الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة قاصدي مرباح ورقلة
كلية العلوم التطبيقية

قسم الهندسة المدنية والري

مذكرة تخرج لنيل شهادة الماستر

شعبة: الهندسة المدنية
تخصص: دراسة ومراقبة العمارات والطرق

تحت عنوان:

صناعة طوب مصمت على أساس رمال الكثبان والحصى 3/8 ونشارة الخشب

من إعداد الطالبين:

خنفر رابح

شتيوي عبد السلام

تمت المناقشة يوم 13 جوان 2022 امام اللجنة:

غوفالي معمر	**أستاذ محاضر (ب)**	**جامعة ورقلة**	**رئيسا**
مخرمش عبد السلام	**أستاذ محاضر (ب)**	**جامعة ورقلة**	**مناقشا**
جوهري محمد	**أستاذ محاضر (ب)**	**جامعة ورقلة**	**مشرفا**

الموسم الجامعي 2022/2021

شكر وتقدير

إلهي لا يطيب الليل إلا بشكرك، ولا يطيب النهار إلا بطاعتك ولا تطيب اللحظات إلا بذكرك ولا تطيب الآخرة إلا بعفوك ولا تطيب الجنة إلا برؤيتك.

إلى من بلغ الرسالة وأدى الأمانة ونصح الأمة إلى نبي الرحمة ونور العالمين محمد صلى الله عليه وسلم.

يطيب لنا أن نضع اللمسات الأخيرة لهذه المذكرة وأن نتقدم ببالغ شكرنا وامتناننا وتقديرنا لأستاذنا الموقر والفاضل د. جوهري محمد على اقتراحه موضوع البحث، وما بذله من جهد ومتابعة مدة الإشراف وما أبداه من تعاون في سبيل إتمام هذا العمل.

كما أتقدم بالشكر إلى الأستاذ غوقالي معمر على قبوله ترأس لجنة المناقشة، والأستاذ مخرمش عبد السلام على قبوله مناقشة هذه المذكرة

ولا يسعنا في هذا المقام إلا أن نتقدم بجميل العرفان لجميع المسؤولين في جامعة قاصدي مرباح–ورقلة وأبدأ بالمدير الذي يسعى بجهد بليغ إلى النهوض بجامعتنا، كما أشكره على تحفيزه المستمر لنا ونتوجه بالشكر والتقدير إلى كل أساتذتنا الأفاضل بقسم الهندسة المدنية والري بجامعة قاصدي مرباح ورقلة، الذين درسونا في مرحلة التعليم الجامعي.

كما أتفضل بالشكر الجزيل لجميع المسؤولين في:

مخابر الهندسة المدنية بجامعة قاصدي مرباح

مخبر الأشغال العمومية للجنوب LTPS

المخبر الوطني للبناء ورقلة LNCH

كما أشكر عمال المكتبة وجميع القائمين عليها لما بدر منهم من تعاون في إعارتنا ما نحتاج.

إهداء

أولا وقبل كل شئ احمد الله عز وجل الذي أنار لي دربي ويسر لي أمري ووفقني لأصل الي هدا المستوى العلمي لاجني ثمرة جهدي والمتمثلة في هدا العمل المتواضع وبعد:

اهدي عملي هدا إهداء خالصا من صميم القلب والفؤاد الي أجمل واحن وأحسن أم في الوجود «أمي» الغالية و أتمنى أن يكون هذا العمل قد غطى ولو القليل من فضلها عليا,واهديه أيضا الي الملك الطاهر الذي شاء القدر أن يفارقنا ولم أدق طعم حنانه «أبي» الغالي رحمه الله كما أهديه أيضا الي جميع أخوتي الدين كانوا لي سندا طوال مراحل دراستي, واهديه أيضا الي جميع الأهل و الأقارب.

كما اهدي هدا العمل إلى جميع الأصدقاء والأحباب وكل الذين عرفتهم سواء من قريب أو بعيد طوال فترة الدراسة والى كل زملائي في الدراسة.

و إلى الذي شاطرني في انجاز هذا العمل «شتيوي عبد السلام» كما لا أنسى إهداء خاص الي أستاذي المؤطر «جوهري محمد» والى كل إداري وعمال جامعة ورقلة والإقامة الجامعية للذكور.

خنفر رابح

بسم الله الرحمن الرحيم

«ربي أوزعني أن أشكر نعمتك التي أنعمت علي وعلى والدي وأن أعمل صالحا ترضاه»

صدق الله العظيم سورة النمل اللأية [19]

لك الحمد ربي على عظيم فضلك وكثرة عطائك.

إنه لا ينسى في هذه اللحظات التي لعلي لا أملك أغلى منه

أن أهدي ثمرة هذا العمل المتواضع إلي:

ضياء قلبي ونور بصري، سيدنا محمد صلوات الله وسلامه عليه وعلى اله و صحبه.

إلى من علمتني وعانت الصعاب لأصل ما أنا عليه ألان.....أمي الغالية حفظها الله.

إلى من علمني أن الكفاح في الحياة والصبر والنضال، إلى من كان شمعته تنير دربي وعلمني الجهاد

على خطى الحبيب عليه أفضل الصلاة والسلام .....أبي الغالي حفظه الله.

والى من كانوا يساندونني ويضيئون لي طريقي .....إخوتي و أخواتي جميعا.

والي الجدتين الكريمتين اللواتي ألزماني بدعواتهما أطال الله في عمرهما.

المعادلة التي ترسم منحى الحياة، أصدقائي"منير مسعود وليد محمد الطاهر عبد الباري.." وصديقي الذي شاركني عملي

هذا "خنفر رابح"

ثم إلى أستاذي المؤطر "جوهري محمد"

وفي التخصص إلى كل من قدم لي يد العون من الأساتذة

شتيوي عبد السلام

الفهرس

العنوان	الصفحة
تشكرات	I
الاهداء	II
ملخص	IV
Résumé	IV
Abstract	IV
الفهرس	V
قائمة الجداول	VIII
قائمة الأشكال	VIII
قائمة الصور	IX
المقدمة العامة	1

الفصل الأول: عموميات حول الطوب

العنوان	الصفحة
I.1 مقدمة	02
I.2 تعريف الطوب	02
I.3 تاريخ الطوب	02
I.4 مزايا البناء بالطوب	02
I.5 أنواع الطوب	03
I.5.1 الطوب الحراري	03
I.5.2 الطوب الزجاجي	03
I.5.3 الطوب الذكي	04
I.5.3.1 التركيب الداخلي لطوب الذكي	04
I 5.3.2 مميزات الطوب الذكي	05
I.5.4 طوب بتربة مضغوطة	06

I.5.5 الطوب الجيري الرملي 07
I.6.5 الطوب الخراساني 07
I.1.6.5 الطوب الخراساني المصمت 07
I.2.6.5 الطوب الخراساني المفرغ 07
I.7.5 طوب السقف 08
I.8.5 الطوب الطيني 09
I.1.8.5 الطوب النيئ (غير محروق) 09
I.2.8.5 الطوب الأحمر 09
I 9.5 طوب الكولسترا 11
I.6 خصائص الطوب الطيني المشوي 11
I.7 خاتمة 12

الفصل الثاني: خصائص المواد

العنوان **الصفحة**

II.1 مقدمة 13
II.2 الكثبان الرملية 13
II.1.2 أصل تكون الكثبان الرملية 13
II.2.2 الخصائص الفيزيائية لرمل الكثبان 14
II.1.2.2 التدرج الحبيبي 14
II.2.2.2 مكافئ الرملي 15
II.3.2.2 الكتلة الحجمية 17
II.3 الحصى3/8 18
II.1.3 الكتلة الحجمية للحصى 19
II.2.3 التدرج الحبيبي للحصى 19
II.4 الخشب 20
II.1.4 استعمالات الخشب في مجال البناء 20
II.5 نشارة الخشب 20
II.1.5 خصائص نشارة الخشب 21
II.2.5 الكتلة الحجمية لنشارة الخشب 21
II.6 الجير 21

1.6.II أنواع الجير 21
7.II الاسمنت 22
1.7.II تعريف الاسمنت 22
2.7.II أنواع الاسمنت 22
3.7.II بطاقة تقنية للإسمنت المستعمل 23
8.II الخاتمة 24

الفصل الثالث: التركيبات وصناعة الطوب

العنوان الصفحة

1.III مقدمة 25
2.III تحديد مختلف نسب التركيبات 25
3.III اختبار قابلية التشغيل 25
1.3.III الجهاز المستعمل 25
2.3.III مبدأ التشغيل 26
3.3.III تصنيف الملاط 26
4.3.III نتائج التجربة 27
4.III تحضير وشكل العينات 27
5.III الخاتمة 31

الفصل الرابع: مناقشة النتائج

العنوان الصفحة

1.IV مقدمة 32
2.IV تجربة الشد بواسطة الانحناء 32
3.IV تجربة الضغط 35
4. IV تجربة سرعة الأمواج فوق الصوتية 37
1.4.IV طريقة القياس المباشرة 38
2.4.IV طريقة القياس غير المباشرة 38
5.IV تجربة الكتلة الحجمية 41
6. IV تجربة امتصاص الماء 43
6.1.IV الهدف من التجربة 43

IV .6.2 مبدأ التجربة 43
IV .7 خاتمة 45
خاتمة عامة 46
قائمة المراجع 48

قائمة الجداول

عنوان الجدول الصفحة
جدول (I.1): خصائص الطوب المجوف 11
جدول (I.2): خصائص المقاومة الحرارية للطوب المجوف 12
جدول (I.3): خواص الطوب المصمت والطوب المثقوب 12
جدول (I.4): المقاومة الحرارية للطوب المثقوب والطوب المصمت 12
جدول (II.1): نتائج التدرج الحبيبي لرمل الكثبان 14
جدول (II.2): طبيعة ونوعية الرمل وفقا لقيم المكافئ الرملي المعيارية 17
جدول (II.3): نتائج تجربة المكافئ الرملي 17
جدول (II.4): نتائج تجربة الكتلة الحجمية للرمل 18
جدول (II.5): نتائج تجربة الكتلة الحجمية للحصى 19
جدول (II.6): نتائج التدرج الحبيبي للحصى 23
جدول (II.7): نتائج تجربة الكتلة الحجمية لنشارة الخشب 21
جدول (II.8): مكونات الجير 22
جدول (II.9): الخصائص التقنية لأسمنت نوع (اسمنت البسكرية) 23
جدول (III .1): التراكيب المقترحة لهدا العمل 25
جدول (III .2)تصنف الملاط بدلالة التشغيلية 27
جدول (III .3): نتائج تجربة التشغيلية 27

قائمة الأشكال

عنوان الشكل الصفحة
الشكل (I.1): صورة توضيحية لطريقة تركيب الطوب الذكي 06
الشكل (I.2): طوب مفرغ 10
الشكل (I.3): طوب مصمت 11
الشكل (II .1): مراحل تكوين الكثبان الرملية 13

الشكل (II .2): منحنى التدرج الحبيبي لرمل الكثبان 15
الشكل (II .3): تجربة المكافئ الرملي 16
الشكل (II.4): منحنى التدرج الحبيبي للحصى 19
الشكل (II.5): أهم العناصر المكونة للإسمنت 24
الشكل (III .1):مراحل تجربة التشغيل 26
الشكل (IV.1): رسم تخطيطي يوضح تجربة الشد بواسطة الانحناء 32
الشكل (IV.2): مقاومة الانحناء بدلالة العمر (محفوظة في الهواء) 33
الشكل (IV.3): مقاومة الانحناء بدلالة العمر (محفوظة في الماء) 34
الشكل (IV.4): رسم تخطيطي يوضح الية التحطيم بالضغط 35
الشكل (IV.5): مقاومة الضغط بدلالة العمر (محفوظة في الهواء) 36
الشكل (IV.6): علاقة مقاومة الضغط بدلالة العمر (محفوظة في الماء) 37
الشكل (IV.7) الطريقة غير المباشر لقياس الأمواج الصوتية 39
الشكل (IV.8): سرعة انتشار الموجات فوق الصوتية بدلالة العمر (محفوظة في الهواء) 39
الشكل (IV.9): علاقة سرعة انتشار الموجات فوق الصوتية بدلالة العمر (محفوظة في الماء) 40
الشكل (IV.10): الكتلة الحجمية بدلالة العمر (محفوظة في الهواء) 41
الشكل (IV.11): الكتلة الحجمية بدلالة العمر (محفوظة في الماء) 42
الشكل (IV.12): نسبة امتصاص الماء بدلالة العمر (محفوظة في الهواء) 43
الشكل (IV.13): نسبة امتصاص الماء بدلالة العمر (محفوظة في الماء) 44

قائمة الصور

عنوان الصورة الصفحة
صورة (I.1): الطوب الحراري 03
صورة (I.2): طوب زجاجي 04
صورة (I.3): طوب أرضي خام مضغوط مصنوع باستخدام مكبس يدوي 06
صورة (I.4): بعض الإنجازات في BTC 06
صورة (I.5): طوب خراساني مصمت 08
صورة (I.6): طوب خراساني مجوف 08
صورة (I .7): التقنية اليدوية لتشكيل الطوب النيئ في قوالب من خشب 09

صورة (II.2): حصى3/8 18
صورة (II.2) نشارة الخشب 21
صورة (III .1):جهاز التشغيل 26
صورة (III.2):رمل الكثبان 28
صورة (III .3):جير 28
صورة. (III.4):نشارة الخشب 28
صورة (III.5): اسمنت 28
صورة (III.6): حصى 3/8 28
صورة (III.7): تنظيف وتشحيم القالب 29
صورة (III.8): خلط دون أضافة الماء 29
صورة. (III .9):اضافة الماء والخلط يدويا 29
صورة (III.10): هزاز 30
صورة (III .11):تسوية سطح القالب 30
صورة (III .12):حفظ العينات 31

الملخص:
تعاني المناطق الصحراوية بالجزائر من مشاكل بيئية عديدة بسبب زحف رمال الكثبان على الإنشاءات العمرانية خاصة الطرق والغطاء النباتي والمدن الصحراوية.
كما نجد العديد من المواد والمخلفات الصناعية التي ترمى في الطبيعة مسببة تلوثا بيئيا وعلى سبيل المثال نشارة الخشب الناتجة من ورشات النجارة.
وفي سياق هده الفكرة أجريت العديد من الأبحاث التي تهدف إلى تثمين واستغلال رمل الكثبان من جهة واستغلال المخلفات الناتجة من الخشب واستعمالها في صناعة مواد البناء (طوب) دو خصائص فيزيائية وميكانيكية مقبولة.
من خلال هده الدراسة توصلنا إلى أنا الطوب دو تركيبة C2 الاسمنت 10%، جير10%، رمل الكثبان 40%، الحصى 35%مع نشارة الخشب 5% أعطت خصائص فيزيائية وميكانيكية مقبولة.

الكلمات المفتاحية: الطوب، رمل الكثبان، نشارة الخشب، الحصى، المقاومة الميكانيكية، الفوق صوتية، امتصاص الماء.

Résumé :
Les zones désertiques d'Algérie souffrent de nombreux problèmes environnementaux dus à l'empiètement des dunes de sable sur les constructions urbaines, notamment les routes, le couvert végétal et les villes désertiques.
On trouve également de nombreux matériaux et déchets industriels qui sont déversés dans la nature, provoquant une pollution de l'environnement, par exemple, la sciure issue des ateliers de menuiserie.
Dans le cadre de cette idée, de nombreuses recherches ont été menées visant à valoriser et exploiter les dunes de sable d'une part, et à exploiter les déchets de bois résultants et à les utiliser dans la fabrication de matériaux de construction (briques) aux propriétés physiques et mécaniques acceptables.
A travers cette étude, nous avons constaté que les briques de composition C2, ciment 10%, chaux 10%, sable de dune 40%, gravier 35% avec sciure de bois 5% donnaient des propriétés physiques et mécaniques acceptables.

Mots clés : brique, sable de dunes, copeaux de bois, Gravier, résistance mécaniques, ultrason, absorption d'eau.

Abstract:
The desert areas of Algeria suffer from many environmental problems due to the encroachment of sand dunes on urban construction, especially roads, vegetation cover and desert cities.
We also find many materials and industrial waste that are dumped in nature, causing environmental pollution, for example, sawdust resulting from carpentry workshops.
In the context of this idea, many researches were carried out aimed at valuing and exploiting the sand dunes on the one hand, and exploiting the resulting waste from wood and using it in the manufacture of building materials (bricks) with acceptable physical and mechanical properties.
Through this study, we found that the bricks with a composition of C2, cement 10%, lime 10%, dune sand 40%, gravel 35% with sawdust 5% gave acceptable physical and mechanical properties.

Key words: brick, dunes sand, wood chips, Gravel, mechanical resistance, ultrasound, water absorption.

مقدمة

تسعى العلوم والتكنولوجيا في مجال بحوث البناء دائما لتحسين الظروف المعيشية في المناطق الصحراوية التي تتميز بدرجات حرارة عالية جدا في الصيف وذلك من خلال مثلا تشييد المباني التي تلبي متطلبات المناخ باستعمال مواد متينة من جهة وتحافظ على البيئة من جهة أخرى.

إن الاستخدام المتكرر لمواد البناء الحديثة (الطوب الإسمنتي، خرسانة، خرسانة مسلحة ،...الخ) التي لا تناسب هذه المناطق الصحراوية قد تسبب في حدوث عدم الراحة، خاصة في الصيف، أو في حالة انقطاع التيار كهرباء للضغط الكبير الذي يسجل على الشبكة خلال فصل الصيف عند الذروة.

وبالنظر كذلك إلى الكثبان الرملية الموجودة في هذه المناطق الصحراوية سنحاول في هذا البحث استغلالها في صناعة طوب من الكثبان الرملية والتي يتم تثبيتها بإضافة الجير والاسمنت وإضافة نشارة الخشب للاستفادة من عزلها الحراري الجيد، وكثافتها الخفيفة، وإضافة الحصى 8/ 3 بغرض زيادة المتانة والمقاومة الميكانيكية.

نسعى إليه في هذا العمل الى دراسة تأثير إضافة بقايا الخشب على الخصائص الفيزيائية والميكانيكية للطوب والتي يكون تركيباته عبارة عن رمل الكثبان ونشارة الخشب وربطها باستعمال الاسمنت والجير. هذا الطوب يعتمد بشكل أساسي على إيجاد النسب المثالية لمختلف المكونات هذا من جهة.

ومن جهة أخرى هذه الدراسة هي مساهمة في تثمين رمل الكثبان واستخدامه لغرض التحسين في التكلفة الاقتصادية للطوب وفي نفس الوقت المحافظة على البيئة باستغلال بقايا نشارة الخشب.

وقد قسمنا هذا العمل إلى أربعة فصول:

تطرقنا في الفصل الأول: إلى عموميات حول الطوب والمواد المستخدمة فيه واهم خصائصه.

وفي الفصل الثاني: عالجنا فيه خصائص المواد المستعملة في هذا البحث.

وفي الفصل الثالث: قمنا باقتراح تركيبات من الطوب وتحضير عينات التجارب.

أما في الفصل الرابع والأخير خصص لعرض وتحليل النتائج التي تم التحصيل عليها من مختلف التجارب الفيزيائية والميكانيكية.

الفصل الأول: عموميات على الطوب

I. 1 مقدمة

بماذا تبني منزلا ؟ بالطوب بالطبع! الكل يعرف هذا المنتج. إذا كان اللون الأحمر في الماضي هو الأكثر انتشارًا، فلدينا اليوم ألوانًا لا حصر لها نراه في كل مكان حولنا.

الطوب هو مادة بناء يتم تصنيعها باستعمال كمية صغيرة من الطين، عند درجة حرارة مناسبة. ثم تبدأ جزيئات الطين في الذوبان والتكتل لتشكيل كتلة حجرية. بعد الحرق، يحتفظ الطوب بمسامية معينة، مما يمنحه أيضًا خصائص محددة ويميزه عن مواد البناء الأخرى، في هذا الفصل سوف نتعرف عن بعض أنواع الطوب وكذلك أهم خصائصه الفيزيائية والميكانيكية.

I. 2 تعريف الطوب

الطوب هو عنصر بناء بشكل عام متوازي السطوح مستطيل الشكل مصنوع من تربة طينية خام، مجففة في الشمس، يستخدم بشكل رئيسي في بناء الجدران.

تتيح التكنولوجيا الحالية إمكانية إنتاج عدة أنواع من الطوب باستخدام أداء إضافي لوجهات مختلفة (طوب زجاجي، طوب خلوي،... إلخ.) [1]

I. 3 تاريخ الطوب

يعود أصل الطوب إلى 7000 عام قبل الميلاد في منطقة نهري دجلة والفرات. انتشر استخدامه على نطاق واسع في الألفية الثالثة كمواد بناء مع توطين الإنسان. الالتزام بحماية أنفسهم بشكل دائم من سوء الأحوال الجوية والحيوانات المفترسة يفرض على الإنسان أن يجد مادة صلبة ومقاومة. بالإضافة إلى ذلك، يسهل صنع الآجر من الطين أو التراب، وقد تم اكتشاف أول بيوت من الطوب في العراق ثم في بلاد ما بين النهرين وسرعان ما انتشر استخدامها في باقي البلدان [2].

I. 4 مزايا البناء بالطوب [3]

من أهم مزايا البناء بالطوب الاتي:

1. انتظام شكل الواجهات لانتظام مقاس الطوب نفسه حيث يظهر له منظر منظم، كما ان له طابعه المعماري
2. سهولة استعمال الطوب لموقع العمل لصغر حجمه ووزنه وكذالك سهولة نقله.
3. سهولة استعمال الطوب ووضعه في مكانه في البناء.

4. حسن التصاق الطوب بالملاط مع تعدد طرق رصه التي تحقق تماسكا متكامل للحائط ككتلة واحدة.
5. مقاومة الطوب للحريق (لسبق حرقه إثناء صناعته).
6. مقاومة الطوب للمؤثرات الجوية خاصة عندما يكون الطوب من نوع جيد.
7. مقاسات الطوب في صورة المختلفة تحقق إمكانية بناء حائط بأسماك مختلفة.
8. تنوع صوره سواء من ناحية الشكل أو مادة تكوينه يحقق نواحي فنية كثيرة (كحوائط مفرغة –حوائط خفيفة أسقف عازلة للصوت...الخ).

I .5 أنواع الطوب

I 1.5 الطوب الحراري

يستخدم كثيرا في بناء الأفران أو المواقد لمقاومتها لدرجات الحرارة المرتفعة (حتى 1700 درجة مئوية). فهو مادة عازلة للغاية تحتفظ بالحرارة بشكل أفضل. بفضل الغزل الذاتي الحراري الممتاز، يسخن ويبرد ببطء. يستخدم هذا الطوب قليلاً جدًا لبناء الجدران بسبب تكلفتها العالية [4].

صورة(I.1): الطوب الحراري [4]

I .2.5 الطوب الزجاجي

يحافظ قسم الطوب الزجاجي المزخرف والعملي للغاية على جمالية الغرفة، ويناسب جميع الأذواق وأنماط الغلاف الجوي بخلاف تصميمه الفريد، يستفيد من هذا النوع من الطوب من عزل صوتي وحراري ممتاز، ومقاومة جيدة للحريق، ومقاومة للاختراق. [4].

صورة(I.2): طوب زجاجي[4].

I .3.5 الطوب الذكي

ويبدو أن الدور قد لحق بالطوب المستخدم في الإنشاء ليحمل الصفة الأكثر انتشارا في هذا العصر، حيث أعلنت شركة Kite Bricks عن نيتها بتزويد العالم بطوب ذكي يمكن استعماله بشكل أساسي في المباني متعددة الطوابق وحتى ناطحات السحاب، يتميز هذا الطوب عن الطوب العادي (الطوب الأحمر وغيره) لعدة أسباب [5].

يعتبر الطوب الذكي ثورة في عالم تكنولوجيا البناء، فهو يعد صالحا لبناء المباني الصغيرة والأبراج على حد سواء، حيث تم تصنيعه ليكون عبارة عن قوالب خرسانية عالية المقاومة أو مربعات ضوئية تلائم الاحتياجات الدقيقة في البناء تتصف بخصائص فريدة تسمح ببناء هياكل بيئية متينة.

I.3.5.1 التركيب الداخلي لطوب الذكي

يحتوي الطوب الذكي على فجوات تمتد على شكل حجرات ، مما يخفف من وزنها، ويكسبها عزلا هوائيا وحراريا عاليا ، كما تمتد الفراغات الداخلية بالطوب الذكي تتصل لتسهيل عملية مد خطوط الكهرباء أو تمديدات المياه بداخلها وبداخل الجدران ، و تثبت في هذا النظام واجهات قابلة للإزالة ، كما أن الصفوف على طول الجزء السفلي من الطوب مفتوحة على رؤوس الصفوف السفلية ، بينما تدخل قضبان الحديد خلال القنوات بين قطع الطوب لتجعل الحائط بالكامل صلب وشديد المتانة، بالإضافة إلى تصميم البناء بحيث يكون هناك لوحة وصول متكاملة يمكن فتحها لتسهيل أي تعديلات أو إصلاحات في شبكة المياه أو الكهرباء دون الحاجة إلى تكسير الحائط بالكامل، وتم تصميم الطوب ليتم ربطه معا بطريقة مبتكرة ومدروسة، تشبه في تصميمها ألعاب التركيب (Lego) للأطفال وليصبح المبنى كاملاً أشبه ب(Lego full-sized building)، و يرتبط الطوب ببعضه باستخدام مادة لاصقة تشبه الشريط اللاصق شديد القوة على الجهتين أي أن هذا الطوب لا يحتاج إلى الاسمنت كما في الطوب التقليدي(المحارة)مما يقلل التكاليف بدرجة كبيرة[6].

I .2.3.5 مميزات الطوب الذكي

لا توجد بدائل حقيقية للطوب الذكي، إن معظم أنواع الطوب بلا فائدة كبيرة من حيث أنها تقام على سقالة هيكلية بسيطة للمنشأ كما كان قبل 100 سنة، قد تحتوي بعض الكتل المتقدمة الأخرى على العزل، ولكن الطوب الذكي " Smart Brick "يمتاز بتحكم حراري عالي وممر كامل للأنابيب والأسلاك والكابلات وغيرها من التركيبات الفنية التي يحتاجها المبني وبقوة الشد غير عادية وسهولة البناء وسلامة المواد وكما يمكن شرح مميزاته في النقاط التالية:

- توفير النفقات: تشير بعض التقديرات إلى أن استخدام نظام الطوب الذكي يمكن أن يؤدي إلى توفير 50 ٪ من إجمالي النفقات المرتبطة ببناء مبنى مكون من ثمانية طوابق.
- توفير الطاقة : يمكن للخصائص الحرارية للطوب الذكي أن تؤدي إلى توفير كبير في تكاليف التدفئة والتبريد ، ومن المعروف أن 60 ٪ من تكاليف الطاقة للمبنى مرتبطة بالتدفئة والتبريد بما في ذلك تسخين المياه، و من هنا تتيح تقنية الطوب الذكي تحقيق توفير كبير في تكاليف استهلاك المبنى للطاقة من خلال التوفير في طاقة تشغيل المبنى و يحدث ذلك من خلال إعادة توجيه الحرارة بشكل فعال في الصيف ، بينما يتم احتجازها ومنع تسربها خلال الجدران والأسطح في الشتاء، حيث يسمح تصميم الطوب بمزيد من التحكم في الطاقة الحرارية من خلال تقنية العزل الحراري التي هي السبب الرئيس في تصنيع هذا المنتج[5].
- حفظ الموارد: يتم تصنيع الطوب حسب الطلب، بما في ذلك الأشكال والأحجام والتلبيس، من الداخل والخارج، فعلى سبيل المثال في مشروع بنا ء الطوب الذكي، يتم تسليم الطوب المطلوب إلى موقع البناء، حيث يتم تركيب الهيكل المطلوب بسرعة وبهدوء مع الحد الأدنى من العمل والوقت، بالإضافة إلى الأبواب والنوافذ وغيرها.
- المقاومة العالية: إن أسلوب بناء الطوب الذكي وتسليحه بقضبان الحديد من خلال فتحاته المتصلة تجعل منه هيكلا قويا ومتماسكا ومقاوما لأي ظروف تحميل أو ظروف جوية قاسية، والذي يقلل بشكل كبير من متطلبات المواد الطبيعية مثل الرمل والحديد والماء حيث يتم تصنيع الطوب والهياكل المرتبطة بها للحصول على المقاومة القصوى، بما في ذلك أثناء الزلازل وعوامل الطقس المختلفة [7].

الشكل(I.1): صورة توضيحية لطريقة تركيب الطوب الذكي[8]

I .4.5.طوب بتربة مضغوطة

الطوب بالتربة المضغوطة (BTC) هي وحدات بناء وأبعاد خصائص مخفضة ومنتظمة ومضبوطة، يتم الحصول عليها عن طريق الضغط الثابت أو ديناميكي. صورة (I.3) للتربة الرطبة متبوعة بعملية إزالة القوالب مباشر. تحتوي الكتل الأرضية المضغوطة بشكل عام على تنسيق متوازي مستطيل صلبة أو مثقبة، الكتل الأرضية مصنوعة بشكل أساسي من التربة الخام (الحصى، الرمل والطمي والطين)؛ يمكن تثبيته بمادة مضافة مثل (الإسمنت، الجير، البوزولان... الخ) مع ذلك تضاف إلى التربة لتحسين أو تطوير الخصائص. تعتمد الخصائص النهائية لـ BTC على الجودة الخامات (التراب، المضافة) ونوعية التنفيذ المختلفة خطوات التصنيع (التحضير، الخلط، الضغط، المعالجة) [9]

صورة(I.3): طوب أرضي مضغوط مصنوع باستخدام مكبس يدوي[9]

صورة(I.4): بعض الإنجازات في BTC. [10].

I. 5.5 الطوب الجيري الرملي

هو طوب سيليكات الكالسيوم مصنوع من الرمل والمعروف باسم الطوب الجير الرملي حيث تستخدم هذه الوحدات من الطوب لعدة أغراض في الصناعات الإنشائية مثل أعمال الزينة في المباني وأعمال البناء وما إلى ذالك.

يستخدم طوب الجير الرملي بشكل شائع في الدول الأوروبية وأستراليا والدول الأفريقية أيضًا في الهند. ويتزايد استخدامها بانتظام.

يحتوي طوب سيليكات الكالسيوم على كمية عالية من الرمل بحوالي 88 92%. ويعني أن خصائص هذا الطوب تعتمد على خصائص الرمل المستخدم لذلك، يجب أن يكون الرمل المستخدم متدرجًا جيدًا ويجب ألّا يحتوي على أي شوائب مثل المواد العضوية والشرائح القابلة للذوبان وما إلى ذلك.قد يكون الطين المقسم جيدًا موجودًا ولكنه يصل إلى 4% فقط ممّا يساعد الطوب في الضغط ويوفر ملمسًا أكثر نعومة.

يتراوح محتوى الجير في طوب سيليكات الكالسيوم من 8 إلى 12%. حيث أنه يكون الجير المستخدم من نوعية جيدة وجير عالي الكالسيوم. [11].

I.6.5 الطوب الخراساني

الطوب الخراساني ذو قالب مستطيل الشكل ذو حجم قياسي يستخدم في إنشاء المباني وهو نوعان [10]

I 1.6.5 الطوب الخراساني المصمت

وهو طوب لا يحتوي على فراغات داخلية سوى فتحتان دائريتان بقطر 10 سم لكل منهما، وكان يستخدم قديماً في بناء الجدران الحاملة حيث لا تقل مقاومته للكسر عن $70\ kg/cm^3$ ، ولكن قل استخدامه حتى أصبح نادراً للأسباب التالية: ثقل وزنه وتكلفته العالية وعزله للرطوبة (حجز الرطوبة الداخلية لفترة طويلة) صعوبة تنفيذ التمديدات الصحية والكهربائية عبره.

I.2.6.5 الطوب الخراساني المفرغ

وهو الطوب الذي يحتوي على فراغات أو ثقوب مشكلة صناعياً. وينقسم إلى نوعين:

الطوب المفرغ الخفيف

يكون وزنه خفيف جداً بالنسبة لدمكه وخلطه، ويعود هذا لنوع الركام المستخدم إذ يحتوي على نسبة فراغات عالية، ويستخدم هذا النوع من الطوب في حالات خاصة نظراً لارتفاع ثمنه، ومن حالات استخدامه: رسوب بعض المواد المكونة للمنشأ في أحد الفحوصات وإضافة أحمال دون أخذها بعين الاعتبار في التصميم ووجود مسافات عالية في السقف.

الطوب المفرغ العادي

وينقسم الطوب المفرغ العادي إلى عدة أنواع حسب أبعاده

ويسمى الطوب حسب البعد T وبالتالي أسعاره واستخداماته:

- **طوب 20(يستخدم لبناء الجدار الخارجي)**
- **طوب 15(يستخدم لبناء الجدران الخارجية والداخلية)**
- **طوب12(يستخدم في التقطيع الداخلي)**
- **طوب10(يستخدم في التقطيع الداخلي)**

I.7.5 طوب السقف

وهو أحد أنواع الطوب المفرغ العادي وتصنع أبعاده وفقاً لاستخداماته حيث يستخدم: الطوب الذي أبعاده 24x25x40سم في حالة المنشآت التي تكون المسافة بين أعمدتها كبيرة نسبياً وبالتالي سماكة أسقفها تزداد مثل المساجد والصالات والطوب الذي أبعادها 20x25x40سم في حالة الأسقف ذو 30 سم سماكة والطوب الذي أبعاده 14x25x40و17x25x40 سم في حالة الأسقف ذو 25 سم سماكة وهو الشائع في المنشآت السكنية البسيطة.

صورة(I.5): طوب خراساني مصمت[11]

صورة(I.6): طوب خراساني مجوف [11]

I. 8.5 الطوب الطيني

ينقسم إلى قسمين

I. 1.8.5 الطوب النيئ (غير محروق)

لم يتعرض لمرحلة الحرق أثناء تصنيعه ويعرض للهواء والشمس ليجف ويتصلب ويصنع من الطمي في شكل عجينة يضاف إليها قليل من الرمل والتبن بنسبة 20 كيلوغرام للمتر المكعب ونجد استعماله بكثرة في مصر وشمال السودان والعراق وأمريكا اللاتينية ويكتسب بالعديد من المزايا أهمها:

- ✓ لديه القدرة على تنظيم رطوبة الهواء
- ✓ تخزين الحرارة
- ✓ بناء غير مكلف
- ✓ لا ينتج تلوث

صورة (I.7): التقنية اليدوية لتشكيل الطوب النيئ في قوالب من خشب [12]

I.2.8.5 الطوب الأحمر

يعرف الطوب الأحمر بأنه أحد مواد البناء التي تستعمل في صنع الجدران والأرصفة، والعديد من العناصر المستخدمة في البناء، وقديماً كان الطوب يشير إلى وحدة يتم تكوينها من الطين، إلا أنه في الوقت الحالي يستعمل للدلالة على الوحدات المستطيلة المصنوعة من الطين المتوفر في الرمل، والتربة، والجير، والمواد الخراسانية، ويتم إنتاجه في العديد من الفئات والأنواع والمواد

والأحجام المنوعة، وهي تختلف في ذلك بناءً على اختلاف المنطقة والفترة الزمنية التي صنعت فيها، ويتم إنتاج الطوب الأحمر بشكل كبير.

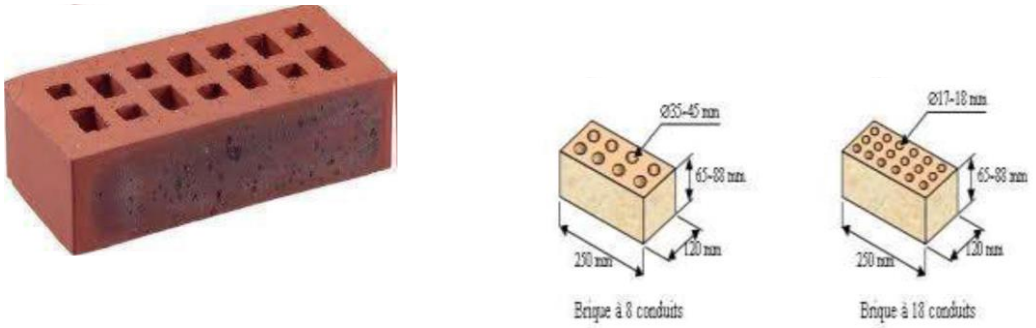
يتكون الطوب الأحمر نتيجة خلط كل من طين الألومينا، والجير، والرمل، وأكسيد الحديد، والمغنيسيوم، ويتم استعمال التربة الطبيعية في إنتاجه، وهو يصنع على درجة حرارة عالية تتراوح ما بين 900-1000 درجة مئوية، وهي تساعد السيليكا التي تمنح للطوب الصلابة بالامتزاج جيداً مع باقي المواد.

يستخدم الطوب الأحمر في العديد من الأمور، ومن أهمها:

- العزل الداخلي في الطوابق
- عازل للجدران في البناء
- الديكورات الداخلية في المنازل
- تزيين الواجهات الخارجية للمباني
- صف الأرصفة
- أسوار المباني

وينقسم الطوب الأحمر إلى قسمين

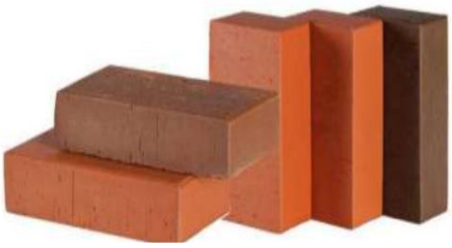
الطوب المفرغ: يحتوي على فراغات أو ثقوب مشكلة به صناعيا.



الشكل(ا.2): طوب مفرغ [13]

الطوب المصمت

هو الطوب الذي لا يحتوي على فراغات مشكلة بيه صناعيا.



الشكل(3.I): طوب مصمت [13]

I .9.5 طوب الكولسترا

مفرغ ذات أشكال هندسية متنوعة ويستعمل لأعمال الديكور ويكمن في الخلو من الطين والفحم توحد اللون تجانس الملمس.

صورة(8.I): طوب الكولسترا[14]

I.6 خصائص الطوب الطيني المشوي

يتم عرض خصائص الطوب في الجداول الآتية: [15]

جدول(1.I): خصائص الطوب المجوف

الكتلة الحجمية kg/m^3	1750الى2050
امتصاص الماء	<15%
عازل الصوت	41إلى 58 dB
قوة الانضغاط	4الى8 MPa

جدول (2.I): خصائص المقاومة الحرارية للطوب المجوف

السمك cm	5	10	20	25
المقاومة الحرارية m^2. °C/W	0.10	0.20	0.39	0.55

جدول(3.I): خواص الطوب المصمت والطوب المثقوب

الكتلة الحجمية kg/m^3	1650الى2000
امتصاص الماء	30%الى 80%
عازل الصوت	41إلى54 dB
قوة الانضغاط	12.5الى40 MPa

جدول(4.I) المقاومة الحرارية للطوب المثقوب والطوب المصمت

الطوب المثقوب		**الطوب المصمت**	
المقاومة(m^2. °C/W)	السمك (سم)	المقاومة(m^2. °C/W)	السمك(سم)
0.52	20	0.05	5.5
1.00	30	0.09	10.5
1.21	35	0.20	22

I .7 خاتمة

في هذا الفصل تعرفنا على اغلب أنواع الطوب الموجودة في مجال البناء، فنلاحظ أن الإنسان منذ القدم أنشاء وطور أنواع مختلفة من الطوب من مواد محلية ذات خواص فيزيائية وميكانيكية تتلاءم مع الجو المعيشي للمنطقة. إلا أن تدخل التكنولوجيا في إنتاج الطوب كان لها تأثير سلبي في بعض المناطق فأصبح الطوب جاهز في الأسواق من أماكن مختلفة والمواد الخام لم تستغل بالشكل المقبول.

الفصل الثاني: خصائص المواد

1.II مقدمة

تتميز جميع المواد بخواصها الفيزيائية والكيميائية والميكانيكية، لتحديد طبيعتها ومجال استخدامها، سوف ندرس هذه الخصائص من أجل تحديد مدى ملاءمتها للاستخدام في مختلف تركيبات الطوب المقترح في هاته الدراسة، تم إجراء الاختبارات في:

- مخبر الهندسة المدنية جامعة قاصدي مرباح.
- المخبر الوطني للبناء ورقلة.

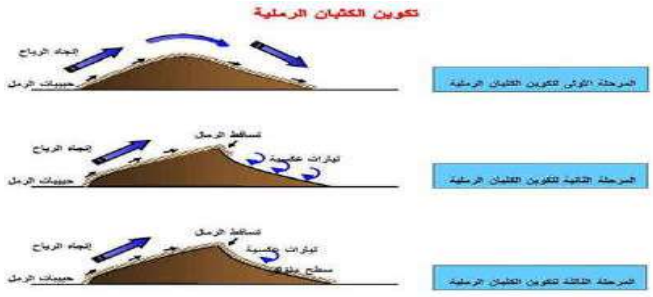
مخبر الجنوب للأشغال العمومية ورقلة.

2.II.الكثبان الرملية

الرمل عبارة عن مادة حبيبية موجودة في الطبيعة حيث يتكون من حبيبات معدنية ناعمة تتراوح أبعادها عموما بين 0.062 و2mm .من وجهة نظر الجيولوجية يطلق على الجسيمات الفردية حبة رمل ومعظم الرمل والحجر الرملي يتكون من الكوارتز او الفلدسبار لأنهما الأكثر وفرة في القشرة الأرضية تتكون الكثبان الرملية بشكل رئيسي من الكوارتز بنسبة 60-65% ويحتوي على كميات قليلة من الشوائب ونسبة معتبرة من أكسيد الحديد الثلاثي Fe3O3 وكربونات الكالسيوم $Caco_3$ونسبة اكبر من أكسيد الألمنيومAl_2O_3 وهي مكونة كيميائيا من نفس مكونات الصخور التي نشأت منها [15].

1.2 .IIاصل تكون الكثبان الرملية

تتكون الكثبان الرملية نتيجة عوامل التعرية وهي تفاعل الصخور الصحراوية مع درجات الحرارة القصوى وهبوب الرياح المتواصلة مما يؤدي إلى تفكيك الصخور وتفتيتها إلى حبيبات رملية مختلفة الحجم والشكل. وفي هذه الدراسة استخدمنا رمال كثبان منطقة عين البيضاء بورقلة.



شكل (1.II): مراحل تكوين الكثبان الرملية[16]

II.2.2الخصائص الفيزيائية لرمل الكثبان

II.2.2.1التدرج الحبيبي

من بين أهم الطرق المستخدمة في تصنيف الرمال وهي طريقة التدرج الحبيبي بعملية الغربلة والتي تمكنها من فصل الحبيبات عن بعضها البعض حسب أصناف والقياسات المستعملة في عملية الغربلة وتختلف باختلاف قياسات فتحات الغربال.

- **مبدأ التجربة**

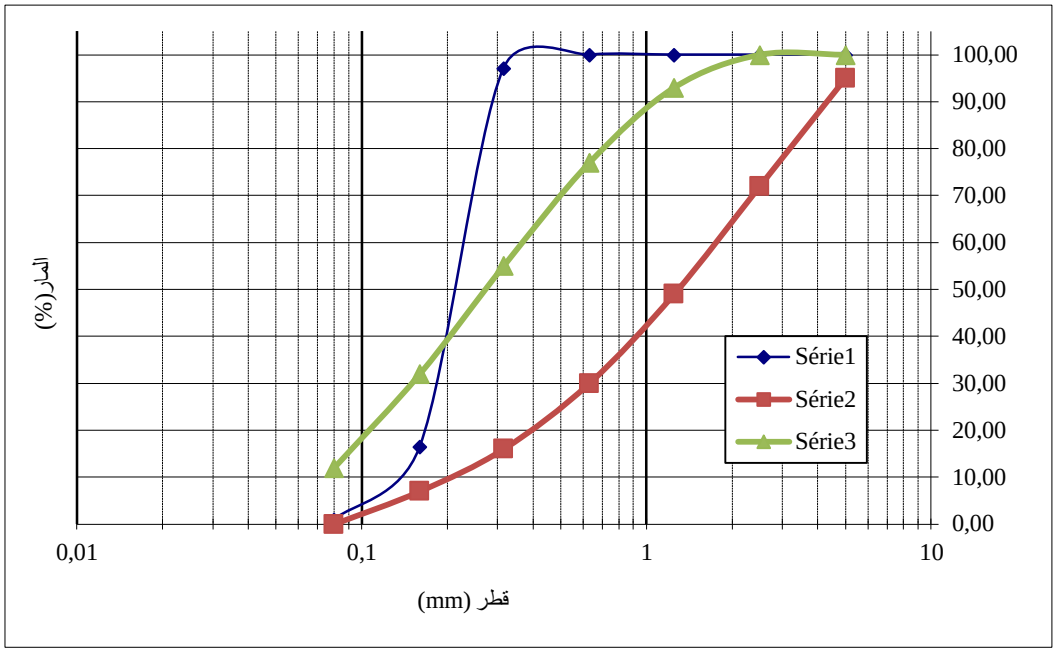
تتم عملية التصنيف الحبيبي على الغربلة الميكانيكية وتتم هذه العملية بأخذ عينة من الرمل ونقوم بتمريرها على عدة غرابيل قياسية توضع فوق بعضها البعض وبالرغم من ذلك تختلف عن بعضها بفتحتها القياسية حيث يتم وضع الغرابيل فوق بعضها البعض من الأصغر إلى الأكبر ويتم وضع العينة في أعلى غربال حيث تتم عملية الغربلة عن طريق الهزاز. [17].

- **هدف التجربة**

التحليل الحبيبي يسمح بتحديد كمية ونسبة مختلف أقطار الحبيبات المكونة لمعينة ويسمح بتحديد أقطار الحبيبات وتحديد التوزيع القطري لحبيبات الركام. [18]

جدول(1.II): نتائج التدرج الحبيبي لرمل الكثبان

القطر (مم)	الكتلة المتبقية (غ)	الكتلة المتبقية المجمعة (غ)	الكتلة المتبقية المجمعة (%)	نسبة الكتلة المارة المجمعة (%)
5	0.00	0.00	0.00	100
2.5	0.00	0.00	0.00	100
1.25	0.00	0.00	0.00	100
0.63	0.00	0.00	0.00	100
0.315	8.8	8.8	2.93	97.07
0.16	242	250.8	83.6	16.40
0.08	46.4	297.2	99.07	0.93



شكل(2.II): منحنى التدرج الحبيبي لرمل الكثبان

معامل النعومة

مجموع النسب المئوية التراكمية المحجوزة مقسوم على 100

$$MF=\Sigma\, RC\%/_{100}$$

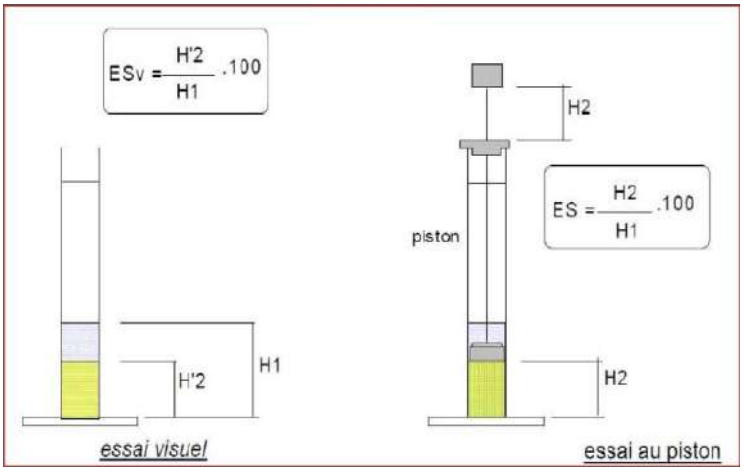
RC%:هو مجموع المتبقي بالمئة ما عدا الغربال بقطر 0.08

MF=0.87

2.2.2.II. مكافئ الرمل

وضعت تجربة قياس المكافئ الرملي موضع التنفيذ في الولايات المتحدة الأمريكية عام 1950من قبل العالم "هفيم" لدراسة خواص التربة وهي طريقة مستعملة بكثرة في مختبرات الطرق. وتهدف إلى تحسين نسبة الشوائب للمواد الغضارية والطينية أو العناصر الناعمة جداالموجودة مع الرمل والحصى المستعملين في الخرسانة[19].

يمكن أن يكون الرج يدويا أو ميكانيكيا. [20].



شكل(3.II): تجربة المكافئ الرملي [21]

مراحل التجربة

1.وزن كمية 120 غ من الرمل المجفف

2.ملا الأنبوب بالمحلول الغسول حتى 10 سم

3.إفراغ كمية الرمل في الأنبوب ببطء وحذر

4.غلق الأنبوب بسدادة مطاطية ورج الجملة رجا أفقيا لمدة 30 ثانية (90 مرة)

5.ملا الأنبوب إلى غاية المعلم الثاني 38 سم

6.ترك الجملة تستريح لمدة 20 دقيقة وبعد ذلك بدء القياس.

نقوم بحساب المكافئ الرملي وفق المعادلة التالية:

$$\mathbf{Es= (h_2/h_1)\ 100}$$

h_1. رمل نظيف +مواد ناعمة

h_2رمل نظيف.

أقسام الشوائب

الشوائب العالقة بالرمل تقسم إلى ثلاثة أقسام هي:

- ✓ **المواد الغضارية**: تنقص من مقاومة الركام.
- ✓ **المواد العضوية:** تأخر عملية إماهة الرمل.
- ✓ **الأملاح الضارة:** تؤدي إلى أكسدة الحديد الموجود في الخرسانة.

جدول (2. II) : طبيعة ونوعية الرمل وفقا لقيم المكافئ الرملي المعيارية [21]

بالعين المجردة	بالمكبس	طبيعة ونوعية الرمل
ESV<65	ES<60	رمل طيني. خطر الانكماش والانتفاخ لا ينبغي إن يستخدم
65≤ESV<75	60≤ES<70	رمل طيني قليل نظافة مقبول لخرسانة ذات جودة قياسية ومع خطر كبير من الانكماش.
75≤ESV<85	70≤ES<80	.رمل نظيف مع نسبة منخفضة من الطين وهو مناسب تماما لخرسانة عالية الجودة
ESV≥85	ES≥80	رمل نظيف جدا قد يؤدي غياب شبه تاما لدقائق الناعمة

نتائج التجربة:

جدول(3.II): نتائج تجربة المكافئ الرملي

العينة	نوع القراءة	النتيجة	النتيجة حسب المعايير	طبيعة وجودة الرمل
رمل الكثبان	بالعين المجردة	93.81	≥80	رمل نظيف جدا
	بالمكبس	97.93	> 85	

II.3.2.2الكتلة الحجمية

- **الكتلة الحجمية المطلقة**

هي الكتلة لكل وحدة حجم من المادة التي تشكل الركام دون مراعاة الفراغات التي قد توجد بين الحبيبات ونعبر عنها بالعلاقة التالية[22].

$$\gamma = \frac{Ms}{V_2 - V_1}$$

V_1حجم.

V_2.حجم الكلي

Ms.الكتلة الجافة

- **الكتلة الحجمية الظاهرية**

هي الكتلة لكل وحدة حجم من المادة التي تشكل الركام مع مراعاة الفراغات التي قد توجد بين الحبيبات ونعبر عنها بالعلاقة التالية[22].

$$\gamma = \frac{M}{V}$$

M :كتلة العينة

Vحجم العينة الكلي:

γ: كتلة حجمية

النتائج:

جدول (**4.II**): نتائج تجربة الكتلة الحجمية للرمل

العينة	الكتلة الحجمية المطلقة (Kg/m^3)	الكتلة الحجمية الظاهرية (Kg/m^3)
رمل الكثبان	2540	1450

II .3. الحصى3/8

هي عبارة عن صخور فتاتية خشنة ناتجة عن طريق تكسير الصخور الطبيعية باستعمال آلة التكسير ينتج حصى بأبعاد مختلفة بحيث تتجاوز أقطار حبيباتها 2 مليمتر [23].

صورة(1.II): حصى3/8

1.3.II الكتلة الحجمية للحصى

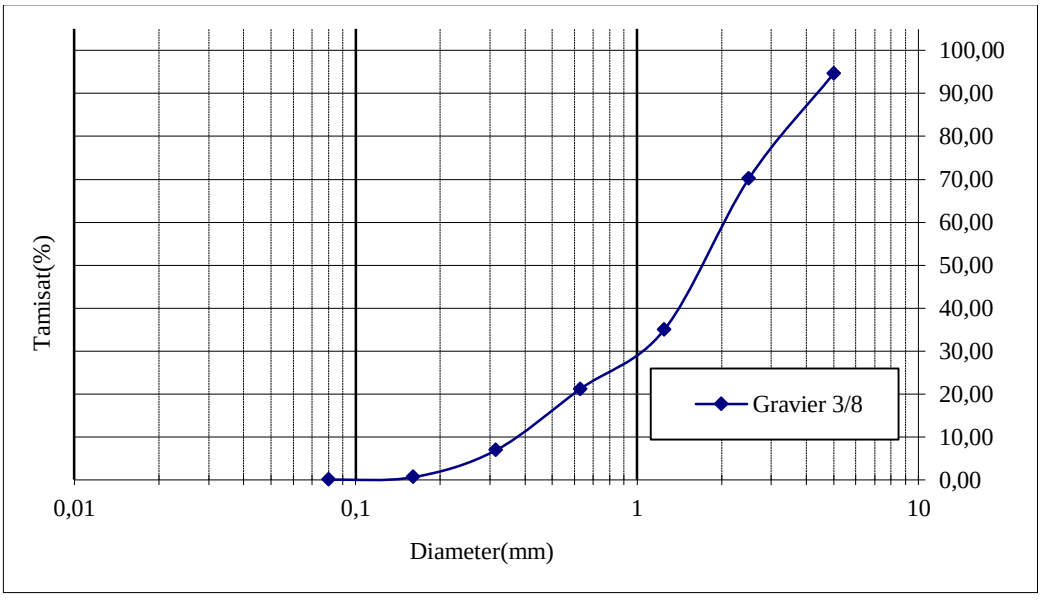
جدول(5.II): نتائج تجربة الكتلة الحجمية للحصى

العينة	الكتلة الحجمية المطلقة(Kg/m^3)	الكتلة الحجمية الظاهرية (Kg/m^3)
حصى	2400	1200

2.3.II التدرج الحبيبي للحصى

جدول(6.II): نتائج التدرج الحبيبي للحصى

القطر(mm)	الكتلة المتبقية (غ)	الكتلة المتبقية المجمعة (غ)	نسبة الكتلة المتبقية المجمعة(%)	نسبة الكتلة المارة المجمعة (%)
6.3	107.7	107.7	5.39	94.62
5	488.7	596.4	29.82	70.18
4	703.8	1300.2	65.01	34.99
3.15	275	1575.2	78.76	21.24
2.5	286.1	1861.3	93.07	6.94
2	125.2	1986.5	99.33	0.68
1.6	12	1998.5	99.93	0.08



شكل(4.II): منحنى التدرج الحبيبي للحصى

4.II. الخشب

يعد الخشب من أقدم المواد المستعملة في البناء حيث استعمل كعنصر إنشائي سواء كعمود او جسور لحمل السقف ،وقد تطورت استخداماته أثناء الحرب العالمية الثانية وبسبب الدراسات والبحوث التي كشفت خواصه الإنشائية بشكل عام وهي تختلف كثيرا من حيث الصفات والمظهر حسب المكان الجغرافي وطبيعة التربة المناخية [24].

1.4.II استعمالات الخشب في مجال البناء

- الأعمدة الخشبية
- الأرضيات الخشبية
- يستعمل كإضافات لتحسين من جودة الخرسانة
- الأعتاب الخشبية

1. **أعتاب خشبية مسنمة**: تعمل لسقوف المائلة والمقوسة ذات الميل القليل
2. **أعتاب هياكل وأقواس وقبب خشبية**: وتعمل من مقاطع خشبية أو نشارة خشبية لتسقيف الفضاءات الكبيرة.
3. أعتاب خشبية من نشارة الخشب[25]

5.II. نشارة الخشب

هي عبارة عن المخلفات الناتجة من عمليات المعالجة التي تتم على المادة الخام (الخشب).

يمكن أعادة تدوير هده النشارة واستعمالها مرة أخرى في مواد البناء بحيث تدخل نشارة الخشب في الخلطات الخراسانية او في صناعة الطوب لتزيد من تحسين خصائصها الفيزيائية خصوصا العزل الحراري [17].

تم التحصيل على نشارة الخشب من المحلات الحرفية لصناعة الخشب بقايا عادة ترمى.

صورة(2.II) نشارة الخشب

خصائص نشارة الخشب

1.5.II الكتلة الحجمية لنشارة الخشب

جدول(7.II): نتائج تجربة الكتلة الحجمية لنشارة الخشب

العينة	الكتلة الحجمية المطلقة(Kg/m^3)	الكتلة الحجمية الظاهرية (Kg/m^3)
نشارة الخشب	710	600

6.II الجير

الجير صنف من المواد الكيميائية المحتوية على عنصر الكالسيوم. وأهم صنفيها الجير الحي، والجير المطفأ الناتج عن المعالجة بالماء.

والجير مادة هامة في مجالات الصناعة، فهو يدخل في صناعة الزجاج، والورق، ودباغة الجلود، ويُستعَمل مثبتا للتربة في عمليات إنشاء الطرق ومَدارج الطائرات. ويستعمل الجير أيضا في صناعة الحديد كمُصَهِّر قاعدي، فيتحولُ مع ما بالحديد الخام من شوائب إلي خُبثٍ سائلٍ تاركاً الحديد نَقِيا إلى حد كبير، ويتفاعل الجير الحي بسرعة مع الماء مكوناً مادة هيدروكسيد الكالسيوم وهو ما يسمى بالجير المطفأ، وهذا عند خلطه بالرمل والماء بكميات معينة تنتج عجينةٌ تسمى الملاط. [26]

1.6.II. أنواع الجير

- **الجير الحي:** وهي المادة الناتجة من حرق الأحجار الجيرية الطبيعية عند درجات حرارة تتراوح ما بين 950 – 1050 إذ يصبح الجير عندها قابلا للتفكك تماما عند إطفائه بالماء.

$$CaCO3 \text{ ---- } CaO + CO2$$

وينقسم الجير الحي إلى قسمين

أ. جير حي دسم

ب. جير حي غير دسم

- **الجير المطفأ:** هي المادة الناتجة من معالجة الجير الحي بإطفائه (إضافة الماء إليه) حيث يزداد حجمه نتيجة إضافة الماء وينتج عن ذلك حرارة عالية. لذلك يجب الاحتراس أثناء عملية ألطفي.

$$Cao + H2O \text{ ---- } Ca(OH)\ 2 + Q$$

جدول (8.II): مكونات الجير[26]

المكونات	الجير الحي	الجير المطفأ
نسبة أكسيد الكالسيومCao	**لا تقل عن 70%**	**لا تقل عن 52%**
نسبة أكسيد المغنسيوم Mgo	**لا تزيد على5%**	**لا تزيد على 4%**
نسبة ثاني أكسيد الكاربون CO_2	**لا تزيد على 7%**	**لا تزيد على 5%**
نسبة المواد الغير قابلة لذوبان والألمنيوم AL_2O_3 وأكسيد الحديد Fe_2O_3	**لا تزيد على 10%**	**لا تزيد على 8%**
الفقد المحروق	**لا تزيد على 8%**	

7.II. الاسمنت

1.7.II تعريف الاسمنت

هي تلك المادة الناعمة الملمس المسحوقة التي لها قابلية التصلد والتجميد في وجود الماء [11]

2.7.II أنواع الاسمنت :

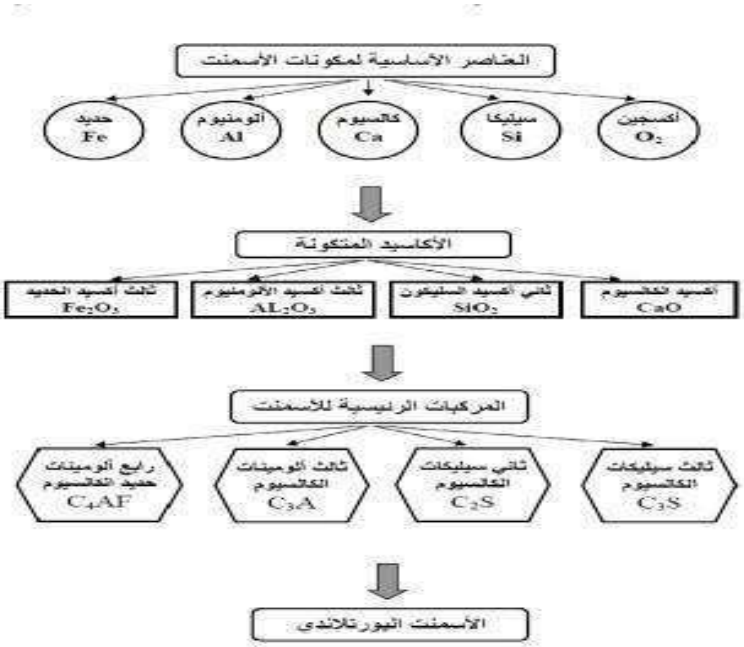
الاسمنت يصنع لتلبية متطلبات فيزيائية وكيميائية مختلفة لأغراض محددة، وفي المواصفات هناك خمسة أنواع رئيسية من الاسمنت [26]

- ❖ اسمنت بروتلاندي عادي
- ❖ اسمنت بروتلاندي مركب
- ❖ اسمنت مقاوم للكبريتات
- ❖ اسمنت متوسط المقاومة للكبريتات
- ❖ اسمنت سريع التصلد
- ❖ اسمنت منخفض الحرارة

II.3.7 بطاقة تقنية للإسمنت المستعمل

جدول (II.9): الخصائص التقنية لأسمنت نوع (اسمنت البسكرية):

1- التحاليل الكيميائية(%)	القيمة
الفقد بالحرق(%)	< 3
محتوى ألكبريت(%)	2.6 – 2.2
محتوى أكسيد المغنيسيوم(%)	< 3.5
محتوى ألكلوريد(%)	< 0.04
بقايا غير قابل للذوبان	≤ 0.75
2- التركيب المحتمل للكلنكر(%)	**القيمة**
C3S (%)	60
C3A (%)	< 3
C4AF + 2 C3A	< 20
3- الخصائص الفزيائية	**القيمة**
بداية التماسك	180
نهاية التماسك	320
4- المقاومة للضغط	**القيمة**
يومان (MPa)	18
28يوم(MPa)	54



شكل(5.II) أهم العناصر المكونة للإسمنت[24]

8.II الخاتمة

حاولنا في هدا الفصل التعرف على الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمكونات الطوب المقترح ودلك بإجراء فحوصات على المواد المستخدمة بأتباع المعايير المتعارف عليها في مجال البناء واستعملنا رمل كثبان عين البيضاء ورقلة وهي عن رمل نظيف بحيث يتميز بحجم حبيباته صغير جدا ودقيق ,معامل نعومته يساوي MF=0.87.

الفصل الثالث: التركيبات وصناعة الطوب

III . 1 مقدمة

في هده الدراسة التجريبية نقوم بإجراء التجارب الفيزيائية والميكانيكية للتركيبات المختلفة المقترحة من الطوب وهذا بعد إجراء التجارب ومعرفة خصائص المواد المدرجة في تكوين هذا الطوب.

في هدا الجزء أولا سوف نعرض الصيغ المختلفة والمقترحة المخصصة لإنتاج عينات وبعدها لكي نقوم بإجراء اختبار قابلية التشغيل (تحديد الكمية المثالية من الماء).

III . 2-تحديد مختلف نسب التركيبات

لضبط النسب المئوية للتركيبات المختلفة فأن الطريقة المناسبة في هدا العمل نقترح خمسة خلطات من اجل البحث عن أفضلها مع تلبية المتطلبات الميكانيكية والفيزيائية المطلوبة.

نقوم بتثبيت النسب لكل من الاسمنت الرمل والجير ونغير في نسب نشارة الخشب والحصى.

جدول (III .1): التراكيب المقترحة لهدا العمل:

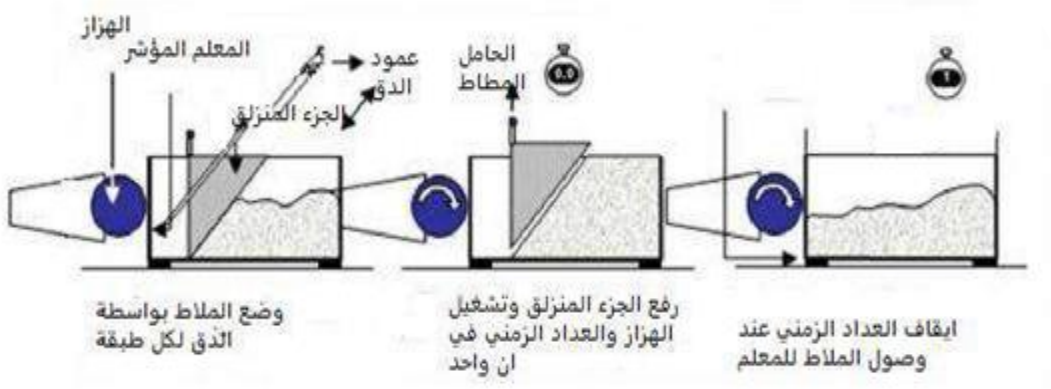
التركيبة	الاسمنت	الجير	الرمل	الحصى	نشارة الخشب
C1	10%	10%	40%	40%	00%
C2	10%	10%	40%	35%	05%
C3	10%	10%	40%	30%	10%
C4	10%	10%	40%	25%	15%
C5	10%	10%	40%	20%	20%

III . 3-اختبار قابلية التشغيل:

تسمح لنا بتقييم سيولة الملاط التي تخضع للاختبارات المحددة بواسطة معيار[27]

III . 1.3 الجهاز المستعمل:

الجهاز المستعمل هو جهاز التشغيل حيث يتكون من علبة متوازيا الأضلاع ذات الأبعاد (15cm*7.5cm*7.5cm) موضوعة على حوامل مطاطية وهو مجهز بهزاز وجزء منزلق يعطي Yشارة انطلاق الهز عند سحب كما هو موضح في الشكل (1).



الشكل (III .1): مراحل تجربة التشغيل

III . 2.3 مبدأ التشغيل:

بعد انتهاء خلط المكونات جيد يتم وضع الملاط في جهاز التشغيل على أربع طبقات كل طبقة تتعرض لستة ضربات بواسطة عمود الدق نقوم ببدء المؤقتة عند رفع الحاجز مما يودي إلى التشغيل وحدوث اهتزاز مما يتسبب في تحرك الملاط ويتم إيقاف المؤقتة عند وصول الملاط إلى العلامة المحددة المراد الوصول أليها.

صورة (III .1): جهاز التشغيل

III . 3.3 تصنيف الملاط:

يتم تصنيف الملاط حسب زمن التشغيل كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول (III .2) تصنف الملاط بدلالة التشغيلية[28]

صنف الملاط حسب التشغيلية	الزمن بالثانية
ملاط صلب	t>40
ملاط مرن	20<t<30
ملاط مرن جدا	10<t <20
ملاط مائع	t<10

4.3.III نتائج التجربة:

جدول (III .3): نتائج تجربة التشغيلية

التركيبة	E/C	الزمن(s)	كمية الماء(g)
C1	0.81	21	294.2
C2	0.84	26	305
C3	1.2	23.42	435.5
C4	1.34	29	486.35
C5	1.35	28	490

بعد اختبار قابلية التشغيل تكون النتائج التي تم الحصول عليها عبارة عن ملاط دو قوام بلاستيكي يتراوح وقت تدفقه بين 20 و30 ثانية.

III . 4-تحضير وشكل العينات:

يحدد المعيار EN196-1 إجراءات تحضير العينات الملاط بالتفصيل:

بمجرد أجراء الاختبارات على مكونات الملاط وتحديد صياغة الملاط يتم تحضير العينات في قوالب معدنية بقياسات 40×40×160 mm بعملية الخلط المحددة على النحو التالي:

1.تحديد كمية المواد (اسمنت رمل جير حصى نشارة الخشب) بميزان الكتروني جد دقيق

صورة(2.III): رمل الكثبان

صورة (III .3):الجير

صورة(4.III): نشارة الخشب

صورة(5.III): اسمنت

صورة(6.III): حصى 3/8

2.تحضير القوالب وتنظيفها وتشحيمها بالزيت

صورة (7.III): تنظيف وتشحيم القالب

3.خلط مكونات الخلطة دون إضافة الماء لضمان تجانس الخليط

صورة(8.III): خلط دون وجود الماء

4.إضافة كمية الماء المحددة تدرجيا وخلط حتى الحصول على ملاط دو قوام بلاستيكي.

صورة. (9III) إضافة الماء والخلط يدويا

5.ملئ القالب على طبقتين مع تعريضها لصدمات لمدة دقيقة بوتيرة 60 هزة مرتين

صورة(10.III): هزاز

6.تسوية سطح القالب ووضعه في مكان مستوي وامن مع T=°25.

صورة (III .11): تسوية سطح القالب

7.تفكيك القالب بعد مرور 24 ساعة وتترك العينات لمدة 7و14و28يوم قبل أجراء التجارب في كل وسط وحفظ العينات

صورة (III .12):حفظ العينات

5.III الخاتمة

في هدا الفصل قمنا بتفصيل وشرح تركيبة الملاط المخصص لصناعة الطوب على أساس. باقتراح من خمسة تركيبات مختلفة حيث تكون نسب الاسمنت والجير والرمل ثابتة وكمية متناسبة من الحصى ونشارة الخشب مع تحديد مستمر لكمية الماء التي تتناسب مع كل تركيبة باستخدام اختبار التشغيل، في النهاية نتحصل على العينات المراد أجراء الاختبار عليها.

الفصل الرابع: مناقشة النتائج

1.IV مقدمة

تعد الخصائص الميكانيكية والفيزيائية للطوب من أهم الخصائص التي تميزه عن كثير من المواد، تهدف هده الدراسة إلى معرفة ما مدى تأثير نشارة الخشب الحصى على الخواص الفيزيائية والكيميائية لطوب بإبعاد (4X4X16)ولهدا قمنا بإجراء عدة اختبارات اهمها.

✓ تجارب ميكانيكية:

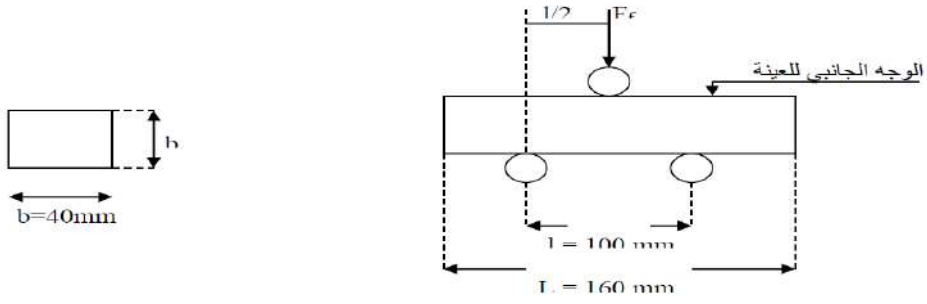
- تجربة الشد بواسطة الانحناء
- مقاومة الضغط

✓ تجارب فيزيائية:

- الكتلة الحجمية
- امتصاص الماء
- سرعة انتشار الأمواج فوق الصوتية

2.IV تجربة الشد بواسطة الانحناء

تتم تجربة الشد بواسطة الانحناء على عينات لها مقطع مربع 4x4cm والطول 16cm، البعد بين المسندين 10cm كما يتم تنفيذ هده العملية بواسطة آلة الانحناء ثلاث نقاط، الآلة مزودة بمسندين اسطوانيين من الأسفل ثابتين تستند عليهما العينة ومسند علوي أسطواني كذلك مطبق وسطهما متحرك بواسطة محرك الآلة ليطبق القوة على العينة وتقرأ الحمولة المباشرة من الآلة [29].



الشكل(1.IV): رسم تخطيطي يوضح تجربة الشد بواسطة الانحناء

مقاومة الانحناء تحسب بالعلاقة التالية: [30]

$$Rf = \frac{1.5Ff.l}{b^3} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1 .IV)$$

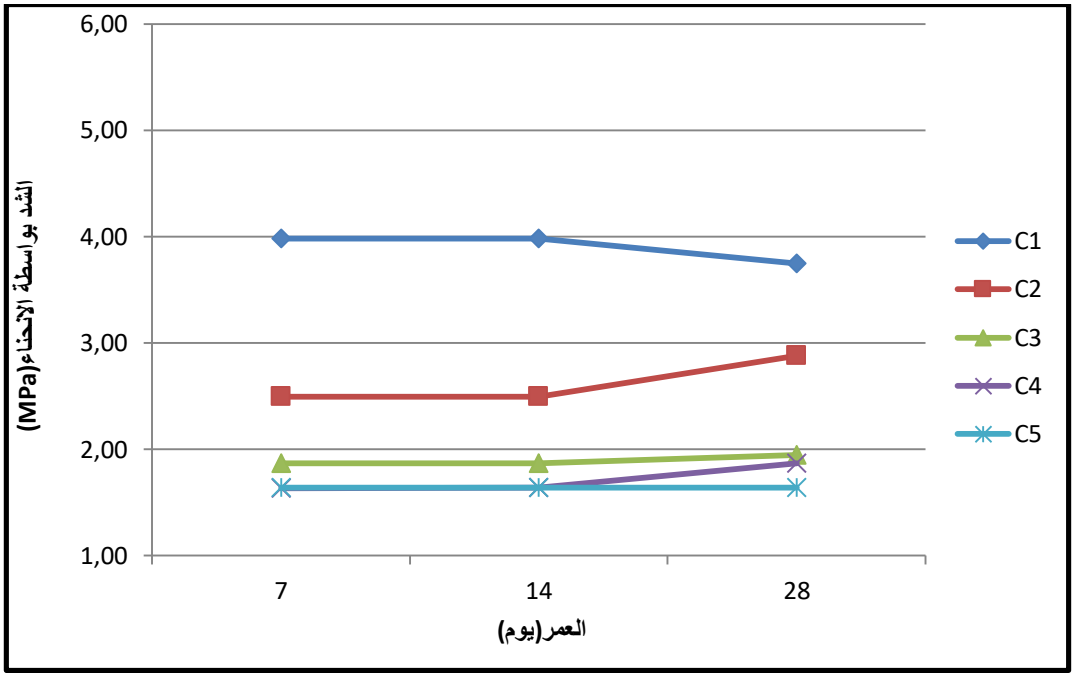
Rf: مقاومة الانحناء ب(MPa) .

Ff: قوة تحطم العينة عند الانحناء (N).

l: البعد بين المسندين(mm).

b : سمك العينة ب (mm).

النتائج المتحصل عليها للشد بواسطة الانحناء المحفوظة في الهواء موضحة في الشكل التالي:



الشكل(2.IV): مقاومة الانحناء بدلالة العمر (محفوظة في الهواء)

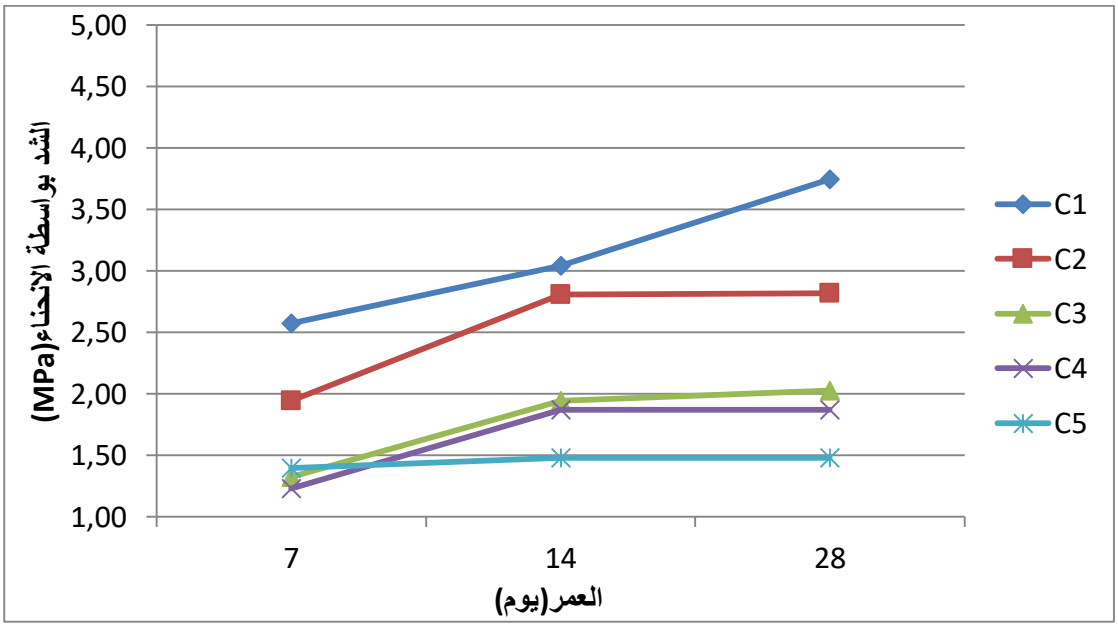
من خلال الرسم البياني الموضح في الشكل(2.IV) لمقاومة الشد بواسطة الانحناء لمختلف تركيبات الطوب المقترحة نلاحظ التركيبة (C_1) الشاهد بدون نشارة الخشب ذات مقاومة شد أعلى مقارنة بالتركيبات الأخرى ذات النسب مختلفة من النشارة خلال 7، 14 و28 يوم

ومن 7 إلى 14يوم نلاحظ ثبات في مقاومة الشد بالنسبة لكل التركيبات ($C_5C_4C_3C_2C_1$).

في العمر من 14 إلى 28 يوم نلاحظ تناقص مقاومة الشد بالنسبة للتركيبة(C_1) وتتزايد في ($C_4C_3C_2$) وثبات بالنسبة ل (C_5).

ومنه نستنتج أن كلما كانت (نسبة نشارة الخشب اقل) كلما كانت مقاومة الشد بواسطة الانحناء أكبر.

النتائج المتحصل عليها للشد بواسطة الانحناء المحفوظة في الماء موضحة في الشكل التالي:



الشكل(3.IV): مقاومة الانحناء بدلالة العمر (محفوظة في الماء)

من خلال الرسم البياني الموضح في الشكل(3.IV) لمقاومة الانحناء فأن تركيبة (C_1) ذات مقاومة أعلى مقارنة بالتركيبات الأخرى خلال 7 و14 و28 يوم.

ومن 7إلى14يوم نلاحظ تزايد في مقاومة الانحناء مع مرور العمر بالنسبة لجميع العينات ($C_5C_4C_3C_2C_1$).

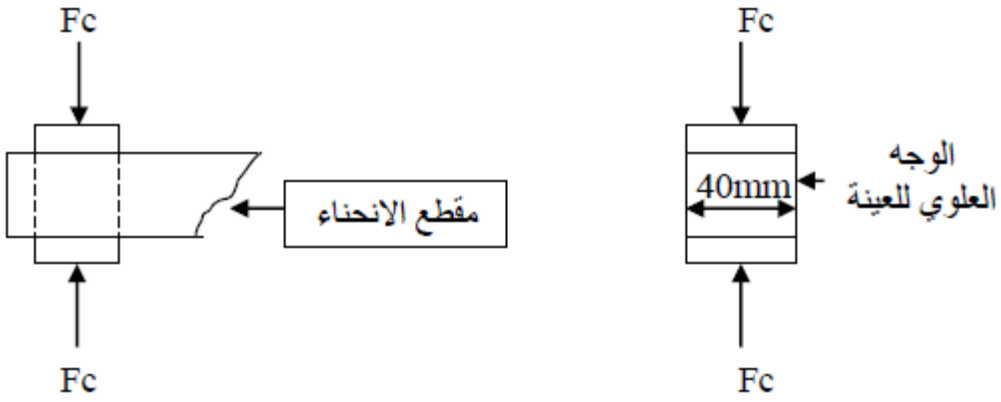
ومن 14إلى 28يوم نلاحظ زيادة في مقاومة الانحناء بالنسبة للعينات (C_3C_1) وثبات للعينات ($C_5C_4C_2$).

ومنه نستنتج أن كلما كانت (نسبة نشارة الخشب اقل) كلما كانت شدة مقاومة الانحناء أكبر.

ومنه عندما نضع العينة في وسط حفظ هوائي تكون مقاومة الشد بواسطة الانحناء أكبر منه في وسط حفظ مائي.

3.IV تجربة الضغط

هده التجربة منصوص عليها حسب القاعدة EN 196-1. وتجرا بواسطة جهاز الضغط المواد الصلبة وتكون على نصف العينة هذا النصف المتأتي من تجربة تحطيم العينة بالانحناء بمقطع دو أبعاد 40x40mm توضع هده العينة ما بين صفحتين معدنيتين صلبتين حيث تتموضع هده الأخيرة على بعد 1cm من الحواف الجانبية كما هو موضح بالشكل



الشكل(4.IV): رسم تخطيطي يوضح تجربة الضغط.

مقاومة الضغط تحسب بالعلاقة التالية:

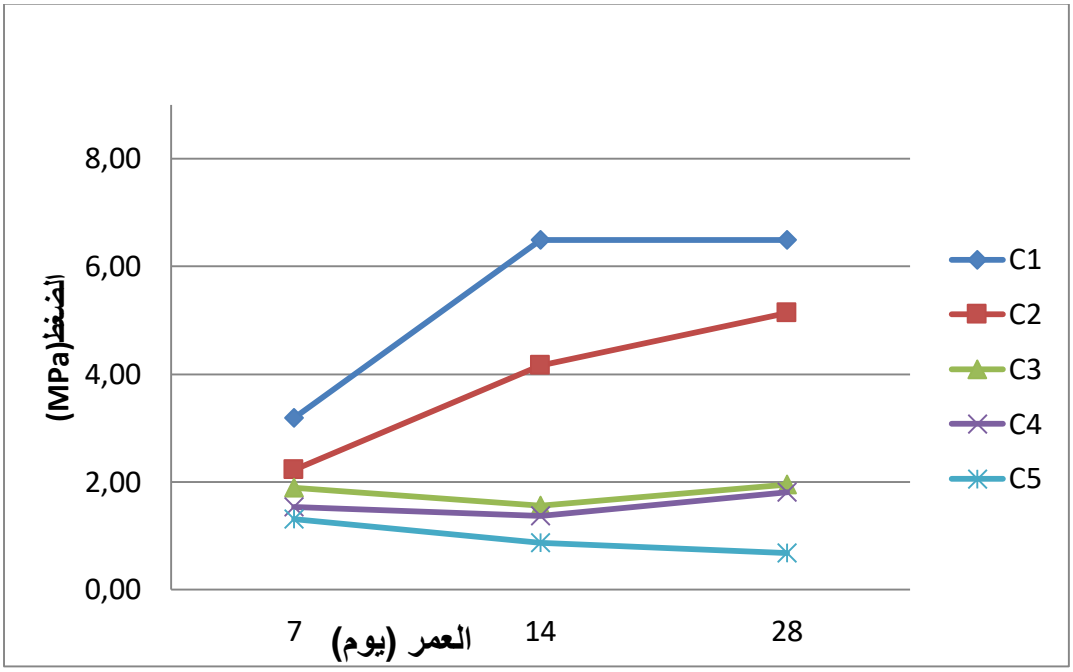
$$Rc=\frac{fc}{b^2} \quad \text{..... (2 .IV)}$$

R_c: مقاومة الضغط ب (MPa).

fc :قوة تحطم العينة عند الضغط (N).

b : سمك وعرض وطول العينة ويساوي 40mm

النتائج المتحصل عليها لضغط عينات المحفوظة في الهواء موضحة في الشكل التالي:



الشكل(5.IV): مقاومة الضغط بدلالة العمر (محفوظة في الهواء)

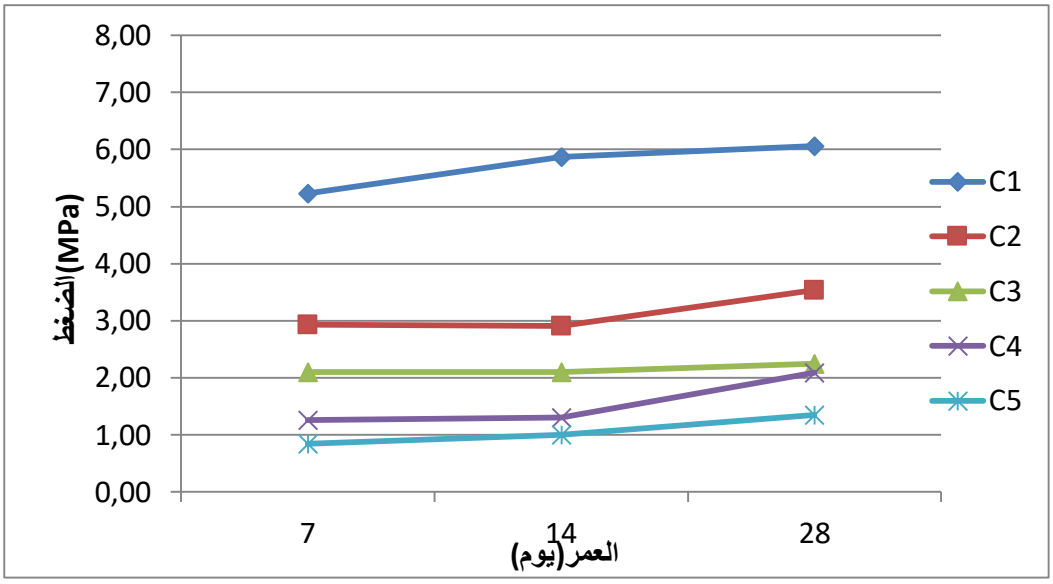
من خلال الرسم البياني الموضح في الشكل(5.IV) للمقاومة الضغط فأن التركيبة(C_1) ذات مقاومة أعلى مقارنة بالتركيبات الأخرى خلال7، 14 و28 يوم.

ومن 7 إلى 14يوم نلاحظ تزايد في مقاومة الضغط مع مرور العمر بالنسبة ل (C_2C_1) وتناقص في ($C_5C_4C_3$) مع مرور العمر

ومن 14إلى 28يومنلاحظ ثبات المقاومة بالنسبة (C_1) وتزايد بالنسبة ($C_4C_3C_2$) وتناقص بالنسبة (C_5) مع مرور الزمن.

ومنه نستنتج أن كلما كانت (نسبة نشارة الخشب اقل) كلما كانت شدة الضغط أكبر.

النتائج المتحصل عليها لضغط عينات المحفوظة في الماء موضحة في الشكل التالي:



الشكل(6.IV): علاقة مقاومة الضغط بدلالة العمر (محفوظة في الماء)

من خلال الرسم البياني الموضح في الشكل(6.IV) للمقاومة الضغط فأن التركيبة(C_1) ذات مقاومة أعلى مقارنة بالتركيبات الأخرى خلال 7، 14 و28يوم.

من 7إلى 14يوم نلاحظ تزايد في مقاومة الضغط مع مرور العمر بالنسبة ل (C_1) وثبات في ($C_5C_4C_3$ C_2).

من 14إلى 28يوم نلاحظ تزايد المقاومة بالنسبة ($C_5C_4C_3C_2C_1$).

ومنه نستنتج أن كلما كانت (نسبة نشارة الخشب أكبر) كلما كانت مقاومة الضغط أكبر.

ومنه عندما نضع العينة في وسط حفظ هوائي تكون مقاومة الضغط أكبر منه في وسط حفظ مائي.

4.IV تجربة سرعة الأمواج فوق الصوتية

هده التجربة جد مهمة تسمح لنا بمعرفة عدة خصائص للخرسانة بدون تكسير وتعتمد أساسا على قياس سرعة الأمواج الطولية فوق الصوتية داخل قطعة خراسانية وذلك بمساعدة جهاز يتكون من علبة قياس صغيرة تسجل الزمن ويمتد منها سلكان طويلان في رأس كليهما قطعة أسطوانية ذات سطح مستوى (مرسل ومستقبل) انظر الشكل (7.IV) [30].

هناك طريقتين من الممكن استعمالهما في قياس الأمواج الصوتية.

- قياس مباشر
- قياس غير مباشر

1.4.IV طريقة القياس المباشرة

الطريقة المباشرة هي من أحسن الطرق المستعملة ويكون فيها المرسل والمستقبل متقابلين، ويجب ان يكون سطح الخرسانة مستوى ونظيف، مباشرة عند تشغيل الجهاز نقرأ زمن مرور الأمواج الصوتية وتعطى سرعة الأمواج الصوتية بالعلاقة التالية: [30]

$$V = (D/ T) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.IV)$$

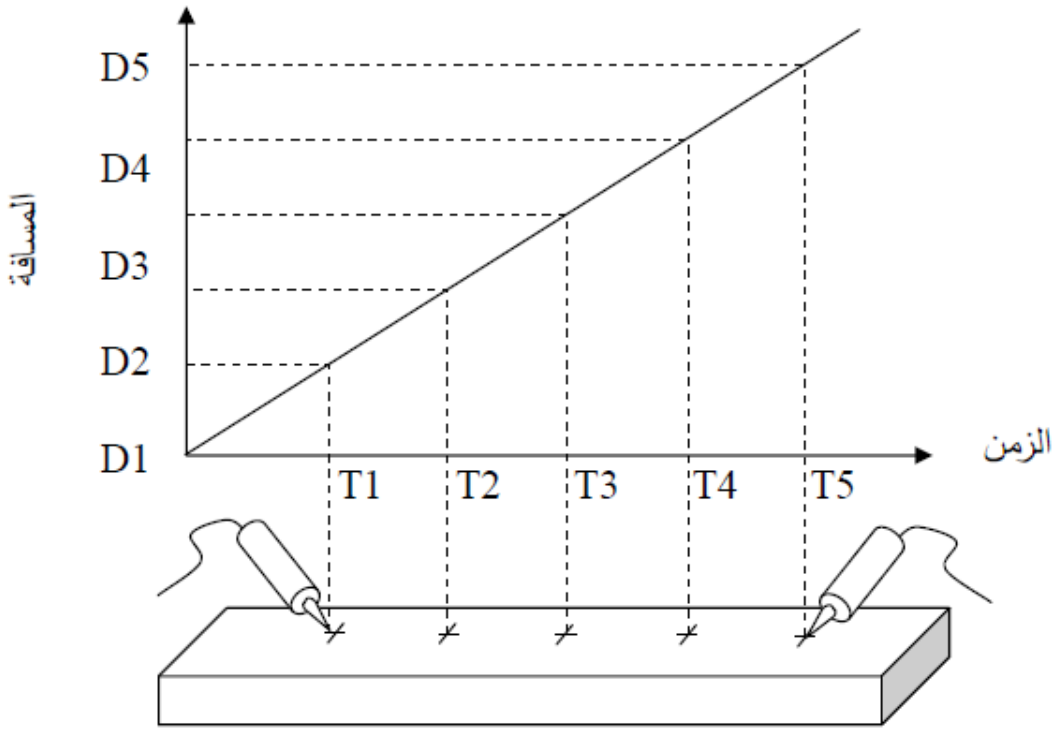
V : سرعة الأمواج فوق الصوتية (m/s)

D : المسافة بين المستقبل والمرسل(m)

T : زمن مرور الأمواج في العينة (s)

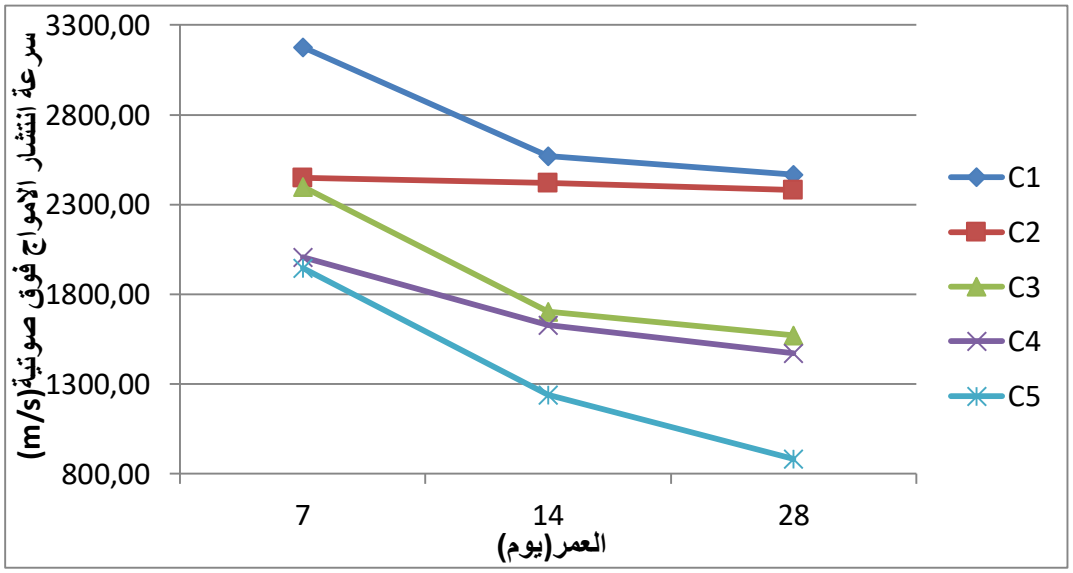
2.4.IV. طريقة القياس غير المباشرة

تستعمل الطريقة غير المباشرة على جميع أجزاء المنشاءات والعينات ولكن أكثر استعمالاتها على الأسقف والعناصر ذات الطول الكبير. تتم هده الطريقة بتثبيت المرسل على نقطة معينة والمستقبل ينتقل بانتظام على مسافات متساوية، بعد تسجيل الزمن نتحصل على متتالية من القيم الموافقة إلى عدد النقاط المشار أليها سابقا على الخرسانة ثم نقوم برسم الخط المستقيم المتوسط الذي يربط بين المسافة والزمن [30].



الشكل(IV.7) الطريقة غير المباشر لقياس الأمواج الصوتية[30]

النتائج المتحصل عليها لسرعة انتشار الأمواج فوق الصوتية لعينات المحفوظة في الهواء موضحة في الشكل التالي:



الشكل (IV.8): سرعة انتشار الموجات فوق الصوتية بدلالة العمر (محفوظة في الهواء)

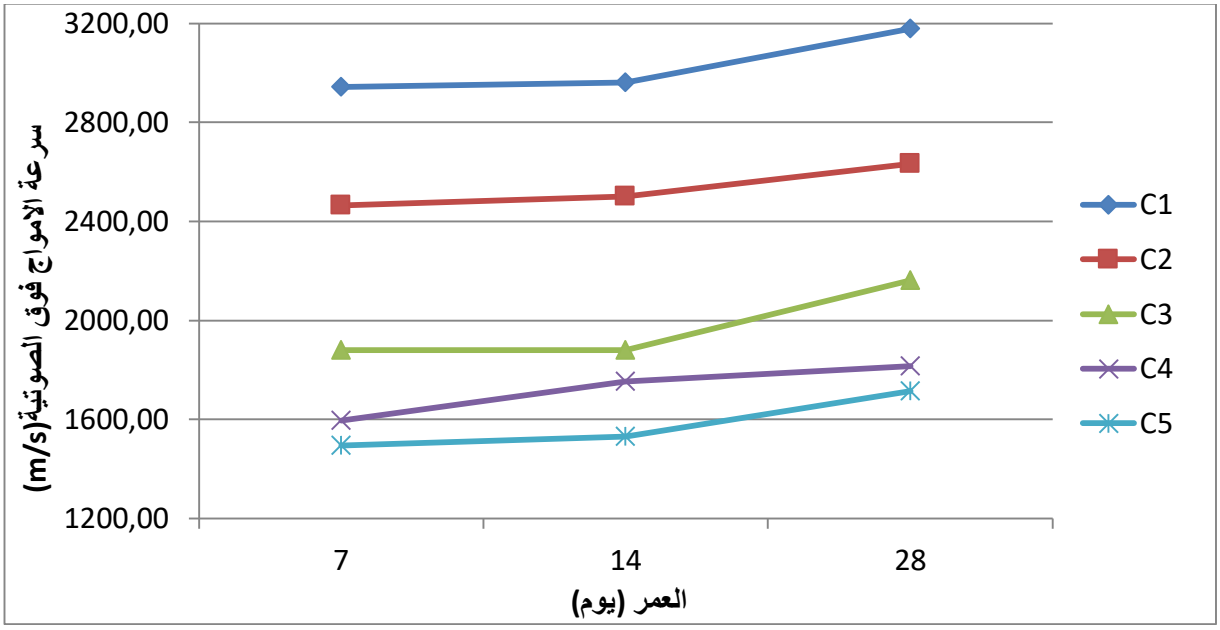
من خلال الرسم البياني الموضح في الشكل(IV.8) لسرعة انتشار الموجات فوق الصوتية فأن التركيبة(C_1) ذات سرعة انتشار عالية مقارنة بالتركيبات الأخرى خلال 7، 14 و28يوم.

من 7 إلى 14يوم نلاحظ ثبات سرعة انتشار الموجات فوق الصوتية بالنسبة (C_2) وتناقص بالنسبة ($C_5C_4C_3C_1$).

من 14الى 28يوم نلاحظ تناقص سرعة انتشار الموجات فوق الصوتية بالنسبة ($C_5C_4C_3C_2C_1$).

ومنه نستنتج أن كلما كانت الزيادة في نسبة النشارة تؤدي إلى بطيء سرعة الانتشار.

النتائج المتحصل عليها لسرعة انتشار الأمواج فوق الصوتية لعينات المحفوظة في الماء موضحة في الشكل التالي:



الشكل (9.IV): سرعة انتشار الموجات فوق الصوتية بدلالة العمر (محفوظة في الماء)

من خلال الرسم البياني الموضح في الشكل(9.IV) لسرعة انتشار الموجات فوق الصوتية فأن التركيبة(C1) ذات سرعة انتشار عالية مقارنة بالتركيبات الأخرى خلال7، 14 و28يوم.

من 7 إلى 14يوم نلاحظ زيادة سرعة انتشار الموجات فوق الصوتية بالنسبة (C1 C4 وC5) ثبات وبالنسبة (C3) وتناقص بالنسبة (C2).

من 14 إلى 28يوم نلاحظ زيادة سرعة انتشار الموجات فوق الصوتية بالنسبة (C5 C3C2C1) وثباتها بالنسبة (C4).

ومنه نستنتج أن كلما كان الزيادة في نسبة النشارة تؤدي إلى الزيادة في سرعة الانتشار.

ومنه عندما نضع العينة في وسط حفظ هوائي تكون سرعة انتشار الأمواج أسرع من العينات التي حفظت في وسط مائي.

5.IV تجربة الكتلة الحجمية

يتم تحديد الكتلة الحجمية للطوب من خلال وزن عينات الاختبار ذات الأبعاد(4X4X16) وتعطى بالعلاقة التالية:

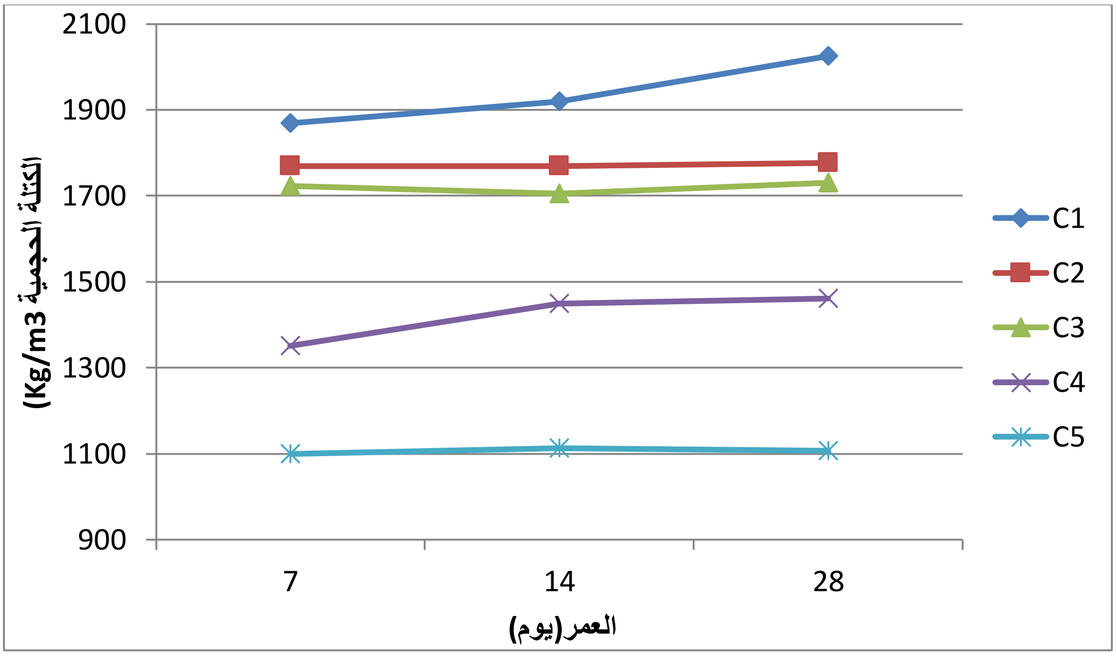
$$\rho=\frac{M}{V}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4.IV)$$

ρ: الكتلة الحجمية (Kg/m^3)

M: كتلة العينة (Kg)

V : حجم العينة (m^3)

النتائج المتحصل عليها للكتلة الحجمية بالنسبة لعينات المحفوظة في الهواء موضحة في الشكل التالي:



الشكل (10.IV): الكتلة الحجمية بدلالة العمر (محفوظة في الهواء)

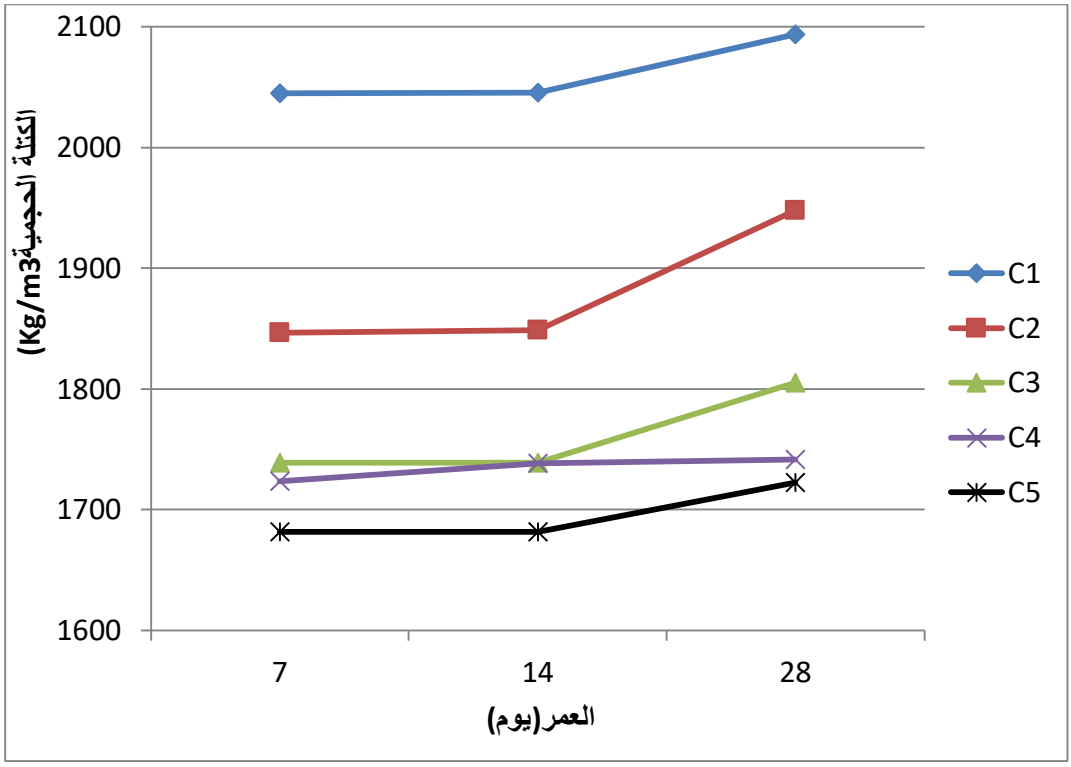
من خلال الرسم البياني الموضح في الشكل(10.IV) للكتلة الحجمية فأن التركيبة$(C_3C_2C_1)$ ذات كتلة حجمية أكبر مقارنة بالتركيبات الأخرى خلال7 ،14 و28يوم.

من 7إلى 14يومنلاحظ من خلال المنحنى زيادة في الكتلة الحجمية لكل من العينات $(C_4\ C_1)$ وثبات بالنسبة $(C_5$ $C_3C_2)$.

14 إلى 28يوم نلاحظ زيادة في الكتلة الحجمية بالنسبة $(C_3\ C_1)$ وثباتها بالنسبة $(C_5\ C_4\ C_2)$.

ومنه نستنتج الزيادة في النشارة يؤدي إلى النقصان في الكتلة الحجمية.

النتائج المتحصل عليها للكتلة الحجمية بالنسبة لعينات المحفوظة في الماء موضحة في الشكل التالي:



الشكل (11.IV): الكتلة الحجمية بدلالة العمر (محفوظة في الماء)

من خلال الرسم البياني الموضح في الشكل(11.IV) للكتلة الحجمية فأن التركيبة(C_1) ذات كتلة حجمية أكبر مقارنة بالتركيبات الأخرى خلال7، 14 و28يوم.

7 إلى 14يوم نلاحظ من خلال المنحنى زيادة طفيفة في الكتلة الحجمية للعينة (C_4) وثبات بالنسبة (C_5 C_3 C_2 C_1).

من 14 إلى 28يوم نلاحظ زيادة في الكتلة الحجمية بالنسبة (C_5 C_3 C_2 C_1) وثبات بالنسبة ل(C_4).

ومنه نستنتج الزيادة في النشارة يؤدي إلى الزيادة في الكتلة الحجمية.

لان حفظ العينة في وسط مائي يكسبها نسبة ماء أكبر مع مرور الزمن مما يؤدي الى الزيادة في الكتلة الحجمية.

6.IV تجربة امتصاص الماء

1.6.IV.الهدف من التجربة

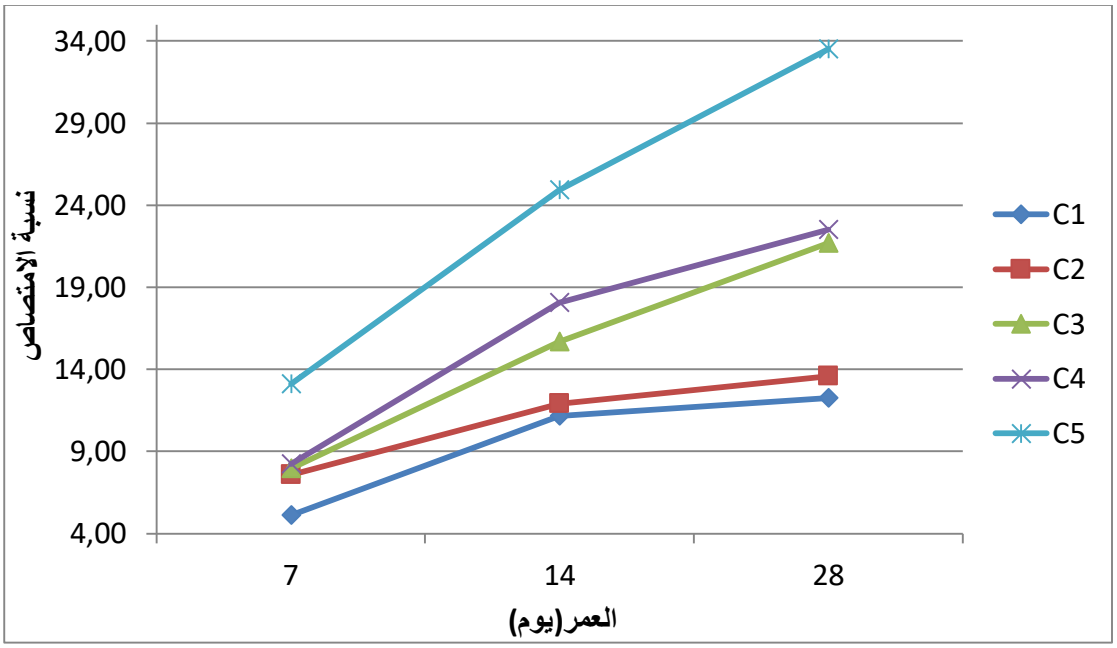
تحديد معدل امتصاص العينة للماء.

2.6.IV مبدأ التجربة

تتم تجربة امتصاص الماء على عينات متوازية الأضلاع بأبعاد (4x4x16) حيث توزن العينة وهيا جافة M_1 ثم تغمر في الماء لمدة 24 ساعة. ثم توزن بعد 24ساعة ويحدد الوزن (M_2) ويحدد امتصاص الماء وفق العلاقة التالية:

$$W\% = \frac{M_2 - M_1}{M_1} * 100 \quad \text{.....} \quad (5.IV)$$

النتائج المتحصل عليها لنسبة الامتصاص لعينات المحفوظة في الهواء موضحة في الشكل التالي:



الشكل (12.IV): نسبة امتصاص الماء بدلالة العمر (محفوظة في الهواء)

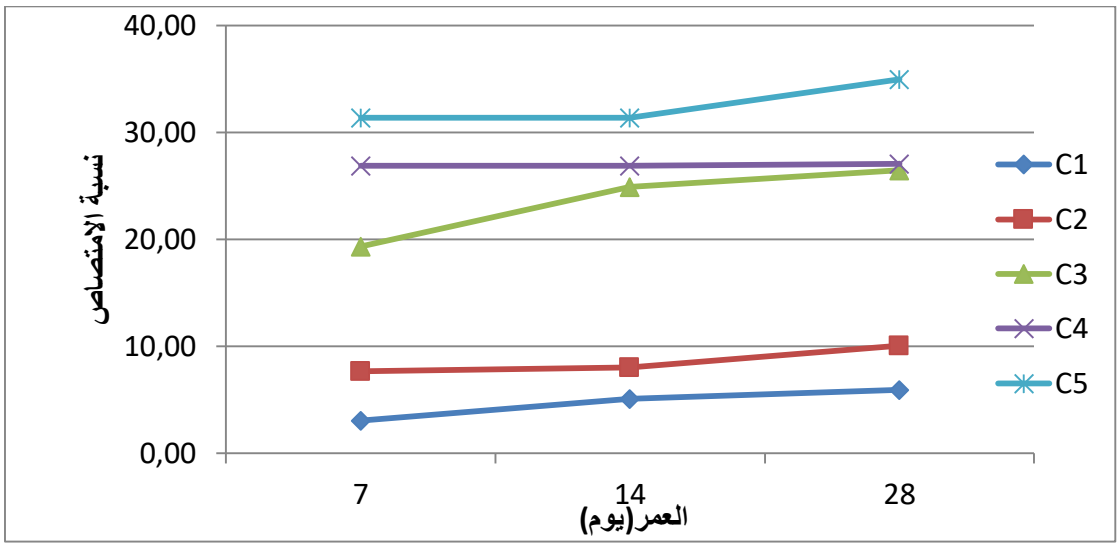
من خلال الرسم البياني الموضح في الشكل(12.IV) لنسبة الامتصاص فأن التركيبة (C_5) ذات امتصاص أكبر نوعا ما مقارنة بالتركيبات الأخرى خلال 7، 14 و28يوم.

7 إلى 14 يوم نلاحظ من خ المنحنى زيادة نسبة الامتصاص لجميع للعينات (C_5 C_4 C_3 C_2 C_1).

من 14 إلى 28 يوم نلاحظ زيادة في نسبة الامتصاص لجميع العينات (C_5 C_4 $C_3$$C_2$ C_1).

ومنه نستنتج أن زيادة في نسبة النشارة تؤدي إلى الزيادة في نسبة الامتصاص.

النتائج المتحصل عليها لنسبة الامتصاص لعينات المحفوظة في الماء موضحة في الشكل التالي:



الشكل (13.IV): نسبة امتصاص الماء بدلالة العمر (محفوظة في الماء)

من خلال الرسم البياني الموضح في الشكل(13.IV) لنسبة الامتصاص فأن التركيبة ($C_5C_4C_3$) ذات امتصاص أكبر نوعا ما مقارنة بالتركيبات الأخرى خلال 7، 14 و28يوم.

من 7 إلى 14 يوم نلاحظ من خلال المنحنى زيادة نسبة الامتصاص بالنسبة (C_3 C_1) وثبات بالنسبة للعينات (C_5 C_4 C_2).

من 14 إلى 28 يوم نلاحظ زيادة في نسبة الامتصاص للعينات (C_5 C_3C_2) وثبات بالنسبة ل (C_4C_1).

ومنه نستنتج أن زيادة في نسبة النشارة تؤدي إلى الزيادة في نسبة الامتصاص.

وبتالي العينات المحفوظة في الوسط الهوائي هي ذات امتصاص اقل.

7.IV خاتمة

من خلال تحليلنا وتفسيرنا لنتائج التجارب المتحصل عليها يمكننا استنتاج التركيبة التي تحقق الخصائص الفيزيائية

والميكانيكية المناسبة في صناعة الطوب بمواد محلية ومتاحة (رمل الكثبان، بقايا الحجر الجيري ونشارة الخشب)

تركيبة الطوب الذي استعملناه كشاهد، نأخذ نسبة من الاسمنت ونسبة كذلك من رمل الكثبان أمال بالنسبة للماء فحددت من خلال تجربة التشغيل (E/C) يساوي 0.81

الصياغة المقترحة للطوب المصمت الذي يحتوي على نشارة الخشب والحصى جاءت كما يلي:

10 % اسمنت , 10 % جير , 40 % رمل الكثبان , 40 %(نشارة الخشب +الحصى)

خصائص الفيزيائية والميكانيكية للعينات المحفوظة في الهواء لمدة 28 يوم هي:

مقاومة الشد بواسطة الانحناء (MPa3.75).

مقاومة الضغط(MPa5.1)

سرعة انتشار الموجات الصوتية(2500m/s)

الكتلة الحجمية ($2251.56\ Kg/m^3$)

نسبة امتصاص الماء (11.57%)

خصائص الفيزيائية والميكانيكية للعينات المحفوظة في الهواء لمدة 28 يوم هي:

مقاومة الشد بواسطة الانحناء (5.62 MPa)

مقاومة الضغط (6.06 MPa)

سرعة انتشار الموجات الصوتية (3232.32 m/s)

الكتلة الحجمية ($2126.8\ Kg/m^3$)

نسبة امتصاص الماء (% 4.09)

الخاتمة العامة

الهدف الأساسي في هده الدارسة هو تثمين واستغلال رمل الكثبان في صناعة الطوب بإضافة نشارة الخشب والحصى بنسب متفاوتة من (0% إلى 20 % بخطوة 5 %) مع تثبيت نسبة الاسمنت 10 % ونسبة الجير المطفأ 10 % ونسبة الرمل للحصول على طوب ذو خصائص فيزيائية وميكانيكية مقبولة.

قسمنا هذه الدارسة إلى جزئيين:

- ✓ جزء نظري الذي يقدم لمحة عامة عن الطوب والمواد المستخدمة في صناعته وهي: رمل الكثبان، الحصى والجير المطفأ.
- ✓ الجزء التجريبي ويتكون من قسمين القسم الأول مخصص لتقديم الخصائص العامة للمواد المستخدمة وهي:

الرمل المستخدم هو رمل كثبان عين البيضاء ورقلة ويتميز ب:

1. معامل النعومة MF=0.87
2. المكافئ الرمل ي ESV=93.81

الحصى المستعمل هو حصى 3/8

الجير المطفأ هو جير السعيدة.

الاسمنت المستعمل هو إسمنت بورتلاند عادي

المياه المستعملة في الخلطة هي مياه حنفية مخبر الهندسة المدنية بجامعة ورقلة.

أما القسم الثاني فخصص لدراسة مجموعة من التجارب أجريت على عينات الطوب مختلفة التركيبة في نسبة رمل الكثبان مع الجير ونشارة الخشب والتي تأثر بدورها على الخصائص الفيزيائية والميكانيكية لطوب فكانت النتائج المتحصل عليها كالتالي:

تؤدي الزيادة في نسبة نشارة الخشب إلى:

- ✓ تناقص في مقاومة الشد بالانحناء
- ✓ تناقص في مقاومة الضغط
- ✓ تناقص في سرعة الانتشار
- ✓ تناقص في الكتلة الحجمية
- ✓ الزيادة في نسبة الامتصاص

ومن خلال هذه الدارسة توصلنا إلى أن التركيبة C_2 هي التركيبة المثلى التي تقدم نتائج فيزيائية وميكانيكية مقبولة مقارنة مع التركيبات الأخرى.

(اسمنت 10%، الجير 10%، رمل الكثبان 40%، الحصى 35%، نشارة الخشب 5%)

وكنتيجة لهذا البحث نتمنى أن نكون قد ساهمنا في تثمين المواد المحلية عامة ورمل الكثبان خاصة وذلك لتواجده بكثرة في صحراء الجزائر عن طريق استعماله في مجالات إنشائية مختلفة.

وفي الأخير نأمل ان نكون قد وفقنا في عملنا هذا إلى حد ما ونأمل أن يتواصل البحث في هذا المجال والاهتمام به أكثر.

التوصيات:

من خلال هذه النتائج المتحصل عليها نقترح ما يلي:

- ✓ إجراء اختبارات أخرى مثل العزل الصوتي والانكماش على الطوب والعزل الحراري.
- ✓ إجراء تجارب مثلا التحليل الكيميائي على المواد المستعملة في هذه البحث.
- ✓ تفعيل هذا النوع من الأبحاث وذلك بإنجاز منشئات ولو تجريبية على أرض الواقع.

قائمة المراجع

[1] محمد جوهري، مذكرة ماجستير "صنع طوب على أساس رمل الكثبان"، جامعة ورقلة 2007.
[2] ساندرين بانيسي وجان جاك جيرمان، الطوب، الذهب الأحمر لجنوب تولوز، إصدارات ميدياس، جوان 2004.
[3] مبادئ هندسة التشييد والبناء المحاضرة الثالثة
[4] ادوار غالب، الموسوعة في العلوم الطبيعية (ط. الثانية) ، دار المشرق، بيروت، جزء الأول
[5] تشارلزون، أندرو، الهيكل كمعارة: كتاب مرجعي للمهندسين المعماريين والمهندسين الإنشائيين، المطبعة المعمارية، 2005.
[6] فاروق عباس حيدر، الموسوعة الحديثة لتكنولوجيا تشييد المباني، أساسيات تشييد المباني، الجزء الأول، الطبعة التاسعة، مؤسسة المعرفة، الإسكندرية، .2006.
[7] علي رأفت، دورة بيئية -بناء المستقبل، مثلث الإبداع المعماري، دورات الإبداع الفكري، القاهرة، الطبعة الأولى، 2007.
[8] مصطفى عبد المنعم شعبان، تاريخ الهندسة والتكنولوجيا، القاهرة، مكتبة مدبولي، ,1998
[9] سلسلة تكنولوجيا CRA Earth "كتل الأرض المضغوطة القياسية
[10] انقر ر وفونتين ل البناء بالتربة من حبات الرمل الى الهندسة المعمارية باريس 2009
[11] شيروان مجيد نامق (مكونات الاسمنت وأنواعه ومراحل أنتاج) 2012
[12] بروير، مارسيل، فيجيساك، ألكسندر، ريميلي، ماتياس وبيرجدول، باري، مارسيل بروير، التصميم والعمارة، متحف فيترا للتصميم، 2003
[13] عيسى عادل (دراسة الأداء الحراري لطوب التراكوتا أطلس بريكيتيري)
[14] شراديد أنفال. هادف شيماء (تأثير الرمل المسحوق على الخصائص الفيزيائية الميكانيكية للطوب المصنوع من الكثبان الرملية)، مذكرة ماستر. جامعة قاصدي مرباح ورقلة 2020
[15] دكتور محمد القاضي، الرمل الكوارتزي، (الجزء الأول) جامعة قطر1999
]16[هيئة المساحة الجيولوجية السعودية
[17] المعيار الفرنسي "تحليل الحبيبي للجسيمات" NF P18-560 سبتمبر.
[18] ورقلي مريم، يزي عبد الله. (تأثير نفايات الحصى على الخصائص الفيزيائية الميكانيكية للطوب على أساس الكثبان الرملية ورقائق الخشب). مذكرة ماستر. جامعة قاصدي مرباح ورقلة 2019.
[19] (معيار NF P 18-598).
[20] ديمة أمين ابراهيم، البحث عن تقنية جديدة لتنظيف الرمال في سوريا وتحسين أدائها في الخرسانة، مذكرة الماجستير في الهندسة المدنية 2009.
[21] بعيكر محمد شريف، رسالة ماستر في الهندسة المدنية "المساهمة في دراسة الخصائص الفيزيائية الميكانيكية للطوب على أساس الكثبان الرملية والرقائق الخشبية"، قاصدي مرباح جامعة ورقلة 2015.
[22] المعايير الفرنسية "قياس الكثافة, معامل الامتصاص وماء الرمال "NF P18-555 1990.
[23] بعامر يحي (تدعيم منشئات خرسانة الري بالألياف الطبيعية). مذكرة مهندس دولة في الري الصحراوي 2001 جامعة قاصدي مرباح ورقلة.
[24] جوزيف أبدو. الاسمنت
[25] منتديات ستار تايمز14\02\2021
[26] مجموعة المؤلفين، خواص الجير والجبس المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني/الرياض، , 2006.
[27] الفرنسية "قياس وقت تدفق الخرسانة والملاط ".
[27] N.F, 1994.
[29] EN 196-1
[30] غوريس، "تجارب ومراقبة الخرسانة" دار النشر *ايرولس*، باريس، 1978