discarded without any recovery or recycling. Several scientific studies have already been conducted on the use of dune sand in concrete, provided that a granulometric correction is applied. In this context, we considered a study focused on the valorization of dune sand, brick residues, and metallic fiber waste in the production of concrete based on dune sand. The sand used in this study is mainly dune sand, with the addition of oued sand (Assila sand) as well as brick sand. We developed different mix compositions, with varying proportions each time. The compositions were as follows: The first composition contains only Assila sand. The second contains dune sand. The third contains brick sand. The fourth is a mix of 50% Assila sand and 50% dune sand. The fifth contains 70% Assila sand and 30% dune sand. The sixth contains 70% Assila sand and 30% brick sand. The seventh consists of 50% Assila sand

and 50% brick sand. The final composition contains 50% Assila sand, 25% brick sand, and 25% dune sand. In the end, we obtained satisfactory results. The use of dune sand in concrete yielded good outcomes, particularly due to its ability to fill voids in the mixture.

Keywords: dune sand, brick residues, metallic fiber waste, mechanical Shrinkage,strength, sand concrete,

المقدمة العامة :

في السنوات الأخيرة، أصبحت مشكلة النفايات والتلوث البيئي واحدة من أكبر التحديات التي تواجهها المجتمعات العالمية. حيث يؤدي التخلص من النفايات بشكل غير صحيح إلى تلوث البيئة وتدمير الموارد الطبيعية. في هذا السياق، أصبحت فكرة إعادة التدوير واستغلال النفايات والموارد المحلية في البناء واحدة من أهم الحلول التي يمكن تطبيقها لتقليل مشكلة النفايات والتلوث البيئي فالرمل يعتبر احد هذه المشكلات كرمل الكثبان الذي يتوفر بكثرة في صحراء الجزائر في حين انها تفتقر الى الرمال الصالحة للبناء ، ومن هنا يظهر مفهوم "تثمين النفايات" كذلك كأحد الحلول المستدامة التي تساهم في تقليل الأثر البيئي وتعزيز الاقتصاد المحلي .

_يُعتبر رمل الكثبان من الموارد الطبيعية المتوفرة بكثرة في المناطق الصحراوية، إلا أن توظيفه في مجال الخرسانة ومواد البناء يتطلب تحليلًا دقيقًا لخواصه الفيزيائية والمعدنية لضمان أدائه التقني المناسب. في المقابل، تُعد نفايات صناعة الآجر غنية بالمركبات السيليكاتية والألومينية ، ما يجعلها خيارًا واعدًا كمادة مضافة أو بديلة في الخلطات الإنشائية. أما نفايات الحديد الناتجة عن الأسلاك الحديدية، مثل بقايا الألياف الحديدية المرمية دون استغلال، فتمثل موردًا مهمًا يمكن توظيفه لتحسين خصائص بعض المواد الإنشائية إذا ما أعيد استخدامها بطريقة فعّالة ومدروسة .فقد أسفر الاستغلال المفرط لمصادر الرمل عن أضرار بيئية ملموسة، الأمر الذي شجع المختصين في المجال على دراسة إمكانية استخدام مواد محلية أو نفايات صناعية كخيارات بديلة قادرة على تلبية متطلبات البناء مع الحفاظ على التوازن البيئي والاقتصادي. لقد ارتأينا في هذا السياق الى استخدام احدى الموارد المتواجدة في منطقتنا وهي رمل الكثبان لكي نقوم بدراسة معلنة حول هذا الرمل .قمنا بإضافة رمل الكثبان الى رمل عسيلة كذلك مع رمل الآجر قصد تحسين الخصائص الفيزيائية وإدخالهم في تشكيل مادة الخرسانة .لقد حاولنا في هذا البحث بالمشاركة في الإجابة عن السؤال حول امكانية استغلال رمل الكثبان ورمل الآجر ورمل عسيلة في إنشاء خرسانة الرمل قمنا بتقسيم هذا العمل الى اربعة فصول في الفصل الأول تطرقنا الى تاريخ خرسانة الرمل وبعض المشاريع التي تم استعمالها بها ، كلما تطرقنا في الجانب النظري الى دراسة مكونات خرسانة الرمل والبعض من الدراسات الخاصة التي اجريت عليها . اما في الفصل الثاني فقد تطرقنا الى التعريف عن رمل الكثبان كذلك معرفة نفايات الحديد والآجر ، اما الفصل الثالث فقد عرفنا صياغة خرسانة الرمل وخصائص المواد المستعملة فيها وفي الفصل الرابع تطرقنا الى سلوك الخرسانة المدروسة تجاه جهود الانحناء والضغط وامتصاص الماء

الفصل الاول

عموميات حول خرسانة الرمل وصناعة الاجر

1/عموميات حول خرسانة الرمل:

1-1/مدخل:

بالنظر إلى تنوع مصادر الرمال فى صحراء الجزائر التي تمتاز بتضاريسها الصحراوية والجبلية، تتنوع هذه الرمال بالاعتمادي على عدة عوامل كتضاريس والموقع الجغرافي والبيولوجي، فتجد التي تتميز بكونها تحتوي على نسبة عالية من الكلس أو أخرى كذلك يميزها كونها تحتوي على نسبة عالية من الحديد كما توجد العديد من الأنواع المختلفة كالخشنة والناعمة والذهبية الخ.

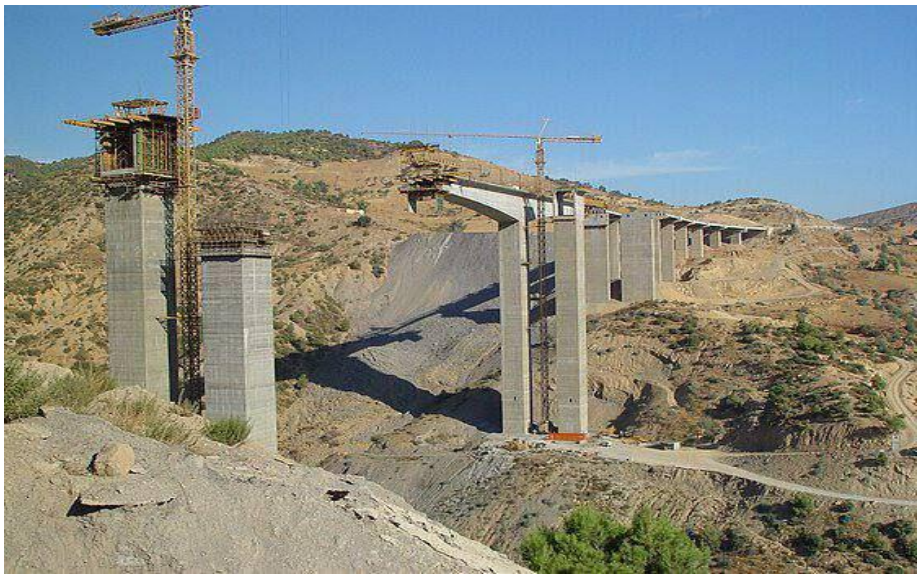
في الآونة الأخيرة، أصبح من الضروري استغلال الموارد المحلية و التعامل مع النفايات وتثمينها من أجل تقليل الضعها على الموارد الطبيعية والمحافظة على البيئة، ومنه تحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية بإيجاد حلول بديلة ومستدامة، واحدة من هذه الحلول هو استغلال رمل الكثبان في البناء وتحديد مدى ملائمتها في أعمال التشييد) بحيث أن الرمل يدخل في الأعمال الإنشائية المختلفة لأعمال الخرسانة والإسفلت، إذ أن الرمل الجيد يمكننا من الحصول على خلطات خرسانية قوية ومقاومة تمتاز بالثبات.[1]

الشكل 1.1:مركز دبي المالي العالمي

1-2/ خرسانة الرمل في الجزائر:

تم إنشاء الطريق السيار في الجزائر كجزء من مشروع كبير لتحسين البنية التحتية للنقل في البلاد كما يسمى بمشروع القرن حيث يبلغ طول(1216 كيلو متر) مع الطرق الجانبية والمنشآت الفنية الذي يربط بين الحدود الغربية والحدود

الشرقية، احترم القائمون عليه التفاصيل الدقيقة لقانون الصفقات العمومية ، تخضع لمناقصة دولية محدودة وبعد دراسة العروض تم الإعلان عن نتائجها في 15 افريل 2006 لتبرم عقود الإنجاز بصفة قانونية في 18 سبتمبر 2000 والمجمع الياباني كوجال (cojaal) والغرب من كافة المشروع للمجموعة الصينية والمكونات من شركتي (CITIC)و سيارسي (CRCC) على مسافة 169km للشركة الأولى و 359km للشركة الثانية بكلفة تبلغ 451 مليار دينار[2]



الصورةا. 2:الاشغال على الطريق السيار شرق غرب سنة 2008

بعد ملعب "5 juillet " ، واحدا من أقدم الملاعب الرياضية في الجزائر وأحد أكبر المنشآت الرياضية في البلاد وله تاريخ طويل في استضافة المباريات الرياضية الكبرى .تم استخدام Beton de Sable في الاساسات بحيث توفر استقرار ودعم قوي وتساعد المنشأة على تحمل الوزن الكبير . تبلغ مساحته حوالي 12 هكتار أي (120,000متر مربع) يحتوي شاشتين كبيرتين معلقتان شمال وجنوب الملعب تبلغ الأبعاد فيهما (x25m 20m) وارضية الميدان تبلغ الأبعاد فيها(75m x150m) .[1].

1-3/خرسانة الرمل في المغرب العربي:

-من الحلول التقنية والبيئية البديلة المستخدمة في مجال البناء، خصوصاً في المناطق الصحراوية وشبه الجافة من المغرب العربيBétin de Sable، حيث يسود توفر الرمال مقابل شُح في الركام الخشن. وتتميز هذه الخرسانة بخصائص فيزيائية وميكانيكية مقبولة، خاصة عند تحسينها بإضافة مواد معدنية مفعلة مثل الميتاكاؤولين أو الرماد السيليسي، ما يجعلها خياراً اقتصادياً وبيئياً لبناء الهياكل منخفضة إلى متوسطة الأداء.

في هذا السياق، أجريت دراسة ميدانية ومخبرية في منطقة بشار بالجنوب الغربي للجزائر، حيث استُخدم رمل الكثبان المحلية كمكون رئيسي في إنتاج الخرسانة الرملية. وبيّنت النتائج أن الخرسانة المُشكّلة تحقق مقاومة انضغاطية تصل إلى حدود 25 ميغاباسكال عند 28 يوماً، وذلك مع احترام نسب خلط محددة وإضافة مركبات تحسين أداء. وقد

تم تطبيق هذا النوع من الخرسانة في مشاريع بناء محلية منخفضة التكلفة، ما ساهم في تقليص تكلفة الإنجاز بنسبة معتبرة مقارنة بالخرسانة التقليدية.[3]

إذا مما سبق تبين لنا الدور الهام الذي تلعبه خرسانة رمل

في تثمين المواد المحلية مما يساهم في تقليل الإعتماد على المواد المستوردة ومنه أقل تكلفة، فالمواد المحلية تكون أكثر ملاءمة للظروف الجوية وأكثر إستدامة ، فرمل الكثبان أصبح يشكل مشكل بيئي ان لم يتم ادراته بشكل صحيح، فيؤدي إلى تأكل التربة أو تدمير الطرق والجسور والمباني أو مشكل التصحر، فقد أثبتت دراسات تشابه خصائص الخرسانة المسلحة التقليدية وخرسانة الرمل من حيث المقاومة للإنجراف القوة الضغطية ، المقاومة للتآكل، الاستهلاك الحراري (تدفئة أو تبريد) ، المقاومة للزلازل ،الاستدامة وغيرها

1-4/ خرسانة الرمل في العالم:

في عدة دول من العالم تم إجراء دراسات حول تشابه خصائص الخرسانة المسلحة التقليدية وخرسانة الرمل من بينها دراسة نشرت في مجلة journal of Materials in Civil Engineering

عام 2018 تم إجراء هذه الدراسة في الهندمن قبل المؤلفون (Arun Kumar Singh)

و (Sanjay Kumar Singh)و (Ravindra Kumar Singh)عنوان الدراسة هو
Properties of Sand Concrete and conventional concrete: A Comparative Study :تم فيها تحضير عينات من خرسانة الرمل وخرسانة الرمل المسلحة التقليدية وتم إختبارها لتحديد خصائصها الميكانيكية والفيزيائية ، النتائج أظهرت أن خرسانة الرمل تمتلك قوة ضغطية ومقاومة للإنجراف مشابهة لخرسانة الرمل المسلحة التقليدية ، فقوة الضغط الخرسانة الرمل 32،5 MPأما قوة الضغط لخرسانة الرمل المسلحة التقليدية 35,2Mpa بالنسبة لمقاومة الانجراف لخرسانة الرمل فهي تساوي إلى3،5 Mpa أما الخرسانة المسلحة التقليدية فهي تساوي إلى4,2 Mpa كذلك العديد من الدراسات أجريت من أجل هذه المقارنة تذكر منها دراسة Durability of Sand concrete and conventional concret comparative Study

هذ الدراسة نشرت في مجلة "Construction and building materials"عام 2020 من جامعة القاهرة في مصر كذلك دراسة أخرى بعنوان . Sustainability of Sand Concrete and conventional concrete A Comparative Study من جامعة تسينغ هوا في صين عام 2019 (university of Cape Tourn). جنوب افريقيا قامو باحثون في هذه الجامعة بدراسة تأثير إضافات مختلفة على خرسانة الرمل ، مثل استخدام الرماد المتطاير أو المواد البوليمرية لتحسين المقاومة للتشققات وزيادة قوة التحمل، كما تم فيها دراسة إمكانية استخدام نفايات البناء مثل الحطام الناتج عن الهدم في إنتاج خرسانة الرمل ، تم اختبار استخدام هذه النفايات لها كبديل جزئي للرمل الطبيعي (Sable naturel) في الخلطات الخرسانية.

(university of Manchester) في المملكة المتحدة قامة بإجراء بحث حول استغلال نفايات الطوب والخرسانة في تحسين خصائص Baton de Sable بحيث قامت بتقييم تأثير إضافة نفايات الطوب والخرسانة المعاد تدويرها كبديل جزئي للرمل في الخرسانة ، تم اختبار تأثير هذه النفايات على مقاومة التشققات وقوة التحمل واستدامة الخرسانة في بيئات مختلفة . أظهرت النتائج أن استخدام هذه النفايات يؤدي إلى تحسينات في خصائص الخرسانة ، مع تقليل التأثير البيئي

ادى الطلب الدائم على مصادر الركام (الحصى والرمل) نتيجة التوسع في انشاء المشاريع وعمليات البناء الى ندرة هذه المصادر في بعض مناطق العراق، وهذا ما أدى إلى البحث عن بدائل لهذه المصادر الاستخدامها كركام في إنتاج الخرسانة(ألعزي واخرون،1985,ذنون وأخرون, 1980-2005)كما أنه . هنالك أعمال واسعة تجري لكري الجداول الأنهار في مواقع متعددة من العراق ,هذه الأعمال ينتج عن عنها كميات كبيرة من الرمل النهري (الرمل الأسود) الذي يشكل عبئا على البيئة و على مواقع العمل . هذا الرمل أستخدم كمادة مالئة في الخرسانة ذاتية الرص وتم التوصل إلى أن استخدامها بنسبة 0,4من وزن الاسمنت المستخدم ينتج عنه تحسن ملحوظ في الخواص الميكانيكية للخرسانة المتصلية ويهدف دراسة إمكانية استخدام هذا الرمل في صناعة الخرسانة وذلك عند استبدال الرمل الاعتيادي (رمل المقالع) جزئيا بالرمل النهري تم القيام بهذا العمل . عندما كان الركام يشغل ما لا يقل عن ثلاثة أرباع حجم الخرسانة ، لذلك فإن صنف ذلك الركام الداخل فى تركيب الخرسانة له جانب كبير من الأهمية ,فهو لا يحدد مقاومت الخرسانة الناتجة فحسب (عند اعتبار أن الركام الضعيف عند استخدامه لا يمكن إنتاج خرسانة متجانسة) بل خصائص الركام المستعمل تؤثر بشكل كبير على متانة الخرسانة وأدائها .الهيكلى .من خلال دراسات أجريت على ثلاثة أنواع من الخلطات الخرسانية تم التوصل إلى ان إمكانية استبدال الرمل الاعتيادي (رمل المقالع) بالرمل النهري جزئيا حيث تمثلت نسبة الإستبدال التي أعطت نتائج جيدة نسبة بلغت35% من وزن الرمل المستخدم ، وإن مقاومة انضغاط الخرسانة تزيد بزيادة نسبة الرمل المستبدل لتصل إلى أقصاها أعلى من مقاومت انضغاط الخلطة المرجعية 23% طبعا ذلك عند نسبة استبدال بلغ 35% . هذه الزيادة تكون مصحوبة بنقصان في قابلية التشغيل بحيث انخفض مقدار هطول الخلطة الحاوية على 35% من الرمل النهري بنسبة 57% مقارنة بالخلطة المرجعية . [4]

1-5/تركيب خرسانة الرمل وصياعتها:

1-5-1/مدخل:

إن كثرة شيوع استخدام الخرسانة بانواعها المختلفة في المشاريع الإنشائية جعلها مادة أساسية الأكثر ملائمة للأعمال الإنشائية . حيث تتكون من الركام الذي يكون بصفة عامة متدرج فى الحجم من الرمل الذي هو حبيبات ذات مقاس صغير إلى الحصى أو الأحجار المتكسرة ذات المقاس الكبير حيث يشغل هذا الركام حوالي 75% من الحجم الكلى للخرسانة. وعوض الخرسانة العادية يمكن استعمال خرسانة الرمل فذلك يمثل عاملاً إيجابياً من الناحية الاقتصادية كون الرمل أقل ثمناً من الحصى ويمكن الحصول عليه بسهولة . [4]

2-5-1/مبدأ تركيبة خرسانة الرمل:

تحتوي الخرسانة العادية على ركام كبير تتراوح حجم الحبيبات به عادة بين 5mmالى 40mmهذه الحبيبات الكبيرة تعزز من القوة والمتانة وتجعل الخرسانة أكثر قوة ومقاومة لتحمل الأعمال الثقيلة، فالركام الكبير يساعد على توزيع الأحمال على المساحات الواسعة . أما خرسانة الرمل فهي تحتوي على رمل ناعم فقط اوركام صغير جدا بحيث حجم الحبيبات في هذه الخدماتة. يتراوح بين 0.075mm إلى5mm ، فيفضل عدم وجود الحبيبات الكبيرة تكون الخرسانة أكثر مرونة وأقل قوة من الخرسانة العادية ، فخرسانة الرمل تكون أسهل في المعالجة وتناسب التطبيقات التي تتطلب مقاومة عالية . يعتمد مبدأ صناعة خرسانة الرمل على استخدام الرمل كمكون أساسي في خليط الخرسانة ، فيجب تحديد المكونات الأساسية التي تكون عادة عبارة عن الإسمنت ، الرمل ، الحصى والماء، بحيث

يلعب الرمل دورا مهما في توفير القوام المناسب للخرسانة. كذلك يجب تحديد النسب المناسبة بين الرمل والمواد الأخرى وذلك من أجل الحصول على خرسانة رمل ذات خصائص ميكانيكية جديدة ومن أجل تحقيق التوازن المطلوب و عادة لا تتعدى نسبة الحص إلى الرمل واحد .رمل الكثبان على سبيل المثال قد تكون له خصائص مختلفة عن أنواع أخرىمن الرمال، فعند استخدامه يجب دراسة تأثيره على مقاومة الضغط ، الشد .والإنكماش للخرسانة . كما يمكننا إضافة مواد أخرى لنفس الخرسانة من أجل تحسين مقاومتها للتشقق وزيادة قوتها . ومن المهم إجراء اختبارات على الخرسانة التي تم الحصول عليها من أجل التأكد من أنها تلبي المعايير المطلوبة من حيث القوة والمتانة . [5]

1-2-5-1/ **النسبة** E/C **وتأثيرها على خواص خرسانة الرمل**:

نسبة الماء إلى الإسمنت هي نسبة كمية الماء إلى كمية الإسمنت في خليط الخرسانة ، بحيث تعتبر من أهم العوامل التي تؤثر على قوة وجودة الخرسانة ، فهي تختلف حسب نوع الخرسانة والمواد المستخدمة فيها، فتقليل الماء يزيد قوة الخرسانة لكنه يجعلها صعبة اكثر سيولة وسهولة في الصب ينتج عن ذلك نقصان قوة الخرسانة وزيادة التشققات بها .[6]

1-2-5-2/ .**تأثير النسبة** E/ C **على المقاومة**:

-مقاومة الضغط والإنحناء تتناسب عكسيا مع نسبة الماء إلى الإسمنت في الخرسانة، فكلما زادة هذه النسبة تتناقص المقاومة وذلك بسبب زيادة التشققات الدقيقة وضعف الروابط الداخلية، وكلما قلت نسبة الماء إلى الإسمنت حصلنا على خرسانة أكثر كثافة وأقل مسامية مما يزيد من مقاومتها للضغط . .[6].[7]

- .العلاقة بين نسبة الماء إلى الإسمنت ومقاومة الضغط يمكن حسابها تقريبيا بإستخدام معادلة ابرامز.[8]

$$f_c = \frac{A}{(E / c)'B}$$

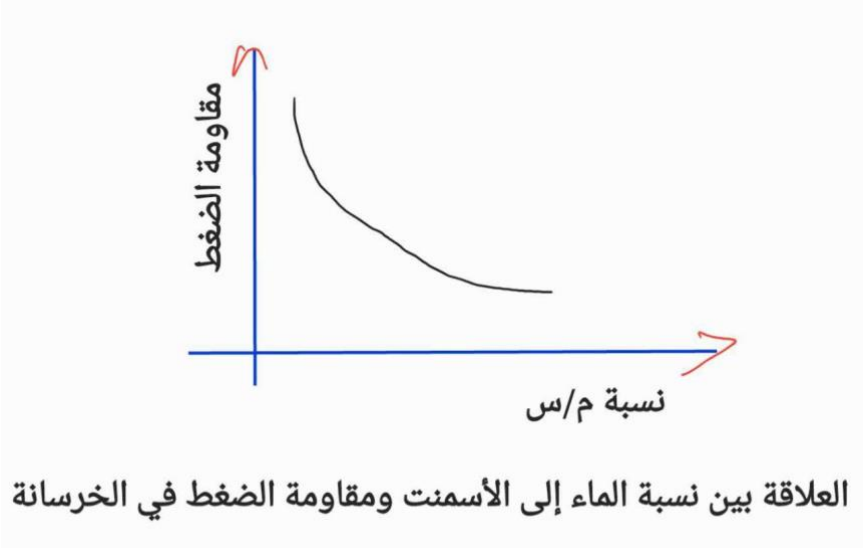
حيث:

Fc:هي مقاومة الضغط للخرسانة

A:ثابت يعتمد على نوع الاسمنت و الركام المستخدم في الخرسانة

(E/C):هي نسبة الماء الى الاسمنت

ثابت تجريبي يعتمد على خواص المواد المستخدمة: B



العلاقة بين نسبة الماء إلى الأسمنت ومقاومة الضغط في الخرسانة

الشكل1 .1:.منحنى يبين العلاقة بين نسبة الماء الى الاسمنت ومقاومة الضغط في الخرسانة

1-6/المواد المكونة لخرسانة الرمل:

(beton de Sable) خرسانة الرمل هي نوع من أنواع الخرسانة التي تعتمد على رمل كركيزة أساسية للركام بدلاً من الحصى وتستخدم غالباً في الأرضيات اعمال الترميم،الطبقات الرقيقة،والخرسانة ذاتية الدمك

1-6-1/الرمل(sable):

-الرمل هو أحد المكونات الرئسية في خرسانة الرمل ، بحيث يلعب دورا مهم في تحديد خواص الخرسانة، يأتي الرمل في أحجام مختلفة ، كذلك أشكال ألوان متنوعة، وليتم استخدامه فالبناء يجب ان يكون نظيفا وخاليا من الشوائب . يتم استخدامه في خرسانة الرمل كعنصر أساسي يتميز بالنقاوة و بأحجام مناسبة ومع إختلاف أنواعه نجد الرمل الطبيعي والرمل المسحوق الناتج عن تكسيرالصخور مثلا الجرانيت والحجر الجيري والرمل السيليسي المستخرج من رواسب الكوارتز الطبيعية والرمل النهري والرمل الطبيعي . يتكون غالبا من السيليكا (ثاني اكسيد السيليكون Sio2)كما يمكن ان يحتوي على معادن اخرى مثل الفلسبار والكالسيت والكوارتز وتنوع انواعه وخصائص يرجع الى تغير مصدره الجيولوجي .ويتمثل تثمينه في تعزيز خواصه الفيزيائية والكيميائية وايجاد حلول لرمال الكثبان المتوفر بكثرة في الصحراء واستعمالها وبكفاءة اكبر في البناء .

Sable Sibceu :الرمل السيليسي

Sable naturel :الرمل الطبيعي

Sable marin:الرمل الطبيعي

Sable moulu:الرمل المسحوق .[9]

الخصائص الفيزيائية للرمل:

الجدول1.1:خصائص الفيزيائية للرمل.[10]. [11]

الخاصية	التفاصيل
حجم الحبيبات	بين 0,063mmو2mm(وفق تصنيف التربة ASTMD2478)
الكثافة	حوالي 1600_1400kg/m3للرمل الجاف و 1900_1700kg/m3للرمل الرطب
اللون	يعتمد على تركيب المعدني_كوارتز=أبيض أكاسيد الحديد=أحمر_كربونات الكالسيوم=أصفر
المسامية	تتراوح بين20%-40 حسب التدرج الحبيبي و التعبئة.
النفاذية	عالية في الرمل الخشن,منخفضة في الرمل الناعم.

1-6-2/**الماء** (l'eau):

الماء المضاف إلى الخلطات الخرسانية والإسمنتية وظيفته العمل على إماهة الاسمنت والتفاعل معه حتى يقوم بتكوين أكاسيد الإسمنت التي تعمل على جعل المركبات تتلاحم مع بعضها البعض. بالنسبة إلى الماء الزائد الذي يضاف إلى الخرسانة فهو يجعل الركام يجري في عجينة الاسمنت ، وذلك من أجل تسهيل عملية التشغيلية في الخرسانة، مع الملاحظة أن الإكثار من الماء يؤدي إلى تقليل قوة الخرسانة. لذلك يجب وضع المياه بالكميات اللازمة للتخلص وفقا للتقديرات التي تتطلبها الخلطة التصميمية.

و من الوظائف الثانوية للماء أنه يستخدم في غسل حبيبات الركام الناعم والخش وذلك من أجل التخلص من الشوائب والمركبات العضوية والكبرينات والأملاح الضارة جدًا في الخرسانة ، كما يستخدم في معالجة الخرسانة بعد الصب لتتم عملية تفاعله مع الإسمنت كاملة وتكتسب الخرسانة قوتها ومقاومة الكاملة. ومن أجل تجنب حصول شروخ الانكماش التي تنتج من جفاف الخرسانة الجديدة يجب رش الخرسانة بالماء لمدة أسبوع من صب الخرسانة.

-من صفات الماء المستخدم فى الخلطات الخرسانية أنه يكون نظيف خالي من المواد الضارة كالأملاح والمواد العضوية الأخرى، التي تؤثر سلبا علىمكونات الخرسانة أو حديد التسليح ، لذلك في حالة استخدام ماء من مصدر غير مصادر الماء الصالح للشرب ، يجب أخذ عينات منه لا تقل عن L5وإرسالها في زجاجة إلى معمل اختبار معتمد من أجل تحليلها وتحديد محتوياتها فيمكن حينها استخدام هذا الماء في الخلط الخرسانية

وفي المعالجةبشرط الإستيفاء . (جمعية المهنسين الكويتية - وظيفة ومواصفات المياه المستخدمة في خلط الخرسانة - ام فيصل سالم اليماني - - 2015/2/11 مقالات هنسية). [12]

1-6-3/ **الإسمنت** (Le Ciment)

يعتبر الاسمنت احد اهم العناصر في الخلطة الخرسانية،بحيث يحسن من تماسك المكونات الأخرى ويمنحها القوة والمتانة ، فهو يحتوي على مادتين أساستين هما الطين والكلس مع إضافة السيليس والالمين و أكسيد الحديد . توجد عدة أصناف من الإسمنت فنجد الإسمنت البورتلندي العادي أو المركب أو منخفض الحرارة والاسمنت البوزولاني والاسمنت سريع التصلب والمزيد من الأصناف الأخرى التي تختلف من عدة نواحي. يتميز الاسمنت بقدرته العالية على التحمل وتكلفته القليلة مع سهولة استعماله، فهو سريع التصلب ولا يحتاج الى الكثير من الوقت قبل القيام بعمله كرابط بين مكونات الخرسانة في البناء . الكلس والطين هما المادتان الرئيسيتان في تركيبة الاسمنت فهم تسحقان في ألة السحق ثم يتم خلطهما مع بعضهما البعض بنسب يحددها المخبر ثم يطحنان مرة أخرى مع بعضهما البعض.

ثم يتم ادخالهما الى الفرن على درجة حرارة 1430C° فنتحصل نتيجة ذالك على كلنكر, ويتم اضافة مواد اخرى له وادخالها الى آلة الطحن مرة اخرى فنحصل حينئذ على مادة الاسمنت التي يتم وضعها في اكياس ثم تعبأ . [13]

1-7/**الإضافات والمحسنات**:

1-7-1/**الاضافات** (les adjuvants):

خرسانة الرمل يتم فيها استخدام الاضافات لتحقيق اهداف محددة كتقليل كمية الماء وتحسين قابلية التشغيل او تاخير زمن الشك.

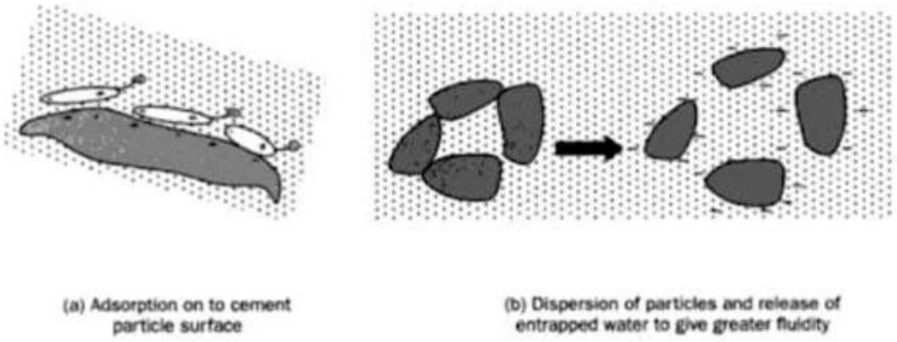
يتم استخدام المواد المقللة للماء لتحسين التشغيلية و استخدام المسرعات لزيادة المقاومة واستخدام المبطئات لابطاء زمن الشك.

ولتحسين مقاومة التاكل والتجمد يتم استخدام مضادات حابسة للهواء اما من اجل تقليل الانكماش والتشققات فيتم استخدام الاضافات المعدنية كالسيليكا فيوم والرماد المتطاير.

اذا كان نوع الرمل يحتوي على نسبة من الشوائب تكون نوعا ما عالية فقد تحتاج الى اضافات لتحسين الربط بين المكونات والالتصاق اما اذا كان الرمل خشن فقد تحتاج الخلطة الى اضافة ملدنات لتحسين قابلية التشغيل . [13]

1-7-2/**الملدنات** (les melanges):

تستخدم الملدنات لزيادة سيولة العجينة الاسمنتية وتدعيم قابلية تشغيلها في الحالة الطازجة فهي تعمل كمخفضات للماء وتساعد في انتاج خلطة خرسانية بقابلية تشغيل متجانسة. تحتوي الملدنات على جزيئات البوليمر وعندما يتم خلط هذه الجزيئات مع الخرسانة ستجذب الى سطح حبيبات الاسمنت ومنه ايجادها لقوة



الصورة I.3: تفكك الاتصال بين الماء والاسمنت

طاردة بين هذه الجسيمات ينتج عنها تفكك الاتصال بين الاسمنت والماء

ظاهرة مانع احتواء الماء وهي ضاهرة تساهم في انتاج نسبة اكبر من السيولة واللدونة في الخلطة الخرسانية يحدث فيها أن جزيئات الاسمنت تحاط بغشاء من جزيئات الماء وهذا ما يحد من اقتراب حبيبات الاسمنت من بعضها البعض حيث تصنف الملدنات على حسب مبدا عملها فمثلا ملدنات الهيدروفيل تعمل على زيادة خصائص البلاستيك وتدفق الخرسانة اما ملدنات الهيدروفوبيز فهي تعمل على تشبيع الخلطة الخرسانية بكميات كبيرة من الهواء كذلك من الميزات التي تضيفها الملدنات للخلطة الخرسانية هي تحسين قابلية التشغيل دون اللجوء الى زيادة كميات كبيرة من الماء وتحسين التدفق والالتصاق الجيد بالسطحكما تقاوم حصول التشققات في الخرسانة .

عند استخدام احد الملدنات مع الاسمنت بالاضافة الى تحسين قوام الخلطة الخرسانية فهي تساهم في صب الخرسانة باشكال مختلفة وتصاميم متنوعة في القوالب ينتج عن ذلك امكانية حدوث تغييرات في نسبة الماء الى الاسمنت . [14]

3-7-1/الإضافات المقللة للماء (adjuvants redecteurs deau):

تقوم بتقليل كميات الماء المطلوبة في الخلطة الخرسانية للضغط دون التاثير على قابلية التشغيل كما تزيد من مقاومة الخرسانة للضغط وتقوم بتحسين كثافتها حيث تشمل الملدنات العادية plastifiants و الملدنات الفائقة superplastifiants .

1-8/المواد المضافة (les ajouts):

المواد المضافة هي مواد يتم اضافتها للخلطة الخرسانية اثناء عملية الخلط من اجل تحسين خصائصها حيث تتنوع على حسب وضائفها ومن بين هذه الانواع نذكر.

1-8-1/الاضافات المعدنية (adjuvants miniraux) :

تعمل على تحسين الكفائة والمتانة ومقاومة الخرسانة يتم استخدامها من اجل تقليل الحرارة الناتجة عن تفاعل الاماهة وتقليل الانكماش بحيث تشمل:

_ الرماد المتطاير الذي يعمل على تحسين التشغيلية وتقليل نفاذية الخرسانة.

_خبث الافران الذي يحسن مقاومة الخرسانة للكبريتات.

_غبار السيليكا الذي يزيد من المقاومة الضغط ومتانة الخرسانة.

1-8-2/المضافات المضادة للانكماش(adjuvants reducteurs de retrait):

_تعمل على التقليل من الشروخ الناتجة عن انكماش الخرسانة اثناء الجفاف يتم استخدامها في الارضيات الخرسانية و الالواح سابقة الصب تشمل مركبات البولي بروبيلين و الايثانول جلايكول .

يعتمد اختبار المادة المضافة المناسبة تبعا لنوع الاسمنت والرمل المستخدم و الظروف البيئة و المتطلبات القوة و المتانة .

1-9/ الألياف (Les Fibres):

هي مادة تضاف إلى الخرسانة من أجل تحسين خصائصها وتقويتها، بحيث تعتبر تسليح ثانوي، يتم إستخدامها للتحكم فى التشققات فتعمل كذلك على تقليل الإنكماش وزيادة مقاومة الخرسانة للتشوه . من بين أنواع الألياف المستخدمة في خرسانة الرمل هي الألياف المعدنية (Fibres métalliques) التي تصنع من المعادن كالفولاذ والحديد المقاوم للصدأ تعمل على تحسين خواصها الميكانيكية وزيادة مقاومتها للصدمات، تأتي هذه الألياف قطع من الصلب يطول Cm (3_8) و قطر mm (0.5_0.8) غير مستمرة موزعة عشوائيا في جميع الإتجاهات في الخلطة الخرسانية ولكن أحياناً تؤثر على التشغيلية فتؤدي إلى صعوبة التشكيل فيتم حينها إضافة مخفض للماء. [15]

الصورة1.4: خرسانة المسلحة بالألياف

1-10/الحشو (Filler):

هو مواد دقيقة جدًا يتم إضافتها إلى الخلطة الخرسانية لملئ الفراغات بين جزيئات الركام، يعمل على تحسين بعض خواص الخرسانة مثل مقاومة ضغط والنفاذية، كما يحسن التشغيلية ويزيد من متانة الخرسانة ويقلل من الحاجة إلى الماء. [13]

1-11/صياغة خرسانة الرمل:

إن عملية تركيب الخرسانة تعتمد بالأساس على اختيار مواد لازمة والعمل على محاولة تنسيقها وذلك من أجل الحصول على خصائص ومعايير مناسبة، في الخرسانة العادية تحتوى الخرسانة على اسمنت وماء ورمل وحصى . عرفت الخرسانة العادية تطورًا كبيرًا من حيث المواد والتقنيات وذلك من أجل تحسين خصائصها الميكانيكية والبيئية والكيميائية، ومنه توسعت جملة مكوناتها بواسطة المحسنات والإضافات . - خرسانة الرمل هي أحد أنواع الخرسانة المستحدثة ، التي تحتوي تركيبة خاصة وتتميز باعتمادها بشكل أساسي على الرمل الناعم والقليل من الحصى مع إمكانية التخلي عنه . - عند القيام بالجمع بين تصميم خلطة متوازنة من معالجة صحيحة إلى إضافة مواد فعالة، يمكننا الحفاظ على مقاومة عالية الخرسانة الرمل وجعلها أكثر صلابة ومقاومة العوامل البيئية، حيث هناك العديد من المناهج أستعملت من أجل ذلك الغرض. [16]

1-11-1/مبدأ صياغتها :

-إن تركيز الإسمنت الموجود في الخرسانة العادية يعتبر مقاربا لتركيز الاسمنت في خرسانة الرجل إي حوالي 300 إلى 400 3 Kg/m، لكن خرسانة الرمل تتميز بالحصى الصغيرة ذات الأقطار الأقل من 5 mmوهذا ما يميزها عن الخرسانة العادية مع إمكانية إضافة الحصى بشرط الحفاظ على النسبية الكتلية G/Sأقل من 1 . يفضل تقنية ملئ فراغات الرمل وذلك باستخدام مواد الحشو الكلسية الأقل من 80 mm، زيادة نسبة الإسمنت مكنت من الحصول على نسبة تراصية عالية غير انشاء توزيع حبيبي متجانس. وغالبًا ما يتم إضافة مواد الحشو الكلسية نظرا لفعاليتها الجيدة عند التفاعل مع المركبات القاعدية . ونظرا لارتفاع

نسبة الجسيمات الدقيقة يتطلب الخليط كميات كبيرة من ماء الخلط مما يستوجب استخدام مخفضات الماء (réducteur d'eauلتحسين أداء الخرسانة والحد من التشوهات المختلفة). [16]

-الخلاصة:

-من خلال هذه الدراسة يمكننا أن نستنتج ما يلي:

-تم استخدام خرسانة الرمل منذ القدم في مجال الإنشاء والبناء.

-من العوامل التي لها تأثير مباشر على خرسانة الرمل هي النسبة E/C فهي تؤثر على خصائصها وبنيتها الداخلية.

- خرسانة الرمل لها مؤهلات تجعلها بديل ممتاز للخرسانة التقليدية في العديد من التطبيقات الإنشائية.

2/**صناعة الاجر** (Fabrication de briques):

2-1/**مدخل**:

_يتم إنتاج الطوب الأحمر والقرميد من مادة الطين ، وقد تعرف عليه الإنسان منذ القدم حيث استخدمه في صناعة الآنية وبناء مساكنة ، كشفة الحفريات الأثرية عن وجود آنية فخارية تعود إلى آلاف السنين ومع مرور كل هذه المدة بقيت محافظة على خصائصها سليمة ، ولم تؤثر عليها عوامل الطبيعة ، كما أن مادة الفخار مقاومة للأملاح الموجودة في التربة والمياه المالحة ، فهي تعتبر من المواد المفضلة للبناء في المناطق ذات التربة المالحة أو التي بالقرب من البحر أي على شواطئه ، كذلك هي مقاومة لتسري الرطوبة بالأخص في المناطق الجبلية.

_من مزايا الطوب الأحمر والقرميد قوة التحمل وخفة الوزن كذلك مقاومة تسرب الرطوبة وعزل الحرارة والصوت وسهولته في البناء مع محافظته على نفس الخصائص لآلاف السنين ، هذا ما جعل الإنسان يستخدمه في البناء منذ القدم ويسعى إلى تطوير صناعته بأحدث التقنيات. إن الآجر هو من أقدم المواد التي استعملت في البناء، بحيث يعود استخدامه إلى الحضارات القديمة كالحضارة المصرية ، فهو يتميز بمتانته وعزله الكيد للحرارة والصوت هذا ما يجعله خيار مثالي في التشييد والبناء.

2-2/**الأجر وأهميته في البناء**:

-بعد الأجر من مواد البناء التي يتم استخدامها في إنشاء الجدران والاسقف وكسوة الجدران.

_يتم صنع الآجر من الطين (المقولب) ، بحيث أن صناعة الآجر تعد من أقدم صناعات مواد البناء المعروفة ، كان الطين يوضع في القالب ويتم تجفيفه في الشمس من ثم بدأت عملية شي الطين من أجل صنع الآجر على يد البابليين الذين قام باستخدامه استخدام واسع في بناء قصورهم ومعابدهم وبرج بابل الشهير.

-لقد لوحظ عرضا على إثر بعض الحرائق أن الحرارة تجعل من الأجر المجفف اشد قساوة ، كذلك استعمال الرواسب الطينية والتي تصلبت تصلباً شديدًا لم يكن من السهل طحنها باستعمال آلات السحق.

-مكن التقدم التقني من تنمية صناعة الأجر على نحو جعل منها اليوم صناعة ذات منتجات متنوعة جدًا تدخل في مختلف عناصر البناء و في التغطيات ومجاري المياه. [17]

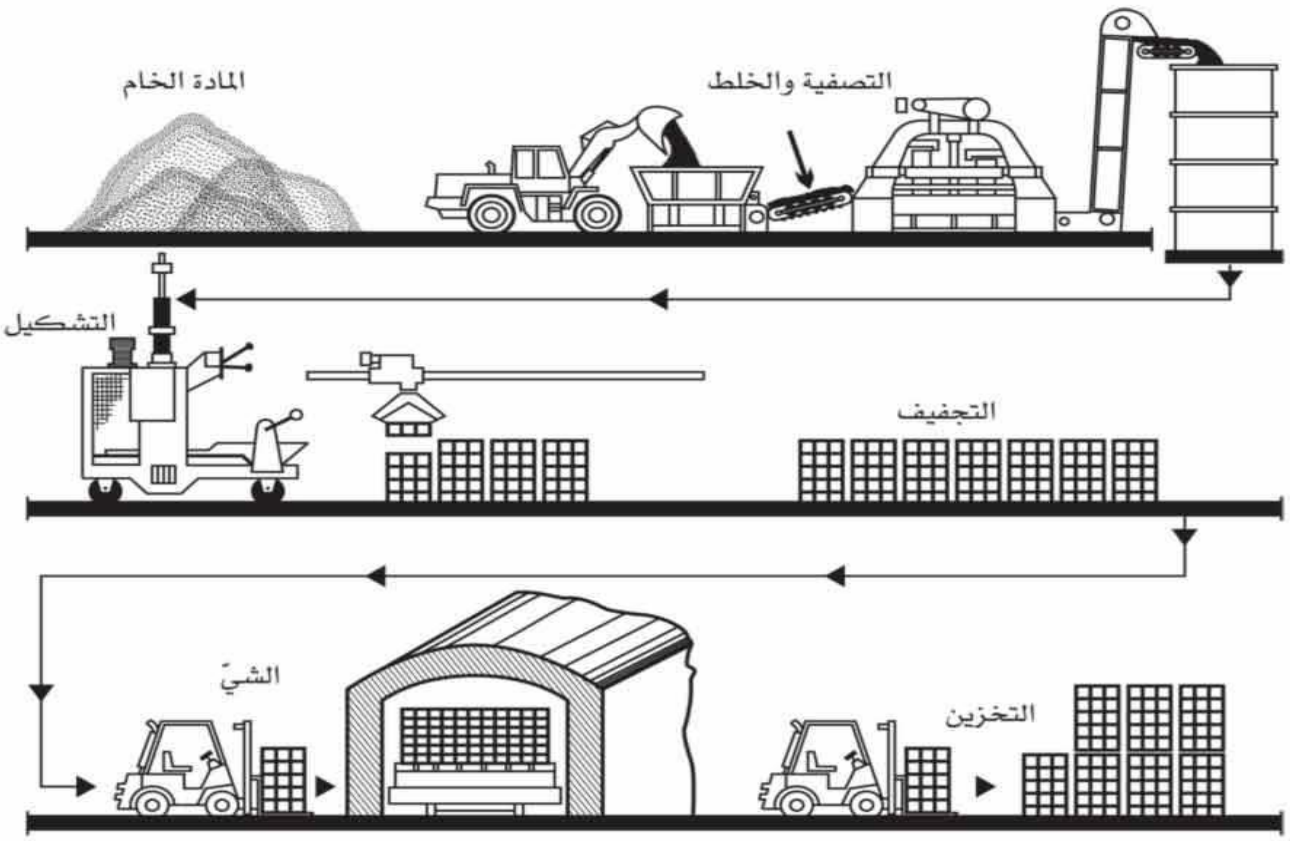
2-3/المادة الأولية في صناعة الأجر:

_إن المادة الأولية لصنع الآجر هي الطين، وهو ناتج من تفتت بعض الصخورالرسوبية وذلك بفعل العديد من العوامل الطبيعية، حيث يوجد في طبقات التربة على شكل صفائح وخيوط ، من أشهر فلزات الطين نجد : الكاولينيت (Kaoliniteنسبة إلى تل كاولنغ في الصين) ، والإيليت illite(نسبة إلى ولاية إيلينوي في الولايات المتحدة الأمريكية) ، والمونموريونيت montmrarillonite(نسبة إلى مدينة مونموريون في فرنسا) ، تحتوي كلها على نسب مختلفة من السيليس (السيليكا)Sio2 والألمين (الألمينا)Al203.

_ في تركيب الطين كذلك شوائب من فلزات متحدة معه مثل الكوارتز وبعض أكاسيد الحديد وكربونات الكالسيوم أو فحمات الكالسيوم والمغنزيوم ، وأحياناً مواد عضوية، حيث تعطي أكاسيد الحديد غضاريات الآجر ألوانها التي تتميز بها. [17]

2-4/مراحل صناعة الآجره:

_تمر صناعة الآجر بخمس مراحل كما هو موضح فالشكل التالي:



الصورةI.5: المراحل صنع الآجر[17]

1-استخراج المواد ونقلها إلى المصنع

2 - تهيئة المواد: يتم فيها تفتيت كتل الطين وتنقيتها من الشوائب ومن ثم يبدأ تحضير العجينة بالسحق والهرس وعملية الخلط في الآلات الخاصة .بعدها يتم ترطيب العجينة في الاثير و الخلط وذلك بإضافة الماء أو بخاره في أنفاق خاصة.

3 - التشكيل : يتم تشكيل الخلطة الرطبة في قوالب ومكابس خاصة لإعطائها الشكل المطلوب ، ويوجد ثلاثة طرق للتشكيل وهي:

-طريقة التشكيل الرطبة: فى هذه الطريقة تتراوح نسبة الماء المضاف إلى العجينة الطينية بين 20% إلى 30% من الوزن الجاف للخلطة، وهذا تبعا لدرجة لدونة الطين المستعمل لكى تكون العجينة قابلة لأن تأخذ الشكل المطلوب دون أن تتفتت عند فك القالب ، أو تتكسر عند كبسها فيه.

إن هذه الطريقة هي الأكثر شيوعًا في إنتاج الآخر المصمت والأجر المجوف والأجر المثقوب.

-طريقة التشكيل نصف الرطبة: في هذه الطريقة تكون نسبة الماء في حدود 15% إلى 20% من وزن الخلطة الجافة، وفيها كذلك يتم تشكيل العجينة بالبنق في مكابس وقوالب سحابة.

-طريقة التشكيل الجافة: في هذه الطريقة تكون نسبة الماء في حدود 8% إلى 12% من وزن الخلطة الجافة، حيث يتم تشكيلها في مكابس خاصة معقدة تحت ضغط يصل إلى 250kg/cm2 ، ومن مزايا هذه الطريقة أنها تخفف مرحلة التجفيف وتجعل تقلص القطع المشكلة صغيرًا جدًا.

4-التجفيف : في هذه المرحلة يتم تجفيف القطع المشكلة لكي تصبح نسبة الماء فيها حوالي 7% إلى 9% من وزنها. كما يتم التجفيف بتكديس القطع في الهواء الطلق عدة أسابيع أو في أفران قد تصل حرارتها إلى°C 70 ، أو بتعريضها إلى تيار هواء جاف ساخن.

5 - الطهي : في هذه العملية يتم اكتساب القطع المشكلة المجففة الصلابة والقساوة وذلك بحرقها في أفران خاصة نفقية أو دوارة أو متعرجة .ويكتسب الطين صلابته اللازمة في درجة حرارة °800C بالإنصهار والذي يحدث للمكونات المعدنية الداخلة في تركيبته فتربط بين الحبيبات التي احتفظت بصلابتها عند هذه الحرارة. كما تتم عملية الشي بتدريج ارتفاع درجة الحرارة حتى تصل إلى °800C أو °1000C ، ويُتَّخَذُ هذا التدريج للحيلولة من دون التصلب السابق لأوانه لسطح القطع قبل انطلاق الماء الذي في أعماقها.

وهذا ما يسبب ضعف داخل القطعة ، كما يسبب تشققها وتصدعها عند الاستخدام كما يجب تبريد القطعة المشوية تبريدًا متدرجا للحيلولة دون تشققها أيضًا. [17]

2-5/انواع الاجر (Les types de briques):

_ينقسم الأجر إلى عدة أنواع بحسب استخداماته ، فنجد:

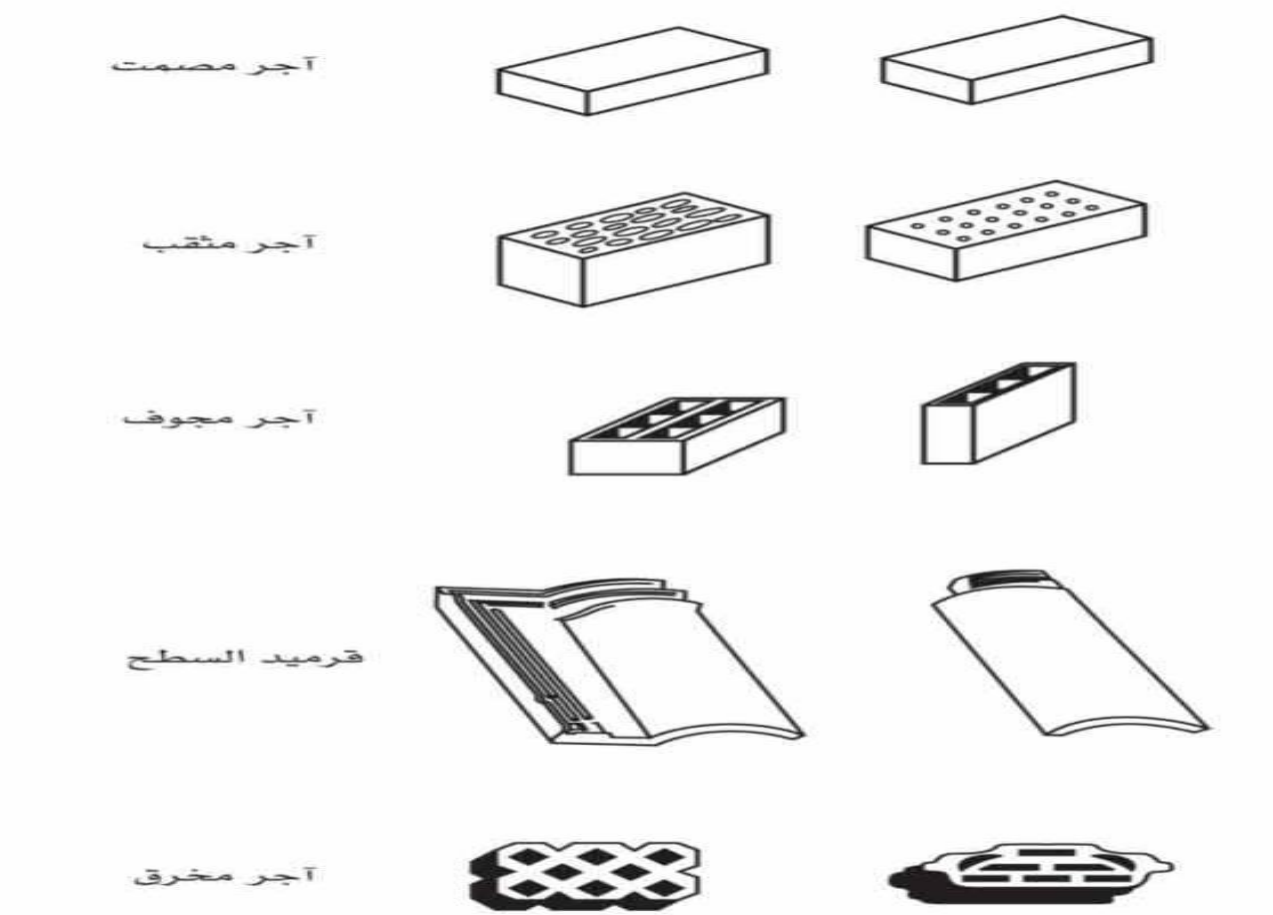
-الأجر العادي (brique ordinaire): وهو آجر مصمت أو مثقب أو مجوف ، تتراوح مقاومته للضغط ما بين 50 و 300kg ويتم استخدام هذا النوع في إنشاء الجدران الحمالة أو الجدران الحاجزة والأعمدة والسقوف المقببة والعناصر القوسية.

-الأجر التزييني (Brique decorative) : وهو آجر مصمت أو مثقب تتراوح مقاومته للضغط بين 100و 500 kg/cm2وفي العادة هو قليل الثخانة ، يتم شيه في حرارة تصل إلى°C 1200 وذلك لإكسابه لصلابة عالية يسعمل هذا الآجر في تغطية مقدمة البناء وجدرانه ، كما هنالك أنواع خاصة منه لتغطية الأرضيات.

-الأجر الحراري (brique refrataire): وهو آجر مقاوم للحرارة من الشكل المصمت، يتم طهيه في درجات حرارة عالية تصل إلى °2000C . حيث يستعمل هذا النوع من الآجر في تبطين جدران الأفران والمداخن

- القرميد (Tile): وهو آجر قليل الثخانة يتم استعماله في تغطية السطوح المائلة في البناء، وتكون مقاومته للضغط في حدود80kg/cm2.

6-2/أنواع خاصة من الآجر: وهي أنواع ذات مقاومات وأشكال و استخدامات مختلفة كالآجر المزجج والأجر الإسفلتي والآخر المخرق، والأجر المقاوم للكبريتات، والأنواع المختلفة للمواد السيراميكية.



الصورة I.6: أشكال الآجر الرئيسية[17]

7-2/**مواصفات الآجر** (Spécification des briques):

_يتميز الأجر بعدة مواصفات إنشائية جيدة ، فهو مادة عالية المقاومة للضغط وخفيف الوزن ، كذلك جيد لعزل الحرارة والرطوبة والصوت واقتصادي الكلفة إضافة الى كونه جميل الشكل واللون.

- يتراوح الوزن الحجمي للآجر ما بين 1200 kg/cm3 1500 للآجر المجوف والمثقب ، 1800kg/cm3 للآجر المصمت.

-كما تتراوح مقاومة الآجر العادي للضغط بين 50 وkg/cm^2 300 وهنالك أنواع من الآجر يتم إنتاجها بتقنيات خاصة تصل مقاومتها إلى $1000kg/cm^2$ ، ومن صفات الآجر كذلك تحمله للضغط وضعفه بتأثير الشد . لذلك يتم استعماله في العناصر الخاضعة لقوى الضغط في البناء.

_تختلف الناقلية الحرارية للأجر بإختلاف وزنه الحجمي وحجم الفراغات والثقوب والمسام فيه . يتراوح معامل الناقلية الحرارية للآجر بين 0,5و 0,7kcal/m2ساعة درجة مئوية لذلك بعد الآخر عازل حراري جيد يضمن أجواء داخلية مريعة في البناء ، ويجب أن لا تقل نسبة امتصاص الأجر للماء عن 8% أما الآخر المستعمل تعطية مقدم البناء فيجب أن يكون مقاوما لتغيرات الجو كذلك قليل الإمتصاص للرطوبة فلا يتشقق بفعل الصحيح والعوامل الجوية الأخرى. [17]

2-8/استخدامات وفوائد الآجر:

_إن الآجر هو من أكثر مواد البناء شيوعاً وذلك بالنظر إلى خصائصه المتينة والمتنوعة ، وهذا ما يجعله خيارًا مثاليًا في العديد من التطبيقات.

1 -في البناء والتشييد :

البناء التقليدي والحديث : بالرغم من التطور في مواد البناء ، إلا أن الآخر لا يزال يستخدم على نطاق واسع ، وخاصة في المباني ذات الطابع التراثي والمنازل الريفية.

2 - الجدران الحاملة وغير الحاملة : يتم استخدام الأجر في بناء الجدران العاملة ، بحيث يمكنه تحمل أوزان الطوابق العلوية . كما يستعمل في الجدران غير الحاملة التي تفصل بين الغرف.

3 - الواجهات المعمارية: يضيف الآجر لمسة جمالية على المباني وذلك بسب لونه المميز ونقوش المختلفة.

4-الأرضيات والأسقف : يتم إستعمال الآجر في بعض المناطق في تصميم الأرضيات والأسقف نظرا لقوته ومتانته.

2 - في العزل الحراري والصوتي:

-عزل الصوت : إن كثافة الآجر وخصائصه الفيزيائية تساعد في تقليل التجارية والسكنية والتي تتطلب عزلاً صوتيا عاليا.

-عزل الحرارة: يتميز الآجر بقدرته على امتصاص الحرارة واخلاقها ببطء، وهذا ما يجعله مناسبًا للبناء في المناطق الحارة، بحيث يحافظ على برودة المبنى خلال النهار ودفئه خلال الليل.

-مقاومة الرطوبة: إن بعض أنواع الآجر وخاصة المصنوعة بطرق حديثة، تتميز بخصائص مقاومة للماء ، وهذا ما يقلل من تأثير الرطوبة على المبنى.

3 - تأثيره على الإستدامة البيئية:

-استخدام مواد طبيعية: يتم صنع الآجر من الطين والذي هو مادة طبيعية ومتوفرة بكثرة ، وهذا ما يقلل من الحاجة إلى مواد بناء صناعية ملوثة.

-إعادة التدوير: يمكن إعادة استخدام الأجر المستعمل في البناء أو يتم طحنه وإدخاله في صناعات أخرى ، فيساهم ذلك في تقليل النفايات.

- تقليل استهلاك الطاقة: بالنظر الى قدة الآجر على تنظيم درجة الحرارة ، إذن يساعد في تقليل الحاجة إلى أجهزة التكييف والتدفئة ،وهذا ما يخفض استهلاك الطاقة.

-تقليل الإنبعاثات الكربونية : بعض المصانع تعتمد على تقنيات تصنيع حديثة فتقلل من إنبعاثات غازات الإحتباس الحراري أثناء عملية الحرق. [17]

خلاصة:

- صناعة الأجر من أهم وأقدم الصناعات في مجال البناء، بحيث أثبتت فعاليتها يفضل متانتها وخصائصها المتميزة . ومع تطور التكنولوجيا تزيد كفاءة الإنتاج فهي في تحسينات مستمرة، ما يساهم في تقليل التأثير البيئي، هذا ما يجعل الآجر مادة بناء تتوافق مع متطلبات العصر الحديث . وبذلك يظل الآخر عنصرا أساسيا في العمارة التقليدية والحديثة وخيارًا مستداماً لمختلف الاستخدامات يجمع بين الجمال والوظيفة.

الفصل الثانـي

عموميات حول رمل الكثبان ونفايات الحديد والاجر

1/رمل الكثبان :

1-1/مدخل:

ان رمل الكثبان مادة متوفرة بكمية هائلة. هذه المادة تقريبا غير مستغلة ، على الرغم من الخصائص التي قد تقدمها في عدة مجالات وإدخالها في البناء يمكن أن يخفف على مجال السكن والمساهمة في تطوير مناطق من الجنوب الجزائري الغني بالكثبان الرملية . يمكن معالجة رمال الكثبان في معظم الأحيان عند الحاجة الى استعمالها سواء في مجال البناء او في مجالات اخرى ، فسلبياتها اثرت على امكانيات استعمالها واستغلالها وغالبا ما يتم النظر اليها كمصدر للإزعاج البيئي نتيجة زحفها وتأثيرها السلبي على معظم الطرقات والمنشآت ، غير ان الدراسات الحديثة بينت ان هذه الرمال تمتلك العديد من الخصائص الفيزيائية والكيميائية تمكننها من استغلالها في عدة مجالات اقتصادية وخاصة في قطاع البناء والأشغال العمومية

1-2/ رمل الكثبان وكيفية تشكه:

تنشأ الكثبان الرملية نتيجة عوامل التعرية وهي تفاعل الصخور الصحراوية مع درجات الحرارة القصوى وهبوب الرياح المتواصلة وهذا ما يؤدى إلى تفكيك الصخور وتفتيتها إلى حبيبات رملية مختلفة الحجم والشكل ، يستغرق تكوينها مدة زمنية كبيرة يمكن ان تصل الى مئات السنين . فتتشكل طبقات بألوان وأحجام مختلفة وتركيبة كيميائية تميز كل طبقة عن أخرى. وعمندما تتعرض كومة من الرمال للرياح أو لتدفق الماء تتخذ شكل الكثيب وتبدأ بالتحرك في اتجاه التدفق فتتشكل انماط مذهلة تعرف بإسم حقول الكثبان الرملية أو الممرات الكثبانية [18].

1-3/تعريف الكثبان الرملية :

يعبر الكثيب الرملي فالجغرافيا الطبيعية عن كتل الرمال التي تحركها الرياح لكي تلقيها هنا وهناك، هذه الكثبان كثيرة فالمناطق الصحراوية بحيث تشغل مساحات كبيرة جدا او يمكن ان تتواجد في شواطئ البحار ، فقد نكون الكثبان طويلة او ضيقة ويمكن كذلك ان تأخذ شكل الهلال . تؤدي الرياح الى تجمع حبيبات الرمل المحمولة ليصل الى عدة امتار كما يمكن ان يصل الى الآف الامتار كذلك فرمل الكثبان يعتبر من الرواسب الغير متماسكة تتكون عادة من حبيبات معدنية دقيقة تكونت نتيجة عمليات التجوية والتعرية ثم نقلت بفعل عمليات هوائية (الرياح) ثم قامت بالتراكم على شكل كثبان في معظم البيئات الجافة كذلك الشبه جافة [19]

1-4/-أنواع الكثبان الرملية:

1-4-1/- كثبان رملية صحراوية:

ينشأ هذا النوع بشكل أساسي من تفتت الصخور المحيطة بفعل عوامل التعرية، وتلعب الرياح الدور الرئيسي في نقل الرمال. تتميز هذه الكثبان بتنوع أحجام حبيباتها وعدم تجانسها الجيد (تدرج جيد - فرز سيئ) [20]

1-4-2/- كثبان رملية شاطئية:

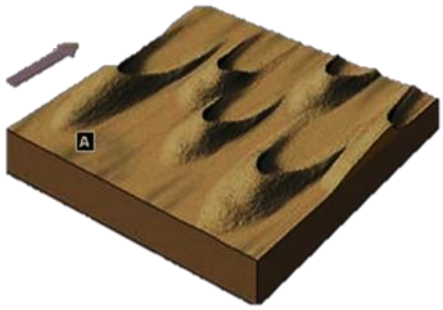
يختلف مصدر هذا النوع من الكثبان، حيث يكون بعيدًا عن الشاطئ، بينما يعتبر الماء العامل الأساسي في نقل الرمال وتكوينها. وتتميز حبيباتها بتماثل حجمها وتجانسها الجيد (تدرج سيئ - فرز جيد) [20]

1-5/-اشكال الكثبان الرملية

تصنف الكثباف الرملية بطرئ لستلفة و ذلك من خلاث حجمها وشكلها، البيئة، وابذاه الرياح التي تشكلها ومن اشهرها

1-5-1/-الكثبان الرملية الهلالية :

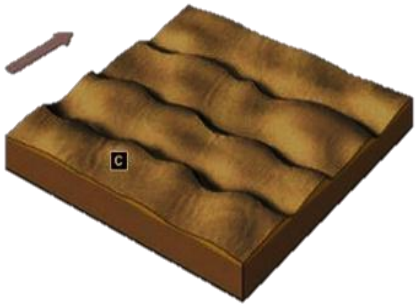
تتشكل هذه الكثبان في المناطق التي تهب فيها الرياح باتجاه ثابت، وتظهر غالبًا في شكل تجمعات أو سلاسل، ونادرًا ما تكون منفردة. يتراوح ارتفاعها عادة بين 20 و 30 مترًا، وقد يصل طولها إلى 150 مترًا. وتتميز بشكلها الهلالي، حيث تتجه قرونها نحو اتجاه الرياح السائد، بينما يميل سطحها المنحدر المواجه للريح تدريجيًا. وتغطي هذه الكثبان نسبة صغيرة من إجمالي المناطق الرملية في العالم.[20]



الصورة1.II:كثبان الرملية الهلالية

1-5-2/-الكثبان الرملية المستعرضة:

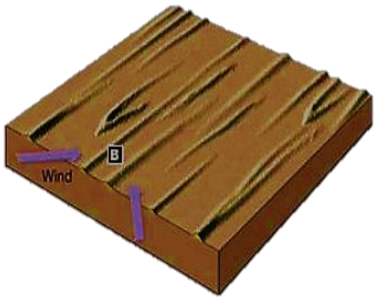
تظهر هذه الكثبان في المناطق التي يكون فيها مسار الرياح السائد متعامدًا مع اتجاه الرياح الأصلي. ويشيع ظهورها في المناطق الصحراوية ذات التضاريس الجبلية المرتفعة. وقد أُطلق عليها هذا الاسم نظرًا لقدرتها على إعاقة حركة الرياح السائدة عندما تتشكل في اتجاه يعترض مسارها بشكل مباشر[20]



االصورةII.2:الكثبان الرملية المستعرضة

1-5-3/-الكثبان الرملية الطولية:

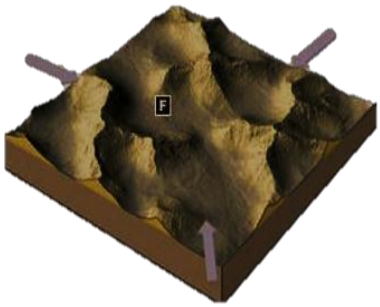
تتشكل هذه الكثبان في المناطق التي تتميز برياح قوية وكميات قليلة نسبياً من الرمال. وقد يصل ارتفاعها إلى نحو 111 مترًا، بينما يمتد طولها إلى حوالي 411 كيلومترًا[20].[21]



الصورةII.3:الكثبان الرملية الطولية

1-5-4/-الكثبان النجمية:

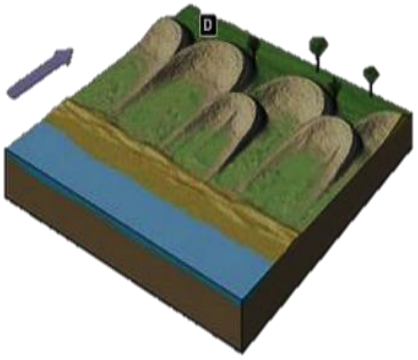
تُعرف الكثبان النجمية بأبعادها الهائلة وشكلها الهرمي المميز، حيث تمتلك ثلاثة أو أربعة أذرع رئيسية تنطلق من قمة مركزية. غالبًا ما يتجاوز ارتفاع هذه الكثبان 300 متر، وترتبط في نشأتها بأنظمة الرياح المعقدة أو تلك التي تهب من اتجاهات متعددة[20].[21]



الصورة II.4:الكثبان الرملية النجمية

1-5-5/- كثبان المكافئ :

الكثبان ذات القطع المكافئ هي كثبان رملية تتخذ شكل الحرف U ، وتتجه أذرعها في الاتجاه المعاكس لهبوب الرياح السائدة. وتستقر هذه الكثبان عادةً بفضل الغطاء النباتي وتوجد غالبًا في المناطق الساحلية[22]



الصورة 5.II:الكثبان الرملية المكافئ

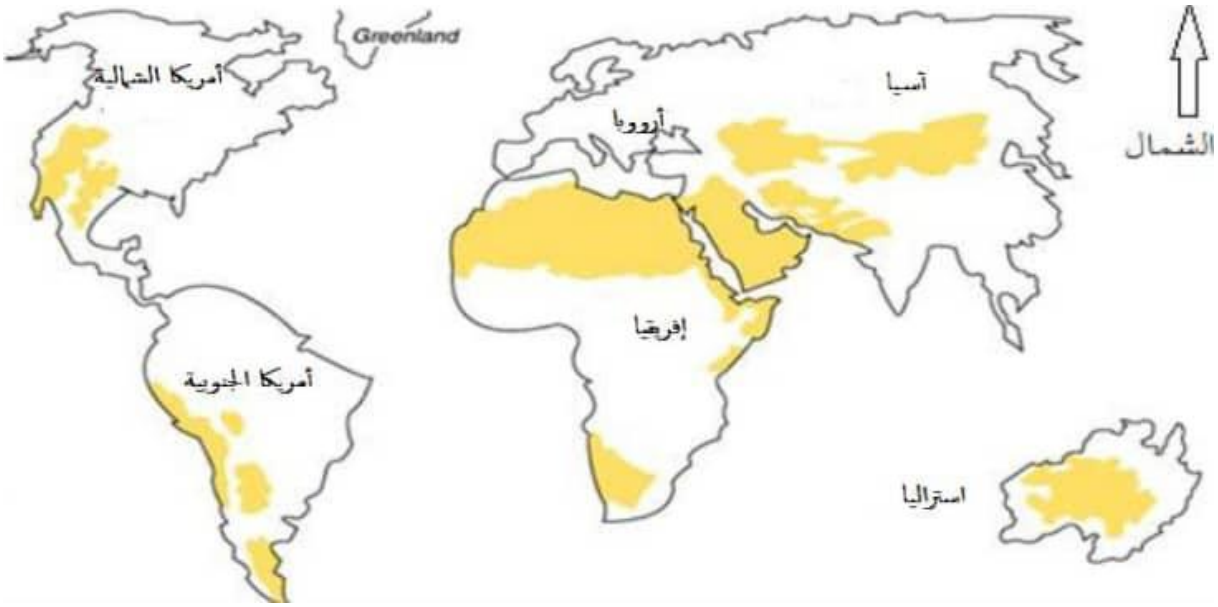
1-6/-توزع الكثبان الرملية في الجزائر:

تغطي الكثبان الرملية ما يقارب 18% من مساحة صحراء إفريقيا ، وتُعد الجزائر أكبر دولها من حيث المساحة. وتبلغ مساحة الجزائر حوالي 2.4 مليون كيلومتر مربع، وتشغل الصحراء أكثر من أربعة أخماس هذه المساحة الإجمالية. وتمتلك الصحراء الجزائرية مخزونًا ضخمًا من الرمال التي تغطي أكثر من 40% من مساحتها، وتُعتبر مصدرًا طبيعيًا ومحليًا ومجانيًا لمادة الكوارتز التي تشكل أكثر من 70% من تركيب الرمال في الصحراء الجزائرية[23].

الصورة6.I:توزيع الكثبان الرملية في الجزائر

1-7/-توزع الكثبان الرملية في العالم:

تستحوذ الرمال القارية على ما يقارب 30% من الغطاء الرسوبي للقشرة الأرضية. وتتوزع الرمال القارية ذات المنشأ الترسبي الصحراوي، والتي تشكل الكثبان الرملية، بمعدلات متفاوتة في أنحاء العالم،[23]



الصورةII.7:توزيع الكثبان في العالم

1-8/- التركيبة كيميائية لرمل الكثبان:

1 الرمال تعد ذات تركيب كيميائي يتكون من أكثر من 95% سيليس, إلى 2% من الحجر الجيري وآثار أكاسيد مختلفة. هذا التكوين يجعل للرمل لون أصفر فاتح وأبيض مغرة، ويجف ويفقد تماسكه بسهولة على السطح على سبيل المثال، أجرى قدودة دراسة حول السلوك الهيدروميكانيكي للتربة المضغوطة: تطبيق على تصميم حاجز هندسي، استخدم مادتين، البنتونيت ورمل الكثبان الرملية من منطقة الأغواط، يوضح الجدول التالي نتائج التحليل الكيميائي الذي أجراه المختبر الوطني للإسكان والبناء في الجلفة[24] .

جدولII.1:التركيبة الكيميائية للرمل الكثبان

	Symboles	Unité	Sable de dune
Résidu insoluble	SiO2+Silice	%	95,87
Sulfates	SO_3	%	0,91
Chlorures	Cl^-	%	0,36
Carbonate de calcium	$CaCO_3$	%	2,5
Matières organiques	MO	%	-----

1-9/- السلوك الميكانيكي :

لقد تم إجراء اختبارات الضغط والقص المباشر بواسطة أولد سيد وآخرون عام 1995. ومن اهم النتائج الرئيسية التي تم التوصل اليها هي ان :

يكون تأثير محتوى الماء على الضغط ضئيلاً عندما يكون محتوى الماء منخفضًا (من 0 إلى 6%)؛ التماسك له قيمة منخفضة جدًا، من رتبةdesk Pa ؛ تتراوح زاوية الاحتكاك الداخلي ما بين 30 إلى 35 درجة اعتمادًا على كثافة الرمال.

تُبين قيم هذه المعاملات ان رمال الكثبان الرملية يمكن أن تُظهر سلوكًا ميكانيكيًا جيدًا حتى عندما يكون تماسكها منخفضًا، بشرط أن تكون محمية من الرياح. علاوة على ذلك، فإن مؤشر تحمل CBR لهذه الرمال، عند الوزن الحجمي ومحتوى الماء لمستوى بر وكتور الأمثل المعدل، منخفض نسبيًا: فهو في حدود 10% وهذا ما يجعل من الممكن، من بين أمور أخرى، استبعاد أي إمكانية لاستخدام هذه الرمال وحدها في أسطح الطرق[24]

1-10/- الاستخدام المتنوع للكثبان الرملية:

تُصنف الرمال من العناصر الأساسية في العملية الرسوبية، وتمثل موردًا مهمًا للغاية فمن وجهة نظر اقتصادية: الردم، والركام للخرسانة، ومواد البناء، ورمال السليكا للصناعة. وتشكل الأخيرة (التي كانت تُسمى سابقًا الرمال الصناعية) الجزء الأكبر من المواد الخام في صناعة الزجاج، والقوالب، كما تُستخدم في صناعة السيراميك والملاط الخاص

فالرمال أيضًا هي البيئة الطبيعية التي تتراكم فيها المعادن الطمييية الثقيلة وتسمى هذه التركيزات المعدنية الرملية بالغرينية (وهي كلمة إسبانية)، ويُستخرج منها الذهب والماس والكاسيتيريت (خام القصدير

المغنتيت (أكسيد الحديد)، الإلمنيت (التيتانيوم وأكسيد الحديد)، والعديد من المعادن الأخرى. تُعد رواسب الإلمنيت، أو "الرمال السوداء"، مهمة اقتصاديًا لتصنيع أصباغ الطلاء الأبيض (الرواسب الساحلية في أستراليا) وكمصدر لمعدن التيتانيوم

وتلعب الرمال أيضًا دورًا رئيسيًا كخزانات محتملة للمياه الجوفية أو الهيدروكربونات. فمن المهم تنظيم استغلال الرمال، الذي غالبًا ما يكون فوضويًا، لتجنب الإخلال بالتوازنات الطبيعية الهشة مثل تآكل الشواطئ التي انقطع عنها إمداد الرمال الطبيعي، وتدمير منسوب المياه الجوفية على الأرض، وما إلى ذلك[24] .

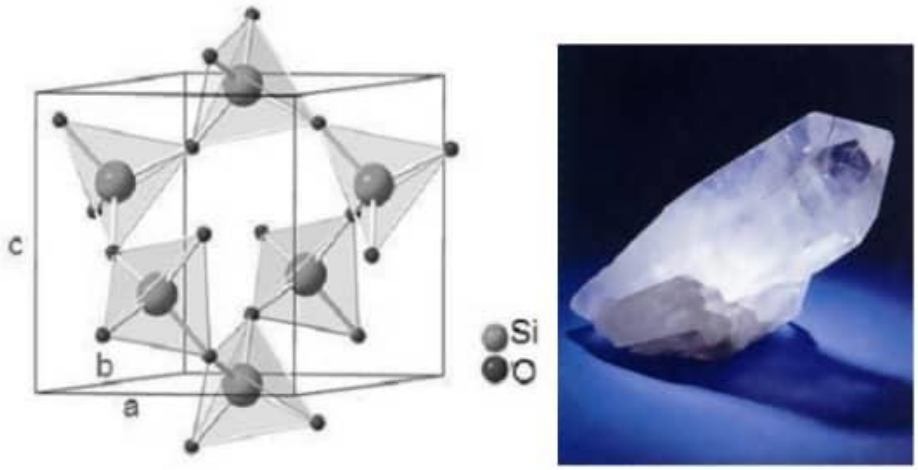
1-11/- مكونات رمل الكثبان :

رمال الكثبان تتكون من ثلاثة معادن رئيسية و هي : الكوارتز والجبس و الكالسيت.

1 /الكوارتز:

يعد الكوارتز ثاني أكثر مادة متوفرة على سطح الأرض، بحيث يتكون من بلوزات سداسية الشكل والتي بدورها تتكون من سيلكا ثلاثية التبلور....ثاني أكسيد السيليكون.... منتشر في جميع أرجاء العالم كأحد مكونات الصخور كما يوجد كترسبات باقية، ويستخدم المرو (السليكا) في تصنيف الصخور النارية حيث تعد الصخور النارية التي تحوي نسبة عالية من الكوارتر....66%.... . صخور نارية حمضية وكلما قلت نسبة السليكا تصبح هذه الصخور قاعدية، ويتميز ببريق لافلزي زجاجي ويكون بألوان متعددة حيث هناك الكوارتز الوردي والأسود والشفاف وغيرهم وذلك نتيجة اختلاف التركيب الشبكي واختلاف نسبة وأنواع الشوائب، تقدر صلابة الكوارتز بسبع درجات حسب مقياس موهس، وتبلغ كثافته 2.65 .....غرام على سنتمتر المكعب..... تظهر بلورات الكوارتر خاصية تعرف باسم الكهربائية الضغطية، حيث أنها تنتج كهرباء عند ضغطها على طول اتجاهات متعددة من الكريستال، ولها ميزة تدوير مستوى سطح الضوء المستقطب وبالتالي فهي تستخدم في المجاهر المستقطبة، ويستخدم الكوارتز في صناعة الساعات والأجهزة الحديثة.

وعند تسخينه يحدث له تحول انتقالي مباشر (شبه بلوري إلى الكوارتز كوارتز درجة الحرارة المرتفعة) عند درجة حرارة 755 ..س.. [23]



الصورة8.II:البنية البلورية للكوارتز

الجدول2.II:الخواص الفيزوكميائية للكوارتز

المركب	الكوارتز
الصيغة الكيميائية	SiO_2
الكتلة المولية (g/mol)	60.085
الحجم المولي (Cm^3)	22.688
قابلية الذوبان	غير قابل
صلابة	7
قرينة الانكسار	1.554-1.543
المقاومية الكهربائية (Ωm)	$4 * 10^{12}$
درجة الانصهار(C^o)	1713-1705

2. الحجر الكلسي (الكالسيت)

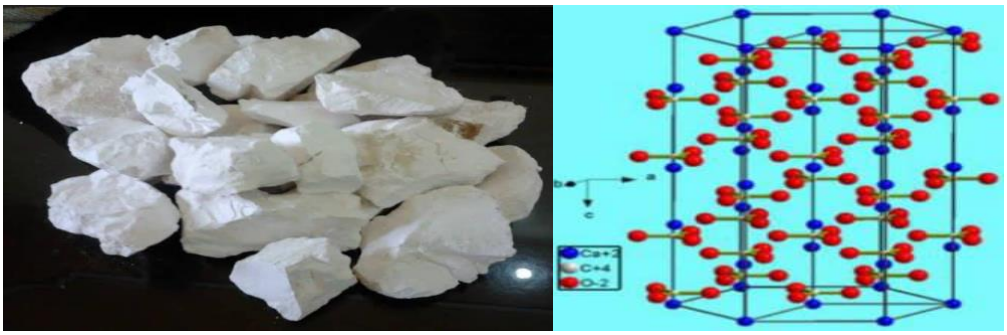
الكالسيت هو صخر رسوبي يتكون بشكل أساسي من كربونات الكالسيوم ، نظامها البلوري سداسي أما شكلها الخارجي عبارة عن بلورات منشورية أو على شكل توائم سداسية، تتواجد على شكل كتل متراصة، بلورات مجهرية (الحجر الجيري)، ليفية، متصلبة، وذو ألوان مختلفة عديم اللون ابيض وردي، اخضر اصفر ، و عادة ما يكون على شكل كاسايت أو أراجونايت وقد تحتوي أيضا كميات كبيرة من كربونات المغنيسيوم (الدولومايت)، وأيضا قد يتضمن على بعض المكونات الأخرى ولكن بكميات بسيطة كالطين وكربونات الحديد واالفلدسبار والبرايت والكوارتز.

ومن أكثر الأحجار الكلسية التي لها قوام حبيبي، ويتراوح تلك الحبيبات ما بين 0 الى 0.001 إلى حبيبات الكبيرة المرتبة.

كذلك للكلس استعمالاته الهامة في صناعة الزجاج والزراعة أيضا ، وبعض أنواع الحجارة الكلسية تدخل في مجال البناء [23]

الجدول3.II:الخصائص الفيزوكميائية للكلس [23]

المركب	الكلس
الصيغة الكيميائية	$CaCO_3$
الكتلة المولية (g/mol)	100.089
الحجم المولي (Cm^3)	36.9257
قابلية الذوبان	في الأحماض المخففة
صلابة	3
قرينة الانكسار	2.7106
المقاومية الكهربائية (Ωm)	$2 * 10^{12}$



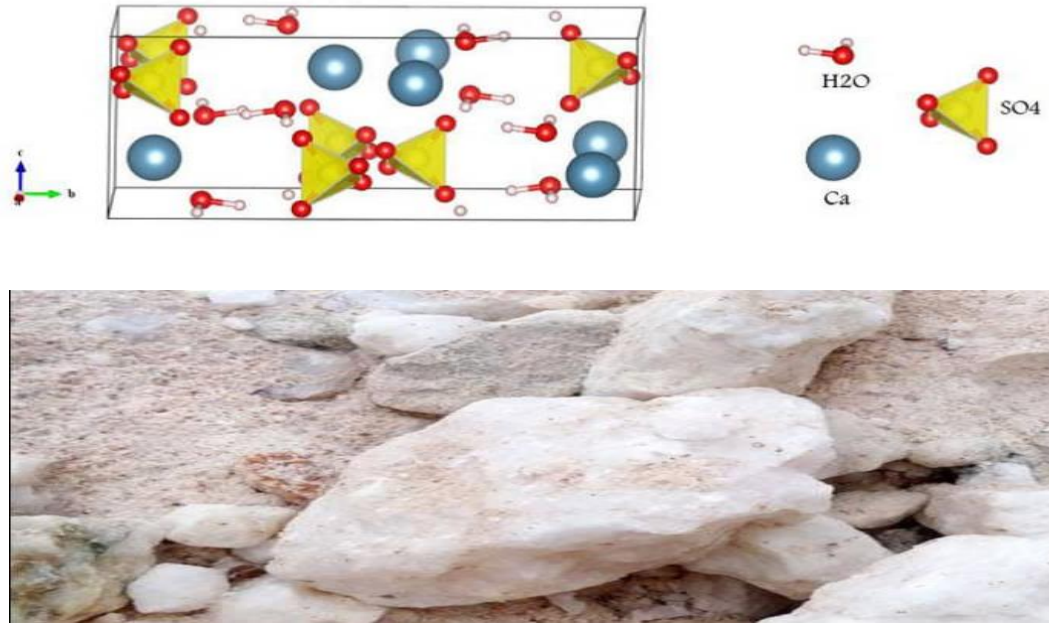
الصورة9.II:الكلس والبنية البلورية له [23]

الجبس

الجبس مادة صلبة مكونة من ثنائي كبريتات الكالسيوم المائي . وهو من الخامات المتوفرة بكثرة في الأرض كما أنه معدن كبريتي منتشر في الطبيعة بأحد شكليه المعدني أو صخر رسوبي فيقوم بالتداخل مع معدن الأنهدريت (كبريتات الكالسيوم اللامائية) ويتواجد مع الطين والحجر الجيري وهو ذو لون رمادي أو أبيض ويميل إلى الاحمرار في بعض الأحيان وقد يكون وجوده على سطح الأرض أو على أعماق يمكن أن تصل الى 350 متر.

يتم إستخدام الجبس كمادة رابطة للوحدات البنائية ويستعمل كذلك في أعمال الإنهاء أو كمادة تدخل في إنتاج بعض المنتجات الجبسية، ولكنه يمتاز بتأثره بالرطوبة، لذالك يجب استخدامه في المناطق غير معرضة للرطوبة ويستخدم أيضا في صناعة القوالب الخاصة بالنحت والزخرفة وغيرها[23].

يقوم الجبس بعملية التبلور وفق نظام بلوري أحادي الميل وفق الشكل التالي



الصورةII.10:الجبس والبنية البلورية له[23]

الجدول5.II:الخصائص الفيزوكيميائية للجبس [23]

المركب	الجبس
الصيغة الكيميائية	$CaSO_4 2H_2O$
الكتلة المولية (g/mol)	172.173
الحجم المولي (Cm^3)	74.440
قابلية الذوبان	في حمض HCl مع التسخين
صلابة	2–1.5
قرينة الانكسار	1.530–1.519
المقاومية الكهربائية (Ωm)	$1.21 * 10^{14}$

2/نفايات الاجر :

2-1/مدخل:

_خلال العقود الماضية، تم الاعتراف بقلق متزايد بأن النفايات الناتجة عن قطاعي البناء والهدم ذات حجم كبير وأن هذا الحجم يتزايد عامًا بعد عام. في الجزائر على وجه الخصوص، يتم إنتاج كمية هائلة من النفايات كل عام في مواقع البناء بينما تأتي كميات كبيرة أخرى من فشل المباني بسبب الزلازل أو أسباب أخرى. من ناحية أخرى، تقدر احتياجات الإسكان بأكثر من مليوني وحدة وبعض مواد البناء مثل الرمل الطبيعي أصبحت نادرة. أصبحت عمليات التخلص من تخزين النفايات مشكلة بيئية خطيرة، وخاصة بالنسبة للمدن الرئيسية حيث تفتقر إلى مواقع التخلص. نادرًا ما يتم استخدام النفايات الناتجة عن مواد البناء ومصانع المواد ومواقع الهدم والزلازل والكوارث الطبيعية حتى الآن في الجزائر: وبالتالي هناك حاجة لإعادة تدوير المزيد والمزيد من مواد النفايات.

يكتسب الطوب المكسر أهمية خاصة كمواد خام، إذ يُقلل استخدامه بشكل كبير من مشكلة تخزين النفايات، ويُسهم في الوقت نفسه في الحفاظ على موارد الخام الطبيعية. ومع ذلك، هناك بعض العوائق أمام استخدام الطوب المكسر في الخرسانة: قيود قانونية على امتصاص الماء والشوائب، ونقص المعرفة بسلوك الخرسانة المصنوعة منه. وهذا يُولّد انعدام ثقة لدى المستخدمين. سُجّل أول استخدام للطوب المكسر مع الأسمنت البورتلاندي في ألمانيا (عام 1860) لتصنيع منتجات الخرسانة، ولكن أول استخدام ملحوظ للطوب المكسر كمواد خام في الخرسانة الجديدة سُجّل لإعادة الإعمار بعد الحرب العالمية الثانية.

نُشرت دراسات حديثة ناجحة حول استخدام الطوب المكسر كركام في الخرسانة في بعض الدول الأوروبية والأمريكية. ومع ذلك، تُركّز هذه الدراسات بشكل رئيسي على تجارب استخدام الطوب المكسر كركام خشن، وقليل منها فقط يصف الخرسانة المصنوعة من الركام الناعم أو الخشن والناعم .

2-2/تعريف الطوب:

الطوب هو مادة بناء تُصنع من الطين الخام الذي يُجفف طبيعيًا تحت أشعة الشمس أو يُخبز في الأفران .يأخذ الطوب عادةً شكل متوازي مستطيلات، وغالبًا ما يُضاف الرمل إلى الطين في عملية تصنيعه.

3-2/_الخصائص الفيزيائية والكيميائية للطوب:

استناداً إلى ما ورد في "دليل التوعية" لعام 2006، يتضمن الطوب المحروق أنواعاً معينة من الطين، منها الإلاليت (بألوانه من الرمادي المائل للبني إلى الأحمر)، والكاولينيت، والبرافيزيت (بلونيه البرتقالي والوردي). تحتوي عجينة الطين هذه أيضاً على عناصر معدنية تُعرف بمقاومتها العالية للحرارة، حيث تفوق درجة انصهارها بكثير حرارة أفران الطوب التي تتراوح بين 800 و1000 درجة مئوية، مثل السيليكا (SiO_2) والألومينا.(Al_2O_3)

يُحدد اللون الأساسي للطوب بواسطة عوامل تلوين تشمل أكاسيد الحديد، التيتانيوم، والمنغنيز. كما يضم الطوب نوعين من المواد الصاهرة (الفوندان) [25] وهما أكاسيد القلويات (مثل أكسيد الصوديوم والبوتاسيوم) وأكاسيد القلويات الترابية (كالجير والمغنيسيا).

لتحليل التركيب المعدني لنفايات الطوب الأحمر، استُخدمت تقنية الأشعة السينية الفلورية. وقد أظهرت النتائج المتحصل عليها (كما يوضح الجدول) ارتفاعاً في نسبتي السيليكا والألومينا.

[26] **الجدول6.II:**التركيب المعدني للنفايات الطوب

العناصر	CAO	SIO2	AL2O3	Fe2O3	Mgo	SO3	K2O	Na2O	MnO	P.F
النسبة المؤوية	6.06	66.52	14.20	5.45	2.35	0.73	2.09	0.73	/	1.00

4-2/نفايات الطوب الأحمر في الخرسانة:

تمثل نفايات الطوب، خاصة تلك المتوفرة بكميات هائلة في أنقاض المدن ومخلفات مصانع الطوب (سواء غير المحروقة أو المحروقة بشكل زائد)، مصدراً هاماً يمكن سحقه للاستفادة منه. يتيح هذا السحق إنتاج كتل خرسانية خفيفة الوزن، والتي تجد تطبيقات متنوعة:

- **للاستخدامات الهيكلية :**في أساسات الجدران والأقبية وعناصر الخرسانة المسلحة، بوزن نوعي يتراوح بين 1600 و2100 كجم/م³، ومقاومة سحق من 50 إلى 320 كجم/سم². تتميز هذه الخرسانة بمرونة عالية للضغط والانحناء المركب، بالإضافة إلى معامل انكماش وتمدد منخفض وموصلية حرارية منخفضة.
- **كعزل مسامي للجدران :**على شكل كتل وبلاط خرساني بأوزان نوعية تتراوح بين 1000 و1600 كجم/م³، وقوة سحق من 20 إلى 50 كجم/سم²، وقوة شد من 5 إلى 10 كجم/سم². تتميز بمعاملات انكماش من 0.20 إلى 0.30 مم وموصلية حرارية منخفضة. يمكن استخدام مجموعة حبيبية أحادية (3/1 مم) لإنتاج خرسانة مسامية ذات عزل حراري متطور من هذه النفايات.

بالإضافة إلى ذلك، يمكن استخدام نفايات الطوب المسحوق في:

- الخرسانة غير المسلحة (المدموكة) اللازمة للأساسات الضخمة وأساسات الجدران والخرسانة الحشوية.
- واجهات الطرق على الجسور ذات الكثافة المنخفضة.
- إنشاء قواعد الطرق، ومواد الردم، وأعمال تنسيق الحدائق.

تتميز الخرسانة المعتمدة على الطوب بمقاومة جيدة للحريق، حيث أن الخرسانة التقليدية عادةً لا تصمد في درجات حرارة أعلى من 300 درجة مئوية [27]. يمكن أيضاً تصنيع خرسانة حرارية منها لمقاومة درجات الحرارة العالية والتآكل الكيميائي في الهياكل الصناعية كالمداخن وبطانات الغلايات وأرضيات مصانع الصلب.

تذكر بعض مصادر مصانع الطوب وجود استخدامات محلية عرضية لهذه النفايات، مثل

:[28]

-منصات خرسانية.

-ملاط الاسمنت.

-تجديد الارضيات القديمة.

الصورة12.II: نفايات الطوب الأحمر بعد الهدم

2-5/خصائص الخرسانة المكونة من نفايات الطوب:

يُعد استخدام نفايات الطوب في إنتاج الخرسانة أمراً واعداً، حيث أظهرت هذه الخرسانة أداءً جيداً. يعتبر هذا الاستغلال للنفايات ذا أهمية خاصة من منظور إعادة التدوير.

رغم شيوع استخدام هذه المادة، إلا أن تقييم الخصائص المتنوعة للخرسانة المصنوعة من مخلفات الطوب لم يخضع بعد لدراسات منهجية كافية. تتضمن الخصائص المهمة الواجب أخذها في الاعتبار:

- امتصاص مخلفات الطوب للماء مرتفع نسبياً (5%-15% من الوزن الجاف)، مما يستوجب تشبيعها بالماء قبل الخلط.
- تتراوح كثافة الخرسانة المصنوعة من الطوب بين 2000 و2080 كجم/م^3.
- يمكن تقييم لدونة الخرسانة (قابلية التشغيل) عبر اختبارات الاتساق مثل مخروط أبرامز أو اختبار.VeBe
- تتطلب هذه الخرسانة فترة معالجة رطبة طويلة للحيلولة دون جفاف المادة الرابطة وتضرر السطح.
- يمكنها المساهمة في إنتاج خرسانة هيكلية عالية القوة مع تخفيف الوزن بنسبة تصل إلى 15.%
- تمنح الخرسانة المصنوعة من الطين المحروق مقاومة فائقة للحريق.
- تمتلك الخرسانة المحتوية على نفايات الطوب نفاذية أعلى من الخرسانة التقليدية.
- يوجد خطر حدوث التآكل والتزهير في الخرسانة [29] إذا احتوت نفايات الطوب على أملاح قابلة للذوبان.

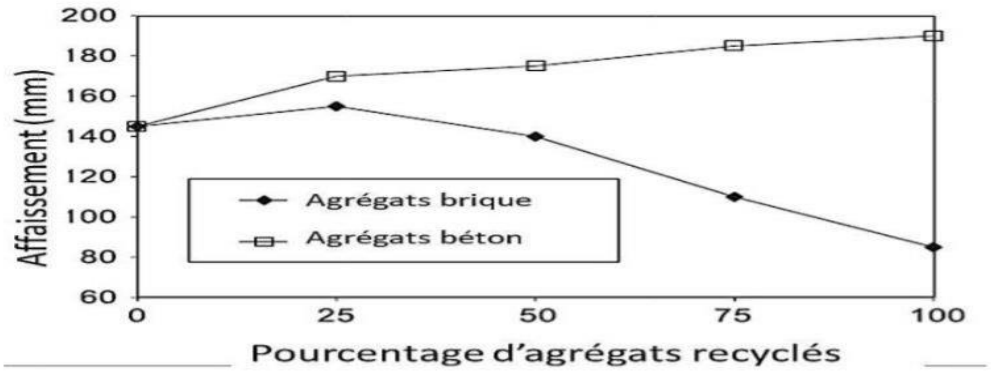
2-6/أعمال بحثية حول استعادة مساحيق الطوب:

تُظهر دراسة أجراها خوسيه ماركوس أورتيجا وآخرون [30] إمكانية تثمين نفايات الطوب في صناعة الأسمنت. ركز العمل البحثي على تحليل التأثيرات طويلة الأمد (حتى 400 يوم) لإضافة مسحوق نفايات الطوب كبديل لما يصل إلى 20% من الكلنكر في الملاط، وذلك بتقييم البنية الدقيقة، المتانة، والخصائص الميكانيكية. وكشفت النتائج أن الملاطات التي تحتوي على 10% أو 20% من مسحوق الطوب قدمت خصائص ميكانيكية جيدة على المدى الطويل، وكانت في بعض الأحيان أفضل من الملاط المصنوع من الأسمنت البورتلاندي العادي[30]

2-7/تأثير نفايات الطوب على قابلية تشغيل الخرسانة :

_دراسة الخطيب. تبين أن قابلية تشغيل المواد باستخدام الكتل الخرسانية المصنوعة من الطوب تنخفض بشكل كبير عند مقدار هبوط يبلغ 25% أو أكثر، على النقيض من مخاليط الكتل الخرسانية الطبيعية، والتي تزيد من قابلية التشغيل بشكل طفيف. لذلك، من الضروري إعادة تقييم الكمية الإجمالية للمياه لضمان الأداء السليم والترطيب الأمثل

لمزيج الطوب للحصول على كمية كافية وفعالة من المياه [31] وقد أكد P. B. Cachim أن التركيبات المستبدلة بمجموعات الطوب تظهر انخفاضًا في قابلية التشغيل وكثافة الخلطات [32]. النتائج موضحة في الشكل



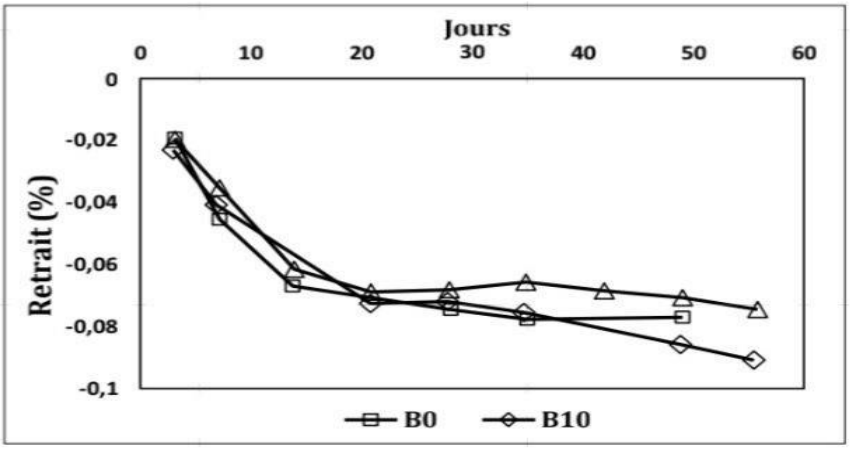
الشكل II.1 :تأثير مواد البناء المصنوعة من الطوب على الانهيار [33]

_ أعلنت أديل جريلييه أن سحق الطوب سيؤدي إلى تعديل سلوك الخلطات الهيدروليكية اعتمادًا على حجم الحبيبات وكمية الاضافات المستردة. تعتمد قابلية تشغيل المادة على حجم حبيبات الاضافات المستخدمة[.34]

2-7-1/**الانسحاب** :

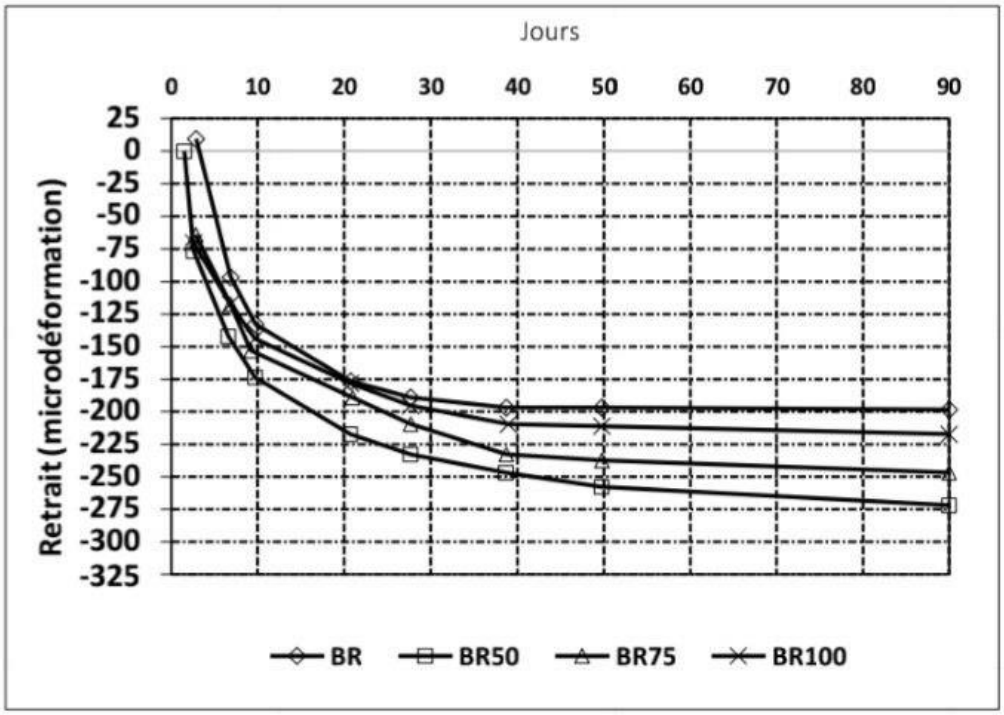
بيكتاس وآخرون [35]وجد أن استبدال رمل الطوب بنسبة 10٪ يعطي أعلى انكماش، من ناحية أخرى عند استبدال 20٪ لوحظت أصغر قيمة انكماش مع انحراف بسيط .

_ لاحظ الخطيب [36]أنه كلما ارتفع معدل استبدال الرمل بنفايات الطوب، انخفض الانكماش. ويتم تفسير ذلك من خلال التفاعل البوزولاني الذي يمتص الماء. تحتفظ جزيئات الطوب بالماء لفترة أطول في البداية



الشكل II.2: تأثير نفايات الطوب على انكماش الخرسانة[35]

يتم امتصاصه بواسطة الخليط في مسام الطوب، وبالتالي تأخير الترطيب والانكماش أثناء التجفيف بسبب وجود الرطوبة الداخلية(الشكل.)



الشكلII.3:ملفات تعريف الانكماش للخرسانة التي تحتوي على نفايات الطوب .

2-7-2/المسامية :

_ درس غونسالفيس وزملاؤه [37] تأثير الطين المحروق (نفايات الطوب والميتاكاولين) على مسامية الملاط، باستخدام طوب برازيلي وميتاكاولين كبديل للأسمنت بنسب حتى 40%. تبين أن نسب استبدال الأسمنت بنفايات الطوب لم تغير من كثافة وتماسك الملاط بسبب تشابه توزيع المسام مع الملاط المرجعي. لكن النتائج أكدت أن نفايات الطوب المعاد تدويرها تزيد من المسامية الكلية مقارنة بملاط التحكم[37]

2-7-3/الامتصاص الشعري :

_بالنسبة لامتصاص الماء الشعري واللياقة البدنية، وجد سي أحمد وكيناي [38] أن النتائج قابلة للمقارنة، وخاصة بالنسبة لـ 10٪ .PBيبدو أن إضافة مسحوق الطوب المعاد تدويره أدى إلى زيادة الامتصاص بشكل طفيف. من المحتمل أن الزيادة الطفيفة في الامتصاص والقدرة على الامتصاص للمخاليط التي تحتوي على مسحوق نفايات الطوب ترجع إلى تأثير التخفيف وانخفاض تماسك المخاليط.

3/بقايا الالياف المعدنية:

3-1/مدخل:

يسمى المزيج المكون من الرمل والحصى (الركام) والماء والمادة الرابطة (الإسمنت) بالخرسانة، أما إذا أضفنا إليها كميات من الحديد من أجل الزيادة في تحملها لإجهادات الشد فتسمى خرسانة مسلحة، فالخرسانة لوحدها لا تستطيع تحمل هذا النوع من الإجهادات، وفي بعض الأحيان نضيف أليافا ذات طبيعة مختلفة فتسمى خرسانة الألياف، أو تصطلح عليها بالخرسانة المعززة وهي اليوم الأكثر استعمالا في مجال البناء[39]

يعتمد استخدام الألياف في التركيبات الخرسانية، سواء كانت خرسانة عادية أو خرسانة رملية أو ملاط، على مدى توافق الخصائص الفيزيائية والكيميائية لهذه الألياف مع مكونات هذه التركيبات. ولا يمكن إغفال البعد الاقتصادي، إذ إن تكلفة الألياف خاصة المعدنية منها قد تكون مرتفعة نسبياً مقارنةً بحديد التسليح، مما يجعل الجانب المالي عاملاً مؤثراً في اتخاذ قرار استخدامها.

3-2/لمحة تاريخية عن خرسانة ألالياف المعدنية:

جاء في [ACI committee 544.1993] انه منذ أواخر خمسينيات القرن الماضي تحرت جمعية الاسمنت البورتلاندي PCA عن تسليح الخرسانة بالألياف الفولاذية واستخدمت في تطبيقات هندسية مثل رصف الطرق وبلاطات الأرضيات، أما الاستخدام التجاري لها فقد تم في عام 1971 في محطة وزن الشاحنات في ولاية أوهايو في الولايات المتحدة [40]

ونقل [41] في الولايات المتحدة الأمريكية في 1954 استحقت هذه الإجراءات نظرة خاصة، إذ أن عوامل التقوية التي نصت عليها في تلك الفترة هي نفسها المستعمل اليوم في خرسانة الألياف المعدنية حيث أن استعمال هذه الألياف زاد من مقاومة التشققات الحاصلة في الخرسانة وقد نصح باستعمال الخرسانة المسلحة والمدعمة بالألياف المعدنية في أرضية المطارات وأساسات الآلات الكبيرة وغيرها [42]

ولكن فكرة الخرسانة المدعمة بالألياف المعدنية كما يرى بعض الباحثين أسست لأول مرة في 1874م من طرف (BERAD)بكاليفورنيا (الو .م .أ) ، حيث اقترح إضافة حبيبات من حديد الخلطة الخرسانة بهدف الحصول على قطع فنية وفي نفس السياق WEAKLY سنة 1912 لغرض توسيط حلفة وتلاحمها مع الخرسانة استعمل فيها أجزاء بسلكيين من الحديد (42][43) ، وكذلك اقترح الألماني (KLEINLOGEL) في 1920 إضافة حجم نسبي من جزيئات كبيرة من الحديد داخل الخرسانة لنحتها [41]

سنة 1977 بكاليفورنيا قدم السيدين (MARTIN et MEISCHE -SMITH) مقترح خلط صفائح أو أسلاك من الحديد مع الخرسانة من أجل صنع نوعية جيدة من الأنابيب .

اقترح سنة 1933 السيد (ETHERIDGE) تدعيم الخرسانة بألياف على شكل حلقات مختلفة الأقطار والأبعاد من أجل التحسين المقاومة ضد التشققات وإعياء الخرسانة المستعملة في بناء خطوط السكة الحديدي وكذلك الاختبارات التي أجريت في انجلترا سنة 1943 من طرف[25]. CONSTANTINESCO

3-3/مكونات خرسانة الالياف المعدنية:

الخرسانة الليفية هي خرسانة عادية مدعمة بألياف غير مستمرة موزعة توزيعاً عشوائياً في كافة الاتجاهات[43]

ما يميز الخرسانة المسلحة بالألياف عن نظيرتها التقليدية المسلحة بالقضبان هو أن الألياف تكون مبعثرة وعشوائية التوزيع ضمن المقطع العرضي وبأبعاد قصيرة وفراغات متقاربة، بينما التسليح التقليدي يعتمد على قضبان مستمرة ومتباعدة بمسافات محددة توضع بشكل منظم ضمن الهيكل.

يشير تقرير معهد الأسمنت الأمريكي ACI 544.3R-96 إلى أن نسبة الألياف المضافة حجمياً تتراوح نموذجياً بين 0.25% و2.00%، أي ما يعادل وزناً بين 20 و157 كجم/م^3[40].

بالنسبة لخرسانة الألياف المعدنية، فغالباً ما تتكون من مزيج غني بالرمل، وبتركيز أسمنت يتراوح بين 300 و500 كجم/م^3. ويعتمد تحديد كمية الألياف المعدنية فيها على مستوى المقاومة المطلوب من الخرسانة[41]

4-3/صياغة الخرسانة الالياف المعدنية:

وفقاً لأعمال .[44] .Rossi (1989) ، Bernier G (1991). [45].، و[30] Zhan (1991) ، فإن طرق تكوين الخرسانة المسلحة بالألياف المعدنية تميل إلى أن تكون تجريبية بشكل أساسي. تستند هذه الطرق إلى العديد من الدراسات التجريبية التي غالباً ما تسفر عن توصيات قد لا تكون مناسبة لجميع تطبيقات خرسانة الألياف، وقد لا تضمن الاستخدام الأمثل لهذا المركب. لذلك، يجب تحديد تكوين الخرسانة المدعمة بالألياف المعدنية لكل تطبيق صناعي مستهدف على حدة لضمان الحصول على مركب محسّن يحقق الغاية المنشودة.[46]

تتطلب صياغة خرسانة الألياف المعدنية تحسين مكوناتها، خاصة هيكلها الحبيبي، لتحقيق قابلية التشغيل المرغوبة [31]. تعتمد تركيبات خرسانة الألياف بشكل كبير على النتائج المستخلصة من التجارب بهدف الوصول إلى تركيبات مثالية تجمع بين سهولة التشغيل والمقاومة الجيدة.[32]

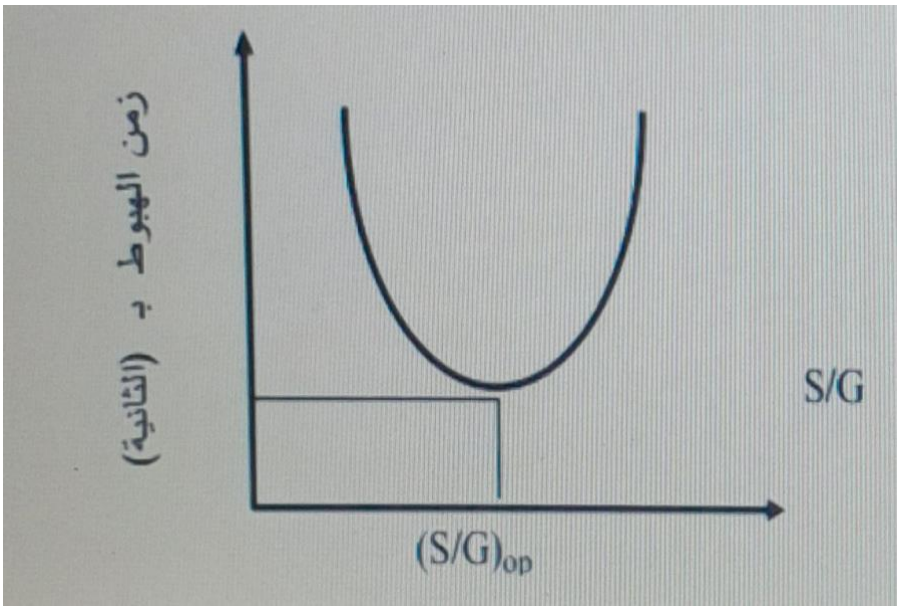
من بين الأساليب التجريبية المستخدمة، توجد طريقة لتصميم خلطات خرسانة الألياف تم تطويرها بناءً على طريقة الباحث- [35] Baron Lesage التي اشتهرت باستخدامها في تحسين الهيكل الحبيبي للخرسانة التقليدية- وقد جرى تعديلها لتناسب خرسانة الألياف المعدنية [41] بواسطة [19] Serna-Ross وروسي [37]. تعتمد هذه الطريقة المعدلة على الفرضيات التالية:

- نسبة الماء/الأسمنت (W/C) تكون ثابتة مبدئياً، والهيكل الخرساني الأمثل هو الذي يعطي الخرسانة الأسهل في التشغيل والأكثر تماسكاً.
- الكمية المثلى للركام لا ترتبط بطبيعة أو حجم عجينة الأسمنت.
- إضافة الألياف الفولاذية لا تؤثر على الفرضيتين السابقتين.

5-3/تكيف تركيبة (Baron- Lesage)(**بواسطة**(Rossi) :

وهي الطريقة تجريبية لتحسين تكوين خرسانة الألياف المعدنية بشكل أفضل يقدمها (LCPC) المخبـر المركزي للجسور والطرق [46] ، حيث قام روسي بثلاثة مراحل (عملية) من أجل تركيبة خرسانة الألياف الفولاذية وهي :

- في البداية ثبت النسبة (E/C) وكذلك نسبة الألياف.
- ثم قام بتغيير نسبة (S/G) وتحديد التشغيل من أجل كل نسبة، ثم رسم المنحنى الذي يوضح العلاقة بين (S/G)بواسطة جهاز الليونة ثم تعيين النسبة (S/G) التي تعطي التشغيل الأمثل لاحظ الشكل 2.11



الشكل4.II:تعين نسبة (s/g)المثلى (بواسطة Rossi)[37]

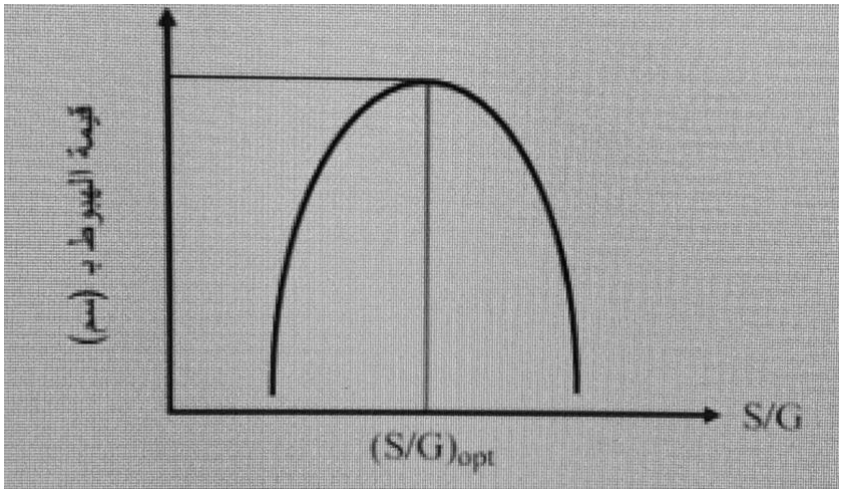
انطلاقا من الفرضية الثانية نستطيع زيادة كمية الماء والاسمنت مع الاحتفاظ (E/C) ثابتة حتى تحصل على التشغيلية [32] وإلا فإننا سنحتاج إلى بعض الإضافات من أجل ضبط هذه التشغيلية المطلوبة[30]

3-6/**تكيف تركيبة**(Baron- Lesage)**بواسطة** (Serna – Rossi):

الجدول7.II:مكونات خلطات خرسانة ألالياف الفولاذية موصى بها من (ACI committee 544,1993)

معايير الخلطة Dmax	الاسمنت Kg/m3	E/C%	S/G %	نسبة الهواء %	نسبة الالياف	
					متموجة او معكوفة	ملساء
10mm	600_360	45_35	60_45	4.8	1_0.4	2_0.8
19mm	540_300	50_35	55_45	4.6	0.8_0.3	1.6_0.6
38mm	420_280	55_35	55_40	4.5	0.7_0.2	1.4_0.4

التركيبية قائمة على ثلاثة مراحل من أجل تكوين خرسانة الألياف وذلك بنفس طريقة روسي في الخطوتين الأوليتين ماعدا الخطوة الأخيرة التي اعتمد فيها على الفرضية الثانية بحيث يستطيع أن نزيد كمية الماء والركام فقط أما الإسمنت فتبقى ثابتة ، إذن (E/C) يتغير حتى نحصل على التشغيلية المرغوب فيها



الشكل5.II:المنحنى يحدد النسبة (S/G) المثلى [32]

الفصل الثالث

صياغة خرسانة الرمل وخصائص المواد المستعملة فيها

1 مدخل :

تعتبر خرسانة الرمل من أنواع الخرسانة التي تعتمد بشكل أساسي على الرمل كمكون رئيسي بدلا من الحصى أو الركام الخشن التقليدي، وعادة ما تستعمل تطبيقات البناء الخفيفة. تتكون من الإسمنت والرمل والحصى والمحسنات ..... إلخ.

كما يفضل استخدام الرمل ذو التدرج الحبيبي المناسب وذلك من أجل تحسين مقاومة الخرسانة

2/خصائص المواد المستعملة:

في هذه الدراسة ارتأينا استعمال رمل عسيلة، رمل الكثبان، ورمل الآجر والإسمنت بدون إضافات وذلك للحصول على صيغة لاستعمال رمل الكثبان ورمل الآجر

2-1/.الرمل:

تأتي أهمية هذه الدراسة من التركيز على استغلال موارد رملية ونفايات صناعية محلية ذات وفرة في البيئة الجزائرية، وبالأخص **رمال الكثبان** المنتشرة بكثرة في المناطق الصحراوية والتي تُعتبر غالباً غير مستخدمة في البناء التقليدي. إلى جانبها، تم إدخال **رمل عسيلة**، وهو نوع من الرمال المحلية التي تساهم في تحسين الخصائص الفيزيائية للمزيج الرملي. كما شمل البحث استغلال **رمال الآجر**، وهي نفايات صناعية غنية بالمركبات السيليكاتية والألومينية الناتجة عن صناعة الآجر، والتي تمثل مورداً واعداً يمكن إعادة تدويره. هدفنا من دمج هذه الأنواع الثلاثة من الرمال والمخلفات كان البحث في إمكانية تشكيل خرسانة رملية ذات خصائص محسّنة، مما يساهم في تثمين هذه الموارد والنفايات وتحويلها إلى مواد بناء ذات قيمة اقتصادية وبيئية.

3/. الكتلة الحجمية :

إن الهدف من حساب الكتلة الحجمية هو معرفة كثافة الركام المستعمل ونوعه ، كذلك معرفة الكتل والأحجام كل ذلك بتحليل طبيعة الرمل وتصنيفه حسب كثافته

3-1/. الكتلة الحجمية المطلقة :.

تعبر عن النسبة بين وزن الحبيبات الصلبة إلى حجمها وتعطى بالعلاقة التالية:

$$Rab=Ms/Vs$$

حيث:

Rabهي الكتلة الحجمية المطلقة

Vsهو حجم الحبيبات الصلبة

Msهو وزن الحبيبات الصلبة

3-2/. الكتلة الحجمية الضاهرية :

تعبر عن النسبة بين الوزن الكلي للعينة إلى الحجم الكلي وتعطى بالعلاقة التالية :

$$Rapp=Mt/Vt$$

حيث:

Rappهي الكتلة الحجمية الظاهرية :

Vtالحجم الكلي للعينة :

Mtهو الوزن الكلي للعينة :

ولقد تمكنا من الحصول على النتائج الموضحة في الجدول التالي

الجدول1.III:.يوضح الكتلة الحجمية المطلقة والظاهرية

العينة	النوع	الكتلة الحجمية الظاهرية	الكتلة الحجمية المطلقة
1	100%رمل عسيلة	1.623	2.5
2	100 %رمل الكثبان	1.49	2.6
3	100% رمل الاجر	1.055	2.3
4	50%رمل عسيلة 50%رمل الكثبان	1.914	2.67
5	70%رمل عسيلة 30%رمل الكثبان	1.594	2.63
6	70%رمل عسيلة 30%رمل الاجر	1.368	2.5
7	50%رمل الكثبان 50% رمل الاجر	1.294	3
8	50%رمل عسيلة 25%رمل الكثبان 25%رمل الاجر	1.44	2.542

الملاحضة : نلاحظ ان كل الرمال المستعملة هي في مجال الرمال العادية وهذا ما يعني انها رمال عادية ينتج عنها خرسانة عادية .

الصورةIII.1:الكتلة الحجمية المطلقة	**الصورةIII.2:**الكتلة الحجمية الظاهرية

4/.المكافئ الرملي:

إن الهدف من تجربة المكافئ الرملي هو تحديد نسبة الشوائب الناعمة كالطين والمواد العضوية في الرمل من أجل معرفة مدى صلاحية استخدامه في الخرسانة

طريقة التجربة:

هذا الاختبار يتضمن :

بعد وزن عينة كتلتها 120 (غ) من الرمل نقوم بغمسها في محلول (فلوكون).

-ثم نقوم بالرج بواسطة الجهاز لمدة 30 ثانية.

-وعندما نقوم بتسوية العينة نتركها لمدة 20 دقيقة.

-بعدها نقيس ارتفاع الرواسب.

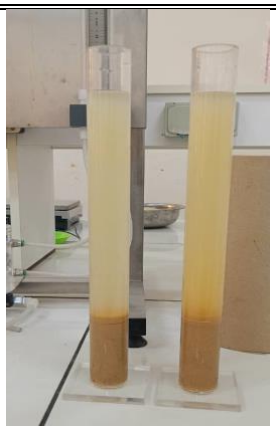
بحيث ان:

✓الطبقة السفلية هي الرمل الصافي وارتفاعها(H2) :

✓الطبقة العالية تعبر عن الرمل والشوائب معا وإرتفاعها(H1)

يتم التعبير على المكافئ الرملي بالعلاقة التالية :

$$Es=(H1/H2)\times 100$$

	
الصورةIII.3:جهاز الرج الالي للمكافئ رملي	**الصورةIII.4:**تجربة المكافئ الرملي

الجدول2.III:النسب المئوية للمكافئ الرملي للعينات المدروسة

تركيبة الرمل	المكافئ الرملي
عسيلة	87.5
كثبان	95
اجر	86
50%رمل عسيلة +50%رمل الكثبان	92
70%رمل عسيلة+30%رمل الكثبان	88
70%رمل عسيلة+30%رمل الاجر	89
50%رمل عسيلة+50%رمل الاجر	87.5
50%رمل عسيلة+25%رمل الكثبان+25%رمل الاجر	98.5

عند قيامنا بالتجارب تحصلنا على النتائج التالية

ملاحظة :

إن في جميع الإختبارات المدروسة لمختلف تركيبات الرمل تم الحصول على معامل المكافئ الرملي اكبر من 80 رغم ذلك نلاحظ أن الغياب كان شبه تام للدقائق .

5/.التحليل الحبيبي :

-تجربة التحليل الحبيبي هي تجربة تستخدم لتحديد توزيع حجم الحبيبات أو الجزيئات في التربة ومعرفة مقاسات الركام المختلفة المستعملة ، بإستخدام التحليل المنخلي عن طريق مجموعة من الغرابيل بحيث تكون مرتبة تنازليا حسب حجم الفتحات ، موضوعة فوق بعضها البعض ، تمكنا من حساب النسب المئوية لكل حجم حبيبي ومن ثم رسم منحنى التدرج الحبيبي لكل عينة من العينات المدروسة فهذه التجربة ، وتعرف بواسطة المواصفات-NFP18 560

_العينة رقم1: 100% رمل عسيلة.

_العينة رقم 2: 100% رمل الكثبان

_العينة رقم 3: 100%رمل الآجر

_العينة رقم 4: 50% رمل عسيلة + 50%رمل الكثبان.

_العينة رقم 5 : 70%رمل عسيلة + 30% رمل الكثبان

_العينة رقم 6 : 70%رمل عسيلة+ 30%رمل الآجر.

_العينة رقم 7: 50%رمل عسيلة + 50%رمل الآجر.

_العينة رقم 8 : 50%رمل عسيلة + 25% رمل الآجر + 25% رمل الكثبان.

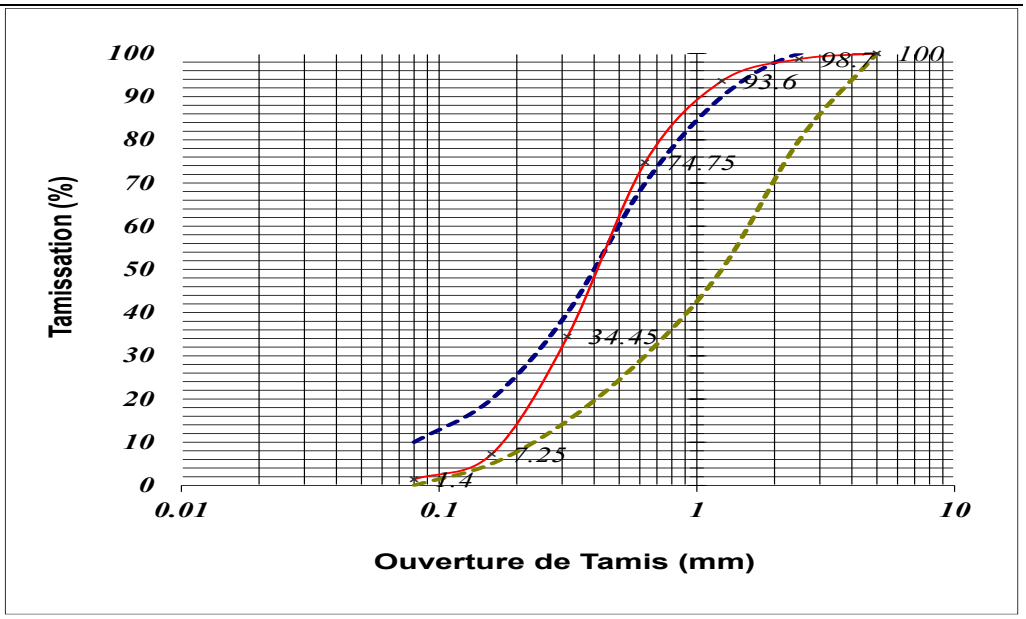
_ في هذه التجربة قمنا باستعمال 1 (Kg) من الرمل المستعمل فتحصلنا على النتائج التالية :

توضح الجداول التالية النتائج للعينات :

1/ عينة : رمل عسيلة 100 %

الجدول3.III:تدرج الحبيبي للعينة رمل العسيلة

فتحت الغربال بال (مم)	العالق (ج)	العالق المجمع(ج)	نسبة العالق المجمع	المار المجمع
5	0	0	0	100
2.5	13	13	1.3	98.7
1.25	51	64	6.4	93.6
0.63	188.5	252.5	25.25	74.75
0.315	403	655.5	65.55	34.45
0.16	272	927.5	92.75	7.25
0.08	58.5	986	98.6	1.4
	04	990	99	1



الشكل1.III منحنى تدرج الحبيبي للعينة رمل العسيلة

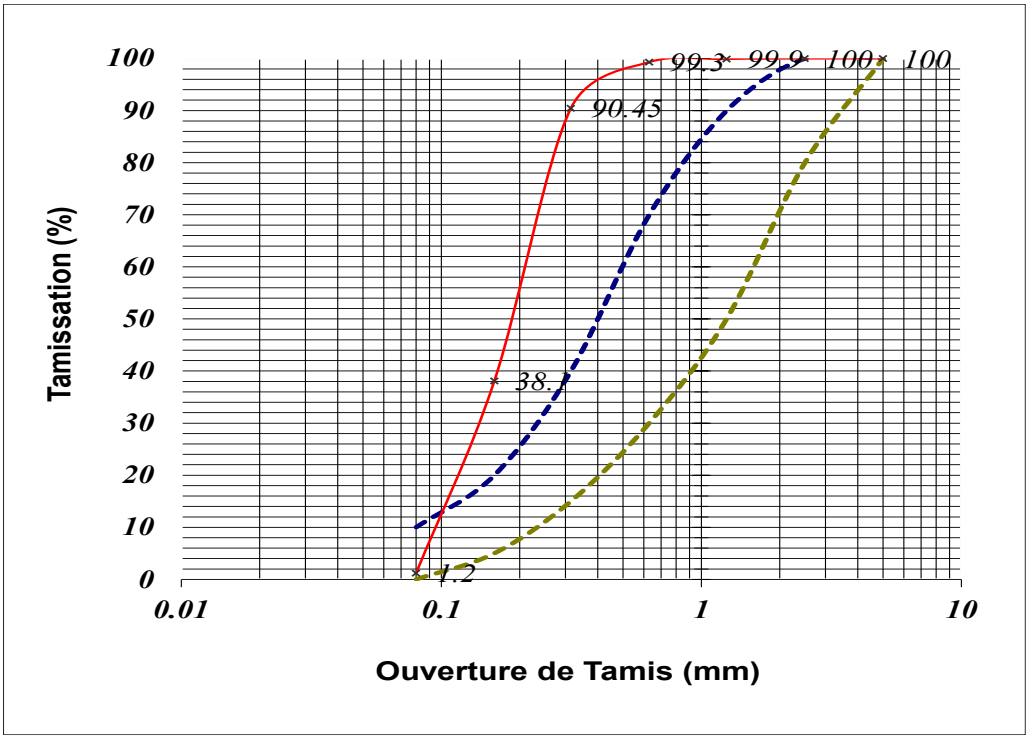
الملاحظة:

نلاحظ أن معامل النعومة مقبول لأنه داخل في المجال [2.2-2.8] A الذي يصلح للإستعمال في الخرسانة، كما أن منحنى التدرج الحبيبي نلاحظ أنه داخل المجال النظامي.

2/ عينة : 100% رمل الكثبان

الجدول4.III:تدرج الحبيبي للعينة رمل الكثبان

فتحت الغربال بال (مم)	العالق (ج)	العالق المجمع(ج)	نسبة العالق المجمع	المار المجمع
5	0	0	0	100
2.5	0	0	0	100
1.25	1	1	0.1	99.9
0.63	6	7	0.7	99.3
0.315	88.5	95.5.	9.55	90.45
0.16	523.5	619	61.9	38.1
0.08	369	988	98.8	1.2
	8	996	99.6	0.4



الشكلIII.2: المنحنى تدرج الحبيبي للعينة رمل الكثبان

الملاحظة :

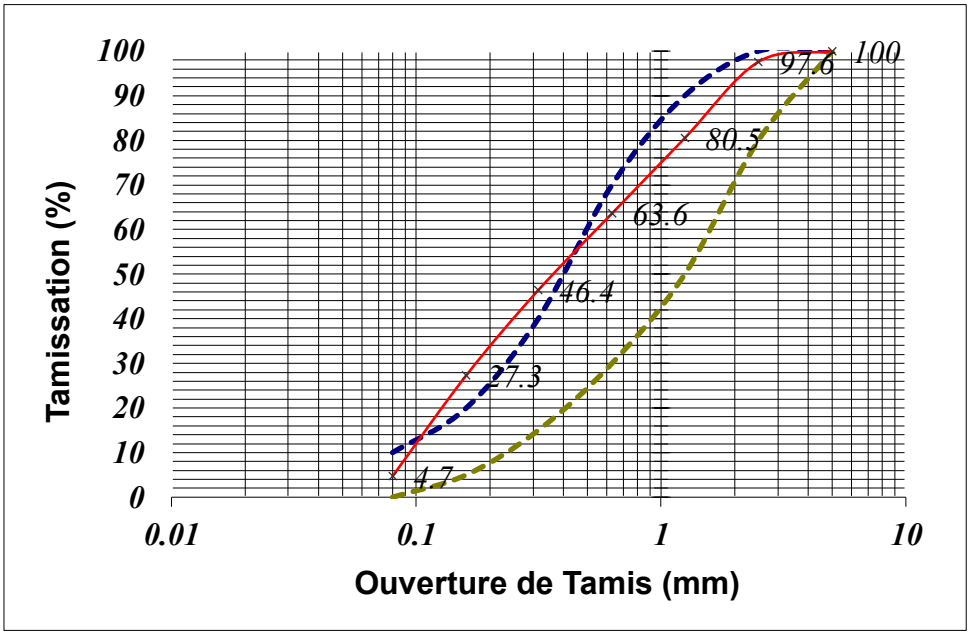
نلاحظ أن معامل النعومة منخفض لأنه خارج كل المجالات النظامية وهو الذي نريد تحسين خصائصه الفيزيائية ، كما أن منحنى التدرج الحبيبي نلاحظ أنه خارج المجال النظامي.

_العينة رقم 3: 100%رمل الآجر

الجدولIII.5:تدرج الحبيبي للعينة رمل الاجر

فتحت الغربال بال (مم)	العالق (ج)	العالق المجمع(ج)	نسبة العالق المجمع	المار المجمع
5	0	0	0	100
2.5	24	24	2.4	97.6
1.25	171	195	19.5	80.5

63.6	36.4	364	169	0.63
46.4	53.6	536	172	0.315
27.3	72.7	727	191	0.16
3.7	95.3	953	226	0.08
0.9	99.1	991	38	



الشكلIII.3 المنحنى تدرج الحبيبي للعينة رمل الاجر

:الملاحظة

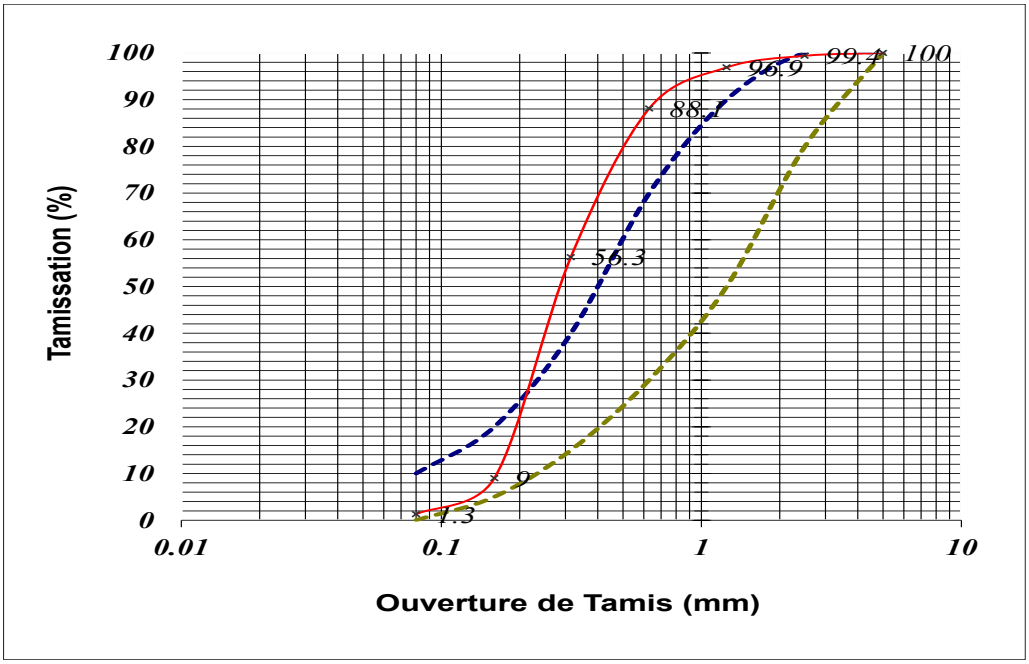
نلاحظ أن معامل النعومة منخفض لأنه خارج كل المجالات النظامية وهو الذي نريد تحسين خصائصه الفيزيائية، كما أن منحنى التدرج الحبيبي نلاحظ أنه خارج المجال النظامي.

_العينة رقم 4: 50% رمل عسيلة + 50%رمل الكثبان

الجدولIII.6:تدرج الحبيبي للعينة 50% رمل عسيلة + 50%رمل الكثبان

فتحت الغربال بال (مم)	العالق (ج)	العالق المجمع(ج)	نسبة العالق المجمع	المار المجمع
5	0	0	0	100

99.4	0.6	6	6	2.5
96.9	3.1	31	25	1.25
88.1	11.9	119	88	0.63
56.3	43.7	437	318	0.315
9	91	910	473	0.16
1.3	98.7	987	77	0.08
0.9	99.1	991	4	



الشكلIII.4: المنحنى تدرج الحبيبي للعينة 50% رمل عسيلة + 50%رمل الكثبان

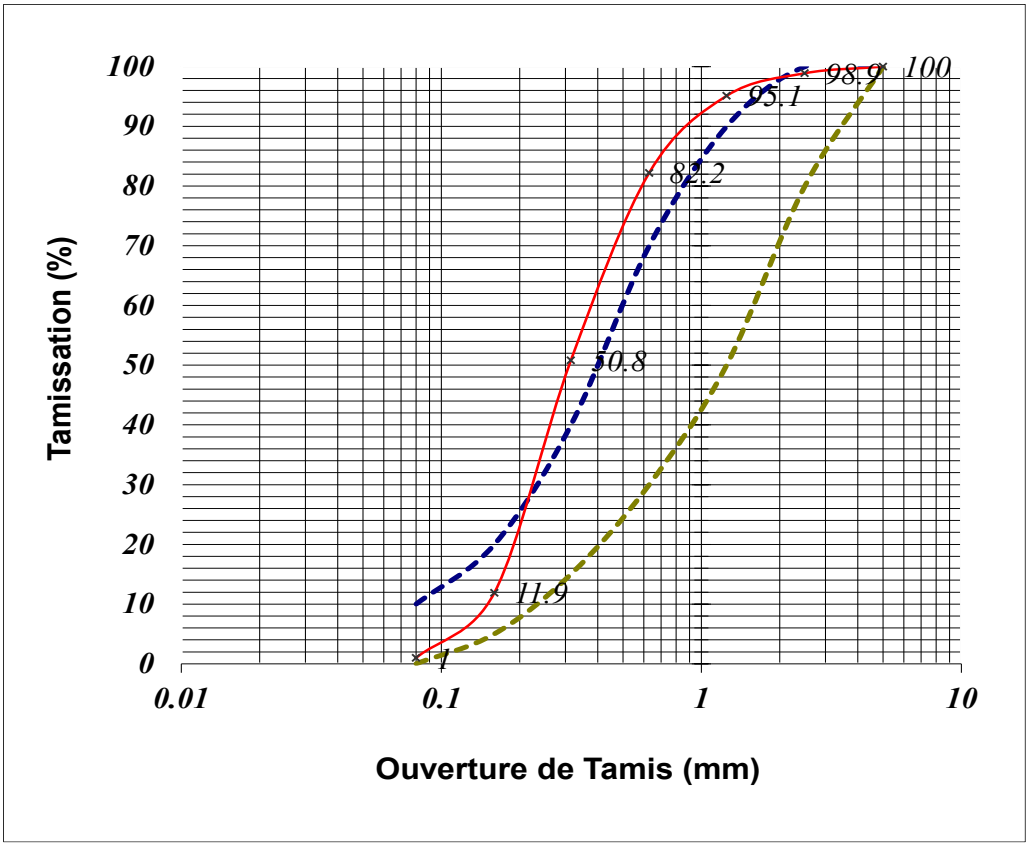
الملاحظة:

نلاحظ أن معامل النعومة مقبول لأنه داخل في المجال [2.2-2.8] A الذي يصلح للإستعمال في الخرسانة، كما أننا نلاحظ أن منحنى التدرج الحبيبي داخل في المجال النظامي، وهو الذي نثمنه ونحاول التصحيح به

_العينة رقم 5 : 70%رمل عسيلة + 30% رمل الكثبان

الجدول7.III:تدرج الحبيبي للعينة 70%رمل عسيلة + 30% رمل الكثبان

فتحت الغربال بال (مم)	العالق (ج)	العالق المجمع(ج)	نسبة العالق المجمع	المار المجمع
5	0	0	0	100
2.5	11	11	1.1	98.9
1.25	38	49	4.9	95.1
0.63	129	178	17.8	82.2
0.315	314	492	49.2	50.8
0.16	389	881	88.1	11.9
0.08	109	990	99	1
	5	995	99.5	0.5



الشكل5.III: المنحنى تدرج الحبيبي للعينة 70%رمل عسيلة + 30% رمل الكثبان

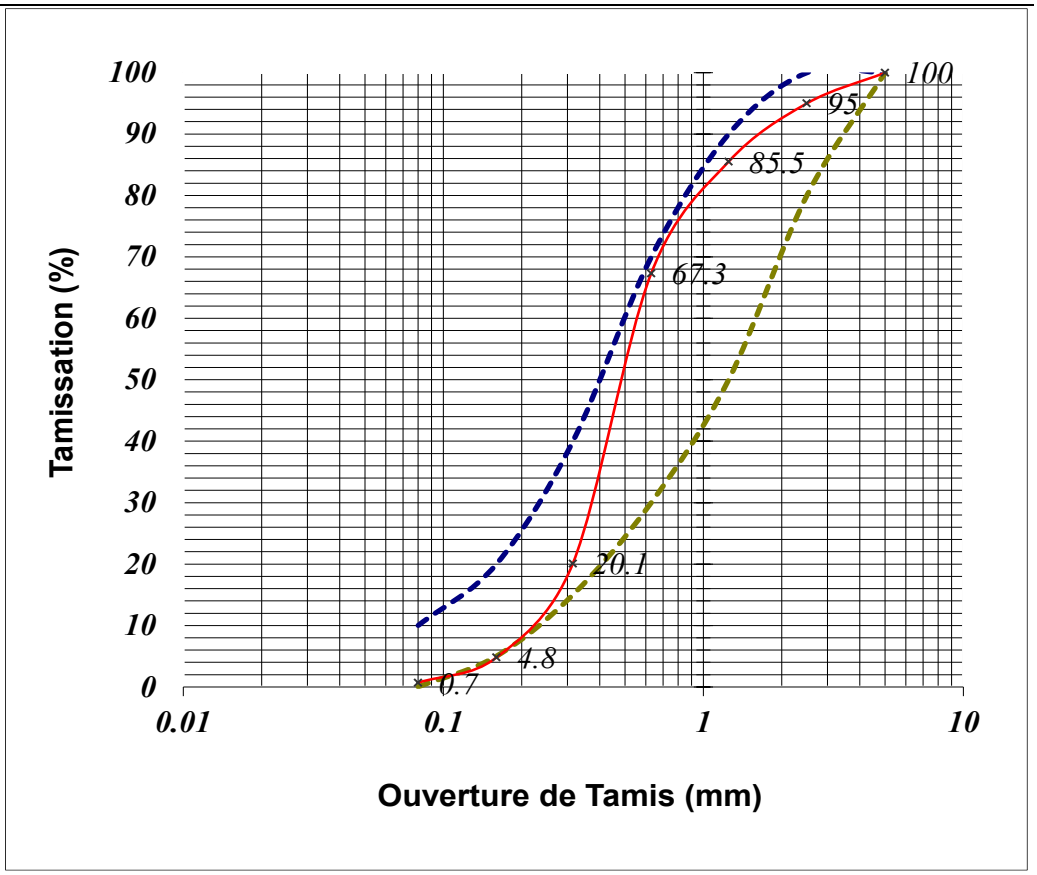
:الملاحظة

نلاحظ أن معامل النعومة خارج جميع المجالات ، ونلاحظ أن منحنى التدرج الحبيبي داخل المجال النظامي.

_العينة رقم 6 : 70%رمل عسيلة+ 30%رمل الآجر

الجدول III.8:تدرج الجبيبي للعينة 70%رمل عسيلة+ 30%رمل الآجر _

فتحت الغربال بال (مم)	العالق (ج)	العالق المجمع(ج)	نسبة العالق المجمع	المار المجمع
5	0	0	0	100
2.5	50	50	5	95
1.25	95	145	14.5	85.5
0.63	182	327	32.7	67.3
0.315	472	799	79.9	20.1
0.16	153	952	95.2	4.8
0.08	41	993	99.3	0.7
	2	995	99.5	0.3



الشكل6.III: المنحنى تدرج الحبيبي للعينة 70%رمل عسيلة+ 30%رمل الآجر

:الملاحظة

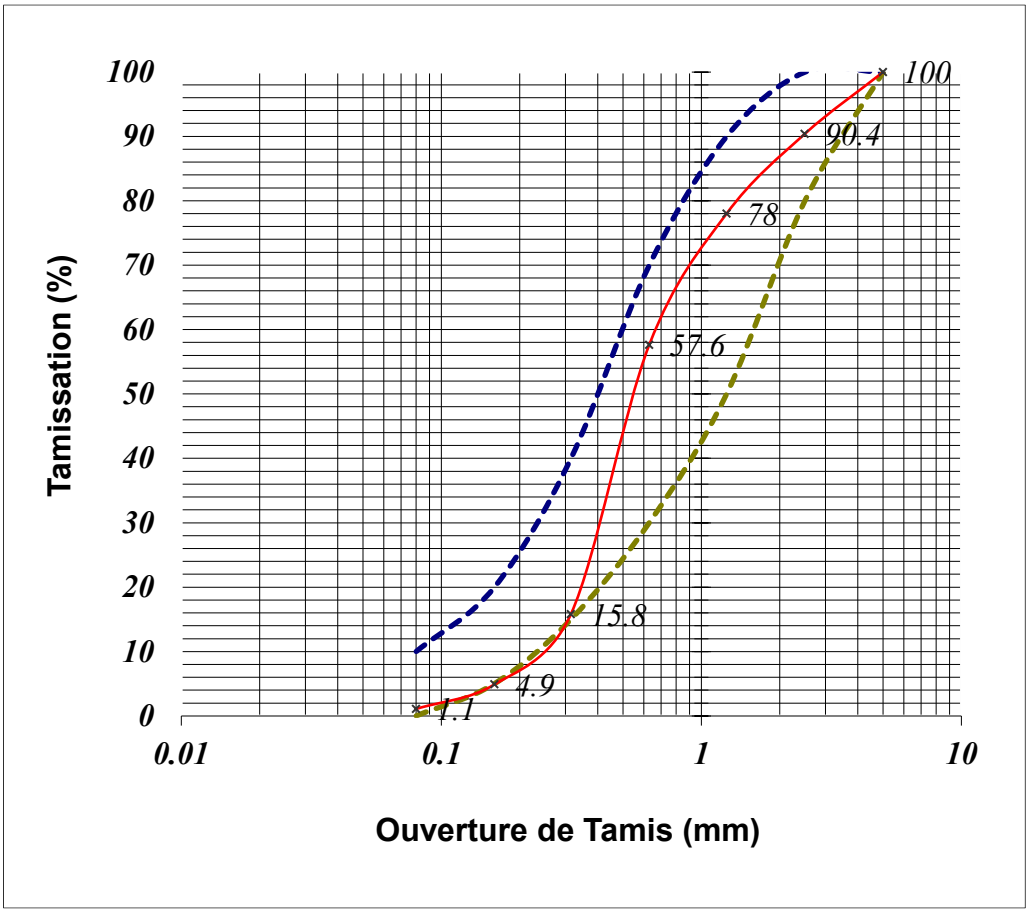
نلاحظ أن معامل النعومة خارج جميع المجالات ، ونلاحظ أن منحنى التدرج الحبيبي داخل المجال النظامي.

_العينة رقم 7: 50%رمل عسيلة + 50%رمل الآجر

الجدول9.III:تدرج الحبيبي للعينة 50%رمل عسيلة + 50%رمل الآجر _

فتحت الغربال بال (مم)	العالق (ج)	العالق المجمع(ج)	نسبة العالق المجمع	المار المجمع
5	0	0	0	100
2.5	96	96	9.6	90.4
1.25	124	220	22	78
0.63	204	424	42.4	57.6

15.8	84.2	842	418	0.315
4.9	95.1	951	109	0.16
1.1	98.9	989	38	0.08
1	99	990	1	



الشكل7.III: المنحنى تدرج الحبيبي للعينة 50%رمل عسيلة + 50%رمل الآجر

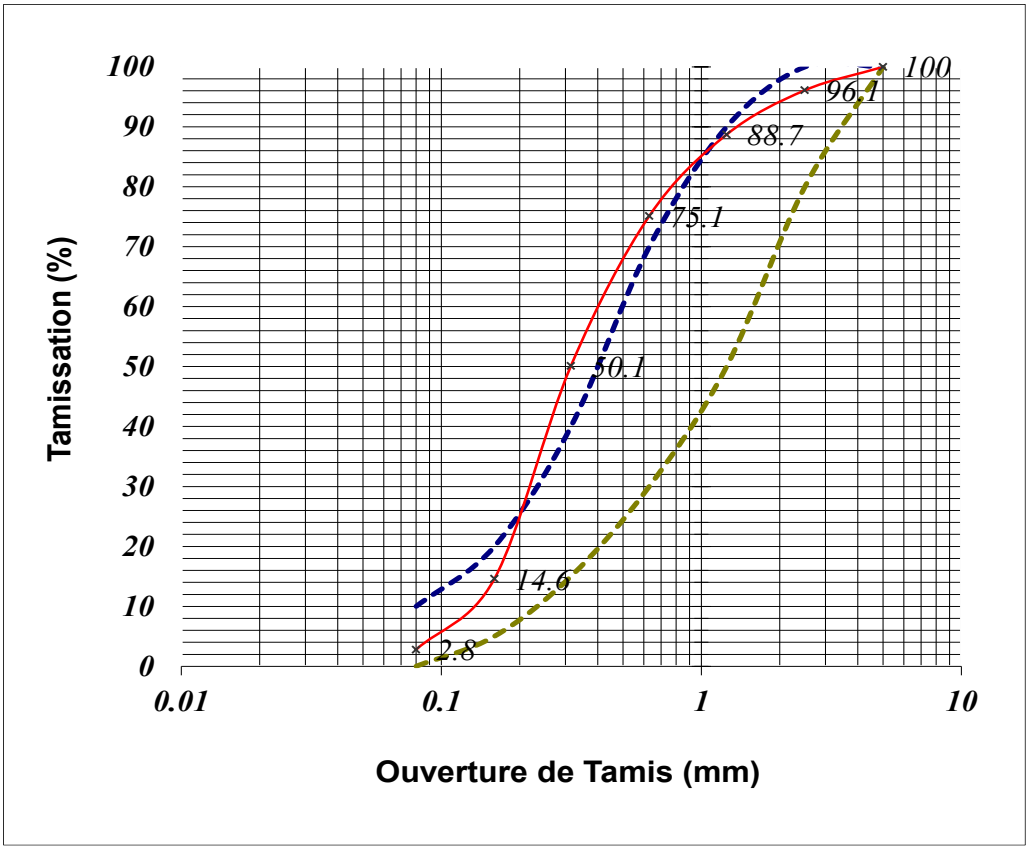
:الملاحظة

نلاحظ أن معامل النعومة خارج جميع المجالات ، ونلاحظ أن منحنى التدرج الحبيبي داخل المجال النظامي.

_العينة رقم 8 : 50%رمل عسيلة + 25% رمل الآجر + 25% رمل الكثبان

الجدول10.III:تدرج الحبيبي للعينة 50%رمل عسيلة + 25% رمل الآجر + 25% رمل الكثبان _

فتحت الغربال بال (مم)	العالق (ج)	العالق المجمع(ج)	نسبة العالق المجمع	المار المجمع
5	0	0	0	100
2.5	39	39	3.9	96.1
1.25	74	113	11.3	88.7
0.63	136	249	24.9	75.1
0.315	250	499	49.9	50.1
0.16	355	854	85.4	14.6
0.08	118	972	97.2	20.8
	16	988	98.8	1.2



الشكل8.III: المنحنى _ تدرج الحبيبي للعينة 50%رمل عسيلة + 25% رمل الآجر + 25% رمل الكثبان

الملاحظة:

نلاحظ أن معامل النعومة مقبول لأنه داخل في المجال [2.2-2.8] A الذي يصلح للإستعمال في الخرسانة، كما أن منحنى التدرج الحبيبي نلاحظ أنه مقارب في عموميه للمجال النظامي.

الصورةIII.5:اثناء قيام بتجربة الغربلة في مخبر جامعة الوادي

6/. معامل النعومة :

بعد الانتهاء من عملية الهز والتنخيل نقوم بوزن المواد المتبقية في كل منخل وفي النهاية عند جمع هذه الأوزان يجب ان نحصل على نفس الوزن الأصلي للعينة أو باختلاف بسيط يصل الى 0,3%.

_نقوم بحساب النسبة المئوية لكل جزء متبقي في كل منخل وذلك بقسمة هذا الوزن على الوزن الكلي للعينة ومن ثم نقوم بحساب النسب المئوية التراكمية ،مثال على ذلك النسبة المئوية المتبقية في المنخل الأول تبقى كما هي ،

أما بالنسبة المئوية التراكمية في المنخل التالي (أي الثاني) فتكون عبارة على مجموع ما تبقى في المنخل الأول والثاني ومنه نقول أن النسب المتبقية في المنخل الثالث هي عبارة عن مجموع ما بقي من الأول والثاني والثالث .ومن اجل حساب النسب المئوية التراكمية للأجزاء المارة يمكننا البدا من أصغر منخل ثم إضافة الذي بعده, فالمار من أصغر منخل مثلا هو النسبة التي تبقت فالصينية.

_تزداد قيمة معامل النعومة بزيادة خشونة الركام ، كما يمكن أن نتحصل على نفس المعامل لعدة درجات من الركام ،لذلك لا يمكن الإعتماد على معامل النعومة لوصف التدرج ولكن يمكن الإعتماد عليه في معرفة تغيرات في ركان من نفس المصدر ويستعمل كذلك في تصحيح الخلطات الخرسانية.

يُعطى معامل النعومة بالعلاقة التالية :

$$MF = \frac{1}{100} + \sum refus\ cumulee\ en\ \%$$

وبعد الحساب تمكنا الحصول على معامل النعومة لكل عينة من العينات كما هو موضح في الجدول التالي :

الجدول11.III:معامل النعومة لكل العينات المدروسة

العينة	1	2	3	4	5	6	7	8
معامل النعومة	2.8985	1.7105	2.799	2.49	2.601	3.266	3.522	2.72

:الملاحظة

:المفضل المستعمل فى الخرسانة أو الملاط بين2,2- 2,8

✓المجال :B رمل تميل حبيباته إلى الدقة بين 1,8 –2,2

✓المجال :C رمل تميل حبيباته إلى الخشونة بين 2,8-3,2 -

-العينة الأولى التي تحتوي على نسبة رمل عسيلة 100 % ومن خلال قيمة معامل النعومة MF الذي يساوي 2,8985نستنتج أن هذا الرمل موجود في الحد الأدنى للمجال Aالذي هو الرمل المفضل المستعمل في الخرسانة وعند مقارنة المجال للمنحنى المرجعي مع المنحنى المتحصل عليه نجد انه داخل المجال في معظمه لذلك يمكن استعمال هذا الرمل للخرسانة . المجال A

-اما العينة الثانية والتي تحتوي على نسبة رمل الكثبان 100 % ومن خلال قيمة معامل النعومةMf والذي يساوي 1,7105حيث أنه يدخل في المجال Bأكن عند مقارنة المجال للمنحنى المرجعي

مع المنحنى المتحصل عليه نجد يدخل المجال في بعض النقاط ويكون خارج المجال في بعض النقاط الأخرى

-بالنسبة الى العينة الثالثة والتي تحتوي على نسبة رمل الآجر 100%ومن خلال قيمة معامل النعومة Mfالذي يساوي2,799 نستنتج أن هذا الرمل يفضل استعماله فالخرسانة حيث أن هذه القيمة مقبولة لأنها تدخل في المجال Aوعند مقارنة المجال للمنحنى المرجعي Aمع المنحنى المتحصل عليه نجد انه يدخل المجال في بعض النقاط ويكون خارج المجال في بعض النقاط الأخرى .

-العينة الرابعة و التي تحتوي على نسبة رمل عسيلة 50 % + رمل الكثبان 50 % ومن خلال قيمة معامل النعومة Mfوالذي يساوي 2,49نستنتج أن هذا الرمل متوسط وذو تدرج حبيبي مقبول ، وعند مقارنة المجال للمنحنى المرجعي Aمع المنحنى المتحصل عليه نجده يدخل المجال في بعض النقاط ويكون خارج المجال في بعض النقاط الأخرى .

-أما العينة الخامسة والتي تحتوي على نسبة رمل عسيلة 70 + رمل الكثبان 30 % فمن خلال قيمة معامل النعومة Mfوالذي يساوي2,601 نستنتج أن هذا الرمل متوسط وذو تدرج حبيبي مقبول ، وعند مقارنة المجال للمنحنى المرجعي Aمع المنحنى المتحصل عليه نجد انه يكون داخل المجال في بعض النقاط ولكل يكون خارج المجال في بعض النقاط الأخرى .

-العينة السادسة والتي تحتوي على نسبة رمل عسيلة 70% + 30% رمل الآجر ومن خلال قيمة معامل النعومة Mfوالذي يساوي 3,266 نستنتج أن هذا الرمل تميل حبيباته الى الخشونة ، وعند مقارنة المجال للمنحنى المرجعC مع المنحنى المتحصل عليه نجده داخل هذا المجال في معظمه ويمكن استعماله في الخرسانة .

-العينة السابعة تحتوي على نسبة رمل عسيلة 50% + رمل الآجر50% ومن خلال قيمة معامل النعومة Mfوالذي يساوي الى 3,522 نستنتج أن هذا الرمل تميل حبيباته الى الخشونة، وعند مقارنة المجال للمنحنى المرجعC مع المنحنى المتحصل عليه نجده داخل المجال في معظمه ويمكن اسخدامه للخرسانة .

_العينة الثامنة والني تحتوي على نسبة رمل عسيلة 50%+رمل الآجر 25%+رمل الكثبان 25% وبعد تحديد قيمة معامل النعومة Mf والذي يساوي الى 2,72نستنتج أن هذا الرمل متوسط وذو تدرج حبيبي مقبول وعند مقارنة المجال للمنحنى المرجعيAمع المنحنى المتحصل عليه نجد انه يدخل المجال في بعض النقاط وخارج المجال في بعض النقاط الاخرى.

7/.معامل امتصاص الماء :

_إن الغرض من هذا الإختبار هو تحديد مدى إمتصاص الركام للماء وذلك بعد غمره في الماء لمدة 24ساعة أي النسبة التي يتشبع بها الركام بعد24ساعة ، بحيث نقوم بها عن طريق تجفيف عينة من الرمل (رمل عسيلة ، رمل الكثبان ، رمل الآجر) في فرن التجفيف لمدة 24 ساعة ثم نقوم بوزن 500 gومن هذه العينة ونغمرها بالماء تماما لمدة 24ساعة ,ثم نقوم بإفراغ الوعاء من الماء وتجفيف العينة بقطعة من القماش ثم وزنها لنتحصل على وزنها الجديد.

هذه التجربة تقوم بحساب المسامية الداخلية في حبيبات الركام وتعطى بالعلاقة التالية :

$$Ab = (Ma-Ms/Ms) \times 100$$

بحيث ان :

Abهو معامل إمتصاص الماء(%)

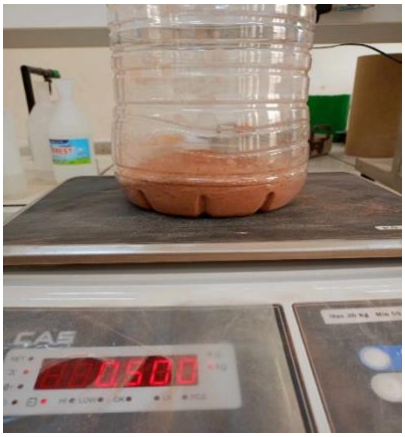
Maهي كتلة العينة قبل التجفيف

Msهي كتلة العينة بعد التجفيف

يوضح الجدول التالي النسبة المئوية لمعامل امتصاص الماء : Ab

الجدولIII .12:النسب المئوية للمعامل امتصاص الماء

نوع الرمل	معامل امتصاص الماء
رمل الكثبان	0.8
رمل عسيلة	1
رمل الاجر	1.2



الصورةIII.6:تجربة امتصاص الماء على الرمل

ملاحظة:

معاملات الامتصاص لجميع الرمال كلها مقبولة تفي بالغرض

8/**الاسمنت** :

هو المادة الرابطة الناعمة والتي تتصلب و تنفسي فتكتسب بذلك خواص تماسكيه وتلاصقيه في وجود الماء وهذا ما يجعلها قادرة على ربط مكونات الخرسانة ببعضها البعض . إن أهم استخدام للإسمنت هو الملاط Mortier والخرسانة beton بحيث يقوم بربط المواد الاصطناعية أو الطبيعية من أجل تشكيل مواد بناء قوية ومقاومة للتأثيرات البيئية المختلفة

تعد السيليكات وبالتحديد S2C و S3C المكون الأساسي والأكثر أهميها في الإسمنت ، بحيث تؤثر بشكل مباشر على قوتها . الأكاسيد التي تتكون منها السليكات لها تأثير كبير على هياكلها الذرية والبلورية بالإضافة لذلك . إلى خصائصها الهيدروليكية. إن المواد الكيميائية الأخرى مفيدة لترطيب الاسمنت وتثبيته ولكن تأثيرها على المقاومة قليل . فالإسمت البورتلندى هو المكون الرئيسي في إنتاج الخرسانة والملاط.

الإسمنت المستعمل هو الاسمنت من نوع CEM I 42.5 المتواجد في السوق المحلي والمصنوع من طرف شـ من طرف شركة SPA BISKRA والمطابق. للمعايير الجزائرية 2013 (A142 - والمعايير الأوروبية (1- 199 EN)

-أعطت نتائج التجارب المجرات على هذا النوع من الأسمنت

الكتلة الحجمية المطلقة والظاهرية معطات مسبقا في البطاقة التقنية النوع الاسمنت

-الكتلة الحجمية الظاهرية.

-الكتلة الحجمية المطلقة.

-نتطرق إلى بعض التجارب فيما يلي.

)Temps de Prive(زمن التصلب

-يتم تفاعل الإسمنت كيميائيا مع الماء وبعد مرور ساعة أو أن أكثر يظهر العجين شيئا من التماسك الأولي يتم التعبير عنه بزمن بداية التصلب[16]

. (Teps de debut deprise هذا الوقت الذي بين بداية خلط الماء مع الإسمنت وبداية التصلب يطلق عليه اصطلاحاً زمن التصلب (Teps de prise) و هو ضروري بالنسبة لعملية تشغيل الخرسانة (خلطها وتحميلها وضخها ورفعها وكذلك هزها) - يختلف زمن التصلب على حسب نوعية الإسمنت ونعومته وكمية الماء ودرجة الحرارة لذلك نقوم بتحديده على عجين قياسي معد حسب نسبة الماء المثالية وفي درجة حرارة محددة ب C20ْوباستعمال جهاز فيكا Vicat محمول بالإبرة بعد زمن بداية التصلب يتواصل التماسك حتى يصبح العجين عبارة عن كتلة)Temps de fin de prise(.واحدة وهذا ما نسميه نهاية زمن التصلب

على العموم زمن التصلب يكون أكثر من 90 دقيقة بالنسبة للإسمنت العادي عند درجة حرارة 20. بالنسبة إلى الاسمنت المستعمل في هذه الدراسة فحسب البطاقة التقنية فإن.

بداية التصلب - من 150 minإلى190min

نهاية التصلب - 220 minإلى 250min

(Surface Specifique)المساحة السطحية الإسمنت

-تعبر المساحة السطحية للاسمنت على درجة نعومته وتعكس قدرة الإسمنت على التفاعل مع الماء أثناء عملية الإماهة . وهي تعتبر عاملاً مهما يسبب تأثيرها المباشر على:

معدل التصلب والشك.

سرعة تفاعل الماء مع الاسمنت (الإماهة).

القوة المبكرة والمتأخرة للخرسانة.

-عادة يتم حساب المساحة السطحية الإسمنت باستعمال جهاز بلين فهي الطريقة الأكثر شيوعاً ، فيتم قياس زمن مرور الهواء خلال عينة من الاسمنت في أنبوب مملوء به، ثم يتم مقارنة هذا الزمن بزمن معيار لعينة قياسية. تعطى هذه الطريقة بالمعادلة التالية.

بحيث أن

nهي لزوجة الهواء عند درجة الحرارة المجرات فيها التجربة

tهو زمن مرور الهواء عبر طبقة المسحوق ب(s)

Rهي الكتلة الحجمية المطلقة بـ

المسحوق بال (3) 8102

Kثابت الجهاز

eهي النفاذية.

إن المساحة السطحية للاسمنت المستعمل تتراوح بين $m^2/kg25,8/26,4$

التحليل الكيميائي(Chemical Analysis)

أعطى التحليل الكيميائي للاسمنت المستخدم سابقا والمدون في البطاقة التقنية حسب النسب المئوية المشكلة لهذه المادة النتائج المحطات في الجدول التالي :

الجدول13.III:تحليل كيمائي للاسمنت[16]

Al2o3	(38%-42%)
Sio2	6%اقل من
Fe2o3	(13%-17%)
Cao	(36%-40%) (13%-17%)
Mgo	1.5%اقل من
So3	0.4%اقل من

مقاومة الضغط :

-إن الإسمنت يتميز بمقاومته للضغط وذلك بعد يومين وبعد سبعة ايام وبعد 18 يوم من لحظة إعداد الخلطة الخرسانية ، يتم ذلك على مواد أختبارية من ملاط نظامي وعدة عينات خرسانية تتميز بمواصفات خاصة تنص عليها المقاس الدولية والحكومية ويتم في ذلك اتباع طرق اختبار ميكانيكية فيزيائية.

حسب البطاقة التقنية للاسمنت المستعمل فإن مقاومة الضغط

تعطى بالميغا باسكال كالتالي:

2يوم : 29-20

28: 42,5-52,5يوم-

9/الماء :

يعد الماء من الضروريات من أجل أن يتم التفاعل الكيميائي بين مكونات الخرسانة وذلك لتمتصه الحبيبات المستخدمة داخلها. فهو يعطي الخليط الذي هو عبارة عن (الاسمنت والركام الخشن والناعم) درجة مناسبة من الليونة فتساعده على التشكيل والتشغيل.

-أثناء عملية التبخر يضيع جزء من الماء الموجود في الخلطة الخرسانية ، مع ذلك فهو ضروري لعمليات إيناع الخرسانة أثناء تصلبها .

خصائص الماء المستخدم :

-إن الماء المستخدم فى خلط ومعالجة الخرسانة يجب أن يكون خالي من الشوائب والمواد الضارة كالزيوت أو بعض المواد العضوية أو الأحماض بغض النظر على أنها ذائبة أو معلقة فهي تضيف تأثير سلبي في الخرسانة

سواء على قوتها أو على متانتها ، كما يمكن اعتبار الماء الصالح للشرب صالح أيضًا للخلط الخرسانية ، وفي بعض الأحيان يسمح باستعمال الماء الغير صالح للشرب في حالة غياب أو عدم توفر الماء الصالح للشرب ولكن بنسبة شوائب قليلة جدا تحددها المواصفات. يتم استعمال الماء الغير صالح للشرب فقط بعد التحقق منه مخبريا وبإن مقاومة مكعبات الملاط التي تم خلطه بالماء الغير صالح للشرب على الأقل تساوي 90% من مقاومة نظيرتها التي تم تحضيرها وخلطها بالماء الصالح للشرب وذلك عند عمر (14) يوم و 28 يوم حسب المواصفات التقنية اللازمة[16] .

الجدول III.14: التركيبة الكيميائية للماء المستعمل[16]

CA	MG	K	NA	CL	NO3	SO4	HCO3	PH	الملوحة
195	86	28	200	494	17.36	350	73	7.30	2799

10/الألياف المستعملة في الدراسة:

استعملنا بقايا الأسلاك الناتجة عن ربط عناصر الحديد المستعمل في البناء، هذه الأسلاك تصنع من الحديد اللين وخصائصها موجودة في الجدول التالي:

الجدول III.15: خصائص الالياف المستعملة

الخاصية	الوصف
الطول	3-1.5 سم
القطر	1 ملم
الكتلة الحجمية	7850كلغ/م3
الشكل	غير منتظم

11/النسبة (الماء على الاسمنت) E/C:

-تعبر النسبة المائية الإسمنتية E/C عن نسبة وزن الماء إلى وزن الإسمنت في الخلطة الخرسانية . وأما ضبط نسبة الماء في الخلطة فله أهمية كبيرة فعليه تتوقف قوة الخلطة ومساميتها وانفصالها وقدرتها على مقاومة العوامل الجوية كالحرارة والبرودة والتآكل . تؤدي كثرة الماء إلى ضعف الخرسانة وتسبب الانفصال والتميع و المسامية والاهتراء وقلة الدوام وقلة التماسك والانكماش والتشقق .

-التركيبة الكيميائية للماء المستخدم بـ(mg/e)

الجدول التالي يوضح النتائج المتحصل عليها بستخدام تجربة الانسيابية :

الجدول16.III:نتائج تجربة الانسيابية

	نسبة الماء على الاسمنت	درجة الانسيابية
50% رمل عسيلة 50 %رمل الكثبان	0.65	12.8
	0.7	13
	0.75	14
	0.8	15
70% رمل عسيلة 30%رمل الكثبان	0.5	14
	0.55	18.5
30% رمل الاجر 70 % رمل عسيلة	0.58	14.5
	0.6	15
50%رمل الاجر 50% رمل عسيلة	0.58	12
	0.61	15.5
50%رمل عسيلة 25% رمل الكثبان 25%رمل الاجر	0.6	16
	0.57	12
رمل الاجر	0.55	15.5
	0.6	19
رمل عسيلة	0.5	13
	0.55	17
	6	21
رمل الكثبان	0.6	11
	0.62	13
	0.64	13.1
	0.66	14

بالنضر الى هذه النتائج ارتاينا الى استخدام الملدن لتحسين المقاومة

وبعد القيام بالتجربة من جديد بإضافة الملدن تحصلنا على النتائج الموضحة في الجدول التالي

الجدول17.III:نتائج تجربة الانسيابية بإضافة الملدن

نوع الرمل	نسبة الملدن المضاف	نسبة الماء على الاسمنت	درجت الانسيابية
50%رمل الاجر 50% رمل عسيلة	%2	0.55	15.5
50% رمل عسيلة 50 %رمل الكثبان	2%	0.5	15.5
30% رمل الاجر 70 % رمل عسيلة	2%	0.5	14.4
رمل الكثبان	2%	0.55	14.7
50%رمل عسيلة 25% رمل الكثبان 25%رمل الاجر	1%	0.55	14.5
رمل الاجر	3%	0.8	13

وبعض الصور التالية توضح عمل تجربة الانسيابية :

الصورةIII.7: تجربة الانسيابية

اعداد وصنع العينات :

خطوات التحضير :

لتحضير العينات اتبعنا الخطوات التالية

1)تحضير المواد :
نزن الكميات اللازمة من المواد : الرمل بانواعه _ الاسمنت _ الماء

2)تحضير القوالب :
_حتى تكون القوالب جاهزة يجب تنضيفها جيدا ودهنها بالزيت .

الصورة8.III:القالب المستخدم في الصب

3)خلط وصب العينات :

بعدما شرعنا في عملية تحضير و خلط وصب العينات اللازمة لاجراء الاختبارات . وقد كانت ابعاد هذه العينات (160/40/40) مم

تم اعداد العجينة يدويا باتباع الخطوات التالية

_خلط الرمل منفردا لمدة 30 ثانية
_اضيف الاسمنت الى الرمل , وتواصل الخلط لمدة 60 ثانية .
_اضيف الماء تدريجيا الى المزيج (رمل /اسمنت) اثناء الخلط واستمر ذلك لمدة 4 دقائق

وعند الصب قمنا بخض القوالب وذالك لاخراج الهواء من الوسط .

الصورة9.III:العينات اثناء الصب

4)ازالت العينات من القوالب :

بعد صب العينات , نترك القوالب لمدة 24 ساعة حتى تكون العينات جاهزة للتخلص من القالب

الصورة10.III:العينات بعد إزالة من القوالب

الفصل الرابع:

السلوك المختلف للخرسانة المدروسة

1/مدخل :

-تهدف هذه الدراسات إلى تقييم الأداء الميكانيكي، والمتانة، والخواص الفيزيائية لخرسانة الرمل والخرسانة المسلحة بالألياف الحديدية، خاصةً في البيئات التي يصعب فيها توفير الركام الخشن أو في التطبيقات الإنشائية الخاصة.

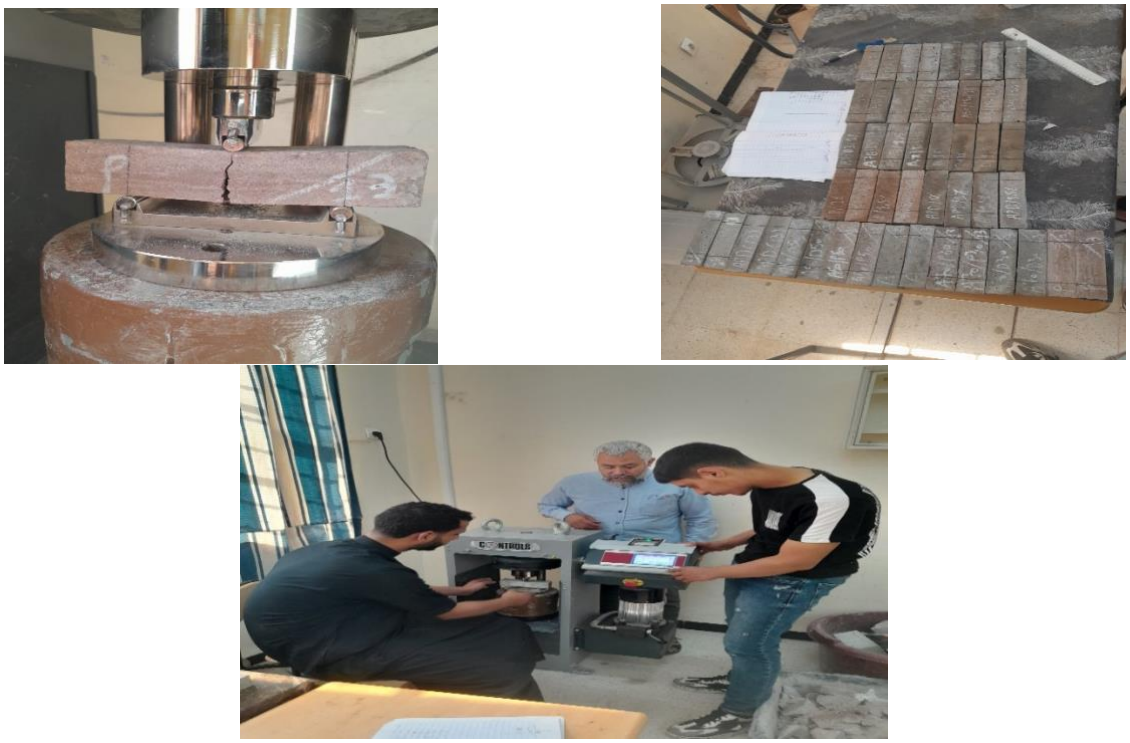
وبعد التعرف على خرسانة الرمل وإعطاء نبذة عن تاريخها وخصائصها ومعرفة التركيبة المثلى لها ، سنتطرق في هذا الفصل الى بعض الخصائص الميكانيكية لخرسانة الرمل المعززة بالالياف المعدنية وتحديدا الى مقاومة الانحناء والضغط في 7و14و28 يوم

2/طرق خطوات التجارب:

2-1/اختبار التحطيم بالإنحناء :

إن تجربة الإنحناء على عينات ذات مقطع مربع4×4 سم و طول16 سم و البعد بين المسندين10 سم ، تتم هذه العملية بواسطة آلة الإنحناء بثلاثة نقاط، هذه الآلة مزودة بمسندين أساطوانيين من الأسفل وثابتين فتستند العينة عليهما ومسند علوي اسطواني مطبق كذلك وسطهما يتحرك بواسطة محرك الآلة ليطبق القوة على العينة المدروسة كما تتم قرائة الحمولة مباشرة من الآلة

_ EN 196-1إن هذه التجربة منصوص عليها حسب القاعدة



الصورة1.IV:اثناء التحطيم بواسطة الانحناء في مخبر جامعة الوادي

.

يتم حساب مقاومة الانحناء بالعلاقة التالية :

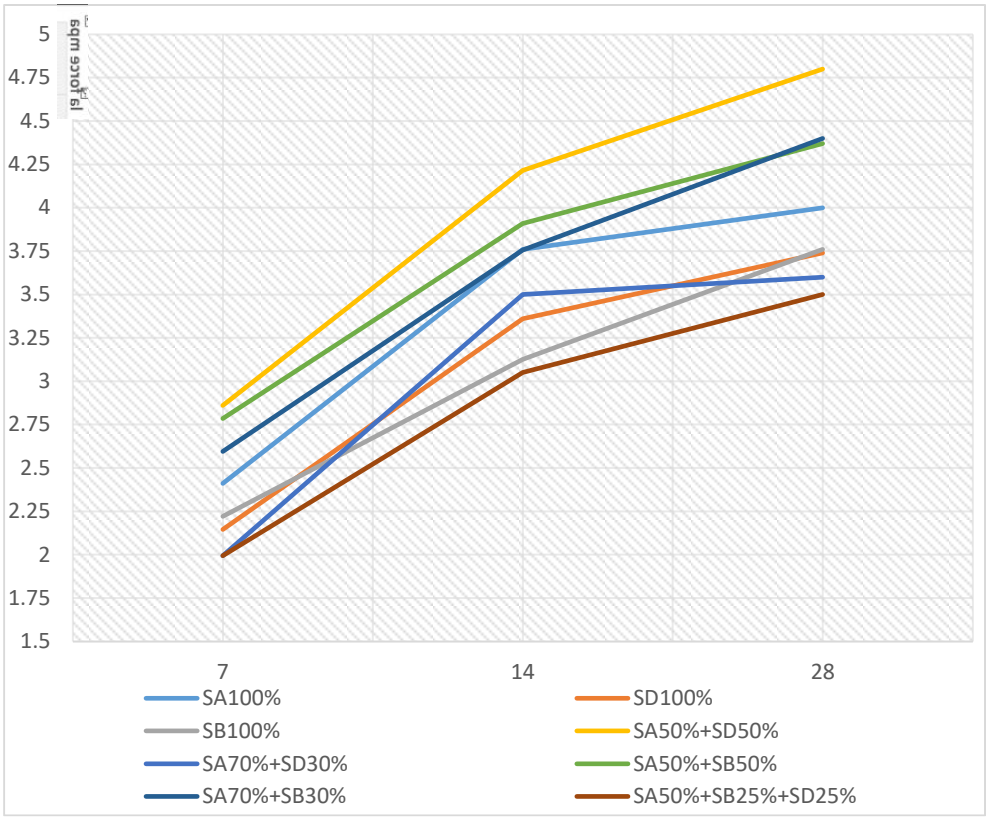
$$Rt== \frac{150.Ff.L}{b\text{^}3}$$

2-2/ نتائج تجربة الانحناء :

2-2-1/تاثير نوعية الرمال على المقاومة الميكانيكية لخرسانة الرمل :

الجدول IV.1: نتائج الانحناء على كل العينات بدون الياف

28	14	7	
4	3.76	2.41	**SA100%**
3.74	3.36	2.145	**SD100%**
3.76	3.125	2.22	**SB100%**
4.8	4.215	2.86	**SA50%+SD50%**
3.6	3.5	1.995	**SA70%+SD30%**
4.37	3.91	2.785	**SA50%+SB50%**
4.4	3.756	2.595	**SA70%+SB30%**
3.5	3.05	1.995	**SA50%+SB25%+SD25%**



الشكل IV.1: منحنى يوضح تغيرات مقاومة الانحناء لكل عينات الرمل بدون الياف

الملاحضة :

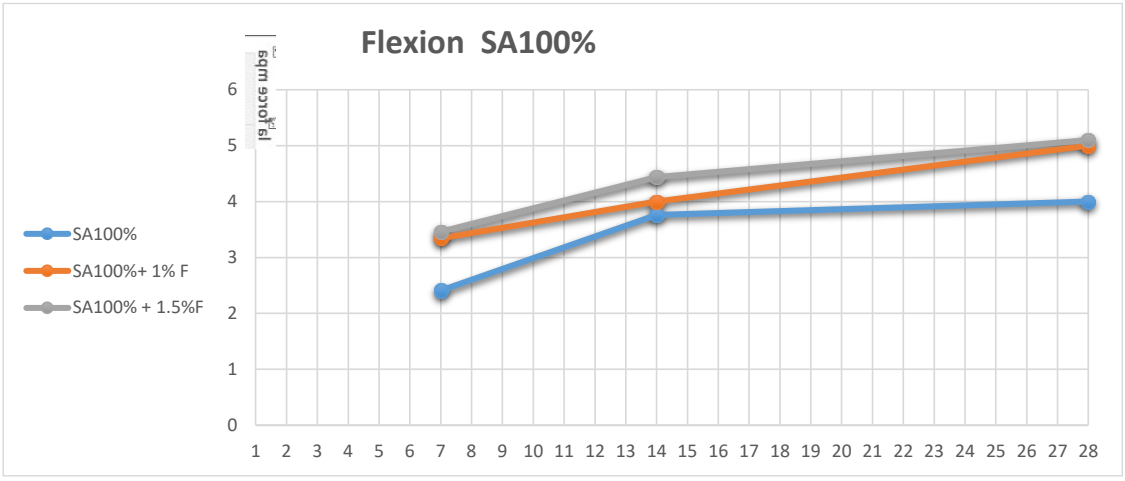
نلاحظ أن مقاومة الانحناء تتغير بتغير نوع الرمال ونسب المزج بينها فعند مقارنتنا بين أنواع الرمال غير الممزوجة نجد أن خرسانة الرمل المصنوعة من رمل عسيلة أعطت أحسن مقاومة بلغت 4 Mpa ثم خرسانة رمل الآجر التي بلغت 3.76 Mpa أي بنسبة تراجع 1.06% ثم خرسانة رمل الكثبان التي سجلنها 3.74 Mpa أي بنسبة تراجع 6.5%. أما عن الخرسانة المصنوعة بالرمال الممزوجة فقد سجلنا أحسن قيمة بالنسبة للخرسانة المصنوعة من الخليط SA50%+SD50% حيث كانت 4.8Mpa، ويليه الخرسانة المصنوعة من الخليط SA70%+SB30% التي كانت قيمتها 4.4Mpa وأما خرسانة رمل SA50%+SB50% فقد سجلنا تقريبا نفس القيمة مقاربة 4.37 Mpa. أي بنسبة تحسن بلغت في النوع الأول 9.8%.

2-2-2/تاثير إضافة الالياف في الخلطة الخرسانية:

1/ عينة: عسيلة 100%

الجدول2.IV: نتائج تجربة الانحناء على العينة رمل العسيلة

	7 أيام	14 يوم	28 يوم
رمل عسيلة 100%	2.41 MPA	3.76 MPA	4.0 MPA
رمل عسيلة 100% + 1% F	3.345 MPA	4 MPA	5.0 MPA
رمل عسيلة 100% + 1.5%F	3.46 MPA	4.44 MPA	MPA5.1



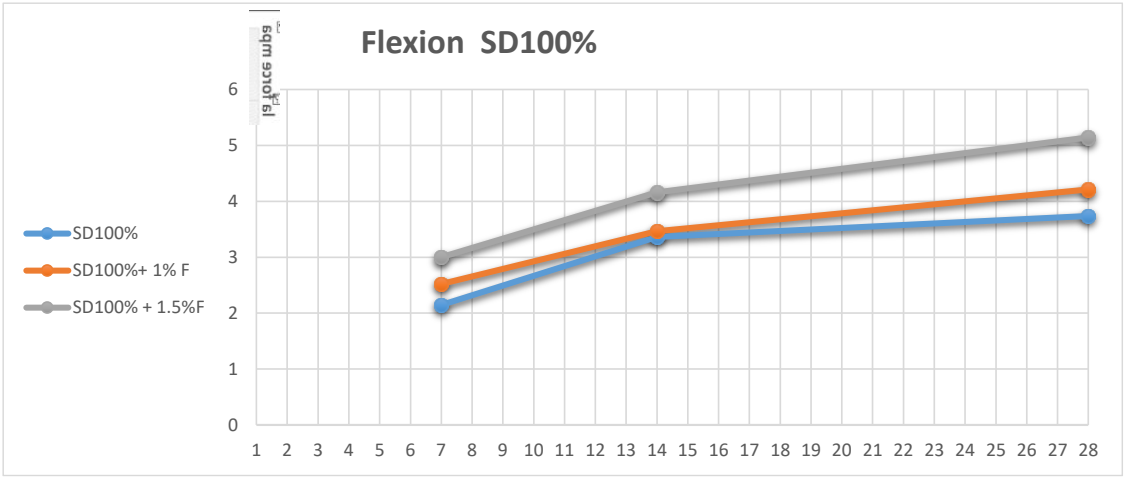
الشكل 2.IV:منحنى يوضح تغيرات مقاومة الانحناء لعينة رمل عسيلة

ملاحضة : نلاحظ من الشكل 2.IV: أن مقاومة الخرسانة المدروسة للانحناء تزداد بزيادة الأيام كما تزداد بزيادة نسبة الألياف، وأن نسبة الزيادة خلال 28 يوم قد بلغت 25% عند زيادة 1% من الألياف وقد بلغت 27.5% عند زيادة 1.5% من الألياف

2/ عينة: رمل الكثبان

الجدول3.IV: نتائج تجربة الانحناء على عينة رمل الكثبان

	7 أيام	14 يوم	28 يوم
رمل الكثبان 100%	2.145mpa	3 mpa .465	MPA3.74
رمل الكثبان 100% + 1% F	2.52mpa	3.36mpa	MPA4.21
رمل الكثبان 100% + 1.5%F	3mpa	4.16 mpa	MPA5.14



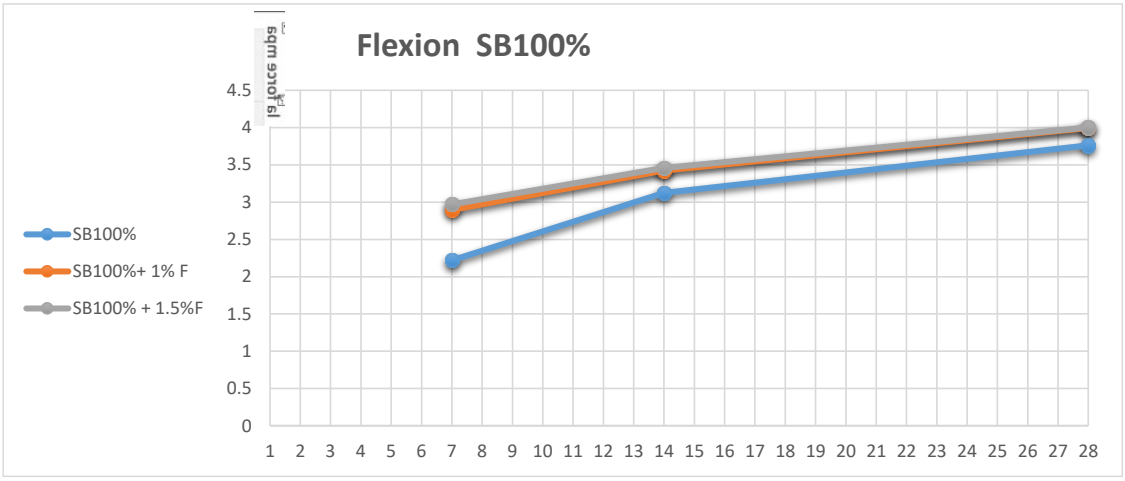
الشكل3.IV : يوضح تغيرات مقاومة الانحناء لعينة رمل الكثبان

ملاحضة : نلاحظ من الشكل 3.IV: أن مقاومة الخرسانة المدروسة للانحناء تزداد بزيادة الأيام كما تزداد بزيادة نسبة الألياف، وأن نسبة الزيادة خلال 28 يوم قد بلغت 12.56% عند زيادة 1% من الألياف وقد بلغت 37.4% عند زيادة 1.5% من الألياف.

3/ عينة: رمل الاجر 100%

الجدول4.IV:نتائج تجربة الانحناء على عينة الاجر

	7 أيام	14 يوم	28 يوم
رمل الاجر 100%	2.22mpa	3.125mpa	MPA3.76
رمل الاجر 100% + 1% F	2.895mpa	3.425mpa	3.995MPA
رمل الاجر 100% + 1.5%F	2.97mpa	3.46mpa	4 MPA



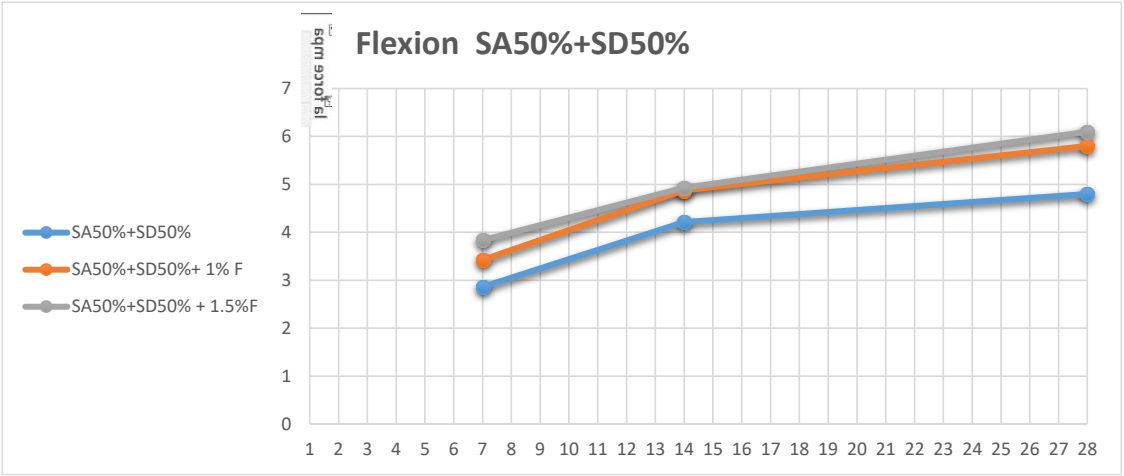
الشكل4.IV : المنحنى يوضح تغيرات مقاومة الانحناء لعينة رمل الاجر

ملاحظة : نلاحظ من الشكل 4.IV: أن مقاومة الخرسانة المدروسة للانحناء تزداد بزيادة الأيام كما تزداد بزيادة نسبة الألياف، وأن نسبة الزيادة خلال 28 يوم قد بلغت 6.1% عند زيادة 1% من الألياف وقد بلغت 6.4% عند زيادة 1.5% من الألياف

4/ عينة : رمل الكثبان 50%+ رمل عسيلة 50%

الجدول5.IV: نتائج تجربة الانحناء على عينة رمل الكثبان 50%+ رمل عسيلة 50 %

	7 أيام	14 يوم	28 يوم
رمل الكثبان 50%+ رمل عسيلة 50%	2.86mpa	4.215mpa	4.8MPA
رمل الكثبان 50%+ رمل عسيلة 50%+ F %1	3.425mpa	4.875mpa	5.8 MPA
رمل الكثبان 50%+ رمل عسيلة 50%+ F%1.5	3.835mpa	4.93mpa	MPA6.1



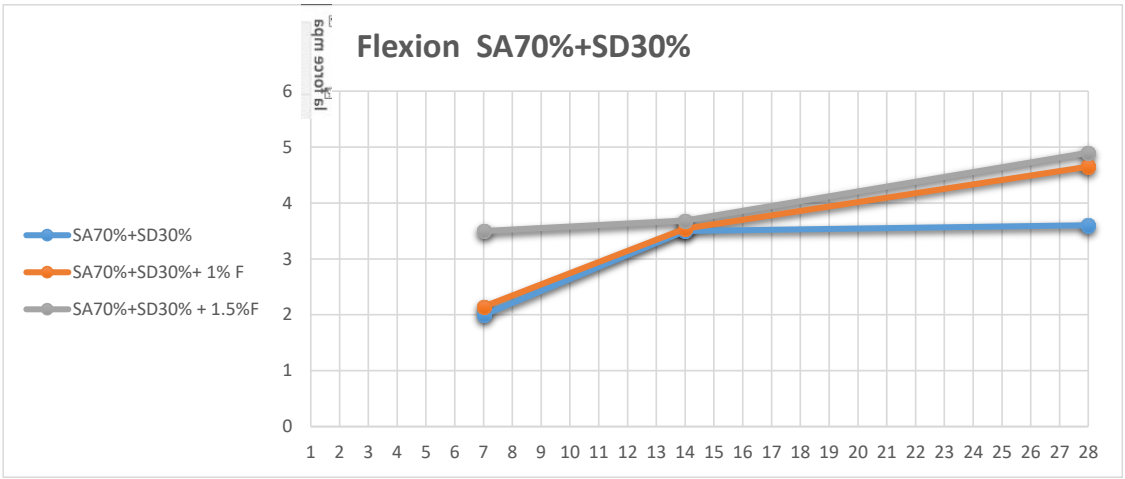
الشكل5.IV: المنحنى تغيرات مقاومة الانحناء لعينة رمل الكثبان 50%+ رمل عسيلة 50%

ملاحظة : نلاحظ من الشكل :IV.5 أن مقاومة الخرسانة المدروسة للانحناء تزداد بزيادة الأيام كما تزداد بزيادة نسبة الألياف، وأن نسبة الزيادة خلال 28 يوم قد بلغت 20.83% عند زيادة 1% من الألياف وقد بلغت 27.08% عند زيادة 1.5% من الألياف.

5/ عينة : رمل الكثبان30%+ رمل عسيلة 70%

الجدول6.IV: نتائج تجربة الانحناء على عينة رمل الكثبان30%+ رمل عسيلة 70

	7 أيام	14 يوم	28 يوم
رمل الكثبان30%+ رمل عسيلة 70%	1.995mpa	3.5mpa	MPA3.6
رمل الكثبان30%+ رمل عسيلة 70% +1F%	2.145mpa	3.54mpa	MPA4.65
رمل الكثبان30%+ رمل عسيلة 70%+ F1.5%	3.5mpa	3.685mpa	MPA4.9



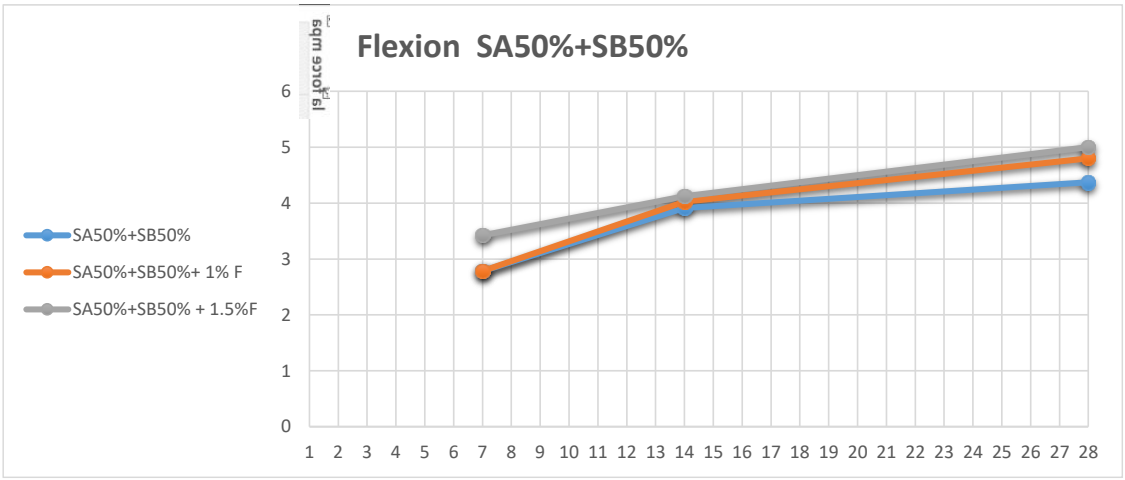
الشكل6.IV: منحنى تغيرات مقاومة الانحناء لعينة رمل الكثبان30%+ رمل عسيلة 70 %

ملاحظة : نلاحظ من الشكل 6.IV: أن مقاومة الخرسانة المدروسة للانحناء تزداد بزيادة الأيام كما تزداد بزيادة نسبة الألياف، وأن نسبة الزيادة خلال 28 يوم قد بلغت 29.16% عند زيادة 1% من الألياف وقد بلغت 36.11% عند زيادة 1.5% من الألياف

6/ عينة : رمل عسيلة 50%+ رمل الاجر 50%

الجدول7.IV: نتائج تجربة الانحناء على عينة رمل عسيلة 50%+ رمل الاجر 50%

	7 أيام	14 يوم	28 يوم
رمل عسيلة 50%+ رمل الاجر 50%	2.785mpa	3.91mpa	MPA4.37
رمل عسيلة 50%+ رمل الاجر 50%+ F %1	2.785mpa	4.025mpa	MPA4.8
رمل عسيلة 50%+ رمل الاجر 50% + F%1.5	3.425mpa	4.125mpa	5MPA



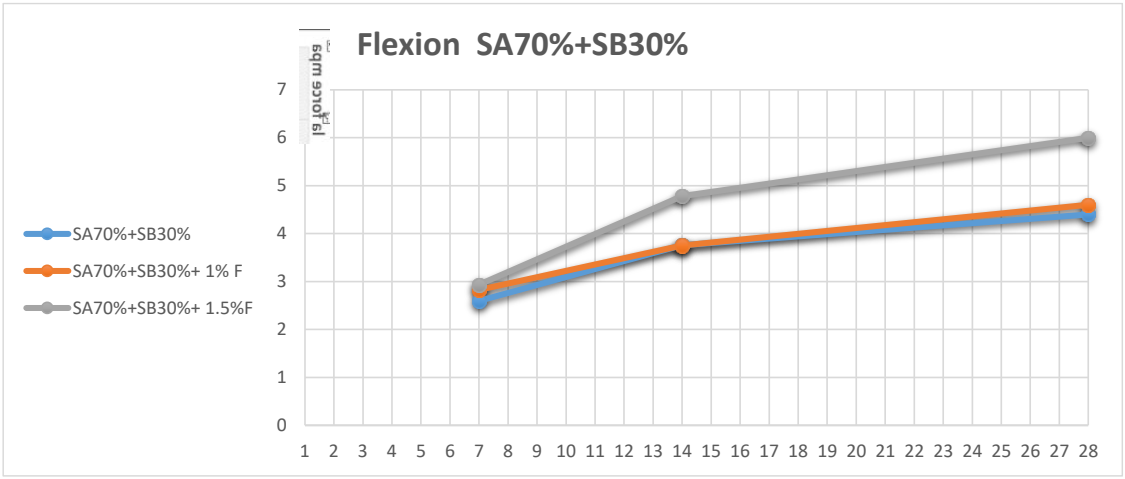
الشكل7.IV:المنحنى تغيرات مقاومة الانحناء لعينة 50%+ رمل الاجر 50%

ملاحظة : نلاحظ من الشكل 7.IV: أن مقاومة الخرسانة المدروسة للانحناء تزداد بزيادة الأيام كما تزداد بزيادة نسبة الألياف، وأن نسبة الزيادة خلال 28 يوم قد بلغت 1% عند زيادة 1% من الألياف وقد بلغت 1.26% عند زيادة 1.5% من الألياف.

7/ عينة: رمل عسيلة 70%+ رمل الاجر 30%

الجدول8.IV:نتائج تجربة الانحناء على عينة رمل عسيلة 70%+ رمل الاجر 30

	7 أيام	14 يوم	28 يوم
رمل عسيلة 70%+ رمل الاجر 30%	2.595mpa	3.756mpa	MPA4.4
رمل عسيلة 70%+ رمل الاجر 30%+ 1% F	2.825mpa	3.76mpa	MPA4.6
رمل عسيلة 70%+ رمل الاجر 30% + F%1.5	2.935mpa	4.78mpa	MPA6



الشكل8.IV:المنحنى تغيرات مقاومة الانحناء لعينة رمل عسيلة 70%+ رمل الاجر 30%

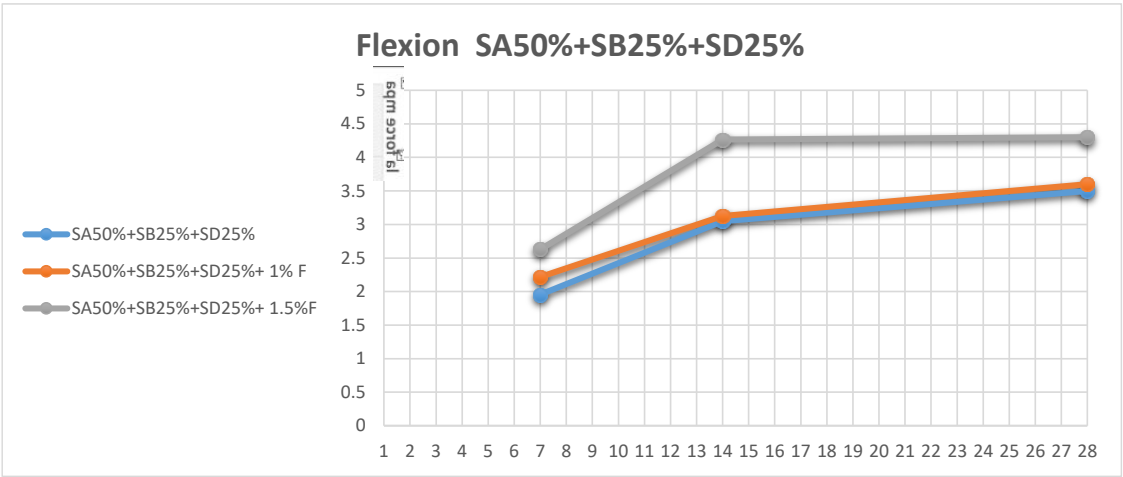
ملاحظة :

نلاحظ من الشكل أن مقاومة الخرسانة المدروسة للانحناء تزداد بزيادة الأيام كما تزداد بزيادة نسبة الألياف، وأن نسبة الزيادة خلال 28 يوم قد بلغت 4.54% عند زيادة 1% من الألياف وقد بلغت 36.36% عند زيادة 1.5% من الألياف.

8/ عينة: رمل عسيلة 50%+ رمل الاجر 25%+ رمل الكثبان 25%

الجدول9.IV:تجربة الانحناء على عينة رمل عسيلة 50%+ رمل الاجر 25%+ رمل الكثبان 25

	7 أيام	14 يوم	28 يوم
رمل عسيلة 50%+ رمل الاجر 25%+ رمل الكثبان 25%	1.955mpa	3.05mpa	3.5MPA
رمل عسيلة 50%+ رمل الاجر 25%+ رمل الكثبان 25%+ F %1	2.22mpa	3.125mpa	3.6MPA
رمل عسيلة 50%+ رمل الاجر 25%+ رمل الكثبان 25%+ F%1.5	2.63mpa	4.265mpa	4.3MPA



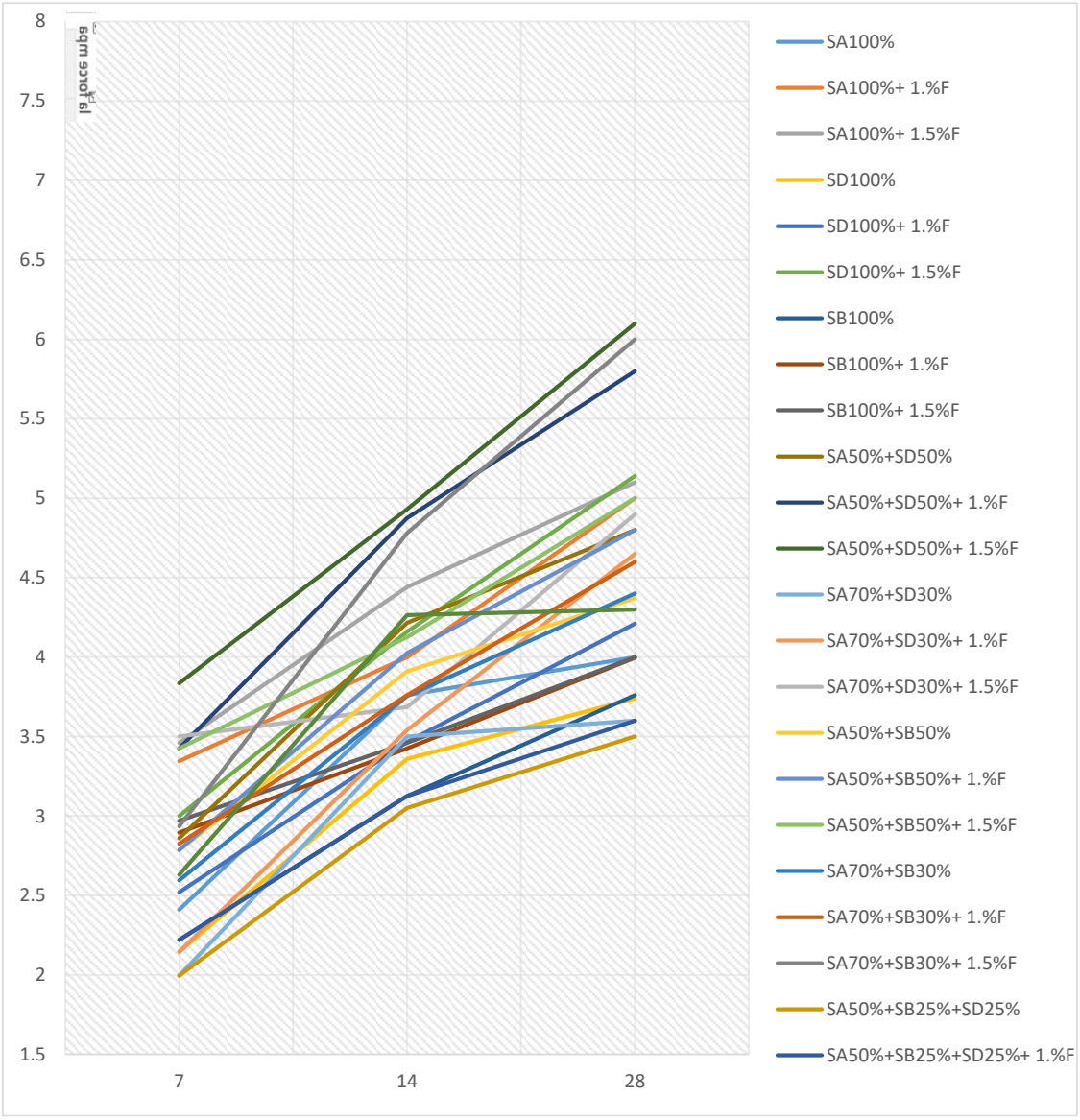
الشكل9.IV:منحنى تغيرات مقاومة الانحناء لعينة رمل عسيلة 50%+ رمل الاجر 25%+ رمل الكثبان 25

الملاحظة : نلاحظ من الشكل 9.IV: أن مقاومة الخرسانة المدروسة للانحناء تزداد بزيادة الأيام كما تزداد بزيادة نسبة الألياف، وأن نسبة الزيادة خلال 28 يوم قد بلغت 2.86% عند زيادة 1% من الألياف وقد بلغت 22.85% عند زيادة 1.5% من الألياف

9.كل العينات

الجدول10.IV:نتائج الانحناء على كل عينات الرمل

العينات / الايام	7	14	28
SA100%	**2.41**	**3.76**	**4**
SA100%+ 1.%F	**3.345**	**4**	**5**
SA100%+ 1.5%F	**3.46**	**4.44**	**5.1**
SD100%	**2.145**	**3.36**	**3.74**
SD100%+ 1.%F	**2.52**	**3.465**	**4.21**
SD100%+ 1.5%F	**3**	**4.16**	**5.14**
SB100%	**2.22**	**3.125**	**3.76**
SB100%+ 1.%F	**2.895**	**3.425**	**3.995**
SB100%+ 1.5%F	**2.97**	**3.46**	**4**
SA50%+SD50%	**2.86**	**4.215**	**4.8**
SA50%+SD50%+ 1.%F	**3.425**	**4.875**	**5.8**
SA50%+SD50%+ 1.5%F	**3.835**	**4.93**	**6.1**
SA70%+SD30%	**1.995**	**3.5**	**3.6**
SA70%+SD30%+ 1.%F	**2.145**	**3.54**	**4.65**
SA70%+SD30%+ 1.5%F	**3.5**	**3.685**	**4.9**
SA50%+SB50%	**2.785**	**3.91**	**4.37**
SA50%+SB50%+ 1.%F	**2.785**	**4.025**	**4.8**
SA50%+SB50%+ 1.5%F	**3.425**	**4.125**	**5**
SA70%+SB30%	**2.595**	**3.756**	**4.4**
SA70%+SB30%+ 1.%F	**2.825**	**3.76**	**4.6**
SA70%+SB30%+ 1.5%F	**2.935**	**4.78**	**6**
SA50%+SB25%+SD25%	**1.995**	**3.05**	**3.5**
SA50%+SB25%+SD25%+ 1.%F	**2.22**	**3.125**	**3.6**
SA50%+SB25%+SD25%+ 1.5%F	**2.63**	**4.265**	**4.3**



الشكلIV.10:منحنى نتائج الانحناء على كل العينات الرمل

_ تفسير النتائج :

تأثير نوعية الرمل على خرسانة الرمل:

نلاحظ أن مقاومة الانحناء تتغير بتغير نوع الرمال ونسب المزج بينها، وذلك راجع إلى كون الرمال تختلف في طبيعتها الكيميائية فالرمال الطبيعية حبيباتها أغلبها سيلسية تعطي مقاومة عالية للتحطيم، أما حبيبات رمل الآجر فهي حبيبات ذات طبيعة طينية تعطي مقاومة ضعيفة للتحطيم هذا ما يفسر ضعف الخرسانة وقوتها.

أما للخرسانات ذات الرمال الممزوجة فإن تلك الرمال قد صحح بعضها البعض وأصبح لها تدرج حبيبي مقبول سد أصغره الفرغات الناتجة عن أكبره فازدادت كتامة الخرسانة مما زاد في مقاومتها. وهذا ما وجده [47] . إذ قال : أنه من الواضح أنه يجب إعطاء أهمية كبيرة لاختيار الركام حسب خصائصه الفيزيائية والميكانيكية

تأثير إضافة الألياف على خرسانة الرمل:

نلاحظ أن مقاومة الانحناء تغيرت بتغير وزيادة نسبة الألياف –في حدود دراستنا- كلما زادت هذه الأخيرة زادت المقاومة، وذلك راجع إلى كون الألياف قامت بدور التعزيز فتماسكت أجزء العينة

ولم تقم بالتحطيم المباشر، كما أن هذه الألياف قامت بسد الكثير من الفراغات لذا زادت المقاومة. وهذا ما وجده [48] [49] .] إذ أنه تحقق من أن الألياف المعدنية داخل خرسانة الرمل تزيد من مقاومة الضغط

2-3/اختبار التحطيم بالضغط :

تعد هذه التجربة من التجارب المنصوص عليها حسب القاعدة EN 196-1 تحدث باستعمال المواد الصلبة وتكون على عينات (160×40×40 mm) نقوم بوضع العينة مابين صفيحتين معدنيتين صلبتين

تجرى هذه التجربة باستخدام الة التحطيم من نوع U-test بحيث تصل قوة هذه الالة الى 120KN وثم بواسطة سرعة انتقال منتظمة وتقرا نتيجة قوة الضغط مباشرة بال KN واجهاد الضغط بال Mpa

الصورةIV.2:اثناء اختبار بالضغط في مخبر جامعة الوادي

_العينة رقم1: 100% رمل عسيلة.

_العينة رقم 2: 100% رمل الكثبان

_العينة رقم 3: 100%رمل الآجر

_العينة رقم 4: 50% رمل عسيلة + 50%رمل الكثبان.

_العينة رقم 5 : 70%رمل عسيلة + 30% رمل الكثبان

_العينة رقم 6 : 70%رمل عسيلة+ 30%رمل الآجر.

_العينة رقم 7: 50%رمل عسيلة + 50%رمل الآجر.

_العينة رقم 8 : 50%رمل عسيلة + 25% رمل الآجر + 25% رمل الكثبان.

ملاحظة : قمنا بإعادة نفس التجارب بإضافة قيمتين مختلفتين للحديد

القيمة الأولى : 1%

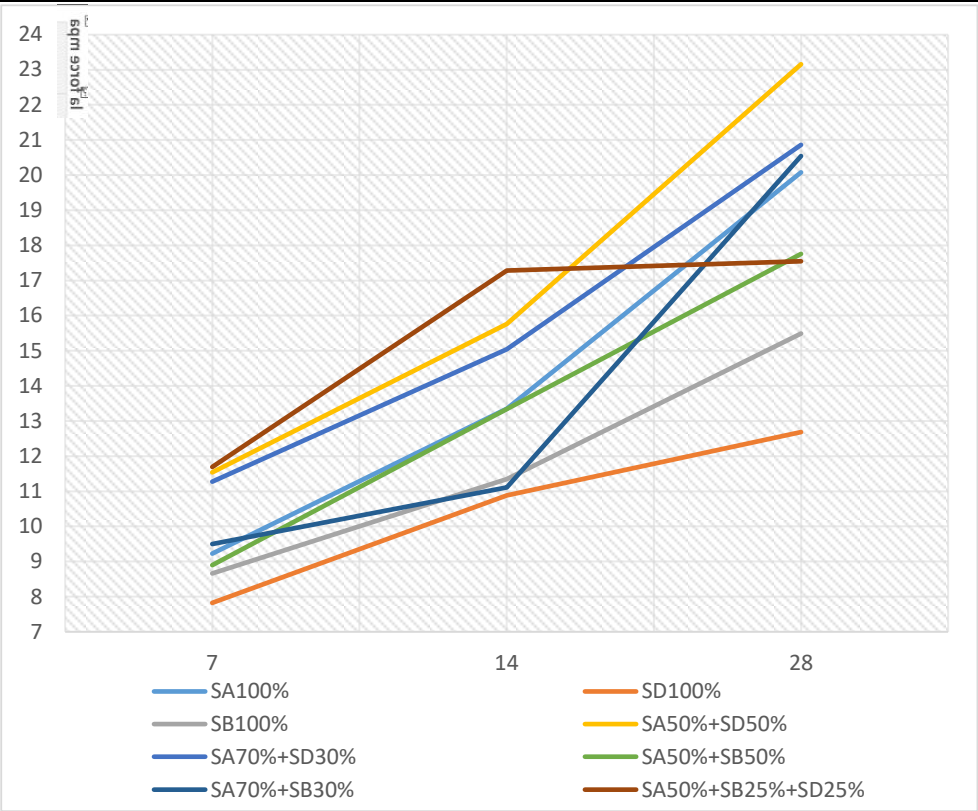
القيمة الثانية : 1.5%

2-4/نتائج تجربة التحطيم بالضغط :

2-4-1/تاثير نوع الرمل على الخرسانة المدروسة :

الجدول IV.11:نتائج مقاومة الضغط على كل العينات بدون الالياف

28	**14**	**7**	
20.08	13.35	9.225	**SA100%**
12.685	10.88	7.82	**SD100%**
15.485	11.35	8.66	**SB100%**
23.155	15.76	11.54	**SA50%+SD50%**
20.865	15.04	11.27	**SA70%+SD30%**
17.755	13.345	8.895	**SA50%+SB50%**
20.54	11.11	9.495	**SA70%+SB30%**
17.545	17.285	11.69	**SA50%+SB25%+SD25%**



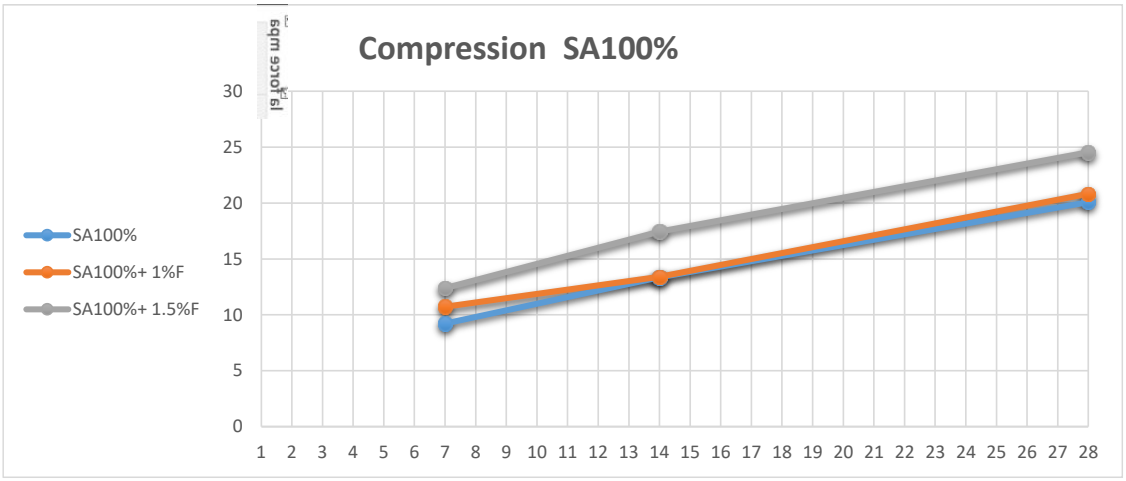
الشكل IV.11: يوضح تغيرات مقاومة الضغط لكل عينات الرمل بدون الياف

ملاحظة : نلاحظ أن مقاومة الانحناء تتغير بتغير نوع الرمال ونسب المزج بينها فعند مقارنتنا بين أنواع الرمال غير الممزوجة نجد أن خرسانة الرمل المصنوعة من رمل عسيلة أعطت أحسن مقاومة بلغت 20.88 Mpa ثم خرسانة رمل الآجر التي بلغت 15.485 Mpa , ثم خرسانة رمل الكثبان التي سجلنها 12.685 Mpa .أما عن الخرسانة المصنوعة بالرمال الممزوجة فقد سجلنا أحسن قيمة بالنسبة للخرسانة المصنوعة من الخليط **SA50%+SD50%** حيث كانت Mpa 23.54، ويليه الخرسانة المصنوعة من الخليط **SA70%+SD30%** التي كانت قيمتها 20.54Mpa وأما خرسانة رمل **SA50%+SB50%** فقد سجلنا تقريبا نفس القيمة مقاربة Mpa 17.555

1/ عينة رمل عسيلة 100% :

الجدول IV.12: تائج تجربة التحطيم بالضغط على عينة رمل عسيلة 100%

	7 أيام	**14 يوم**	**28 يوم**
رمل عسيلة 100%	MPA9.225	MPA13.35	20.08 MPA
رمل عسيلة 100% + 1% F	MPA10.735	MPA13.395	MPA20.825
رمل عسيلة 100% + 1.5% F	MPA 12.385	MPA17.455	MPA 24.535



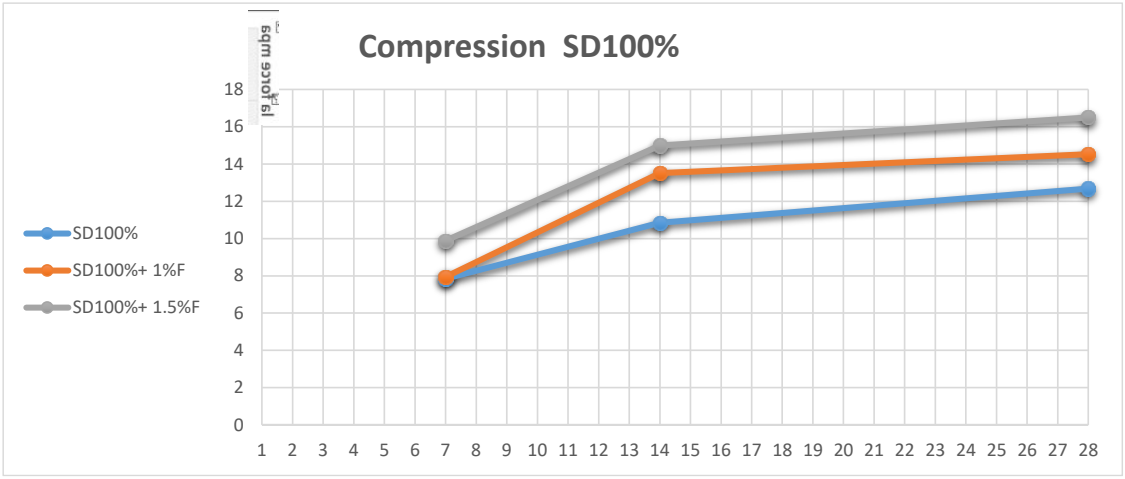
الشكل12.IV:منحنى تغيرات مقاومة الضغط لعينة رمل عسيلة 100%

ملاحظة : نلاحظ أن مقاومة الخرسانة المدروسة الضغط تزداد بزيادة الأيام كما تزداد بزيادة نسبة الألياف، وأن نسبة الزيادة خلال 28 يوم قد بلغت 3.7% عند زيادة 1% من الألياف وقد بلغت 22.18% عند زيادة 1.5% من الألياف

2/ عينة : رمل الكثبان 100%

الجدول13.IV: نتائج تجربة التحطيم بالضغط على عينة رمل الكثبان 100%

	7 أيام	**14 يوم**	**28 يوم**
رمل الكثبان 100%	mpa7.82	mpa 10.88	12.685 MPA
رمل الكثبان 100% + 1% F	mpa7.95	mpa13.505	14.52 MPA
رمل الكثبان 100% + 1.5%F	mpa9.885	mpa14.995	MPA16.505



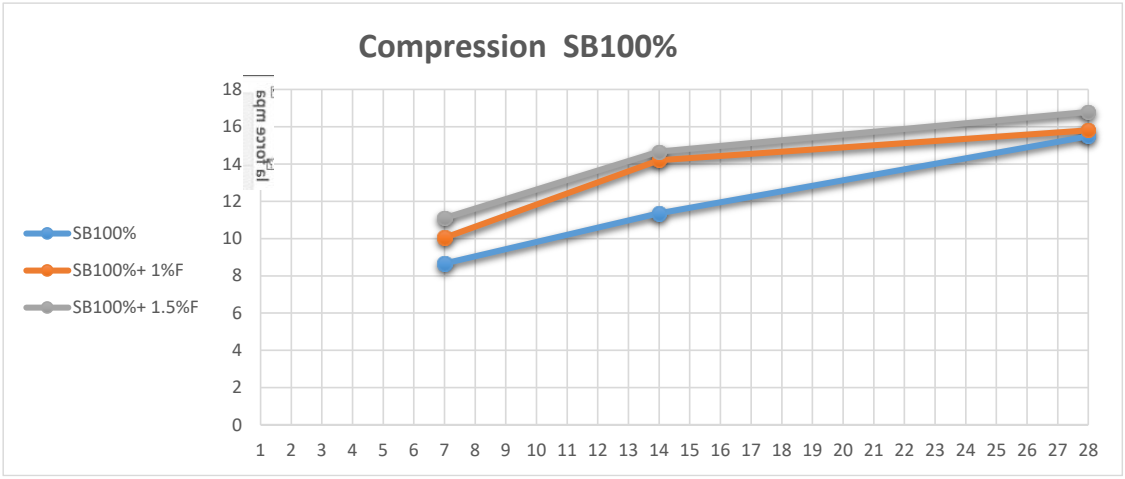
الشكل13.IV:المنحنى تغيرات مقاومة الضغط لعينة رمل الكثبان 100%

ملاحظة : نلاحظ من الشكل أن مقاومة الخرسانة المدروسة الضغط تزداد بزيادة الأيام كما تزداد بزيادة نسبة الألياف، وأن نسبة الزيادة خلال 28 يوم قد بلغت 14.47% عند زيادة 1% من الألياف وقد بلغت 30.12% عند زيادة 1.5% من الألياف.

3/ عينة : رمل الاجر 100%

الجدول14.IV:نتائج تجربة التحطيم بالضغط على عينة رمل الاجر 100%

	7 أيام	**14 يوم**	**28 يوم**
رمل الاجر 100%	8.66mpa	11.35mpa	15.485 MPA
رمل الاجر 100% + 1% F	10.045mpa	mpa14.205	15.81 MPA
رمل الاجر 100% + F1.5%	11.1mpa	mpa14.66	16.79 MPA



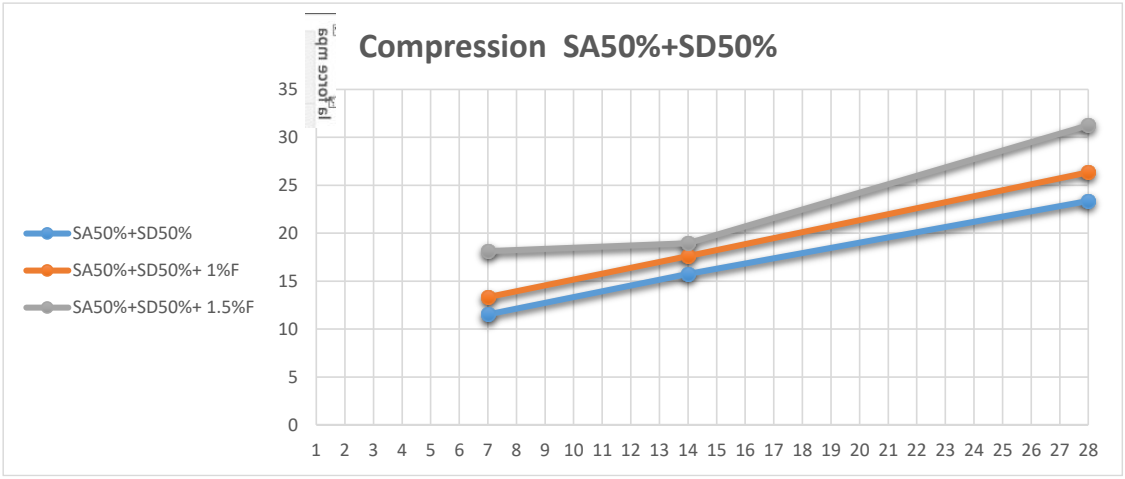
الشكل14.IV:منحنى تغيرات مقاومة الضغط لعينة رمل الاجر 100%

ملاحظة : نلاحظ من الشكل أن مقاومة الخرسانة المدروسة الضغط تزداد بزيادة الأيام كما تزداد بزيادة نسبة الألياف، وأن نسبة الزيادة خلال 28 يوم قد بلغت 2.13% عند زيادة 1% من الألياف وقد بلغت 8.46% عند زيادة 1.5% من الألياف

4/ عينة : رمل الكثبان 50%+ رمل عسيلة 50%

الجدول15.IV:نتائج تجربة التحطيم بالضغط على عينة رمل الكثبان 50%+ رمل عسيلة 50%

	7 أيام	14 يوم	28 يوم
رمل الكثبان 50%+ رمل عسيلة 50%	mpa11.54	mpa15.76	23.155 MPA
رمل الكثبان 50%+ رمل عسيلة 50%+ F %1	13.33mpa	17.615mpa	26.365 MPA
رمل الكثبان 50%+ رمل عسيلة 50%+ F%1.5	mpa18.135	mpa18.96	31.27 MPA



الشكل15.IV:المنحنى تغيرات مقاومة الضغط لعينة رمل الكثبان 50%+ رمل عسيلة 50%

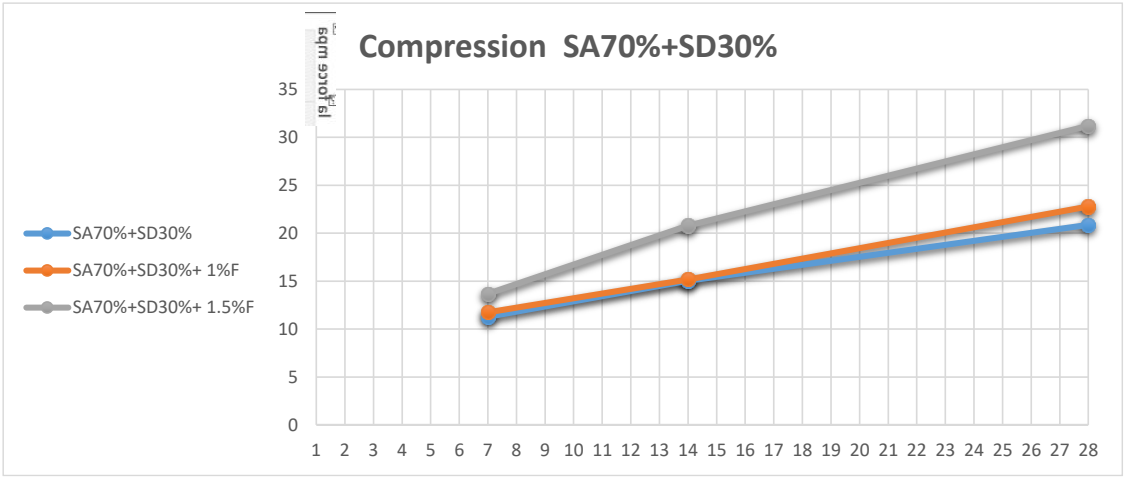
ملاحظة :

نلاحظ من الشكل: أن مقاومة الخرسانة المدروسة الضغط تزداد بزيادة الأيام كما تزداد بزيادة نسبة الألياف، وأن نسبة الزيادة خلال 28 يوم قد بلغت 13.86% عند زيادة 1% من الألياف وقد بلغت 35.04% عند زيادة 1.5% من الألياف

5/ عينة : رمل الكثبان30%+ رمل عسيلة 70%

الجدول16.IV:نتائج تجربة التحطيم بالضغط على عينة رمل الكثبان30%+ رمل عسيلة 70%

	7 أيام	**14 يوم**	**28 يوم**
رمل الكثبان30%+ رمل عسيلة 70%	mpa11.27	15.04mpa	20.865 MPA
رمل الكثبان30%+ رمل عسيلة 70% +1F%	mpa11.76	mpa15.185	22.78 MPA
رمل الكثبان30%+ رمل عسيلة +70% F1.5%	mpa13.69	mpa20.79	31.195 MPA



الشكل16.IV:المنحنى تغيرات مقاومة الضغط لعينة رمل الكثبان رمل الكثبان30%+ رمل عسيلة 70

ملاحظة :

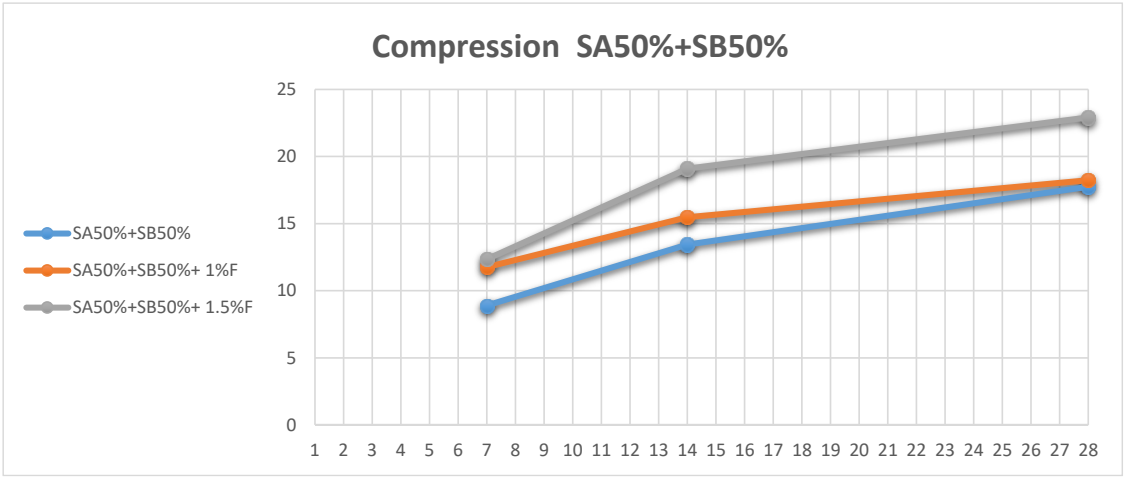
نلاحظ من الشكل: أن مقاومة الخرسانة المدروسة الضغط تزداد بزيادة الأيام كما تزداد بزيادة نسبة الألياف، وأن نسبة الزيادة خلال 28 يوم قد بلغت 9.17% عند زيادة 1% من الألياف وقد بلغت 49.50% عند زيادة 1.5% من الألياف

6/ عينة: رمل عسيلة 50%+ رمل الاجر 50%

الجدول17.IV:تائج تجربة التحطيم بالضغط على عينة رمل عسيلة 50%+ رمل الاجر 50%

	7 أيام	**14 يوم**	**28 يوم**
رمل عسيلة 50%+ رمل الاجر 50%	mpa8.895	13.345mpa	17.755 MPA
رمل عسيلة 50%+ رمل الاجر 50%+ F %1	11.765mpa	15.475mpa	18.245 MPA
رمل عسيلة 50%+ رمل الاجر 50% + F%1.5	12.35mpa	19.105mpa	22.905 MPA

Force mpa



الشكل17.IV:المنحنى تغيرات مقاومة الضغط لعينة رمل الكثبان رمل عسيلة 50%+ رمل الاجر 50%

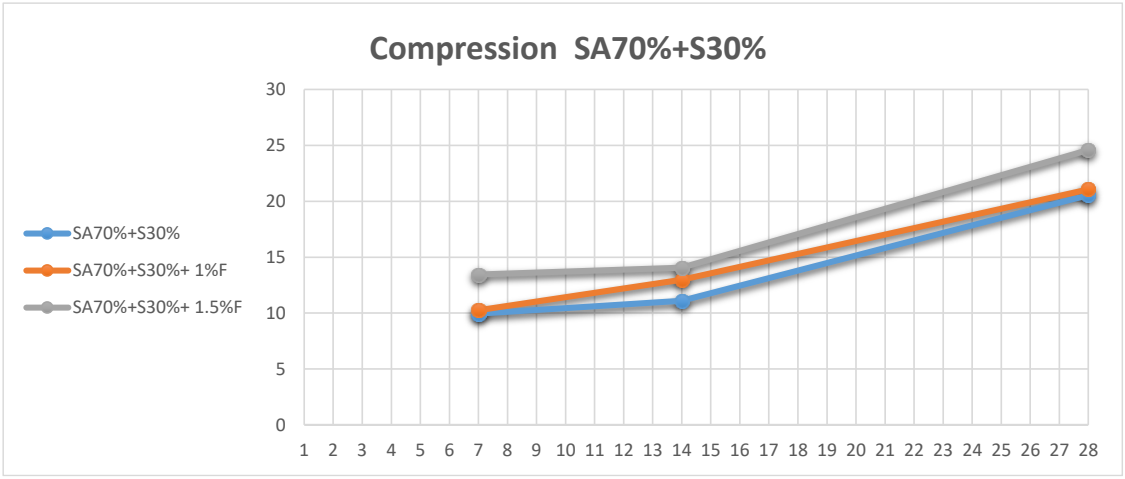
ملاحظة :

نلاحظ من الشكل: أن مقاومة الخرسانة المدروسة الضغط تزداد بزيادة الأيام كما تزداد بزيادة نسبة الألياف، وأن نسبة الزيادة خلال 28 يوم قد بلغت 2.76% عند زيادة 1% من الألياف وقد بلغت 29.01% عند زيادة 1.5% من الألياف

7/ عينة : رمل عسيلة 70%+ رمل الاجر 30%

الجدول18.IV:نتائج تجربة التحطيم بالضغط على عينة رمل عسيلة 70%+ رمل الاجر 30%

	7 أيام	14 يوم	28 يوم
رمل عسيلة 70%+ رمل الاجر 30%	9.495mpa	mpa11.11	20.54 MPA
رمل عسيلة 70%+ رمل الاجر 30%+ 1% F	10.245mpa	mpa12.97	21.065 MPA
رمل عسيلة 70%+ رمل الاجر 30% + F%1.5	13.44mpa	14.05mpa	24.59 MPA



الشكل18.IV:المنحنى تغيرات مقاومة الضغط لعينة رمل عسيلة 70%+ رمل الاجر 30%

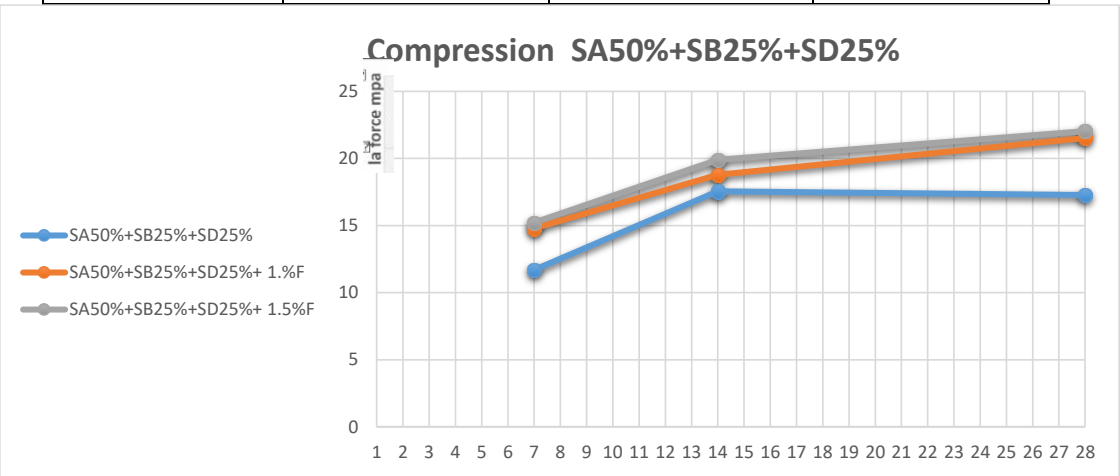
ملاحظة : نلاحظ من الشكل: أن مقاومة الخرسانة المدروسة الضغط تزداد بزيادة الأيام كما تزداد بزيادة نسبة الألياف، وأن نسبة الزيادة خلال 28 يوم قد بلغت 2.53% عند زيادة 1% من الألياف وقد بلغت 19.71% عند زيادة 1.5% من الألياف .

8/ عينة : رمل عسيلة 50%+ رمل الاجر 25%+ رمل الكثبان 25%

الجدول19.IV:نتائج تجربة التحطيم بالضغط على عينة رمل عسيلة 50%+ رمل الاجر 25%+ رمل الكثبان 25%

	7 أيام	14 يوم	28 يوم
رمل عسيلة 50%+ رمل الاجر 25%+ رمل الكثبان 25%	mpa11.69	mpa17.545	17.285 MPA
رمل عسيلة 50%+ رمل الاجر 25%+ رمل الكثبان 25%+ F %1	mpa14.785	mpa18.785	21.53 MPA
رمل عسيلة 50%+ رمل الاجر 25%+	mpa15.215	mpa19.905	22.035 MPA

رمل الكثبان +%25 F%1.5			



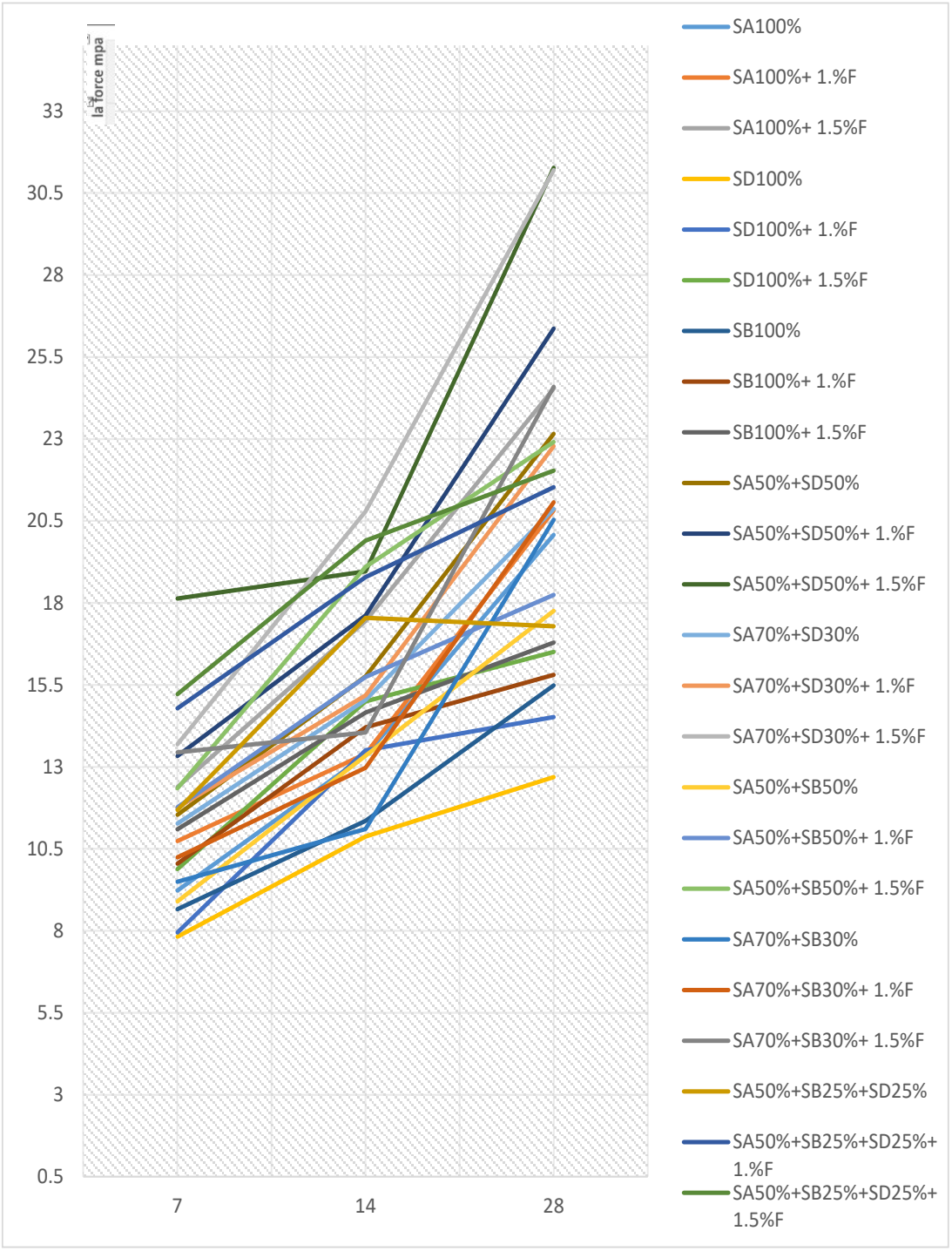
الشكلIV.19:المنحنى تغيرات مقاومة الضغط لعينة رمل عسيلة 50%+ رمل الاجر 25%+ رمل الكثبان25%

ملاحظة : نلاحظ من الشكل: أن مقاومة الخرسانة المدروسة الضغط تزداد بزيادة الأيام كما تزداد بزيادة نسبة الألياف، وأن نسبة الزيادة خلال 28 يوم قد بلغت 24.59% عند زيادة 1% من الألياف وقد بلغت 27.48% عند زيادة 1.5% من الألياف

9.كل العينات :

الجدول IV.20: نتائج اختبار الضغط على كل العينات

العينات / الأيام	7	14	28
SA100%	**9.225**	**13.35**	**20.08**
SA100%+ 1.%F	**10.735**	**13.395**	**20.825**
SA100%+ 1.5%F	**12.385**	**17.455**	**24.535**
SD100%	**7.82**	**10.88**	**12.685**
SD100%+ 1.%F	**7.95**	**13.505**	**14.52**
SD100%+ 1.5%F	**9.885**	**14.995**	**16.505**
SB100%	**8.66**	**11.35**	**15.485**
SB100%+ 1.%F	**10.045**	**14.205**	**15.81**
SB100%+ 1.5%F	**11.1**	**14.66**	**16.79**
SA50%+SD50%	**11.54**	**15.76**	**23.155**
SA50%+SD50%+ 1.%F	**13.33**	**17.615**	**26.365**
SA50%+SD50%+ 1.5%F	**18.135**	**18.96**	**31.27**
SA70%+SD30%	**11.27**	**15.04**	**20.865**
SA70%+SD30%+ 1.%F	**11.76**	**15.185**	**22.78**
SA70%+SD30%+ 1.5%F	**13.69**	**20.79**	**31.195**
SA50%+SB50%	**8.895**	**13.345**	**17.755**
SA50%+SB50%+ 1.%F	**11.765**	**15.745**	**18.245**
SA50%+SB50%+ 1.5%F	**12.35**	**19.105**	**22.905**
SA70%+SB30%	**9.495**	**11.11**	**20.54**
SA70%+SB30%+ 1.%F	**10.245**	**12.97**	**21.065**
SA70%+SB30%+ 1.5%F	**13.44**	**14.05**	**24.59**
SA50%+SB25%+SD25%	**11.69**	**17.545**	**17.285**
SA50%+SB25%+SD25%+ 1.%F	**14.785**	**18.785**	**21.53**
SA50%+SB25%+SD25%+ 1.5%F	**15.215**	**19.905**	**22.035**



الشكلIV.20:منحنى نتائج اختبار الضغط على كل العينات

تفسير النتائج:

تأثير نوعية الرمل على خرسانة الرمل:

نلاحظ أن مقاومة الضغط تتغير بتغير نوع الرمال ونسب المزج بينها كما هو الحال في مقاومة الانحناء، وذلك راجع إلى كون الرمال تختلف في طبيعتها الكيميائية فالرمال الطبيعية حبيباتها أغلبها سيلسية تعطي مقاومة عالية للتحطيم، أما حبيبات رمل الآجر فهي حبيبات ذات طبيعة طينية تعطي مقاومة ضعيفة للتحطيم هذا ما يفسر ضعف الخرسانة وقوتها.

أما للخرسانات ذات الرمال الممزوجة فإن تلك الرمال قد صحح بعضها البعض وأصبح لها تدرج حبيبي مقبول سد أصغره الفرغات الناتجة عن أكبره فازدادت كتامة الخرسانة مما زاد في مقاومتها. وهذا ما وجده [47] . إذ قال : أنه من الواضح أنه يجب إعطاء أهمية كبيرة لاختيار الركام حسب خصائصه الفيزيائية والميكانيكية

تأثير إضافة الألياف على خرسانة الرمل:

نلاحظ أن مقاومة الضغط تغيرت بتغير وزيادة نسبة الألياف كلما زادت هذه الأخيرة زادت المقاومة، وذلك راجع إلى كون الألياف قامت بدور التعزيز فتماسكت أجزء العينة ولم تقم بالتحطيم المباشر، كما أن هذه الألياف قامت بسد الكثير من الفراغات لذا زادت المقاومة. وهذا ما وجده []، لكننا وجدنا أن بعضها تناقص بزيادة الألياف ومرد ذلك لتموضع الألياف فقد كان تموضعها غير لائق فلما طبقنا عليها قوة الإنضغاط وقع لا شبه انزلاق داخل ما ضعف من مقاومتها وهذا ما وجده[48] [49] إذ أنه تحقق من أن الألياف المعدنية داخل خرسانة الرمل تزيد من مقاومة الضغط

3/_ اختبار امتصاص الماء - الخاصية الشعرية - (Essai d'absorption d'eau**) :**

يتم استخدام تجربة امتصاص الماء بواسطة الخاصية الشعرية من اجل قياس مدى قدرة الخرسانة على امتصاص الماء عبر المسام الدقيقة، فهي مهمة لتقييم مقاومة الخرسانة للرطوبة والعوامل الجوية.

تُنفذ هذه التجربة بناء على توصيات l'AFPC-AFREM على عينات من خرسانة الرمال ، فهي تعطي لمحة عن الفراغات والمسامات داخل الجسم الخرساني وتعمل على فهم سلوك النفاذية وتأثيرها على متانة الخرسانة.

- خطوات الإختبار:

_ وزن العينة وهي جافة.

_ يُغمر الجزء السفلي من العينة في الماء بمقدار3mm في حين يبقى الجزء العلوي فالهواء .

_ يتم قياس الوزن بعد مرور m6 و m12 و m30 و h1 و h4 و h8 و h24 وh48.

_ يتم حساب معامل الإمتصاص كالتالي :

$$100\times AC\% = \frac{(\mathrm{Msat}-\mathrm{Msec})}{\mathrm{Msec}}$$

حيث :

Ac:هو معامل الإمتصاص(%)

Msar:هي كتلة العينة بعد الإمتصاص

Msec:هي كتلة العينة الجافة

4/نتائج تجربة امتصاص الماء:

الصورة3.IV:اثناء قيام تجربة امتصاص الماء

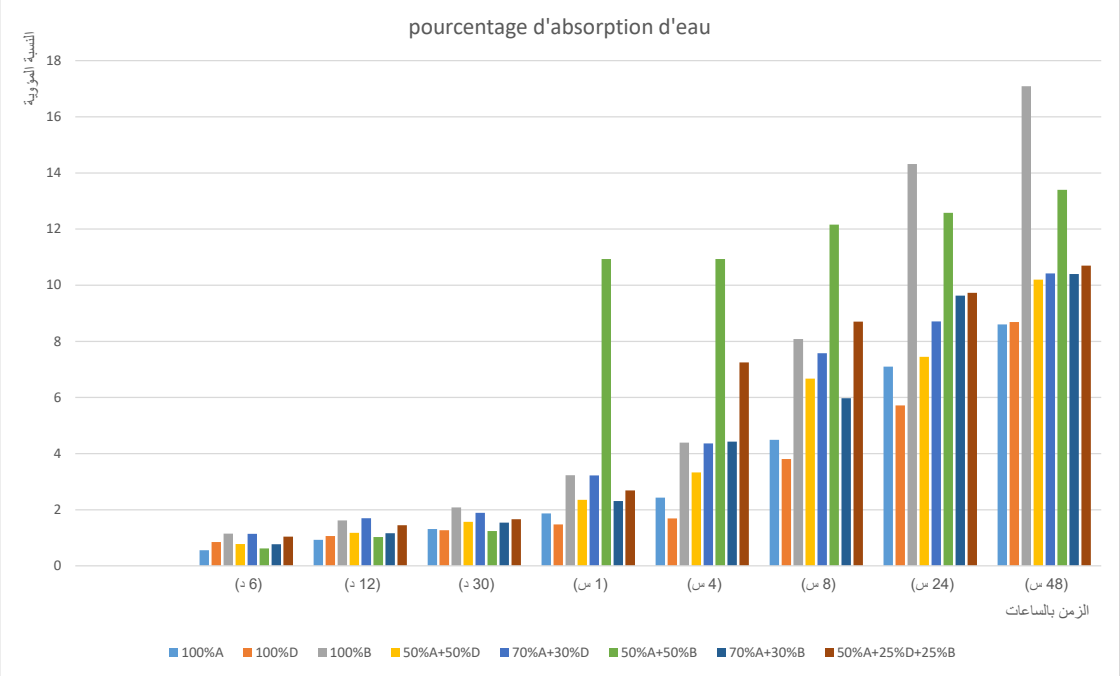
1/ بدون الياف :

النسب المئوية لامتصاص الماء (%) :

الجدول 21.IV: النسبة المؤوية لامتصاص الماء لعينات الرمل بدون الياف

التركيبة	6) د) (%)	12) د) (%)	30) د) (%)	1) س) (%)	4) س) (%)	8) س) (%)	24) س) (%)	48) س)(%)
100%A	0.56	0.93	1.31	1.87	2.43	4.49	7.10	8.60
100%D	0.85	1.06	1.27	1.48	1.69	3.81	5.72	8.69
100%B	1.15	1.62	2.08	3.23	4.39	8.08	14.32	17.09
50%A+50%D	0.78	1.18	1.57	2.35	3.33	6.67	7.45	10.20
70%A+30%D	1.14	1.70	1.89	3.22	4.36	7.58	8.71	10.42
50%A+50%B	0.62	1.03	1.24	10.93	10.93	12.16	12.58	13.40

70%A+30%B	0.77	1.16	1.54	2.31	4.43	5.97	9.63	10.40
50%A+25%D+25%B	1.04	1.45	1.66	2.69	7.25	8.70	9.73	710.7



الشكلIV.21:أعمدة بيانية توضح نسبة امتصاص الماء على العينات بدون إضافة الياف الحديد

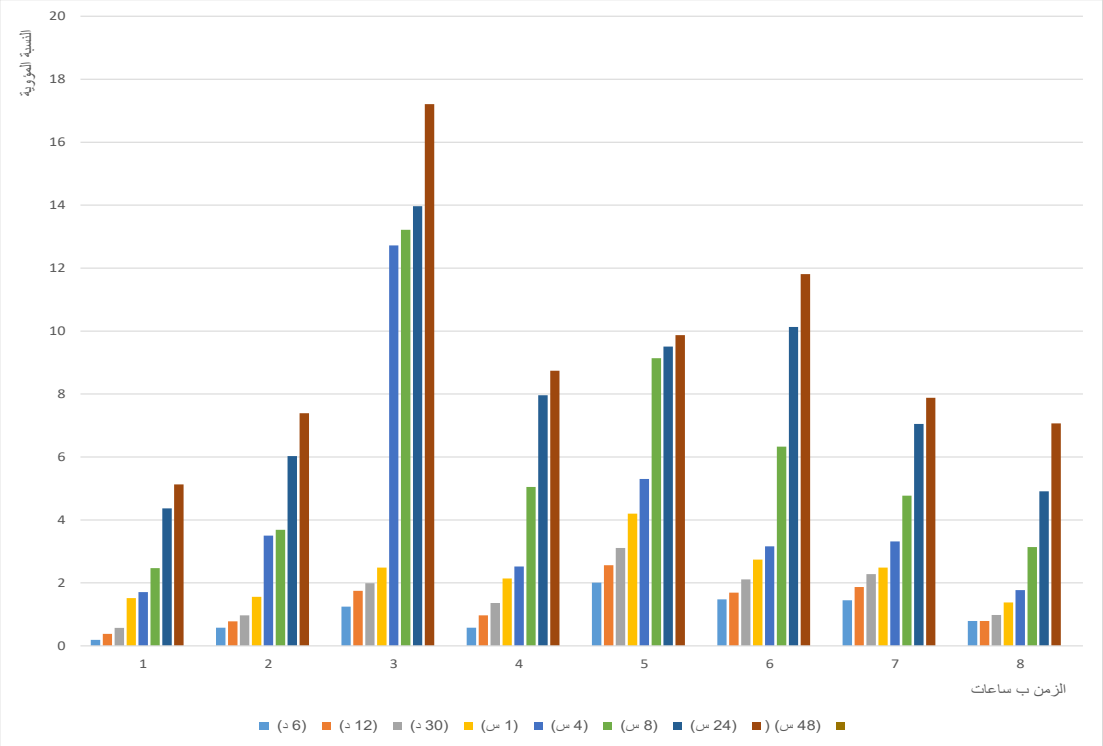
نلاحظ من الشكل أن نسبة امتصاص الماء للعينات الخرسانة المدروسة والتي هي بدون إضافة الألياف الحديدية تزداد بزيادة الزمن، وان هذه الزيادة في الخرسانة المصنوعة 100% من رمال الآجر كانت بها هي الأعلى مقارنة بغيرها من الخرسانات المدروسة إذ وصلت نسبة الامتصاص بها خلال 48 ساعة إلى 17%، وكلما كانت نسبة رمال الآجر في الخرسانة المكونة من رمال الممزوجة أكثر كلما كانت نسبة الامتصاص للماء أكثر فقد سجلنا في الخرسانة المصنوعة من 50%A+50%B نسبة 13.40%، وفي 50%A+25%D+25%B سجلنا 10.40%، في حين أن الخرسانات التي تحتوي على الرمال الطبيعية سواء رمال الكثبان أو رمال عسيلة فإن نسبة امتصاص الماء بها كانت أقل بكثير فقد سجلنا في هذين النوعين من الخرسانة نسبة إمتصاص بين 8.6% و8.69%، والأمر ذاته عند مزجهما فإن نسبة الامتصاص لم تتجاوز 10.42%

2/ 1% حديد

النسب المئوية لامتصاص الماء (%) :

الجدول IV.22: النسبة المؤوية لامتصاص الماء لعينات الرمل التي تحتوي على 1% الياف

التركيبة	الوزن الأولي (جرام)	(6 د) (%)	(12 د) (%)	(30 د) (%)	(1 س) (%)	(4 س) (%)	(8 س) (%)	(24 س) (%)	(48 س) (%)
100%A	526	0.19	0.38	0.57	1.52	1.71	2.47	4.37	5.13
100%D	514	0.58	0.78	0.97	1.56	3.50	3.69	6.03	7.39
100%B	401	1.25	1.75	1.99	2.49	12.72	13.22	13.97	17.21
50%A+50%D	515	0.58	0.97	1.36	2.14	2.52	5.05	7.96	8.74
70%A+30%D	547	2.01	2.56	3.11	4.20	5.30	9.14	9.51	9.87
50%A+50%B	474	1.48	1.69	2.11	2.74	3.16	6.33	10.13	11.81
70%A+30%B	482	1.45	1.87	2.28	2.49	3.32	4.77	7.05	7.88
50%A+25%D+25%B	509	0.79	0.79	0.98	1.38	1.77	3.14	4.91	7.07



الشكلIV.22:أعمدة بيانية توضح امتصاص الماء على العينات بإضافة 1%من الالياف الحديد

نلاحظ من الشكل أن نسبة امتصاص الماء للعينات الخرسانة المصنوعة من رمل عسيلة والتي هي بدون إضافة الألياف الحديدية كانت نسبة الامتصاص بها خلال 48 ساعة قد وصلت حدود 8.6%، وأنه كلما زدنا الألياف نقصت هذه النسبة فعند اضافتنا لـ 1% كانت نسبة الامتصاص 5.84% اما عند زيادتنا لـ 1.5% لم تتجاوز 5.13%.

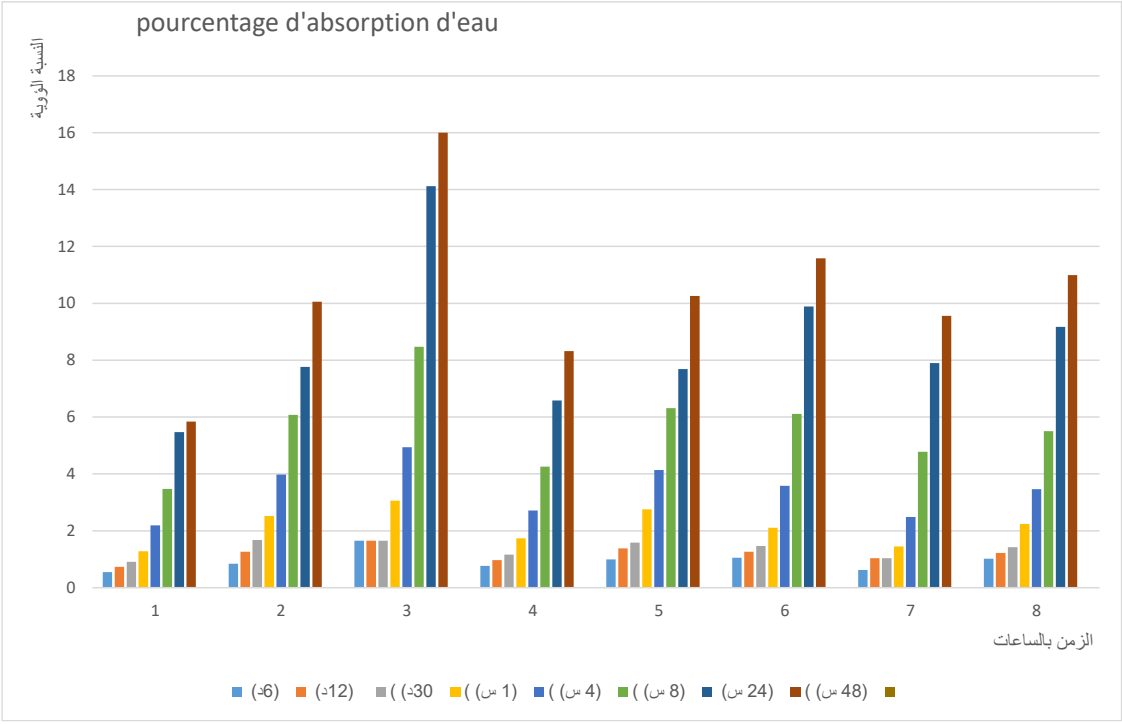
.

نسبةامتصاص الماء للخرسانة الرملية بـــ 1.5 % الياف :

النسب المئوية لامتصاص الماء (%) :

الجدول IV.23: النسبة المؤوية لامتصاص الماء لعينات الرمل التي تحتوي على 1.5% الياف

التركيبة	الوزن الأولي (جرام)	0.1) س)(%)	0.2) س)(%)	0.5) س)(%)	(1 س) (%)	(4 س) (%)	(8 س) (%)	(24 س) (%)	(48 س) (%)
100%A	548	0.55	0.73	0.91	1.28	2.19	3.47	5.47	5.84
100%D	477	0.84	1.26	1.68	2.52	3.98	6.08	7.76	10.06
100%B	425	1.65	1.65	1.65	3.06	4.94	8.47	14.12	16.00
50%A+50%D	517	0.77	0.97	1.16	1.74	2.71	4.26	6.58	8.32
70%A+30%D	507	0.99	1.38	1.58	2.76	4.14	6.31	7.69	10.26
50%A+50%B	475	1.05	1.26	1.47	2.11	3.58	6.11	9.89	11.58
70%A+30%B	481	0.62	1.04	1.04	1.45	2.49	4.78	7.90	9.56
50%A+25%D+25%B	491	1.02	1.22	1.42	2.24	3.46	5.50	9.17	10.99



الشكل IV.23:أعمدة بيانية توضح امتصاص الماء على العينات بإضافة 1.5%من الالياف الحديد

نلاحظ من الشكل أن نسبة امتصاص الماء للعينات الخرسانة المصنوعة من رمل الكثبان والتي هي بدون إضافة الألياف الحديدية كانت نسبة الامتصاص بها خلال 48 ساعة قد وصلت حدود 8.69%، وأنه كلما زدنا الألياف نقصت هذه النسبة فعند اضافتنا لـ 1.5% كانت نسبة الامتصاص 7.39% أما عند زيادتنا لـ 1% لم تتجاوز فقد وصلت إلى 10.06%.
%.

التفسير :

تأثير تغير الرمل:

لاحظنا مما تقدم أن نسبة امتصاص الماء للعينات الخرسانية المدروسة والتي هي بدون إضافة الألياف الحديدية تزداد بزيادة الزمن وهذا راجع لاستمرار صعود الماء بالخاصية الشعرية.

وان هذه الزيادة في الخرسانة المصنوعة 100% من رمال الآجر كانت بها هي الأعلى مقارنة بغيرها من الخرسانات المدروسة إذ وصلت نسبة الامتصاص بها خلال 48 ساعة إلى 17%، وكلما كانت نسبة رمال الآجر في الخرسانة المكونة من رمال الممزوجة أكثر كلما كانت نسبة الامتصاص للماء أكثر فمرد ذلك كون حبيبات رمال الآجر نفسها تمتص كميات معتبرة من المياه زيادة على نسبة الماء المتواجدة بين الحبيبات عموما وهي مسارات الخاصية الشعرية، وهذا ما وجد [ ] وغيره.

في حين أن الخرسانات التي تحتوي على الرمال الطبيعية سواء رمال الكثبان أو رمال عسيلة فإن نسبة امتصاص الماء بها كانت أقل وهذا راجع لكون المياه تواجدت فقط في الفراغات بين الحبيبات دون الولوج إلى الحبيبة في حد ذاتها وإن كان فبنسب قليلة، لأن نسبت امتصاص حبيبات هذه الرمال للماء قليلة نظرا لطبيعتها الكيميائية السيليسية.

تأثير الألياف:

تبين من كل ما مضى أنه كلما زادت نسبة الألياف تقريبا نقصت نسبت امتصاص الماء في الخرسانة وهذا راجع لنوع الألياف المضافة ولدورها في الخرسانة فهي سدت تلك الفراغات بين الحبيبات ومنعت تغلغل وصعود الماء بالخاصية الشعرية، فنوع الألياف الذي هو من الحديد لا يسمح بامتصاص الماء من جهة وهو قد عوض بعض الخرسانة من جهة أخرى والخرسانة ليست مادة كتيمة مثل الحديد، تتوافق هذه النتائج مع ما وجده كل من [ ] وغيرهم الذين وجود نتائج مقاربة لهذا.
كما تجدر الإشارة إلى أن هناك بعض النتائج شذت عن ما قدمنا من تفسير حيث أنه لما زدنا نسبة الألياف زادت نسبة امتصاص الخرسانة للماء ومرد ذلك كون أن هذه الألياف قد تموضعت داخل العينات بطريقة خلقت داخل جسم الخرسانة مسالك دقيقة مكنت الماء من التسرب إلى قلب الخرسانة. وهذا متوافق مع ما ذكره الباحث [ ] وغيره.

الخلاصة:

عند دراستنا للنتائج المتحصل عليها خلصنا إلى أنا:

- نوعية الرمل تأثر على المقاومة الميكانيكية لخرسانة الرمل.
- التعزيز بالألياف -من نوع بقايا الأسلاك الحديدية- يوثر على المقاومة الميكانيكية لخرسانة الرمل
- اختلاف نسب التعزيز بالالياف يؤثر على خصائص خرسانة الرمل
- نسبة الرمال ونسبة الألياف تأثر على خاصية الامتصاص في الخرسانة الرملية.

الخلاصة العامة والتوصيات

الخلاصة العامة والتوصيات

يعد الهدف الأساسي من هذه الدراسة هو محاولة استغلال رمال الكثبان المتواجدة في الجزائر بكثرة خاصة في المناطق الجنوبية وكذلك بعض النفايات خاصة بقايا الآجر، وذلك باستغلالها في مجالات الإنشاء المختلفة ومحاولة تعويض رمال الكثبان ورمال الناتجة عن طحن الآجر كبديل لرمال الوديان او رمال البحر غير المتجددة والتي تعتبر استعمالاتها متسببة في مشاكل بيئية يصعب ان لم نقل يستحيل حلها وبعد الاطلاع على العديد من الأبحاث التطبيقية التي قام بها مجموعة من الباحثين على خرسانة الرمل التي زودتنا بمعلومات كبيرة على مختلف خصائص هذا التركيبة الخرسانية .

و كنقطة للانطلاق قمنا بإنجاز عدة تجارب على المواد المستعملة بغية التعرف على نوعيتها.

إن الرمال المستعملة في هذه الدراسة هي رمل عسيلة بالإضافة الى رمال الكثبان والرمل الناتج عن طحن الآجر إستعملنا رمل عسيلة كرمل مرجعي تتم من خلاله المقارنة لأنه المستعمل والمتواجد عموما في السوق وحسب الملاحظات المستوحاة من التجارب فان كلا النوعين صالحين لإنتاج خرسانة الرمل ما عدى رمل الكثبان الذي أعطت تجربة الغربلة الخاص به نتائج تدل على وجوب تحسين تدرجه الحبيبي.

حاولنا تحسين نتائج الغربلة لرمل الكثبان من خلال مزجه برمال الآجر ورمل عسيلة، حيث استعملت نسب مختلفة من الخلط، أبرزها 70% رمل كثبان و 30% من المضافات رمال الآجر أو رمل عسيلة) بالإضافة إلى خلطات أخرى بنسبة 50% من كل نوع.

أظهرت النتائج أن إدخال هذه النسب من رمال الآجر ورمل عسيلة في تركيبة خرسانة رمل الكثبان أدى إلى تحسين ملحوظ في خصائصها الميكانيكية.
فقد ساهم استعمال النسبتين 70/30 و50/50 في تعزيز مقاومتي الانحناء والضغط مقارنة بخرسانة رمل الكثبان الخالصة، حيث سجل تحسن أكبر كلما زادت نسبة المواد المضافة ذات الخصائص الأفضل.
إدخال هذه الألياف أثر على خصائص الخرسانة فتحصلنا على النتائج التالية:
- عملية إضافة الألياف المعدنية بكميات وأنواع مختلفة له تأثير ايجابي على خصائص الخرسانة
_ كمية الليف المعدنية المضافة لها تأثير على مقاومة الانحناء ومقاومة الضغط حيث كلما زادت كمية الألياف زادت المقاومة .

من خلال هذه النتائج المتحصل عليها نوصي بما يلي:

- نقترح محاور جديدة للبحث يمكن من خلالها استغلال هذه الأخيرة قصد تطويرها وتحسينها وهذا بهدف الوصول الى تعميم استعمال هذه الثروة الطبيعية الهائلة من رمال الكثبان المتواجدة بالجنوب الجزائري في مجال الإنشاءات وفي جميع ربوع الوطن .

- نمذجة القوانين الخاصة بالمقاومة والتشوهات لهذا النوع من الخرسانة

- تفعيل هذا النوع من الأبحاث وذلك بانجاز منشات ولو تجريبيه على ارض الواقع .

- دراسة ظاهرة الانكماش وبعمق في الخرسانة الرملية المعدة برمال الكثبان والمعزز بالألياف.

نتمنى أن نكون قد ساهمنا في تثمين الرمال بصفة عامة ورمال الكثبان ورمال الآجر بصفة خاصة لأنها الموجودة بكثرة في البلدان مع تثمين نفايات أسلاك الحديد التي هي عبارة عن ألياف وذلك باستعمالها في مجالات الإنشاء المختلفة

في الختام، نرجو أن نكون قد وفقنا إلى حد ما في هذا العمل، ونتطلع إلى استمرار البحث في هذا المجال وتعزيز الاهتمام به مستقبلا

الملحق

نتائج تجربة امتصاص الماء (وزن العينات عند كل فترة زمنية)

1/ بدون الياف :

التركيبة	الوزن الاولي	الوزن بالغرام بعد الغمر في الماء :						
		6 د	12 د	30د	1 س	4 س	8 س	24 س	48 س
A%100	535	538	540	542	545	548	559	573	581
D%100	472	476	477	478	479	480	490	499	513
B%100	433	438	440	442	447	452	468	495	507
D%A+50%50	510	514	516	518	522	527	544	548	562
D%A+30%70	528	534	537	538	445	501	568	574	583
B%A+50%50	485	488	490	491	436	538	544	546	550
B%A+30%70	519	523	525	527	531	542	550	569	573
B%D+25%A+25%50	483	478	490	491	496	518	525	530	535

الجدول:نتائج اختبار امتصاص الماء على العينات بدون اضافة الالياف الحديد

2/ بالالياف (1%) :

التركيبة	الوزن الاولي	الوزن بالغرام بعد الغمر في الماء :							
		6 د	12 د	30د	1 س	4 س	8 س	24 س	48 س
A%100	526	527	528	529	590	535	395	549	553
D%100	514	517	518	519	522	532	533	545	552
B%100	401	406	084	409	411	452	437	457	470
D%A+50%50	515	518	520	522	526	525	541	556	560
D%A+30%70	547	558	561	564	570	315	597	599	601
B%A+50%50	474	814	482	484	487	895	504	522	530
B%A+30%70	482	489	491	433	434	498	505	516	520
B%D+25%A+25%50	509	513	513	514	516	518	525	534	545

الجدول:نتائج اختبار امتصاص الماء على العينات بإضافة الالياف الحديد1%

3/ بالالياف (1.5%) :

التركيبة	الوزن الاولي	الوزن بالغرام بعد الغمر في الماء :							
		0.1	0.2	0.5	1	4	8	24	48
A%100	548	551	552	553	555	560	567	578	580
D%100	477	481	483	485	489	496	506	514	525
B%100	425	432	432	432	438	446	461	485	493
D%A+50%50	517	521	522	523	526	531	539	551	560
D%A+30%70	507	512	514	515	521	528	539	546	559
B%A+50%50	475	480	481	482	485	492	504	522	530
B%A+30%70	481	484	486	486	488	493	504	519	527
B%D+25%A+25%50	491	496	497	498	502	508	518	536	545

الجدول:نتائج اختبار امتصاص الماء على العينات بإضافة الالياف الحديد1,5%

نتائج تجربة الانكماش لمدة 14 يوم :

1/ كل عينات الرمل بدون الياف :

رقم	الخلطة	الانكماش بدون ألياف (MPa)
1	100% A	-1.21
2	100% D	-0.836
3	100% P	-0.869
4	70% A + 30% P	-0.577
5	50% A + 50% P	-0.302
6	50% A + 50% D	0.143
7	50% A + 25% D + 25% P	0.66

8	70% A + 30% D	0.126

2/ كل عينات الرمل مع إضافة الالياف بنسبة 1% :

رقم	الخلطة	الانكماش بعد إضافة 1% ألياف (MPa)
1	100% A	-1.028
2	100% D	-0.711
3	100% P	-0.739
4	70% A + 30% P	-0.49
5	50% A + 50% P	-0.257
6	50% A + 50% D	0.122
7	50% A + 25% D + 25% P	0.561
8	70% A + 30% D	0.107

3/ كل عينات الرمل مع إضافة الالياف بنسبة 1.5% :

رقم	الخلطة	الانكماش بعد إضافة 1.5% ألياف (MPa)
1	100% A	-0.944
2	100% D	-0.652
3	100% P	-0.678
4	70% A + 30% P	-0.45
5	50% A + 50% P	-0.236
6	50% A + 50% D	0.112
7	50% A + 25% D + 25% P	0.515
8	70% A + 30% D	0.098

المراجع

[1] _ وليد احمد سالم , بازار سالم خميس عوض بن شملة محمد حسين أبو بكر الجفري صلاحية الرمال المستخدمة كركام ناعم , مجلة الاندلس للعلوم التطبيقية العدد (18) المجلد (10) /يوليو _ديسمبر 2023 . ناعم لاعمال الخرسانة و التشييد في مدينة المكلا

[2] _ المساهمة في تحسين خصائص خرسانة رمل الكثبان بواسطة التصحيح الحبيبي والتعزيز بالالياف , دكتوراء علوم من اعداد ماني محمد , جامعة قاصدي مرباح

[3] -GEOLOGY دكتور ميشيل كامل عطاالله، أساسيات الجيولوجيا .
دار الدسنَّة للنشر والتوزيع .2119الأردف

[4] _ المستخدم قيم استخدام الرمل النهري في انتاج الخرسانة _ ضياء نعمة جبار _المعهد التقني بابل

[5] - عباس بن عيفاف الحارثي. مقرر الدخاطر الذندسية و البيئية ،قسم الجيولوجيا الهندسية والبيئة – كلية علوـ الارض– جامعة الدلك عبد العزيز

[6] _ عبد الفتاح القاصي , ميكانيك التربة مصر : دار الكتاب العلمي 2006

[9] _ تصميم وتوصيف خرسانة رمل الكثبان المحملة (بن زينة . ن , و بركاني ,ع)

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

[10] _ مساهمة في دراسة الخصائص الفيزيائية و الكيميائية لعينات من رمل منطقة حاسي ميلود ورقلة (2017) . غرياني مروة و أولاد سالم مريم

[11] _ دراسة جيولوجية وهندسية لرمل الكرنب في المملكة الأردنية الهاشمية للمهندسين جمال أبو رقيع ومحمود عزام والجيولوجي لطفي أبو سعد / المواصفات القياسية الأردنية رقم 92 لسنة 1987

[12] _ جمعية المهندسين الكويتية _ وظيفة ومواصفات المياه المستخدمة في خلط الخرسانة _ام فيصل السالمي _ مقالات هندسية 2015/2/11

[14] _ مقالات سادات بتن غرب

[15] _ محاضرة الأستاذ ماني_ مقياس الخرسانة المستحدثة 1 _2021/2020

[16] _ المساهمة في تحسين خصائص خرسانة الرمل باستعمال موارد رملية جديدة في وادي سوف -مذكرة ماستر, جامعة الوادي .بن عمارة,ب - ضو,ع

[17]_ العرفي ،عمر-الآجر.الموسوعة العربية.هيئة الموسوعة العربية

[18]_ المساهمة في تحسين خصائص خرسانة رمل الكثبان بواسطة التصحيح الحبيبي والتعزيز بالالياف المعدنية ،جامعة قاصدي مرباح-ورقلة ، Mémoire de Magister(2010)ماني,م

[19]_دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لعينات رمل منطقة طيبات ،جامعة قاصدي مرباح-ورقلة ،مذكرة ماستر 2017 ،نتاري نسيمة,مسعودي حنان

[20]_دار الدسنة للنشر والتوزيع اساسيات الجيولوجيا **Geology** دكتور ميشيل كامل عطاالله ، الاردف 2119

[22]_مقرر الدخاطر الذندسية و البيئية ،قسم الجيولوجيا الهندسية والبيئة -كلية علوم الأرض ، جامعة الملك عبد العزيز ,عباس بن عيفاف الحارثي

[34]_تأثير رمل النفايات الطوب المعاد تدويره على خصائص العزل المائي والحراري للخرسانة المضغوطة بالاسطوانة -احمد حاج صدوق _ 2022/2020 -جامعة البليدة1

[40]_ريم حافظ "دراسة السلوك الميكانيكي للبيتون المقوى بالاضافات الالياف الفولاذية المستخرجة من الإطارات المستهلكة باللسيارات "أطروحة دكتوراه بجامعة دمشق 2015

[41]_ماني محمد"المساهمة في تحسين خصائص خرسانة رمل الكثبان بواسطة التصحيح الحبيبي و التعزيز بالالياف " مذكرة ماجستير ،جامعة ورقلة 2011

[43]_محمود امام :"الخرسانة الخواص ،الجودة،الاختبارات الناشر المغربي للطباعة والنشر المنصور"

[7]_A., LOGBI. Effet de l'incorporationdes ajouts minéraux sur les proprietés physico mecaniques du béton "these de magister". ALGERIE : ENP, 1999.

[8]_ "Journal of Sustainable Cement-Based Materials" 2019 عام*:

- Singh, Anil Kumar, Singh, Sanjay Kumar, & Singh, Raj Kumar.2019 . Journal of Sustainable Cement-Based Materials, جامعة تسينغ هوا، الصين.Sustainability of Sand Concrete and conventional concrete . A Comparative Study

[13]_ Engineering Learn. (n.d.). 15 Types of Cement – Uses, Advantages & Disadvantages. Retrieved May 19, 2025, from

[21] - The geology of sand dunes , HabesA .Ghrefat, Kingsaud University, Department of geology and Geophysics Riyadh ,Saudi Arabia,January2011

[23] - A. M. SHARAKY, T. M. LABIB Sand Dune Movement and Its Effect on Cultivated Lands in Africa: Case Study: Dakhla Oasis, Western Desert, Egypt,

[24]_ Chihani, A., Hamima, N., Bouloussa, A., Henka, A., & Grira, A. (2025). Optimisation de sable de dune, de déchets de brique et des granulats de caoutchouc dans le mortier de ciment par l'application de la méthode des plans d'expériences (Mémoire de fin d'étude, Université Echahid Hamma Lakhdar d'El Oued). Encadré par Dr. Mohamed Zohaïr Kaab.

[25]_ Zerrouki.effet de déchet de brique rouge sur la stabilisation des brique de terre crue mémoire de master en génie civil, université mohamed Khider -Biskra 2019.p.p 27 28

[26]_ Aissa Salem. (2016). Effet de l'activation mécanique de l'argile cuite (déchets de briques) sur le comportement mécanique du mortier. Mémoire de master, université Mohamed Boudiaf M'sila, 112p.

[27]_B. MOUFIDA, Intitulé: Etude des caractéristiques d'un BHP à base de déchet de brique rouge à l'état frais et durci...

[28]_ A. Salem., Effet de l'activation mécanique de l'argile cuite (déchets de briques) sur le comportement mécanique du mortier., M'sila: université Mohamed Boudiaf, 2016.

[29]_B. ABDEREZZAK, <<<< Valorisation des déchets de brique dans la réalisation des ouvrages en béton ».,» Ouargla, Mémoire Master: Université KASDI MERBAH, 2006.

[30]_ José Marcos Ortega et all, 2018 Long-term effects of waste brick powder addition in the microstructure and service properties of mortars, Construction and Building Materials Volume 182 (2018)

[31]_J. M. Khatib, "Properties of concrete incorporating fine recycled aggregate," Cem. Concr. Res, vol. 35, no. 4, pp. 763-769, Apr. 2005, doi: 10.1016/J.CEMCONRES 2004.06.017

[32]_P.B. Cachim "Mechanical properties of brick aggregate "Constr Build Mater vol 3. 10.1016/J.CONBUILDMAT 2008.07.023. pp.1292-1297,Mar 2009

[33]_ Grellier, D. Bulteel, M. El Karim Bocarroudj, S. Rémond, Z. Zhao, and L Courard, "Alternative hydraulic binder development based on brick fines Influence of particle size and substitution rate, J. Build. Eng, vol. 39, 2021, doi: 10.1016

[35]_F. Bektas, K wang, and H, ceylan, effects of crushed clay brick aggregate on mortar duravlity, constr build master, vol 23, no5

[36]_J.M khatib, properties of concrete incorporating fine recycled aggregate Elsevier, vol 35, 10.16.16/jcomcores. 2004.06.017. June 2004, pp.763-769, 2005

[37]_Frias M., de Rojas M.I.S., Cabrera J., "The effect that the pozzolanic reaction of metakaolin has on the heat evolution in metakaolin-cement mortars", Cement and Concrete Research, 2000, Vol. 30, N° 2

[38]_M. si-ahmed and s. kenai? bechaboir of self- compacting mortars based on waste brick powder, curr, master, sci. vol 13, no 1, pp. 39-44, 2020.

[39]_ Lac, et al. "Enade de l'effet de l'ajout de granulats de caoutchouc recyclés de pneus usagés sur le comportement de mortier de ciment." (2021)

[42]_BELFERRAG A. "Valorisation des fibres métalliques issues des déchets pneumatiques dans les béton de sable de dunes", Mémoire de magister, université de Ouargla, Algérie, 2006.

[44]_ROSSI, P.: HARROUCHE, N.; BELLOC, A. (1989), "Méthode de composition des bétons de fibres métalliques". Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, n°475 juin-juillet 1989, série Béton 266.

[45]_BERNIER, G. (1991) " Caractérisation et contrôle des bétons renforcés de fibres", Annales de l'ITBTP N°494, 1991

[46]_HAMRI Amel, (2015)"l Mémoire de Magistère Spécialité: Génie Civil TIZI-OUZOU

[47]- BEDARD, C. BALLIVY, G. AITCIN, P. "Rôle des caractéristiques physico-mécaniques des

granulats sur la résistance en compression de bétons a très haute résistance", Bulletin de Géologie de

l'Ingénieur et de l'environnement, Volume 30, N° : 1, Paris, 1984.

[48]- BELFERRAG, A. "Valorisation des fibres métalliques issues des déchets pneumatiques dans les

béton de sable de dunes", Mémoire de magister, université de Ouargla, Algérie, 2006.

[49] - Belferrag, A. Kriker, A. and Khenfer, M.E., Improvement of the compressive strength of

mortar in the arid climates by valorization of dune sand and pneumatic .waste metal fibers, Constr

.Build. Mater. 40, 847–853.2013