الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية العلوم التطبيقية

مذكرة تخرج لنيل شهادة الماستر اكاديمي

الشعبة: هندسة مدنية

التخصص: هياكل

من إعداد:

الأعور مسعودة

بعنوان:

المساهمة في الدراسة الحرارية الميكانيكية للطوب الترابي وفق عملية الحرق

مناقشة أمام لجنة مكونة من :

✓ هاشم شعيب	أستاذ محاضر (أ)	(جامعة ورقلة)	رئيسا
✓ عباني السعيد	أستاذ محاضر (أ)	(جامعة ورقلة)	مناقشا
✓ مخرمش عبد السلام	أستاذ محاضر (أ)	(جامعة ورقلة)	مؤطرا

السنة الجامعية : 2024/2023

شكر وتقدير

قال الله تعالى "ومن يشكر فإنما يشكر لنفسه"

صدق الله العظيم سورة لقمان [الآية12]

وقال رسول الله صلى الله عليه وسلم (من لا يشكر الناس لا يشكر الله)

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

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

يطيب لي أن أتقدم ببالغ شكري و امتناني وتقديري لأستاذي الموقر و الفاضل د. مخرمش عبد السلام على اقتراحه موضوع المذكرة, وما بذله من متابعة وجهد خلال مدة الإشراف وما أبداه من تعاون على سبيل إتمام هذا العمل.

كما أتقدم بالشكر إلى الأستاذ هاشم شعيب على قبوله ترأس لجنة المناقشة, و الأستاذ عباني السعيد على قبوله مناقشة المذكرة.

وأتقدم بجميل الشكر والعرفان لجميع المسؤولين في جامعة قاصدي مرباح–ورقلة

وعلى رأسهم السيد المدير الذي يسعى بجهد بليغ للنهوض بجامعتنا, كما أشكر دعمه المستمر لنا كما أتوجه بالشكر و التقدير إلى كل أساتذتنا الأفاضل بقسم الهندسة المدنية و الري بجامعة قاصدي مرباح

كما أتفضل بالشكر الجزيل لجميع المسؤولين في :

مخبر الأشغال العمومية LTPS ورقلة

مركز البحث العلمي بجامعة قاصدي مرباح ورقلة

ورشة أبي مولود عبد الحميد بولاية تقرت

و أشكر كل من ساهم من قريب أو بعيد في انجازي لهذا العمل.

إهداء

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

صدق الله العظيم سورة النمل الآية[19]

لك الحمد ربي على نعمك التي أنعمتها علي ولك الحمد على عظيم فضلك

والحمد لك ربي أنرت لي دربي ويسرت لي أمري ووفقنني أن أصل إلى هذا المستوى العلمي لاجني ثمرة جهدي و المتمثلة في عملي المتواضع

أهدي عملي :

إلى من كلله الله بالهيبة و الوقار.. إلى من علمني العطاء بدون انتظار .. إلى من أحمل اسمه بكل افتخار

إلى من علمني الصبر والكفاح في الحياة .. إلى من كان شمعته تنير دربي .. أرجو من الله أن يحفظك لي

أبي الغالي

إلى ملاكي في الحياة .. إلى معنى الحب والى معنى الحنان .. إلى بسمة الحياة وسر الوجود .. إلى من كان دعائها سر نجاحي .. إلى أجمل وأحن وأحسن أم في الوجود

أمي الغالية.

إلى من كانوا يساندونني ويضيئون لي طريقي .. إخوتي معمر, أحمد شوقي, سراج الدين وأختي العزيزة رجاء.

إلى جدي سندي وعزيزي وجدتي الغالية اللذان ألزماني بدعائهما أطال الله في عمرهما.

إلى من كان وجوده وسيلة لحب الحياة ..أخي وسندي وخطيبي خالد لوباقي أنت فرحتي وأجمل ما

حصل لي ربي يخليك ليا ويجمعنا في الحلال.

إلى أعمامي وعمتي وأخوالي وخالاتي.

المعادلة التي ترسم منحى الحياة, صديقاتي" أمينة إكرام رانيا كلثوم"

إلى أستاذي المشرف "مخرمش عبد السلام"

وفي التخصص إلى كل من قدم لي يد العون من الأساتذة.

ملخص

للتقليل من الاستهلاك الكبير للطاقة في المناطق الصحراوية في الجزائر خاصة منطقتي ورقلة وتقرت مع التغيرات المناخية التي تؤثر عليهما, حيث انهما يتمتعا بمناخ حار و جاف صيفا و جاف شتاء ويتمثل هدف هذه الدراسة في الحصول على مستوى من الراحة الحرارية مع خفض استهلاك الطاقة بتكلفة منخفضة لهذا, قمنا بصنع طوب يوفر خصائص حرارية ممتازة وخصائص ميكانيكية مقبولة وذلك باستخدام مواد محلية وهي :الطين من منطقة بلدة عمر ورمل الكثبان من منطقة سيدي خويلد بتغيير نسب الرمل كالاتي:25 %, 30%, 40%, 50%.

كلمات مفتاحية: المناطق الصحراوية, خصائص ميكانيكية, خصائص حرارية, رمل الكثبان, الراحة الحرارية, الطين.

Résumé

Pour réduire la consommation d'énergie important dans les régions désertiques d'Algérie, notamment les régions de Ouargla et Touggourt , et avec les changements climatiques qui les affectent, car elles ont un climat chaud et sec en été et sec en hiver, l'objectif de cette étude est d'obtenir un niveau de confort thermique tout en réduisant la consommation d'énergie à faible cout, pour cela nous avons fabriqué des briques offrant d'excellentes propriétés thermiques et des propriétés mécaniques acceptables en utilisant des matériaux locaux: de l'argile de la région de Blidet Amor et du sable de dunes de la région de Sidi khouiled dans des proportions changeantes le sable est le suivantes: 25%, 30%, 40%, 50%.

Mots-clés: régions désertiques, propriétés mécaniques, sable de dunes, confort thermiques, argile .

Abstract

To reduce the significant energy consumption in the desert regions of Algeria, particularly in the areas of Ouargla and Touggourt, and with the climatic changes affecting them, as they experience a hot and dry climate in summer and dry in winter, the aim of this study is to achieve a level of thermal comfort while reducing energy consumption at low cost. To this end, we have manufactured bricks offering excellent thermal properties and acceptable mechanical properties using local: clay from the Blidet Amor region and dune sand from the Sidi khouiled area, changing proportions the sand is as follows: 25%, 30%, 40%, 50%.

Keywords: desert regions, thermal properties, mechanical properties, dune sand, thermal comfort, clay.

فهرس المحتويات

العنوان	الصفحة
شكر وتقدير	I
إهداء	II
ملخص	III
Résumé	III
Abstract	IV
فهرس المحتويات	V
فهرس الجداول	VI
فهرس الأشكال	VII
فهرس الصور	VIII
قائمة الرموز و المك2ختصرات	VI
مقدمة عامة	أ
الفصل الأول: مواد البناء في المناطق الصحراوية وخصائصها الميكانيكية والحرارية	
I -1 مقدمة	01
I -2 طوب الطيني	01
I -2-1 تكوين الطوب الطيني	02
I -2-2 مراحل تصنيع الطوب الطيني	02
I -2-2-1 مرحلة تحضير مواد الخام	03
I -2-2-2 مرحلة القولبة	03
I -2-2-3 مرحلة التجفيف	05
I -2-2-4 مرحلة الحرق والتبريد	05
I المنتجات وخصائصها ومقاومته	06
I -3-1 الطوب الصلب	06
I -3-2 الطوب المثقوب	07
I -3-3 طوب الطين المجوف (معيارNF P13-301)	07
I -3-4 خصائص الطوب	08
I -3-5 خصائص الطوب المجوف	08
I -3-6 مقاومة الطوب المجوف	09
I -3-7 المقاومة الحرارية للطوب المجوف	09
I -3-8 خواص الطوب الصلب و الطوب المثقوب	09
I -3-9 المقاومة الحرارية للطوب الصلب والمثقوب	10
I -3-10 الطوب الجيري الرملي	10
I -3-11 خصائص الطوب الجيري الرملي	13
I -4 الطوب الارضي الخام	13
I -4-1 التعريف	13
I -4-2 لادوب	13

I -4-3 ادوبي(الارض المدكوكة	14
I -4-4الكتل الارضية المضغوطة	15
I -4-5 خصائص الطوب الخام (الطوب اللبن, الأرض المدكوكة , الطوب الترابي المضغوط)	15
I -5 خلاصة	16
الفصل الثاني الخواص المناخية لمنطقة الدراسة وطرق قياس انتقال الحرارة	
II -1 مقدمة	18
II -2 المناخ	18
II -2-1 عناصر مناخية مفيدة	18
II -3 الراحة	18
II -3-1 الراحة الحرارية	19
II -4 دراسة خواص منطقة الدراسة	19
II -4-1 الموقع الجغرافي	19
II -4-2 جيولوجيا	20
II -5 تصنيف المناخ	20
II -5-1 درجة الحرارة	20
II -5-2 الرياح	21
II -5-3 متوسط الرطوبة	21
II -5-4 الشمس	22
II -5-5التبخر	22
II -5-6 التساقطات	23
II -6 طرق قياس النقل الحراري	23
II -6-1 مقدمة	23
II -6-2 النقل الحراري	24
II -6-3 طرق نقل الحرارة	24
II -6-3-1 التوصيل الحراري	24
II -6-3-2 الحمل الحراري	24
II -6-3-3 الاشعاع	25
II -7 بعض تعريفات الطاقة	25
II -7-1 التدفق الحراري	25
II -7-2 الحرارة	26
II -7-3 المقاومة الحرارية	26
II -7-4 التوصيل الحراري	26
II -7-5 السعة الحرارية النوعية	27
II -7-6 القدرة الحرارية	27
II -7-7 الفعالية الحرارية	28
II -7-8 الانتشار الحراري	28

II -8 خلاصة	28
الفصل الثالث طرق الاختبار الميكانيكي الحراري وخصائص المواد المستخدمة	
III-1 مقدمة	30
III-2 طرق قياس التوصيل الحراري	30
III-2-1 طريقة السلك الساخن	30
III-3 الخصائص الميكانيكية	32
III-3-1 اختبار الموجات فوق الصوتية (معيارNF P18-418)	32
III-3-2 اختبار شد الانحناءNF P 18-407	33
III-3-3 اختبار الضغطNF P 18-406	34
III-3-4 الكتلة الحجمية للطوب	34
III-4 المواد المستخدمة	35
III-4-1 الرمال (كثبان رملية)	35
III-4-1-1 خصائص الكثبان الرملية	35
III-4-1-2 الكتلة الحجمية	35
III-4-1-3 التحليل المعدني لرمل الكثبان الرملية	36
III-4-1-4 التحليل الكيميائي (تجربة ازرق الميثيلينNF EN 17542-3:2022	37
III-4-1-5 التدرج الحبيبي للرملNF P 94-056 Mars 1996	37
III-4-1-6 معامل النعومة NF P 18 304	38
III-4-1-7 تجربة مكافئ الرملNF EN933-8+A1:2015	38
III-4-2 الطين	39
III-4-2-1 التدرج الحبيبي (الترسيب(NF P 94-056 Mars 1996)	39
III-4-2-2 حد اتربيرغ (حد اللدونة وحد السيولةNFP 94-051 mars 1993	41
III-4-2-3 تصنيف الطين حسب حدود اتربيرغ	43
III-4-3 ماء الخلط	44
III-5خلاصة	44
51الفصل الرابع النتائج و التفسيرات	
IV-1 مقدمة	46
IV-2 تحضير الطوب	46
IV-2-1 تحضير العينات المستخدمة في الدراسة	46
IV-3 النتائج والمناقشات	48
IV-3-1 الكتلة الحجمية(ρ)	48
IV-3-2 الاختبارات الحرارية	49
IV-3-2-1 التوصيل الحراري (λ)	49
IV-3-2-2 الحرارة النوعية(Cp)	50
IV-3-2-3 المقاومة الحرارية(R)	50
IV-3-3 الاختبارات الميكانيكية:	51
IV-3-3-1 اختبار الموجات فوق الصوتية	51

IV-3-3-2 اختبار شد الانحناء	51
IV-3-3-3 اختبار الضغط (Rc)	52
IV-4 خلاصة	53
خاتمة عامة	55
قائمة المراجع	59
الملاحق	60

فهرس الجداول

الجدول I –1 خصائص الطوب..... 8
الجول I -2 خصائص الطوب المجوف..... 8
الجدول I -3 مقاومة الطوب المجوف..... 9
الجدول I –4 المقاومة الحرارية للطوب المجوف..... 9
الجدول I –5 خواص الطوب الصلب والطوب المثقوب 9
الجدول I -6 المقاومة الحرارية للطوب الصلب والمثقوب..... 10
الجدول I –7 خصائص الطوب الرملي الجيري 13
الجدول I -8 خصائص الطوب الخام 15
الجدول III–1 التركيب الكيمائي للرمل 37
الجدول III -2 التدرج الحبيبي للرمل 37
الجدولIII-3 التدرج الترسيبي للطين 40
الجدولIII -4 تصنيف الطين حسب بورميستر..... 43
الجدولIII -5 تصنيف الطين حسب اتربيرغ..... 43
الجدولIII -6 التحليل الكيميائي للطين 43
الجدولIII -7 التركيب الكيميائي للماء 44
الجدولIV-1 التركيبات 47

فهرس الأشكال

الشكل I -1 دورة تصنيع الطوب 01

الشكل I -2 مراحل تصنيع الطين 02

الشكل I -3 فرن حرق الطوب الطيني 06

الشكل I - 4 القوالب المستخدمة في تصميم الجدران الترابية المدكوكة 14

الشكل II -1 خريطة مدينة ورقلة.....19

الشكل II -2 المناطق المناخية في الجزائر 20

الشكل II -3 متوسط درجة الحرارة الشهرية لمنطقة ورقلة 21

الشكل II - 4 متوسط سرعة الرياح الشهرية بمنطقة ورقلة. 21

الشكل II - 5 متوسط الرطوبة الشهرية بمنطقة ورقة. 22

الشكل II -6 متوسط مدة التشميس الشهرية بمنطقة ورقلة.....22

الشكل II -7 متوسط هطول الامطار الشهري لمنطقة ورقلة. 23

الشكل II - 8 متوسط التبخر الشهري لمنطقة ورقلة. 23

الشكل II - 9 نقل الحرارة بالتوصيل.....24

الشكل II - 10 انتقال الحرارة بالحمل الحراري.....25

الشكل II - 11 نقل الحرارة بالإشعاع.....25

الشكل II - 12 تمثيل تدفق الحرارة 26

الشكل II - 13 التوصيل الحراري لبعض المواد.....27

الشكل III - 1 مبدأ القياس باستخدام السلك الساخن.....31

الشكل III-2 اختبار الانحناء على الطوب الارضي 20×10×5سم 33

الشكل III –3 اختبار الضغط على الطوب الترابي 34

الشكل III - 4 مخطط الاشعة الصينية للكثبان الرملية .....36.

الشكل III - 5 منحنى التدرج الحبيبي للرمل 38

الشكل III - 6 اختبار مكافئ الرمل 39

الشكل III - 7 منحنى التدرج الحبيبي للطين. 41

الشكل III-8 حدود اتربيرغ 42

الشكل III- 9 خرائط كازاغراندي من الطين 42

الشكل III-10 الاشعة الصينية للطين .....44.

الشكل IV- 1 نتائج الكتلة الحجمية 48

الشكل IV- 2نتائج التوصيل الحراري 49

الشكل IV–3 نتائج الحرارة النوعيةCp 50

الشكلIV -4 نتائج المقاومة الحرارية 50

الشكل IV-5 اختبار نتائج سرعة انتشار الصوت 51

الشكل IV-6 نتائج اختبار شد الانحناء 52

الشكلIV -7 نتائج اختبار الضغط 53

فهرس الصور

الصورة I - 1 رواسب طين بلدة عمر 03

الصورة I - 2 طاحونة الطين.....03

الصورة I - 3 غرفة نزع الهواء.....04

الصورة I - 4 تدفق وتشكيل الطوب.....04

الصورة I -5 تقطيع الطوب الطيني .....04.

الصورة I - 6 الطوب الصلب.....07

الصورة I - 7 الطوب المثقوب.....07

الصورة I - 8 طوب من نوعC.....07.

الصورة I - 9 طوب منRJ 08

الصورة I -10 الطوب الخير الرملي.....10

الصورة I - 11 منتجات أدوبي.....14

الصورة I - 12 طوب أرضي مضغوط باستخدام مكبس.....15

الصورة III- 1 جهاز قياس الاشعة المقطعية 31

الصورة III-2 جهاز الموجات فوق الصوتية 32

الصورة III- 3 عمل الجهاز.....33

الصورة III-4 كثبان رملية.....35

الصورة III- 5 جهاز الكتلة الحجمية الظاهرية.....35.

الصورةIII -6 جهاز الكتلة الحجمية المطلقة.....36

الصورة III- 7 الطين في بلدة عمر.....39

قائمة الرموز و المختصرات

λ: التوصيل الحراري .....(w/m.k)

Cp: حرارة نوعية.....($KJ/m^3.k$)(J/Kg.k)

C: السعة الحرارية.....(J/K)

U: معامل انتقال الحرارة.....($w/m^2.k$)

L: الحرارة الكامنة.....(J/Kg)

A: البعد.....(cm)

Φ: كثافة التدفق.....(W/m^2)

D: الانتشار الحراري.....(m^2/s)

e: سمك العينة.....(cm)

E: الانفعالية الحرارية.....($W/m^2.k.s-0.5$)

Φ: تدفق الحرارة.....(W/cal.s)

H: الارتفاع.....(cm)

HR:الرطوبة النسبية.....(%)

IP: مؤشر اللدونة.....(%)

WL: حد السيولة.....(%)

WP: حد اللدونة.....(%)

ρ :الكتلة الحجمية.....(Kg/m^3)

M: الكتلة.....(Kg)

MF: وحدة النقاء.....(%)

ŋ: المسامية.....(%)

ΔQ.Q: كمية الطاقة.....(J.cal)

Rt: قوة الشد.....(MPa)

Rc: قوة الضغط.....(MPa)

R.Rth: المقاومة الحرارية.....(m^2.K/W)

S.A: السطح.....(cm2)

t: الزمن.....(s)

T: درجة الحرارة.....(C,K)

V: الحجم.....(m^3)

مقدمة

مقدمة عامة

سعى الإنسان منذ بداية حضارته على الأرض للتكيف مع الظروف المناخية المتغيرة, مستخدما موارده البيئية لبناء مساكن تحميه من البرد والحر والإمطار وجعلته يطور من نفسه ويضع آليات لحياته كي تكون أكثر راحة مستخدما مواد بناء, نجد الطين كمادة أولية متوفرة على طول الوقت ومتواجدة في رواسب الأرض وتستخدم هذي الأخيرة في صناعة الطوب الذي يتعرض لتأثيرات وتغيرات مناخية مفاجئة, ومن اجل الحصول على طوب طيني عالي الجودة يجب إتباع خطوات إنتاج جيدة. حيث تناولنا في عملنا هذا أهم العمليات في التجفيف والحرق. لأن معظم مشاكل تصنيع الطوب تقتصر في هذه المراحل. ولتحقيق غايتنا, تتجه مساهمتنا من خلال هذه المذكرة نحو دراسة الخصائص الحرارية والميكانيكية للطوب الطيني بهدف تحسين ظروف التشغيل لمرحلة التجفيف وخاصة مرحلة الحرق.

وفي اطار المشروع المشترك بين تونس جامعة قابس و الجزائر جامعة ورقلة وبالتنسيق مع مخبر EVRNEA تحت عنوان المساهمة في التحكم في جوانب الطاقة و العمليات المرتبطة بعمليات التجفيف و الحرق في خطوط تصنيع الطوب الطيني.

تتم كتابة عملنا هذا في مقدمة عامة وأربعة فصول وخاتمة عامة.

الفصل الأول سنعرض فيه مواد البناء في المناطق الصحراوية وخصائصها الميكانيكية والحرارية.

أما الفصل الثاني سيكون على الخواص المناخية لمنطقة الدراسة وطرق قياس انتقال الحرارة.

والفصل الثالث سيركز على طرق الاختبار الميكانيكي و الحراري وخصائص المواد المستخدمة.

الفصل الرابع يضمن النتائج والتفسيرات.

وفي الأخير خاتمة عامة.

الفصل الأول:

مواد البناء في المناطق الصحراوية

I -1 مقدمة

مواد البناء في المناطق الصحراوية تتميز بخصائص ميكانيكية و حرارية تتناسب مع الظروف المناخية القاسية لهذه البيئات, حيث يكون غلاف المبنى بمثابة مخزن و موزع للحرارة في الهواء الطلق. ويعد الطوب الترابي من أهم العناصر الموجودة في مجال البناء والذي مرت صناعته بمراحل عديدة من التطور و التقدم وأولها الطوب الخام و الطوب المحروق والمثبت.

العلم والتكنولوجيا الحديثة أنتجت أنواع من الطوب مع أداء إضافي لوجهات مختلفة (الطوب الزجاجي, والطوب الأحادي الكتلة....الخ.

ستكون الدراسة في هذا العمل على أنواع الطوب المختلفة وعمليات تصنيفها وخصائصها الميكانيكية و الفيزيائية.**[1]**

I -2 طوب الطيني

هو أحد أقدم مواد البناء وأكثرها ديمومة في العالم. حيث أنه استخدم في البناء منذ ألاف السينين, وفي مجموعة واسعة من المباني مثل المصانع, الأفران ...الخ. ويعتبر الطين المادة الخام الأولية المستخدمة في صناعة الطوب لأنه أكثر وفرة على وجه الأرض, وعرف بأنه مادة لدنة ذات لون بني مع تلون رمادي. وغالبا ما يتحول إلى اللون الأحمر عند حرقه, وتكيفه مع تطور البناء ومتطلباته في المجالين التقليدي و الصناعي. وتمر عملية إنتاج الطوب الطيني بهذه المراحل كما هي موضحة في الشكل I .1.**[1][2]**

الشكل I -1 دورة تصنيع الطوب**[3]**

I -2-1 تكوين الطوب الطيني

يتكون الطوب الطيني من الطين والرمل والماء, والطين راجع من تحلل الصخور مثل الجرانيت وغيرها من الصخور الرسوبية, وهذا ناجم عن فعل كيميائي كالأكسدة وفعل فيزيائي كتغير درجات الحرارة, الماء, التآكل كما أن مواد الطين الثانوية هي مركبات الألومينا والسليكا, وكميات قليلة من الجير و المغنيسيا و الصوديوم. **[1][2]**

I -2-2 مراحل تصنيع الطوب الطيني

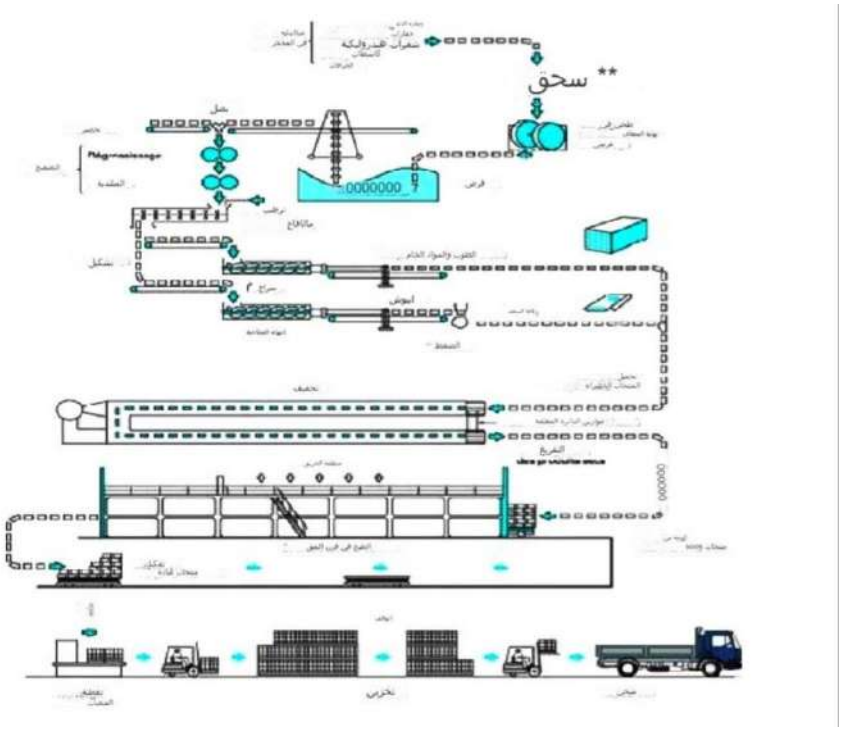
بشكل عام تمر عملية صناعة الطوب الطيني بعدة مراحل نذكرها كالآتي:

مرحلة1:تحضير مواد الخام .

مرحلة2:القولبة.

مرحلة3:التجفيف.

مرحلة4:الحرق و التبريد.**[2]**



الشكل I - 2 مراحل تصنيع الطوب[4]

I -2-2-1 مرحلة تحضير مواد الخام: يتم فيها استخدام معدات تحريك التربة الثقيلة مثل الجرافات و الحفارات والآلات الكاشطة الميكانيكية, وبعد ذلك يتم استخراج المواد الخام ونقلها الى المصنع بالشاحنات وخطوط اللورد.**[1][2]**

الصورة I -1 رواسب طين بلدة عمر

وتبعا للمرحلة الاولى يطحن الطين المخلوط, والذي يتم عادة عن طريق طاحونة لها عجلتان ثقيلتان من الفولاذ. **[2]**

الصورة I -2 طاحونة الطين**[2]**

I -2-2-2 مرحلة القولبة

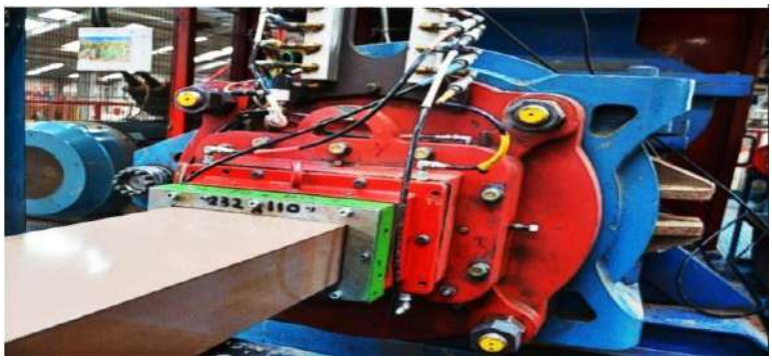
قبل عملية القولبة, يتم غربلة الطين واعادة القطع الكبيرة الحجم الى المطحنة لطحنها مرة أخرى. وتكون هذه المرحلة على طريقتين:

+ الطريقة الحديثة:

الخطوة الاولى في عملية القولبة أو التشكيل هي انتاج كتلة بلاستيكية متجانسة من الطين والماء في غرفة الخلط (انظر للصورة I -3).بعد ذلك ,تكون كتلة الطين البلاستيكية جاهزة للقولبة.**[2]**

الصورة I -3 غرفة نزع الهواء**[2]**

وبعدها يتم خلط الماء بنسبة من10% الى 15% مع الطين لإنتاج اللدونة, وهذا في طريقة تدفق الطين. ثم يمر الطين عبر غرفة نزع الهواء لإزالة فقاعات الهواء الموجودة في الطين, هذا يؤدي الى زيادة قابلية تشغيل الطين وزيادة لدونته و مقاومته. بعد ذلك يتم تدفق الطين من خلال قالب لإنتاج عمود من الطين كما هو موضح في (الصورة I -4). **[2]**



الصورة I -4 تدفق وتشكيل الطوب**[2]**

ثم يقوم القاطع الأوتوماتيكي بتقطيع عمود كالطوب. تجعل ظروف الضغط العالي لعملية التدفق الطوب شديد الكثافة. و الصلابة. **[2]**

الصورة I -5 تقطيع الطوب الطيني **[2]**

+ الطريقة التقليدية:

تبدأ العملية التقليدية في قولبة الطوب الطيني بوضع الطين داخل حوض محفور في الأرض ذو مقاس صغير طوله 1متر ونصفه عرضا, وبعمق 40 سم تقريبا. ويطلق على هذا الحوض (الملبن), ثم يقوم العجان بتنظيف الطين من الاحجار و الشوائب. أما الرمل فهو نقي بنسبة كبيرة, ثم يعجن الطين و الرمل ويكونا بنسب مختلفة مع اضافة الماء حسب الحاجة حتى يصبح متجانسا, ثم يأتي بالقالب المصنوع من الخشب طوله 20 سم, وعرضه 10 سم, وارتفاعه 5 سم. فيملئ بالطين تماما, ويضغط عليه ويساوى سطحه ثم برفع القالب فتتشكل قطعة من الطوب الطيني في الارض وتتكرر العملية بعد غمس القالب في الماء وتنظيفه لضمان تماسك الطين داخل القالب .**[5]**

I -2-2-3 مرحلة التجفيف:

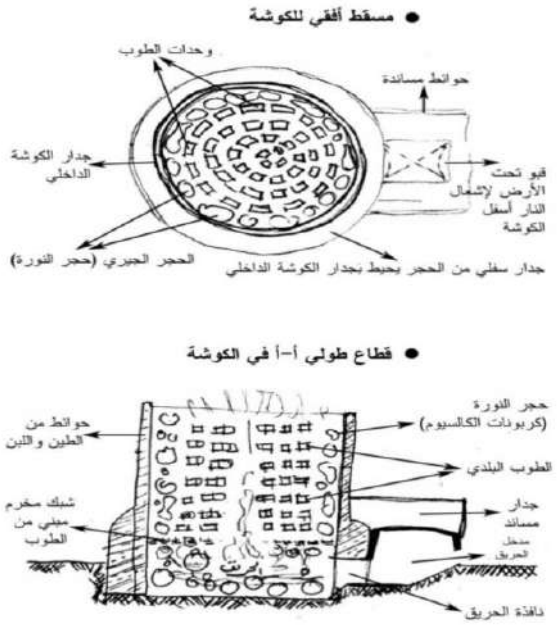
قبل حرق الطوب الطيني يجب تجفيفه بشكل صحيح لتقليل محتوى الرطوبة الى8% في المناطق الحارة عن طريق الشمس التي تكون كافية لعملية التجفيف وتعتبر مصدر مجاني للطاقة.**[2]**

I -2-2- 4 مرحلة الحرق والتبريد

وهي المرحلة المهمة حيث يتم حرق الطوب الطيني بعد التجفيف الصحيح وتكون بطريقتين:

+الطريقة التقليدية:

يحرق الطوب الطيني بالطريقة التقليدية في أبراج الحرق كما تسمى في القديم أو الفرن. حيث يرص الطوب الطيني حول دوران الفرن من الداخل على شكل أسطوانة تمتد من أسفل الفرن وحتى أعلاه ويترك الفراغ الاوسط الذي يكون بشكل حلقة لإدخال مواد الحرق كالخشب و الحطب من خلال فتحة تتصل بقاعدة الحلقة مباشرة وتستمر عملية الحرق لمدة 24 ساعة متوالية ثم يطفأ الحريق ويترك الفرن حتى يبرد تماما ثم ينقل الطوب الى خارج الفرن.**[5]**



الشكل I -3فرن حرق الطوب الطيني **[6]**

+الطريقة الحديثة:

وفيها يتم حرق الطوب الطيني ما بين 10 الى 40 ساعة, حسب نوع الفرن و المتغيرات الاخرى ويوجد عدة انواع من الافران و الاكثر شيوعا الافران النفقية وقد يكون الوقود عبارة عن غاز طبيعي أو غاز الميثان .

يوضع الطوب الطيني الجاف في مركبات خاصة لحرقه وتحدث العديد من التغيرات الكيميائية و الفيزيائية خلال عملية الحرق.

التبريد يكون بعد الحرق نادرا ما يتجاوز وقته 10 ساعات في الافران النفقية, وتقريبا 24 ساعة في الافران الدورية.**[2]**

I -3المنتجات وخصائصها ومقاومتها :

وهي عبارة عن طوب تيراكوتا صلب أو مثقوب وفقا للمعيار (XP P 13-305). ويتكون من ثلاث انواع من المنتجات.

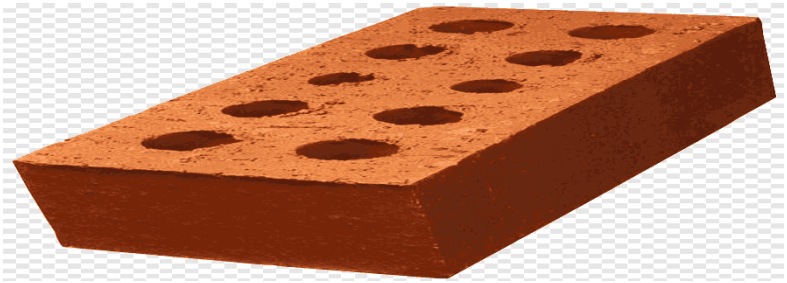
I -3-1 الطوب الصلب :

وهو من الطوب الذي لا يحتوي على ثقوب, وأبعاده هي 6×11×22 سم.**[1]**

الصورة I -6 الطوب الصلب[1]

I -3-2 الطوب المثقوب

وهو عبارة عن كتلة ذات ثقوب متعامدة مع وجه التركيب, يكون مجموع أقسام الثقوب أقل أو يساوي 50% من اجمالي المقطع, وعرضها أقل من 14سم.**[1]**



الصورة I -7 الطوب المثقوب**[1]**

I -3-3 طوب الطين المجوف (معيار NF P13-301):

* النوع C:

الصورة I -8 طوب من نوعC**[1]**

*النوع RJ:

ما يسمى بطوب المفاصل, والمقصود أنه يتم تركيبه بمفاصل ملاط أفقية متقطعة.**[1]**

الصورة I -9 طوب من RJ**[1]**

I -3-4خصائص الطوب

الكتلة الحجمية (كغ/م^3)	حوالي1800	
مقاومة ميكانيكية	الضغط (ميجا باسكال)	من 5 الى 18
	الشد (ميجا باسكال)	من 0 الى 2
استقرار الابعاد	التمدد الحراري (ملم/م. ك)	0.005
	انتفاخ عند الرطوبة (ملم/م)	<0.1
	الانكماش عند المعالجة(ملم/م)	1.1الى 0.2
المسامية (%)		من 5 الى 18
التعامل مع الحريق		عالي جدا

الجدول I -1 خصائص الطوب**[1][7]**

I -3-5خصائص الطوب المجوف:

الكتلة الحجمية(كغ/م^3)	1750-2050
امتصاص الماء	<15%
العزل الصوتي (دي سيبل)	41-58
قوة الضغط (ميجا باسكال)	4-8

الجدول I -2 خصائص الطوب المجوف**[1][7]**

I -3-6 مقاومة الطوب المجوف:

النوع	البعد(سم)	الكتلة (كغ)	المقاومة الحرارية RC(ميجا باسكال)
5 خلايا	20×30×05	2	4
8 خلايا	20×30×10	3.8	5
12 خلية	20×30×15	5.8	4

الجدول I -3 مقاومة الطوب المجوف**[1][7]**

I -3-7 المقاومة الحرارية للطوب المجوف:

سمك(سم)	5	10	20	25
المقاومة الحرارية (ميجا باسكال)	0.10	0.20	0.39	0.55

الجدول I -4 المقاومة الحرارية للطوب المجوف**[1][4][7]**

I -3-8 خواص الطوب الصلب و الطوب المثقوب :

الكتلة الحجمية(كغ/م^3)	2000-1650
امتصاص الماء	%80-30
العزل الصوتي (دي سيبل)	54-41
قوة الضغط(ميجا باسكال)	40-12.5

الجدول I -5 خواص الطوب الصلب و الطوب المثقوب**[1][4][8]**

I -3-9 المقاومة الحرارية للطوب الصلب والمثقوب

مثقوب		ممتلئ	
المقاومة الحرارية	سمك(سم)	المقاومة الحرارية	سمك(سم)
0.52	20	0.05	5.5
1	30	0.09	10.5
1.21	35	0.20	22

I -6 المقاومة الحرارية للطوب الصلب والمثقوب**[9][10][11]**

I -3-10- الطوب الجيري الرملي :

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

يستخدم طوب الجير الرملي بشكل شائع في الدول الأوروبية وأستراليا وإفريقيا أيضا في الهند. **[12]**

الصورة I -10الطوب الخير الرملي**[1][12]**

أ-الحجر الجيري السيليكو الكثيف

لا يشكل خليط السيليكا و الجير عموما رابطا هيدروليكيا في درجة حرارة الغرفة, لكنه ليس كذلك في وجود بخار الماء تحت الضغط. براءات الاختراع الاولى, التي تم الحصول عليها في عام 1880 من قبل الميكايلي الالماني, في عام 1886 من قبل الانجليزي فان ديربورج, تتعلق بتصنيع الطوب الرملي و الجيري .

يتم الحصول عليها عن طريق خليط تم قياسه بعناية من الجير و السيليكا, ويتم سحقه ثم تشكيله بالضغط ومعالجته بالبخار. أول تطبيق صناعي كان في المانيا حوالي عام 1894. و الدول التي لديها أعلى انتاج لمنتجات الرمل و الجير الكثيف هي :روسيا و المانيا وفرنسا .**[12]**

ب-الجير الرملي الخفيف

يصنع الطوب الرملي الجيري الخفيف من نفس المواد التي يصنع منها الطوب الرملي الجيري الكثيف ولكن مع اضافة مادة تنتج فراغات صناعية مغلقة على شكل فقاعات غازية يتم الحصول عليها عن طريق التفاعل الكيميائي. وهي تنتمي الى فئة المواد التي تسمى بشكل غير صحيح الخرسانة الخلوية أو الخرسانة الغازية, و المنتجون الرئيسيون هم روسيا و اليابان و المانيا وبريطانيا العظمى.**[12]** .

ت-الظواهر الفيزيائية لعملية الاوتوكلاف :

في الظروف العادية يتصلب الجير الممزوج بالرمل ببطء شديد.

العناصر التي تم الحصول عليها بعد التصلب لها قوة ميكانيكية(من 1-2 ميجا باسكال) ويمكن نقعها بسهولة في وجود الماء. ولكن في وجود بخار مشبع (رطوبة 100%)عند درجة حرارة 170درجة مئوية وفوقها يصبح رمل سيليكا نشطا كيميائيا ويبدأ بالتفاعل سريعا مع الجير متتابعا التفاعل:

1-تشكيل هيدروسيليكات الكالسيوم :منتج صلب ومقاومة للماء.

$$Ca(OH)2+SiO2+(n-1)H2O \rightarrow xCaO+ySio2+nH2O$$

ومع ارتفاع درجة الحرارة يزداد معدل التفاعل السابق. وتتم هذه العملية في الاوتوكلاف تحت ضغط البخار المشبع (0.8-1.2ميجا باسكال). ويتبع الزيادة في درجة الحرارة وضغط البخار وذوبان المكونات الاولية تختلف ذوبان المكونات مع درجة الحرارة أي أن ذوبان $Ca(OH)2$ **[12]**.

د-التصنيع

الرملي الكثيف:

يخلط(5-12%) من الجير (CaO) ورمل نظيف 0.5 ملم وماء بنسبة (4 إلى 8%) من كتلة المواد الجافة. بشكل عام حيث تقوم الخلاطات المستمرة بتغذية المواد المضغوطة بشكل منتظم حسب نماذج الضغط, وتحت ضغط يتراوح من 15إلى 45 ميجا باسكال بشكل استثنائي 60 ميجا باسكال بعد قولبة المنتجات يتم معالجتها بالاوتوكلاف لمدة 6 إلى 14 ساعة ويتراوح الضغط من 0.8إلى1.2 ميجا باسكال عند درجة حرارة تتراوح من 170إلى 190 درجة مئوية.**[12]**

*الجير الرملي الخفيف:

يتم الحصول على هذه المواد عن طريق تعقيم خليط من رمل سيليكا (60الى 65%) و الجير والاسمنت (35الى 40%) ويتم انشاء العديد من الخلايا الصغيرة في الخليط عن طريق اطلاق الغاز الناتج عن الاضافة عند خلط مسحوق الالومنيوم.**[12]**

ج - مميزات (الطوب الرملي الجيري)

الطوب الرملي الجيري يتميز بسلوك جيد للصقيع, حيث تسمح مقاومته بتحمل دراجات حرارة تصل الى 550 درجة مئوية .

-يعتبر الطوب الرملي الجيري من المواد غير قابلة للاشتعال .

الطوب الرملي الجيري عموما له نفس استخدام الطوب الطيني, ولكن مع قيود معينة. يمنع استخدام الطوب الرملي الجيري لوضع الاساسات والقواعد لأنه اقل مقاومة للماء من الطوب الطيني. والمعيار المستخدم في الطوب الرملي الجيري هو(DIN 106) والمعيار الفرنسيNFP(PNF P 14-302).**[12]**

I -3-11 خصائص الطوب الرملي الجيري

نوع الطوب SC	الطوب الرملي الجيري الكثيف	الطوب الرملي الجيري الخفيف
الكتلة الحجمية (كغ/م^3)	2200-600	800-300
قوة الضغط(باسكال)	60-6	7-1.5
المقاومة الحرارية (واط/م. درجة مئوية)	للكثافة 2100-1700 1.63-1.16	للكتلة الحجمية 0.08 -300كغ/م^3
امتصاص الماء(%)	8-4%	-
عازل الصوت(دي سيبل)	48 دي سيبل	-

الجدول I -7 خصائص الطوب الرملي الجيري**[1][7]**

1-4 الطوب الارضي الخام

1-4-1 التعريف:

الارض الخام هي مادة بناء تقليدية بامتياز, ونجد العديد من الاثار المدرجة ضمن مواقع التراث العالمي مصنوعة من الارض الخام مثل الحضون المغربية و الاهرامات المصرية وغيرها. وحتى يومنا هذا يعيش حوالي 40% من البشر في مباني طينية يسهل تعبئته في المناطق الصحراوية التي ينقصها الحجر و الخشب, وتنفيذه بسيط ولا يتطلب معدات متطورة وبالمثل تنفيذها دون النقل والطبخ ودون عملية تحويل صناعي يعطيها بصمة توازن ثاني أكسيد الكربون البيئي والاستثنائي, وهناك أنواع من الارض الخام نذكر منها:

I -4-2ادوب

كانت اول عناصر البناء الجاهزة التي استخدمها الانسان هي الطوب المصبوب من الارض الخام التي تسمى "الطوب" وهي كتقنية استخدمت منذ الاف السينين في جميع انحاء العالم .Adobe عبارة عن مادة بناء مصنوعة من خليط من الرمل أو الطين أو كمية من المهاد المفروم أو الياف اخرى, وتكون طينية بطبيعتها (تصل الى 30% من الاجزاء الناعمة), ولكنها رملية جدا تضاف مع الماء حتى يتم الحصول على عجينة شبه صلبة .

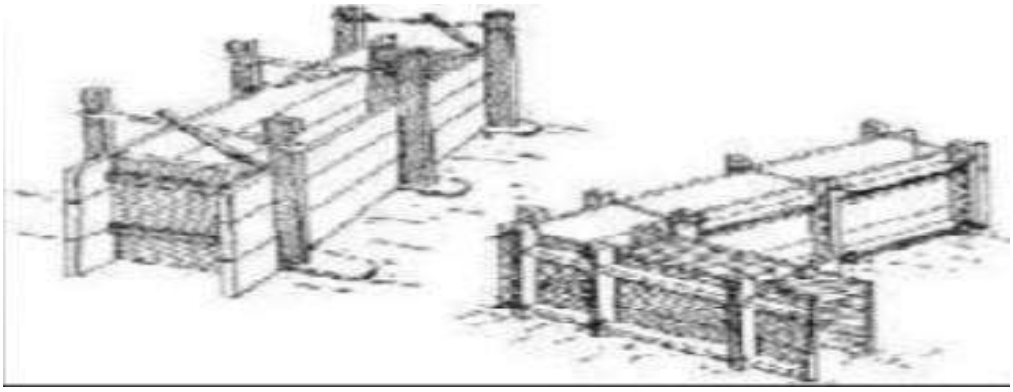
(15 الى 30% ماء) يلعب كل عنصر في الخليط دوره. يقلل الرمل من احتمالية حدوث تشققات صغيرة في كتلة الارض, ويتراكم الطين بين الجزيئات و القش المفروم ويعطي درجة معينة من المرونة, ثم يتم وضع هذا الخليط يدويا في قالب خشبي لصنع عناصر بناء

صغيرة الحجم فكها و تجفيفها مباشرة على الارض, كما يمكن ان يختلف حجم الطوب اللبن من 15× 25×10سم أو 30×60×10سم. ينتشر بناء Adobe نطاق واسع في جميع انحاء العالم .**[1]**

الصورة I -11 منتجات أدوبي **[1][13]**

1-4-3ادوبي(الارض المدكوكة):

الأرض المدكوكة وهي تقنية عمرها قرون لاستخدام الأرض الخام, حيث انها تقوم بتوفير صفات استثنائية للسكن والتكيف ولكنها تتطلب الاهتمام و المراقبة المنتظمة, ثم تشييد المبنى من الطوب اللبن بشكل جيد ومحمي على مر القرون وتكيفه بشكل طبيعي تماما لاحتياجات المواطن المختلفة تقليديا, ترتدي المباني المبنية من الطوب اللبن "أحذية جيدة "و"قبعة جيدة". وهذا يعني أنه يتم التعامل مع القاعدة بطريقة تتجنب الارتفاع الشعري (غالبا ما تكون مصنوعة من الحصى أو الحجر أو الطوب الطيني) ويكون السقف المتدلي كافيا لتجنب جريان المياه على الأرض المدكوكة. من جانبها هي في الواقع ضغط حجم من الأرض داخل القوالب يدويا باستخدام مدقة أو باستخدام آلات متخصصة.**[1] [14]**



الشكل I -4 القوالب المستخدمة في تصميم الجدران الترابية المدكوكة**[1][14]**

1-4-4 الكتل الارضية المضغوطة

الكتل الارضية المضغوطة (BTC) هي عناصر بناء ذات أبعاد منخفضة و خصائص منتظمة و مضبوطة, يتم الحصول عليها عن طريق الضغط الساكن أو الديناميكي للأرض في حالة رطبة يتبعها ازالة القوالب على الفور. عادة ما يكون للكتل الارضية المضغوطة بشكل مستطيل متوازي السطوح وتكون صلبة أو مثقوبة, مع تضاريس رأسية أو أفقية. تتكون الكتل الارضية المضغوطة بشكل رئيسي من الارض الخام وتدين بتماسكها في الحالة الرطبة و الجافة أساسا الى جزء الطين الذي يتكون من الارض (الحصى و الرمل والطمي و الطين)؛ ومع ذلك يمكن اضافة مادة مضافة مثل (الاسمنت, الجير, البوزولان ...)الى التربة لتحسين أو تطوير خصائص معينة للمنتجات. الخصائص النهائية للBTC التي يعتمد على جودة المواد الخام (التربة المضافة) وجودة تنفيذ مراحل التصنيع المختلفة (التحضير, الخلط, ضغط, علاج). **[1][15]**

الصورة I -12 طوب أرضي مضغوط باستخدام مكبس**[1][15]**

I -4-5 خصائص الطوب الخام (الطوب اللبن, الأرض المدكوكة , الطوب الترابي المضغوط)

النوع	أدوبي	بيزا	بيتكونين
الكتلة الحجمية (كغ/م^3)	1700-1200	2200-1700	2200-1700
قوة الضغط (ميجا باسكال)	5-2	<2.4	<2.4
المقاومة الحرارية (ث/م.درجة مئوية)	0.81-0.46	0.93-0.81	1.04-0.81
الانكماش عند التجفيف (ملم/م)	1	2-1	1-0.2

الجدول I -8 خصائص الطوب الخام[1]

I -5 خلاصة

أتاحت لنا دراسة هذا الفصل التعرف ودرس انواع الطوب الموجودة في مجال البناء وهي: الطوب الصلب و المثقوب والمحروق والطوب الخام وغيرها ومراحل تصنيعه بصفة مختصرة والمختلفة : الفرن (الطوب الطيني), فرن اوتوكلاف (الطوب الرملي الجيري).

كما عرفنا تطوراتها في تاريخ البناء, و الخصائص الميكانيكية و الفيزيائية لكل نوع من الطوب.

استنتجنا من هذه الدراسة انه لا يوجد طوب مثالي بل نختار على حسب :

- المقاومة الميكانيكية.
- العزل الحراري.
- المتانة.

الفصل الثاني

الخواص المناخية لمنطقة الدراسة وطرق قياس انتقال الحرارة

II -1مقدمة

سنقوم في هذا الفصل بدراسة الخواص المناخية لمنطقة الدراسة والخواص الميكانيكية و الحرارية التي هي المقاومة الحرارية وطرق قياس انتقال الحرارة حيث تتواجد في الجزائر مناطق صحراوية قاحلة تقع في الجنوب ولها ثروات عدة وتمتاز بمناخ صحراوي مميز, يكون حار وجاف في الصيف ودرجات الحرارة فيها تتجاوز 50 درجة مئوية وجاف شتاء, كما في مدينة ورقلة التي هي منطقة الدراسة في عملنا. حيث نعرض في هذا الفصل الخواص المناخية لمدينة ورقلة و الخواص الحرارية و الميكانيكية.

II -2 المناخ

يعد المناخ أحد البيانات الرئيسية في مورفولوجية النظم المعمارية و الحضرية. وهو نتيجة تفاعل عدة عوامل منها درجة الحرارة وبخار الماء و الرياح و الاشعاع الشمسي و الامطار في مكان معين وعلى مدى فترة زمنية, ويعرف المناخ على أنه تعميم لظروف "الطقس" من يوم لأخر وعلى مدار العام.**[16][17]**

II -2-1عناصر مناخية مفيدة

العناصر المناخية المفيدة و التي هي

عوامل الطاقة: الاشعاع, الضوء, ودرجة الحرارة.

العامل الهيدرولوجي: هطول الامطار, الرطوبة.

العوامل الميكانيكية: الرياح, و الغطاء الثلجي.

ويتم تحديد مناخ منطقة معينة من خلال أنظمة التباين .**[1][17]**

II -3 الراحة

الراحة هي كل ما يساهم في رفاهية الانسان من خلال راحة الحياة المادية و الفكرية والاجتماعية. كما تعرف أنها هي الجو الذي يمنع الجسم من التفاعل مع الظروف الخارجية و لتوفير الطاقة من عملية التمثيل الغذائي لها.**[1][18]**

II -3-1 الراحة الحرارية

ان للجو المحيطي تأثيرات جسدية وعاطفية على الانسان, وذلك فهو يحتل مكانة مركزية في تصميم المباني. تتمثل المهمة الرئيسية للمصمم في خلق بيئة داخلية وخارجية مناسبة لجميع الانشطة البشرية التي من المحتمل أن تحدث هناك. يمكن تعريف الراحة بأنها الاحساس بالصحة الجسدية و المعنوية المطلقة.**[1][18]**

II -4 دراسة خواص منطقة الدراسة

II -4-1الموقع الجغرافي :

تقع ولاية ورقلة في الجنوب الشرقي من الوطن وتعتبر بوابة الصحراء الجزائرية الكبرى, على بعد حوالي 900كم جنوب الجزائر العاصمة على ارتفاع 164م وخط عرض31.57° شمالا وخط طول شرقا, على مساحة تبلغ 136787 كم^2 ويبلغ عدد سكانها حوالي 382391نسمة, وتقتصر على أي تتوسط الولايات التالية:

من الجهة الشمالية :ولايات تقرت و المغير و أولاد جلال و الجلفة.

من الجهة الجنوبية : ولايتي عين صالح و إليزي.

من الجهة الشرقية :جمهورية تونس.

من الجهة الغربية :ولايات غرداية و المنيعة و الأغواط.

الشكل II -1 خريطة مدينة ورقلة[12][17]

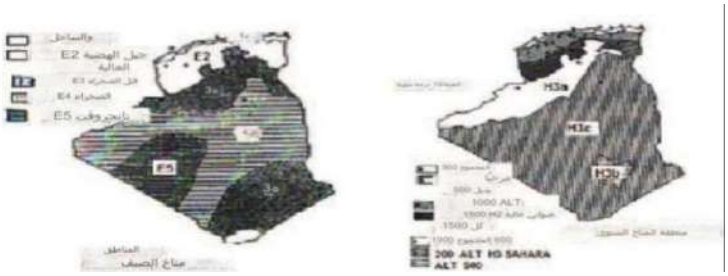
II -4-2 جيولوجيا

تتميز منطقة ورقلة بهيمنة الكثبان الرملية. لم يكن هناك طي في العصر الثالث, لذلك يأخذ تضاريس في كثير من الاحيان مظهرا جدوليا بطبقات متوازية .**[12][19]**

II -5 تصنيف المناخ

تقع مدينة ورقلة والتي هي موضوع الدراسة وحسب الشكل II -2 في المنطقة المناخية الشتوية H3C والمنطقة المناخية الصيفية E4 . تحدها الصحراء جنوبا بمناخها الجاف ويسمح لها أن تكون ذو خصائص محددة .

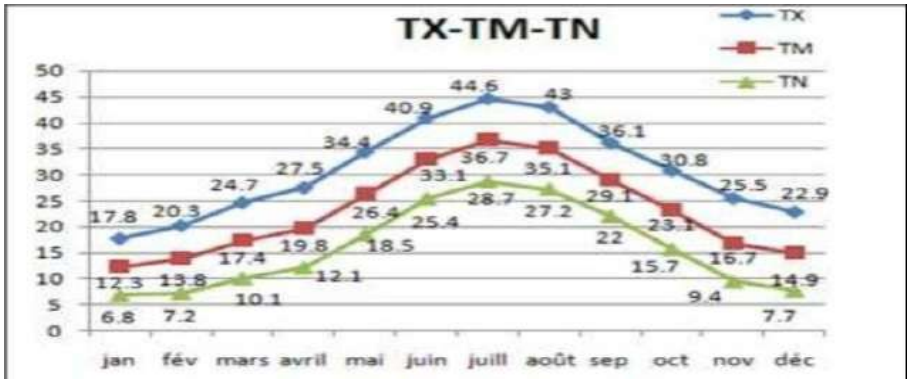
- صيف اكثر سخونة .
- شتاء بارد وجاف.



الشكل II -2المناطق المناخية في الجزائر[17]

II -5-1درجة الحرارة

يبلغ متوسط درجة الحرارة السنوية في منطقة ورقلة 23.32 درجة مئوية. شهر يوليو هو الاكثر سخونة حيث يبلغ متوسط درجة الحرارة 44.8 درجة مئوية والابرد هو يناير بمتوسط درجة حرارة 12.1درجة مئوية. تجدر الاشارة الى ان السعة الحرارية هي مهمة جدا.**[1][16]**



الشكل II -3متوسط درجة الحرارة الشهرية لمنطقة ورقلة سنة 2014.[1][16]

II -5-2 الرياح

الرياح متقلبة طوال العام في منطقة ورقلة حيث تهب من الشمال الى الجنوب, وتسيطر على المنطقة في الصيف ويمكن ان تسبب اضرار خاصة في حالة عدم وجود غطاء نباتي. وتصل سرعتها القصوى اشلى 4.61م/ث. ويبلغ متوسط سرعة الرياح السنوية في ورقلة الى 3.62م/ث..**[1][16]**

الشكل II -4 متوسط سرعة الرياح الشهرية بمنطقة ورقلة سنة 2014.[1][16]

II -5-3 متوسط الرطوبة

الهواء في ورقلة جاف جدا. ويختلف مستوى الرطوبة من موسم الى اخر, متوسط الرطوبة 42.06%, الرطوبة العظمى 59.92% في شهر ديسمبر, الرطوبة الدنيا 25.33% في شهر يوليو.**[1][16]**

الشكل II -5 متوسط الرطوبة الشهرية بمنطقة ورقلة سنة 2014. [1][16]

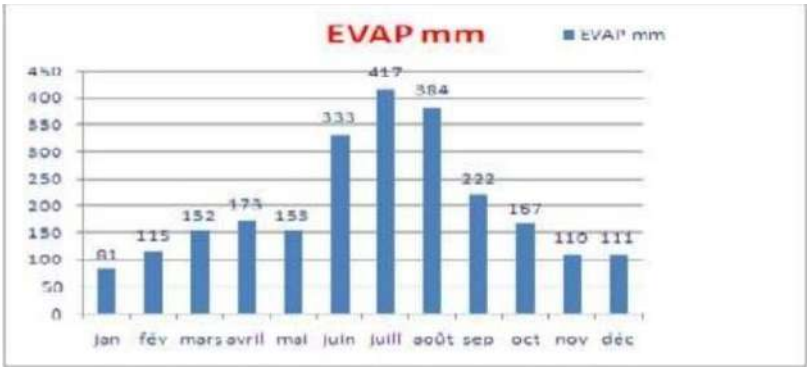
II -5-4 الشمس

تتميز منطقة ورقلة بتشميس قوي, ويتم تسجيل الحد الاقصى في شهر يوليو ب331.83 ساعة, والحد الادنى ب208.17 ساعة في شهر ديسمبر, والمتوسط السنوي هو 270.63 ساعة.**[1][16]**

الشكل II -6 متوسط مدة التشميس الشهرية بمنطقة ورقلة سنة2014.[1][16]

II -5-5 التبخر

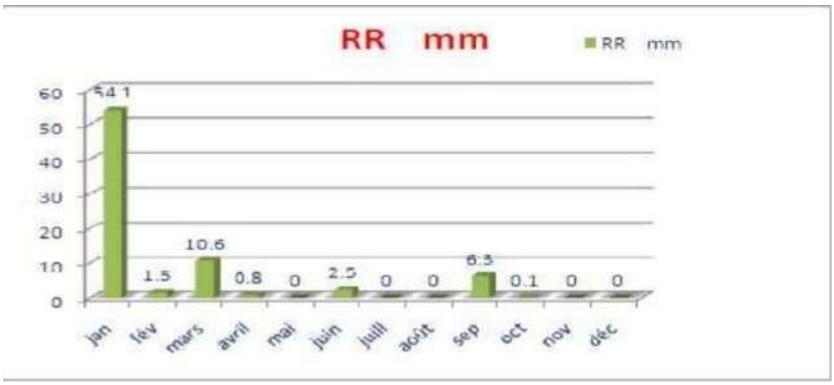
التبخر مرتفع جدا في منطقة ورقلة, فهو في المتوسط 417 ملم في شهر يوليو و81 ملم في شهر يناير, ويكون 222 ملم في المتوسط السنوي, وهو متغير جدا حسب السنوات و الاشهر و الاسابيع.[1]**[16]**



الشكل II -7 متوسط التبخر الشهري لمنطقة ورقلة سنة2014.[1][16]

II -5-6 التساقطات

هطول الامطار في منطقة ورقلة نادر جدا وغير منتظم زمانا ومكانا. وتحدث معظم الامطار خلال أشهر الشتاء, الا أن فترة الجفاف تمتد على مدى بقية العام.**[1][16]**



الشكل II -8متوسط هطول الامطار الشهري لمنطقة ورقلة سنة2014.[1][16]

وحسب هذا الجزء و التحليل يتضح لنا ان مناخ مدينة ورقلة متقلب جدا وصعب, خاصة في فصل الصيف, بسبب ارتفاع الكبير في درجات الحرارة والبرد شتاء ورطوبة منخفضة جدا وهطول الامطار في فصل الشتاء متوسط ونادر في فصل الصيف.

II -6 طرق قياس النقل الحراري

II -6-1 مقدمة

تتيح الديناميكا الحرارية امكانية التنبؤ بالكمية الاجمالية للطاقة التي يجب أن يتبادلها النظام مع العالم الخارجي للانتقال من حالة توازن الى اخرى, و المفهومان الاساسيان في نقل الحرارة هما درجة الحرارة و الحرارة.

درجة الحرارة تحدد حالة الجسم, والحرارة تعبر عن تبادل الطاقة عندما تكون نقطتان في الفضاء عند درجات حرارة مختلفة, يحدث وقتها انتقال منهجي للحرارة دائما من الجسم الساخن الى الجسم البارد. وهذا نتيجة مباشرة للقانون الثاني للديناميكا الحرارية. **[20]**

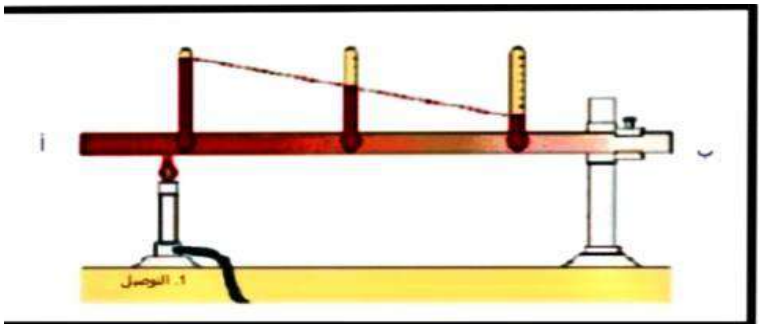
II-6-2 النقل الحراري

يحدث هذا اثناء الاتصال الحراري بين جسمين لهما درجات حرارة مختلفة, تتوازن درجة الحرارة تلقائيا بين الجسمين. ومع ذلك نلاحظ انتقال الطاقة على شكل حرارة من الجسم الساخن الى الجسم البارد.**[20]**

II-6-3 طرق نقل الحرارة

II-6-3-1 التوصيل الحراري

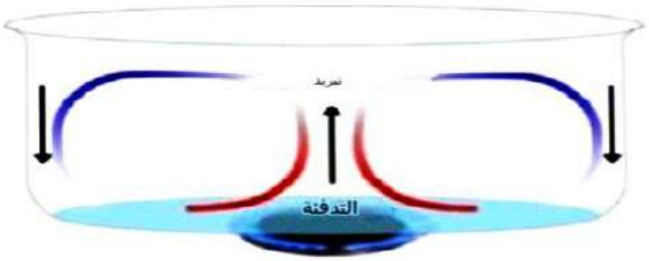
التوصيل الحراري الذي يخضع لقانون فوريبه وهو طريقة نقل التي تظهر دائما في السائل أو في المادة الصلبة بمجرد وجودها في درجة الحرارة. وهو انتقال حراري خطوة بخطوة بواسطة صدمات مجهرية بين الجزيئات ذات الطاقات المختلفة, حيث تنقل الجزيئات الاكثر طاقة الى طاقة حركية يتم وصفها بواسطة قانون فوريبه.**[21]**



الشكل II-9 نقل الحرارة بالتوصيل الحراري [1][20]

II-6-3-2 الحمل الحراري

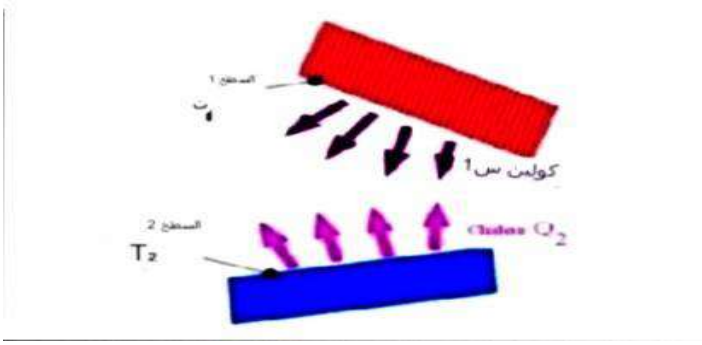
الحمل الحراري هو طريقة لنقل الطاقة تتضمن حركة المادة في الوسط, على عكس التوصيل الحراري (انتشار المادة). يتم نقل المادة بواسطة مائع واحد على الاقل.**[20]**



الشكل II -10 انتقال الحرارة بالحمل الحراري[20]

II-6-3-3 الاشعاع

تختلف عمليات نقل الحرارة بالإشعاع عن العمليات الاخرى بحيث انها تحتاج الى دعم مادي للانتشار على عكس التوصيل او الحمل الحراري. أي جسم تكون درجة حرارته أعلى من الصفر المطلق بشكل دائم يحتوي على طاقة ويطلقها على شكل اشعاع, حيث يبعث الجسم الساخن اشعاعات باتجاه الجسم البارد فيقوم بتسخينه الشكل II -3**[12][20]**



الشكل II -11نقل الحرارة بالإشعاع[20]

II-7 بعض تعريفات الطاقة

II-7-1 التدفق الحراري

هو كمية الطاقة الحرارية التي تمر عبر سطح متساوي الحرارة لكل وحدة زمنية. يتم التعبير عن التدفق بالواط (W) او السعرات الحرارية في الثانية (cal/s).**[1][20]**

$$\Phi \text{.....(2.1)} \qquad (w.m^{-2}) = \frac{1}{s}\frac{dQ}{dt}$$

S: هي مساحة السطح (م^2).

نسمي تدفق الحرارة كمية الحرارة المنقولة على السطح S لكل وحدة زمنية.

$$\varphi=\frac{dQ}{dt} \quad \text{.....(2.2)} \qquad (w)$$

II -7- 2 الحرارة

انه مظهر قابل لقياس الحرارة المخزنة. ونقول ايضا ان درجة الحرارة ترتبط بمتوسط الطاقة الحركية نتيجة لحركة ذرات وجزيئات الجسم بالعلاقة [12] **[20]**

$$mv^2 = \frac{3}{2}KT \quad \text{.....(2.3)} \qquad (T)\frac{1}{2}$$

II -7- 3 المقاومة الحرارية

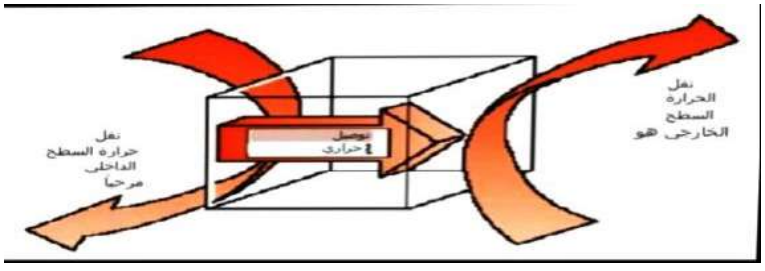
المقاومة الحرارية هي مقاومة العنصر لانتقال الحرارة من خلال سمكه, وتعرف عموما بمصطلح "العزل الحراري". الزيادة في المقاومة الحرارية تعني أن العنصر عازل. ويعبر عنها ب **[12][20]**

$$R= \frac{e}{\lambda} \quad \text{.....(2.4)} \ (m^2/K.W)$$

II -7-4 التوصيل الحراري

الموصلية الحرارية (ثابت التناسب)تشير الى مقاومة الجسم لتدفق الحرارة. وهي دائما موجبة وتتوافق مع كثافة التدفق الحراري المعبر, في الحالة المستقرة لجسم متجانس يتعرض لتدرج في درجة الحرارة قدره 1كيلفن أو 1 درجة مئوية في المتر. ويعبر عنها في النظام الدولي ب درجة مئوية .واط.متر أو w.m.k^-1 **[12][20]**.

تعتمد الموصلية بشكل اساسي على :طبيعة المادة, ودرجة الحرارة.



الشكل II -12 تمثيل تدفق الحرارة [12][20]

التوصيل الحراري لبعض المواد موضحة في الشكل II -5

الشكل II -13 التوصيل الحراري لبعض المواد[20]

II -7-5 السعة الحرارية النوعية

السعة النوعية الحرارية هي كمية الحرارة التي يجب تطبيقها على 1كغ من المادة لرفع حرارتها بمقدار 1كيلفن. ويتم التعبير عليها ب $(J.Kg^{-1}.K^{-1})$. **[20][1]**

II -7-6 القدرة الحرارية

هي كمية الحرارة التي يمكن ان تخزنها المادة بالنسبة لحجمها. يتم تعريفها بكمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 متر مكعب من المادة بمقدار 1 درجة مئوية. يعبر عن الكثافة بالحرارة النوعية للمادة, كلما زادت السعة الحرارية, زادت كمية الحرارة التي يمكن للمادة تخزينها, ويعبر عنها ب (J/K) وهي كمية كبيرة :فكلما زادت كمية المادة زادت السعة الحرارية. **[1][20]**

$$C=Cp\times m \quad (2.5)$$

C:السعة الحرارية.

Cp:السعة الحرارية النوعية.

m: الكتلة.

II -7-7 الفعالية الحرارية

الفعالية الحرارية للمادة تتميز بقدرتها على تبادل الطاقة الحرارية مع بيئتها. وتعطى بالمعادلة ($J.K^{-1}.m-2.s^{1/2}$). كما انها تتناسب طرديا مع التوصيل الحراري والقصور الذاتي للمادة (بشكل ادق مع جذرها التربيعي). يصف الانفعال مدى سرعة امتصاص المادة للحرارة أو التخلص منها, مادة شديدة النفاذية **[20]**

II -7-8 الانتشار الحراري

يتناسب طردا مع القصور الذاتي للمادة. فهو يصف سرعة انتقال الحرارة غبر الكتلة الكاملة للمادة, وبشكل دقيق فهو يصف قدرة المادة على نقل اشارة درجة الحرارة من نقطة الى اخرى53 .

وهناك نوعان من القصور الذاتي, أحدهما بالامتصاص و الاخر بامتصاص الانتقال. ويزداد الامتصاص مع سمك المادة وفعاليتها للحائط. يزداد النقل مع السماكة ويتناقص مع الانتشار للحائط.**[1][20]**

II -8 خلاصة

من خلال الدراسة التي اجريت في هذا الفصل تعرفنا على المناخ الذي يسود منطقة ورقلة. وشملت الدراسة عموميات عن الحرارة وطرق انتقالها مثل التوصيل الحراري و التدفق الحراري والاشعاع.

الفصل الثالث

طرق الاختبار الميكانيكي الحراري وخصائص المواد المستخدمة

III-1 مقدمة

الطوب الترابي عبارة عن خليط من الكثبان الرملية و الطين و الماء, وترتبط جودة هذا الطوب بلا شك بخصائصه. كما اننا سنقدم في هذا الفصل مبدأ الطرق المستخدمة في تحديد الخصائص الحرارية و الميكانيكية ثم نقدم خصائص المواد المختلفة والمستعملة في تركيب الطوب .

III-2 طرق قياس التوصيل الحراري

يتم استخدام العديد من الطرق لقياس التوصيل الحراري. حيث تتكون هذه الطرق من اخضاع العينة لتدفق حراري وبعد ذلك نقوم بقياس ملف تعريف درجة الحرارة أو التدفق الحراري نذكر الطرق :

-طريقة التسخين المحمي.

-طريقة السلك الساخن.

-طريقة فلاش الليزر.

استخدمنا طريقة السلك الساخن في عملنا.

III-2-1 طريقة السلك الساخن

في الثلاثينات من القرن العشرين, طور B. Stalh;ane وS. Pyk طريقة لقياس التوصيل الحراري تسمى السلك الساخن و التي تجعل من الممكن تقدير التوصيل الحراري لمادة من تطور درجة الحرارة المقاسة بواسطة مزدوجة حرارية موضوعة بالقرب من سلك مقاوم. يتم وضع المسبار, الذي يتكون من سلك مقاوم ومزدوجة حرارية في دعامة كابتون عازلة, بين عينتين من المادة المراد وصفها.**[22][23]**

الشكل Ⅲ-1مبدأ القياس باستخدام السلك الساخن[24][25]

يتم الحصول على الموصلية عن طريق حل معادلة الحرارة في الهندسة الاسطوانية اللانهائية.

تقنية الاسلاك الساخنة بواسطة مقياس CT المعيار المرجعي NF EN 993-15 تم تطويرCT-METRE بهدف تمكين اجراء تقييم دقيق لحالة الخصائص الحرارية لعدد من المواد المتجانسة. ويتكون مبدأ التشغيل من ارتباط العنصر ساخن و جهاز استشعار درجة الحرارة. وقياس ارتفاع درجة الحرارة التي يتعرض لها المستشعر, خلال فترة التسخين الذي يختاره المستخدم اعتمادا على المادة المراد اختبارها ونوع المسبار المستخدم.

يتكون جهاز قياس الاشعة المقطعية من عنصرين هما عضو التحكم, المسؤول عن توليد طاقة التسخين وارتفاع درجة حرارة في المواد المراد اختبارها؛ والمسبار المحمل لنقل طاقة التسخين وجمع الحرارة.**[26]**

الصورة Ⅲ-1جهاز قياس الاشعة المقطعية

Ⅲ-3 الخصائص الميكانيكية

Ⅲ-3-1 اختبار الموجات فوق الصوتية (معيار NF P18-418):

هو اختبار غير مدمر ومهم للغاية يسمح لنا باكتشاف عدة خصائص للطوب مثل :درجة الاكتناز, معدل التشققات و الاضرار الناجمة عن اختلاف درجات الحرارة...الخ.

يتكون هذا الاختبار من قياس سرعة الصوت في الطوب باستخدام جهاز يحتوي على صندوق قياس و جهاز ارسال و استقبال لموجات الرؤية, مبدأ الاختبار هو الضغط على رأسي القياس على وجهي قطعة الاختبار باستخدام معجون تلامسي يسهل انتقالها. كما انه يجب أن يكون سطح الطوب مسطحا بشكل معقول ويتم تنظيفه جيدا. **[28]**

بمجرد تشغيل الجهاز يمكن قراءة وقت الانتشار بالميكرو ثانية. ثم تعطى سرعة الانتشار بالمعادلة التالية:

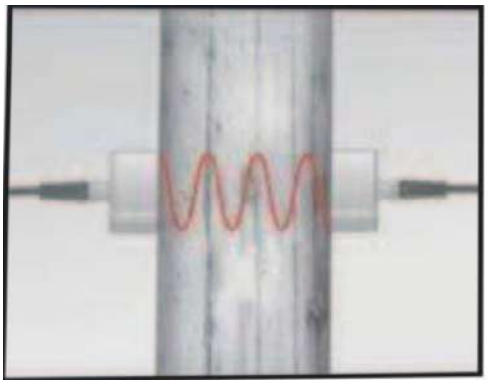
$$V=\frac{s}{t} \qquad (3.1)$$

V= سرعة الانتشار ب (م/ث).

S= المسافة بين الرؤوس ب (سم).

T= الوقت ب(الميكرو ثانية).

الصورة Ⅲ-2جهاز الموجات فوق الصوتية

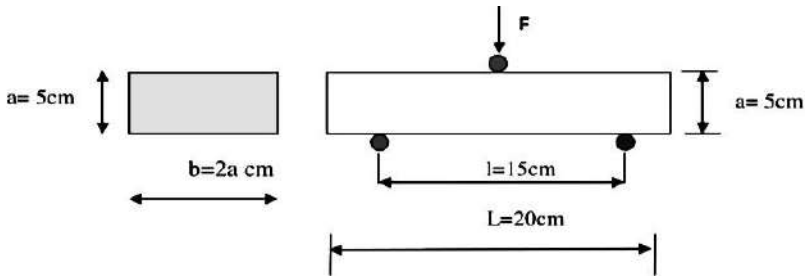


الصورة Ⅲ-3 عمل الجهاز

Ⅲ-3-2 اختبار شد الانحناء (NF P 18-407)

يتم اجراء اختبار شد الانحناء ذو ثلاث نقاط على جهاز ثني الضوابط, ويعمل هذا بنظام الضغط الهيدروليكي. حيث تتكون وحدة التحميل من اطار صلب يدعم اثنين من النقاط, ويمكن تعديل مدى الوصول بدقة عن طريق تحريك الدعامات نحوه الى الخارج أو الى الداخل, ثم يتم التحميل عن طريق الضغط الهيدروليكي الذي يحرك الجزء العلوي الى الاسفل حتى يتلامس مع التحميل الموجود في الجزء العلوي من العينة في وسط الدعامات وتتم قراءة قيمة التحميل مباشرة على الجهاز.**[29][30]**

تم اختباره وتنفيذه بمخبر الاشغال العمومية بورقلة LTPS.



الشكل Ⅲ-2 اختبار الانحناء على الطوب الارضي 20×10×5سم

Ⅲ-3-3 اختبار الضغط (NF P 18-406)

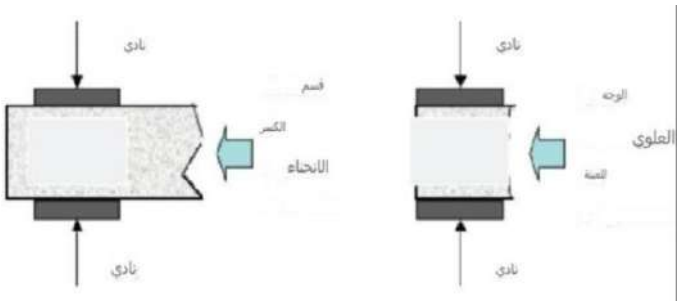
يتم اجراء اختبار الضغط على جهاز ضغط عالمي نوع Oehlgass يعمل بنظام الضغط الهيدروليكي, يتكون المسؤول من اطار صلب يدعم لوحين تحميل. ويتم ذلك عن طريق الضغط الهيدورليكي الذي يحرك الجزء السفلي للأعلى حتى الانفصال.

قطع اختبار الضغط عبارة عن مكعبات بأبعاد10×10×10سم يتم تحضيرها من عينات الانحناء, تتمركز العينة بين اثنين من الصواني المعدنية بحيث يتطابق المحور الرأسي للعينة مع محور العينة. ويتم تطبيق الحمل على العينة بشكل مستمر مع السرعة 4.5 كيلو نيوتن/دقيقة.**[29][30]**

Fc=الاجهاد الضاغط.

F=حمل الكسر الضاغط.

S=المقطع العرضي للعينة.



الشكل Ⅲ-3اختبار الضغط على الطوب الترابي

Ⅲ-3-4 الكتلة الحجمية للطوب

يتم تحديد متوسط الكتلة الحجمية الجافة للطوب بواسطة الصيغة أدناه معبر عنها ب(الكيلو غرام/م^3).

$$\rho = \frac{M}{V} \ldots\ldots(\mathrm{kg/m^3}) \quad \ldots\ldots(3.2)$$

III-4 المواد المستخدمة

سنقوم في هذا الفصل بدراسة خصائص المواد المستخدمة في تكوين الطوب الطيني.

III-4-1 الرمال (كثبان رملية)

وهي تأتي نتيجة التآكل و الترسيب لصخور مختلفة يتبعها النقل النهري و الرياح, وتتميز بحجم الحبيبات ناعم وضيق جدا. وفي دراستنا الرمال المستخدمة من الكثبان الرملية من منطقة سيدي خويلد بمدينة ورقلة.

الصورة III-4 كثبان رملية

III-4-1-1 خصائص الكثبان الرملية

III-4-1-2 الكتلة الحجمية

لدينا الكتلة الحجمية الظاهرية Pa التي هي الكتلة لكل وحدة حجم من المادة التي تشكل الرمل دون مراعاة الفراغات. أما الكتلة الحجمية المطلقة Ps كذلك هي الكتلة لكل وحدة حجم من المادة مع مراعاة الفراغات.

الصورة III-5 جهاز الكتلة الحجمية الظاهرية

الصورة Ⅲ-6 جهاز الكتلة الحجمية المطلقة

كانت نتائج الاختبار كالتالي:

الكتلة الحجمية الظاهرية: 1490 كغ/م^3.

الكتلة الحجمية المطلقة: 2700 كغ/م^3.

Ⅲ-4-1-3التحليل المعدني لرمل الكثبان الرملية

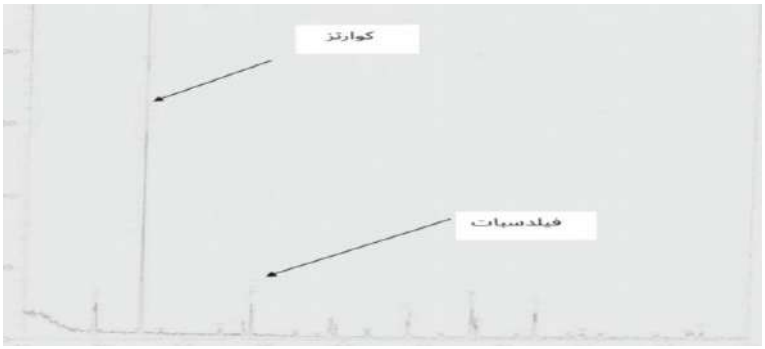
من قياسات التي تم اجراؤها حسب مخطط الاشعة الصينية المنجزة على مستوى مخبر الفيزياء بجامعة ورقلة نلاحظ ما يلي :

-يشكل لكوارتز جزءا كبيرا من المعادن بنسبة 80%.

-وجود الجبس بنسبة 3% وعلى شكل حبيبات دقيقة ذات لون أبيض مائل الى البياض.

-وجود الفلسبار و الكالسيت بنسب منخفضة حوالي 10%.

وتعرض النتائج في الشكل التالي حسب المخطط.



الشكل Ⅲ-4 مخطط الاشعة السينية للكثبان الرملية[27]

Ⅲ-4-1-4 التحليل الكيميائي (تجربة ازرق الميثيلين(NF EN 17542-3:2022)

تم اجراء هذا الاختبار بمخبر الاشغال العمومية LTPS بمدينة ورقلة و لخصنا نتائج أي نسب المكونات الكيميائية للرمل في الجدول التالي:

العناصر	النسب (%)
الحديد Fe 2O3 –AL2 O3	0.25
الكالسيوم Ca SO4 2H2O	2.78
SO4	0.51
CO_3	1.30
لا يتحلل في الماء	93.23
خسارة الحريق	1.16

الجدول Ⅲ-1 التركيب الكيميائي للرمل

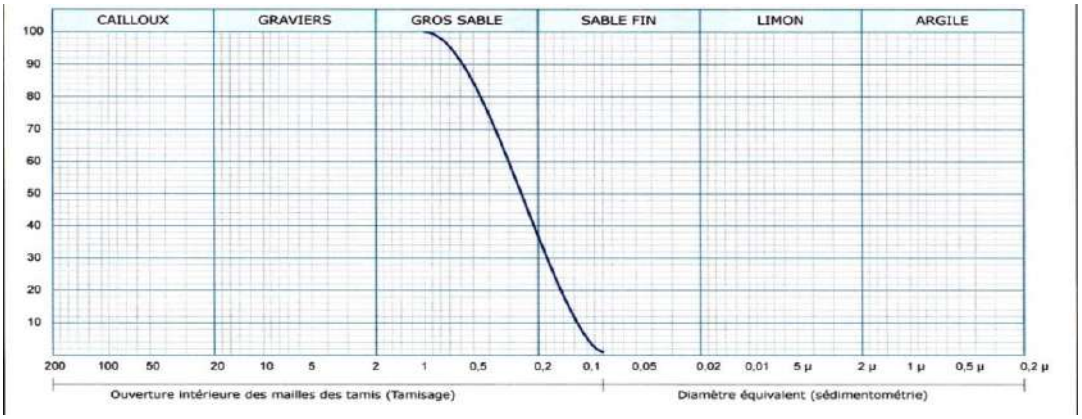
نلاحظ أن نسبة (SO4)و(Ca SO4) أقل من الحد الموصي به, ومنه فان الرمال المستخدمة غير عدوانية.

Ⅲ-4-1-5 التدرج الحبيبي للرمل (NF P 94-056 Mars 1996)

تهدف تجربة التدرج الحبيبي للرمل الى توزيع حجم حبيبات الرمل و تحليل خصائصها الفيزيائية و الهندسية. وكانت كتلة العينة المأخوذة1000 غ.**[31]**

قطر الغربال(ملم)	نسب التراكم المرفوض(%)	النسب(%)
5	0	100
2	0	100
1	0	100
0.4	0.8	99
0.2	79.12	21
0.1	98.73	1
0.08	98.92	1

الجدول Ⅲ-2 التدرج الحبيبي للرمل



الشكل Ⅲ-5 منحنى التدرج الحبيبي للرمل

من خلال منحنى التدرج الحبيبي للرمل نلاحظ انه يقع تقريبا خارج المنطقة المرجعية الموصي بها بموجب معيار تصنيع الخرسانة. يرجع هذا الى طبيعة الكثبان الرملية التي هي جيدة جدا.

Ⅲ-4-1-6 معامل النعومة (NF P 18 304)

معامل نعومة الرمل يساوي 100/1 من مجموع الحبيبات التراكمية الغرابيل من 0.15الى 5 ملم.

بالنسبة للرمل المستخدم في دراستنا وجنا القيمة التالية:

MF=1.23

Ⅲ-4-1-7 تجربة مكافئ الرمل (NF EN933-8+A1:2015)

الهدف من التجربة :

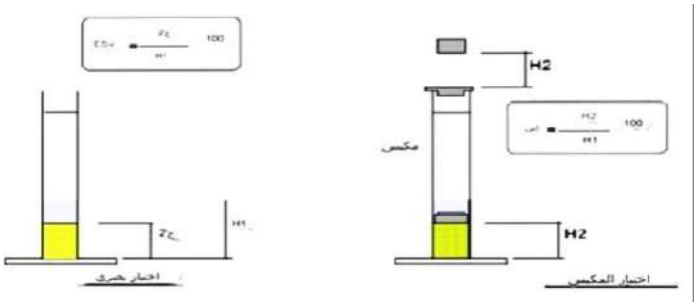
الهدف من تجربة مكافئ الرمل هو تعيين نقاوة الرمل الداخل في تكوين الخرسانة و كذلك بالنسبة للتربة من خلال التعرف على الشوائب.

مبدأ التجربة:

يتم تمرير عينة من الرمل من الغربال 5سم, يتكون الاختبار من فصل الجزيئات الدقيقة المستمرة في التربة عن العناصر الرملية الخشنة. يتيح الاجراء الموحد تحديد معامل مكافئ الرمل الذي يحدد الاختبار الذي تم اجراؤه على جزء 0/5 ملم من المادة المراد دراستها, وك2يتم غسيل العينة وفق عملية موحدة, وتترك لترتاح مدة 20 دقيقة وبعدها يتم القياس العناصر التالية:

H_1: الرمال النظيفة+ العناصر الناعمة.

H_2: رمال نظيفة فقط.

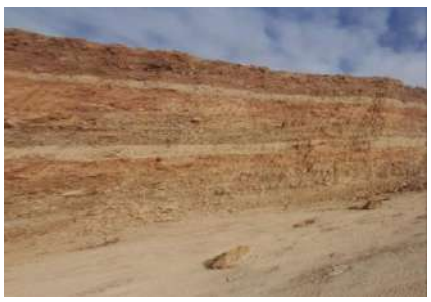


الشكل Ⅲ-6 اختبار مكافئ الرمل

SE=89.05%

Ⅲ-4-2 الطين

الطين هو صخرة رسوبية, تتكون الى حد كبير من المعادن كالسيليكات و الالومنيوم بشكل عام أكثر أو أقل رطوبة, والتي توجد هيكل مصفح يفسر اللدونة, أو هيكل ليفي الذي يشرح صفات الامتصاص الخاصة بهم. في دراستنا استخدمنا طين منطقة بلدة عمر بمدينة تقرت.



الصورة Ⅲ-7 الطين في بلدة عمر

Ⅲ-4-2-1 التدرج الحبيبي (الترسيب): (NF P 94-057 Mai 1992)

هو الاختبار الذي يكمل التدرج الحبيبي عن طريق الغربلة, و الغرض من الاختبار هو تحديد التوزيع وزن حجم الجزيئات الدقيقة في التربة. مبدأ قياس الرواسب يعتمد على قانون الاسهم الذي يقيس سرعة ترسيب الجسيمات في وسط لزج تحت تأثير قوة الجاذبية ومقاومة البيئة. نتائج تحليل التدرج الحبيبي عن طريق الترسيب مبين في الجدول التالي:

طريقة التدرج الحبيبي	قطر الغربال(ملم)	النسب(%)
الغربلة	5	100
	2	100
	1	100
	0.4	99
	0.2	94
	0.1	74
	0.08	74
الترسيب	0.075	74
	0.055	74
	0.038	67
	0,025	63
	0.017	59
	0.012	57
	0.008	56
	0.006	54
	0.004	37
	0.003	1
	0.002	1
	0.001	1

	0.0005	1

الجدول III-3 جدول التدرج الترسيبي للطين

الشكل III-7 منحنى التدرج الحبيبي للطين.

حسب المنحنى تظهر النتائج التدرج الحبيبي للطين عن طريق الترسيب أن التربة التي استخدمناها تتكون من :

-10% طين.

-70% طمي.

-20% رمل ناعم.

III-4-2-2 حد اتربيرغ (حد اللدونة وحد السيولة): (NFP 94-051 mars 1993)

يهدف هذا الاختبار الى تحديد الحدين (حد اللدونة و حد السيولة), حدود اتربيرغ هي معلومات جيو تقنية تهدف الى تحديد التربة ووصف حالتها باستخدام فهرسها. وحدود اتربيرغ هو محتوى الماء والوزن المطابق لحالات معينة من التربة.**[31]**

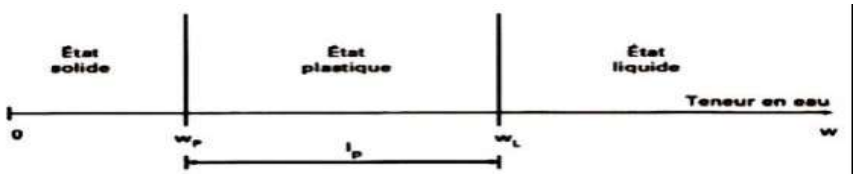
WL:حد السيولة : هو المحتوى المائي للتربة المضطربة عند نقطة التحول بين الحالات السائلة هي من البلاستيك.

WP:حد اللدونة: هو المحتوى المائي للتربة المضطربة عند نقطة الانتقال بين البلاستيك و الحالات الصلبة.

IP:مؤشر اللدونة: الفرق بين حد اللدونة وحد السيولة. هذا يحدد مدى المجال البلاستيكي.

$$IP=WL-WP$$

يتم التعبير عن محتويات الماء كنسبة مئوية, ومؤشر اللدونة هو رقم بلا ابعاد.**[32]**



الشكل III-8 حدود اتربيرغ

من النتائج المتحصل عليها والتي هي كالتالي:

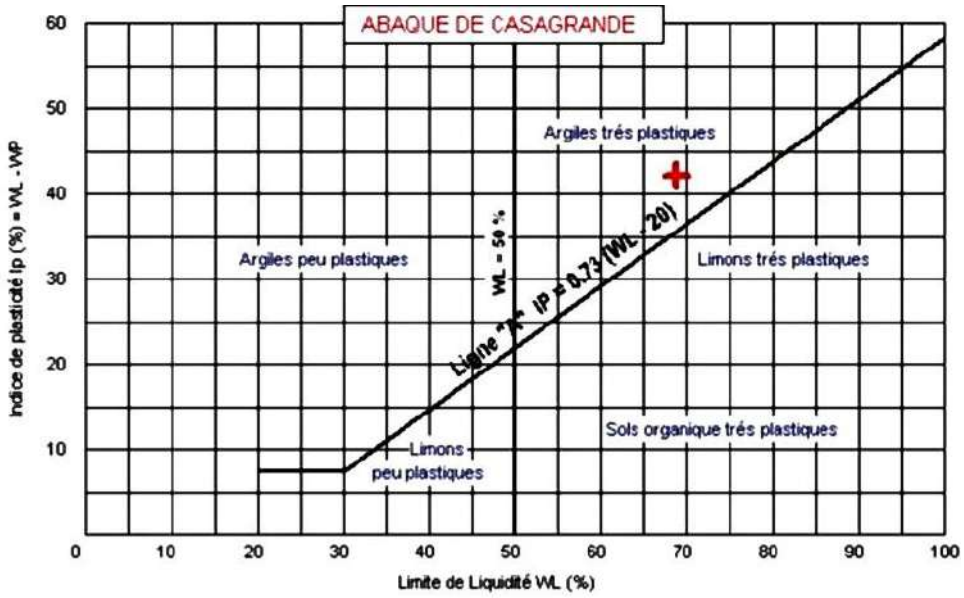
WL=52.40%

WP=20.45%

IP=31.95%

نوع الطين: طين لدن للغاية.

تم اجراء هذه الاختبارات في مخبر الاشغال العمومية LTPS بورقلة.



الشكل III-9 خرائط كازاغراندي من الطين

III-4-2-3 تصنيف الطين حسب حدود اتربيرغ

مؤشر اللدونة(%)	0	1 الى 5	5 الى 10	10الى 20	20 الى 40	>40
الليونة	غير لدنة	خفيفة	ضعيف	مرتفع	متوسط	مرتفع

الجدول III-4 تصنيف الطين حسب بورميستر

يصنف اتربيرغ1973 ليونة الطين الى ثلاثة مستويات

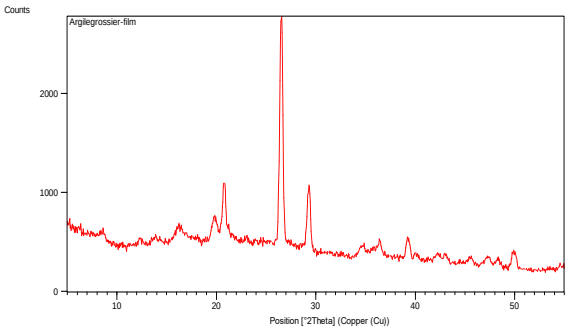
مؤشر اللدونة (%)	<7	7 الى 17	>17
الليونة	ضعيف	متوسط	مرتفع

الجدول III-5 تصنيف الطين حسب اتربيرغ

ومن جدولي تصنيف حسب بورميستر و اتربيرغ ولدينا حسب النتائج مؤشر اللدونة IP=31.95 فنوع الطين المستخدم هو طين لدن للغاية.

	العناصر	النسب المئوية(%)
غير قابلة للذوبان NF P15-461	لا يتحلل في الماء	63.18
كبريتات BS 1377	SO3	0.45
	SO4/2H2O	2.46
كربونات NF P15-461	CaCO3	18
لكلوريدات طريقة MOHR	Cl	0.42
	NaCl	0.68

الجدول III-6 التحليل الكيميائي للطين



الشكل Ⅲ-10الاشعة السينية للطين

Ⅲ-4-3 ماء الخلط

المياه المستخدمة هي من الصنبور مخبر الاشغال العمومية LTPS بورقلة كانت النتائج كالتالي:

العناصر	Ca	Mg	K	Na	Cl	NO3	SO4	HCO3	PH
كميات	242	125	31	536	755	14.5	755	124	7.75

الجدول 3-7 التركيب الكيميائي للماء

Ⅲ-5 خلاصة

يوضح هذا الفصل الخطوات اللازمة لقياس التوصيل الحراري, وما يسمى بالطرق "غير المستقرة" هي الاكثر ملاءمة لقياس الموصلية الحرارية. في دراستنا استخدمنا CT-متر للحصول على الخصائص الحرارية, وقياس الخواص الميكانيكية وهي الانحناء وقوة الضغط وقياس سرعة نشر الصوت وفي النهاية قدمنا خصائص المواد الاولية المستخدمة.

الفصل الرابع

النتائج و التفسيرات

IV-1مقدمة

تتمثل الدراسة التجريبية لعملنا في تحديد ودراسة الخصائص الحرارية و الميكانيكية للطوب الترابي المحروق المصنوع من التربة المحلية بقالب خشبي ذو أبعاد (20×10×5)سم, وذلك باستخدام الطين من بلدة عمر بمدينة تقرت ورمال كثبان من سيدي خويلد بمدينة ورقلة. وبعدها اجراء اختبارات مختلفة على الطوب وهي:

*الكتلة الحجمية.

***الاختبارات الحرارية.**

-التوصيل الحراري.

-الحرارة النوعية.

-المقاومة الحرارية.

-الموجات فوق الصوتية.

***الاختبارات الميكانيكية**

-مقاومة شد الانحناء.

-قوة الضغط.

وتم اجراء هذه الاختبارات في مركز البحث العلمي و مخبر الاشغال العمومية LTPS ورقلة.

IV-2 تحضير الطوب

IV-2-1 تحضير العينات المستخدمة في الدراسة

لتحضير العينات من الطوب قمنا بالخطوات التالية (الصور في الملحق1) :

-وزن الطين والكثبان الرملية وهي جافة.

-ينقع الطين في الماء حتى يتشبع لمدة 24 ساعة.

-اضافة ماء الخلط.

-تخلط المكونات يدويا.

-تعبئة القوالب الخشبية.

-تجفيف بالهواء لمدة اسبوع.

-الحرق في فرن تقليدي تحت درجة حرارة تقدر ب700 درجة مئوية لمدة 8 ساعات.

كما اننا اقترحنا لعملنا أربعة تركيبات مكونة من(الطين و الرمل) بنسب مختلفة ومعهم التركيبة المرجعية. التركيبات المستخدمة موضحة في الجدول IV-1.

وحسب عملنا فان كمية الماء المثلى لصنع الطوب تتراوح بين 15و30 % من الكتلة الجافة (رمل + طين).

التركيبات	C1	C2	C3	C4
الرمل(%)	25	30	40	50
الطين(%)	75	70	60	50

الجدول IV-1 التركيبات

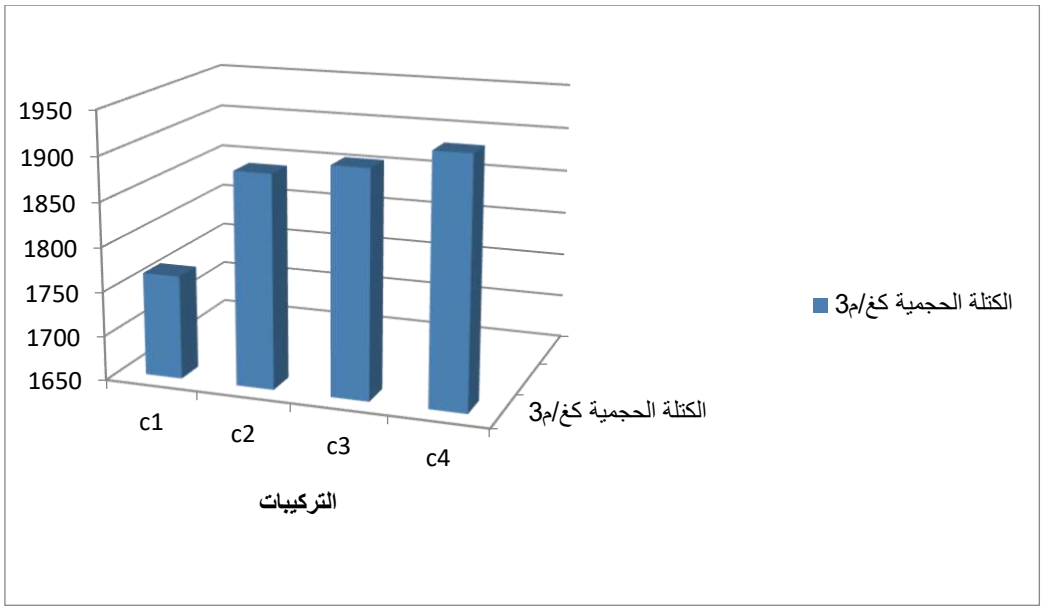
اثناء تحضير الخلطات واجهنا صعوبات في تجفيف كانت مدة طويلة بسبب المناخ, وبعد حرق الطوب لاحظنا انكماش ب1ملم/سم.

قمنا بعملية التحضير و الحرق بالمشغل الحرفي للسيد ابي مولود عبد الحميد بولاية تقرت. وبعد الحرق, تم نقل المنتجات(العينات)الى مركز البحث العلمي بجامعة ورقلة, ثم الى مخبر الاشغال العموميةLTPS. و قمنا بإجراء الاختبارات التالية للطوب المصنوع.

IV-3 النتائج والمناقشات

وكانت الاختبارات التالية على الطوب:

IV-3-1 الكتلة الحجمية (ρ)



الشكل IV-1 نتائج الكتلة الحجمية

من خلال الشكل IV-1 نلاحظ:

تزايد في الكتلة الحجمية وهذا راجع الى زيادة نسبة الرمل. وهذا لان الكتلة الحجمية للرمل اكبر من كتلة الحجمية للطين.

تغير في المسامية بسبب زيادة الرمل.

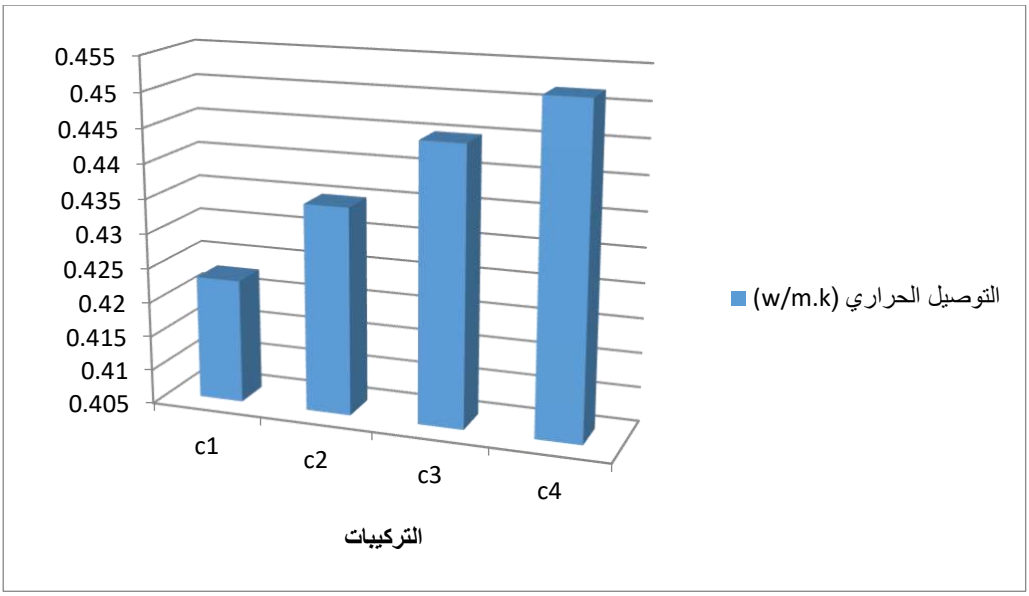
كتلة العينات (C3) و(C4) هي الاعلى لان نسبة الرمل كبيرة ومتساوية مع نسبة الطين.

كتلة العينات (C1) هي الاقل لان نسبة الرمل قليلة جدا.

IV-3-2 الاختبارات الحرارية

IV-3-2-1 التوصيل الحراري(λ)

يتم اجراء الاختبار بجهاز قياس الاشعة المقطعية, والذي يهدف الى قياس التوصيل الحراري, حيث نستخدم الاختبار مسبار حلقي للطاقة بقدر 0.509 واط ويتم القياس بوضع المسبار بين قالبين من الطوب ويبدأ الجهاز العمل. (انظر الملحق) الشكل التالي يوضع نتائج التوصيل الحراري للطوب.



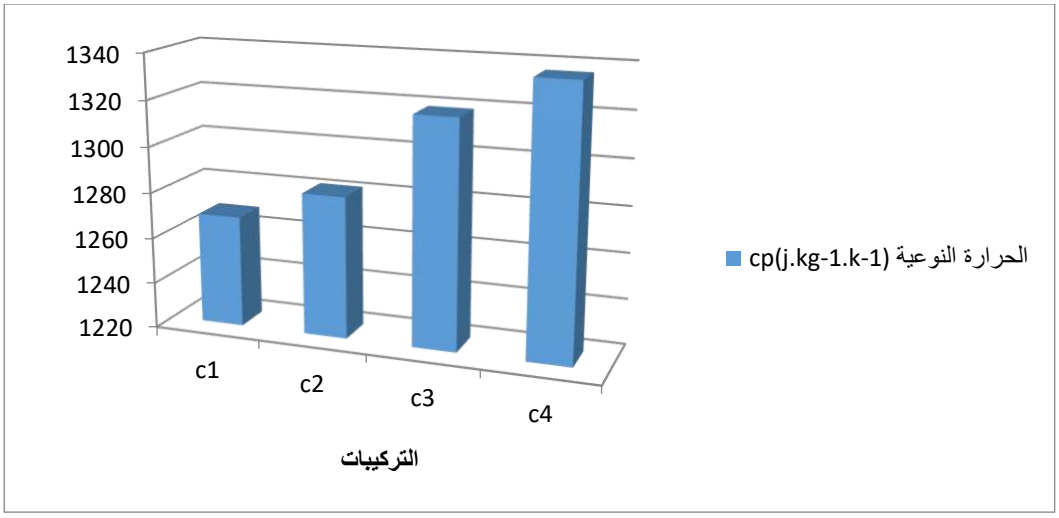
الشكل IV-2 نتائج التوصيل الحراري

من خلال الشكل IV-2 نلاحظ:

أن القيم متقاربة وممتازة بسبب تزايد نسب الرمل في كل تركيبة وهذا ما يؤكد لنا بأن للرمل توصيل حراري جيد جدا.

وعملية الحرق الجيدة التي لعبت دورا مهما في تحسين هذه النتائج و بدرجة حرارة مناسبة محافظة على كل الخصائص. نلاحظ التركيبة (c4) هي الاكبر و الاحسن.

IV-3-2-2 الحرارة النوعية(Cp)

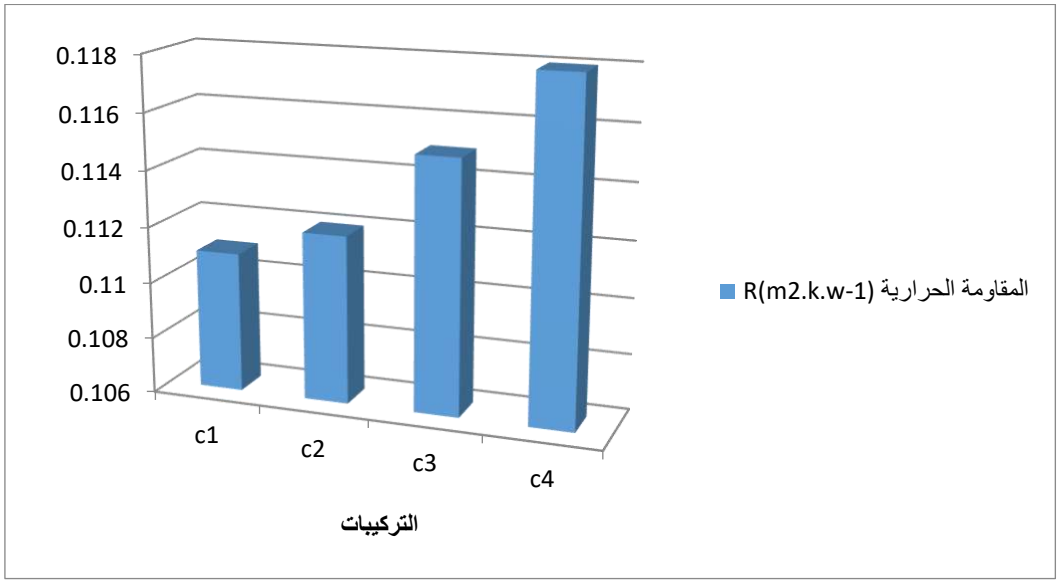


الشكل IV-3 نتائج الحرارة النوعية Cp

من خلال الشكل IV-3 نلاحظ:

ان الحرارة النوعية وهي متناسبة طردا مع التوصيل الحراري فكلما زاد التوصيل الحراري زادت الحرارة النوعية و تزايد نسب الرمل يؤدي الى تحسين الحرارة النوعية أثناء عملية الحرق, و يزيد في كتلة الطوب لأن كتلة الرمل أكبر من كثافة الطين.

IV-3-2-3 المقاومة الحرارية (R)



الشكل IV-4 نتائج المقاومة الحرارية

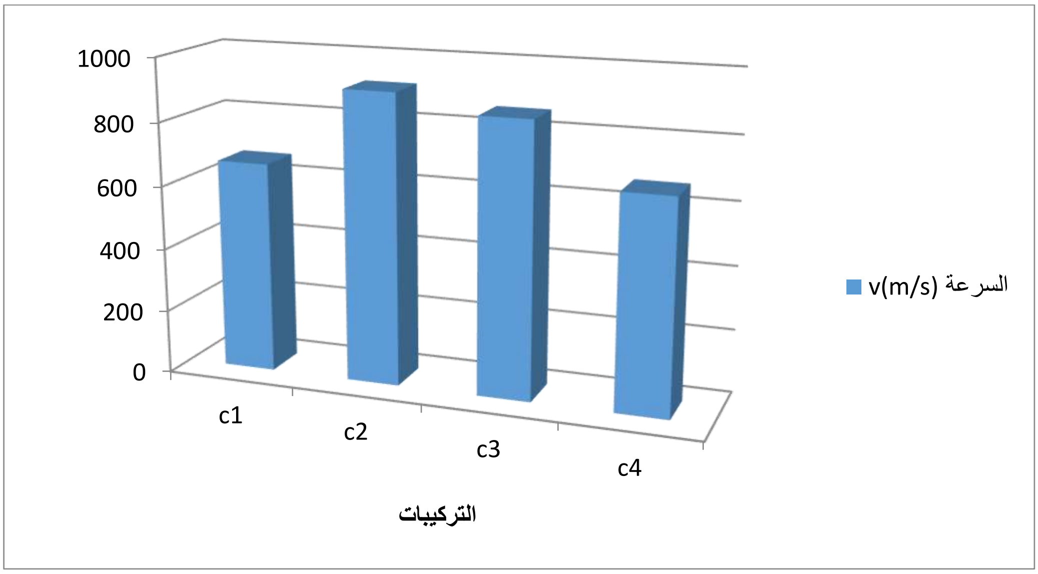
نلاحظ من خلال الشكل IV-4:

أن المقاومة الحرارية في تزايد مستمر بزيادة نسبة الرمل وهي تتناسب طردا مع التوصيل الحراري والحرارة النوعية فكلما كانت نتائج اختبار التوصيل الحراري ممتازة كلما كانت مقاومة الطوب للحرارة أكبر.

العينة (c4) هي الاكبر لان نسب الرمل والطين متساوية.

IV-3-3 الاختبارات الميكانيكية:

IV-3-3-1 اختبار الموجات فوق الصوتية:



الشكل IV-5 اختبار نتائج سرعة انتشار الصوت

نلاحظ من خلال الشكل IV-5:

تناقص سرعة انتشار الصوت بعد الحرق انخفاض التماسك الهيكلي نتيجة التغيرات الفيزيائية والكيميائية التي تحدث أثناء الحرق و وجود الفراغات.

العينة (c2) هي الاحسن وهذا راجع الى المتانة والصلابة.

IV-3-3-2 اختبار شد الانحناء

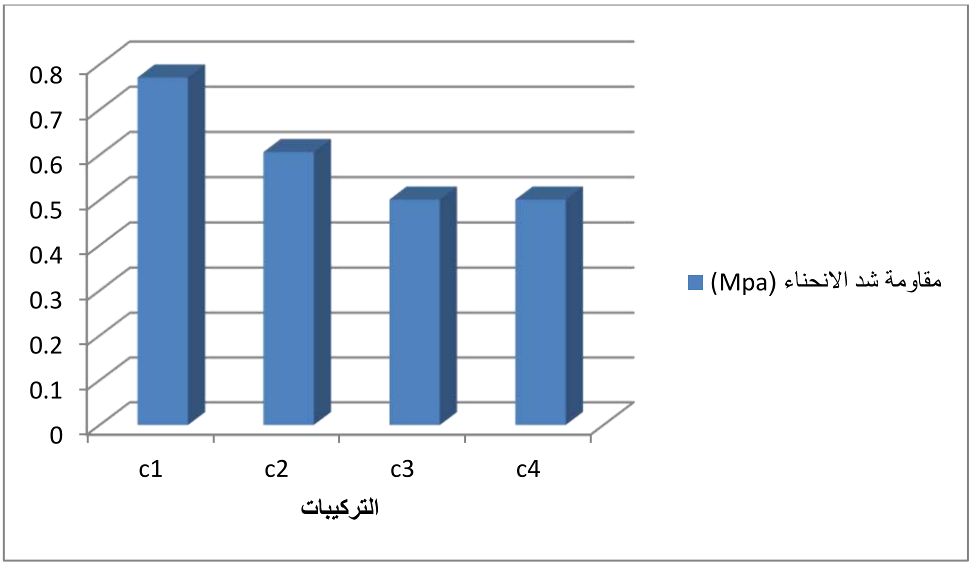
سيتم تحديد مقاومة الانحناء بالعلاقة التالية:

$$Rf = \frac{3fl}{2ba2} \quad \text{..(4.1)}$$

Rf:مقاومة الانحناء(MPa).

F:القوة المطبقة(N).

a.b:ابعاد الطوب (mm^2).



الشكل IV-6 نتائج اختبار شد الانحناء

نلاحظ من خلال الشكل IV-6:

تناقص نتائج العينة(c1) هي الاعلى بسبب وجود الفراغات بعد الحرق و النتائج الاخرى ضعيفة مقارنة مع التركيبة c1 وهذا أعطى للطوب تماسك جيد.

IV-3-3-3 اختبار الضغط (Rc)

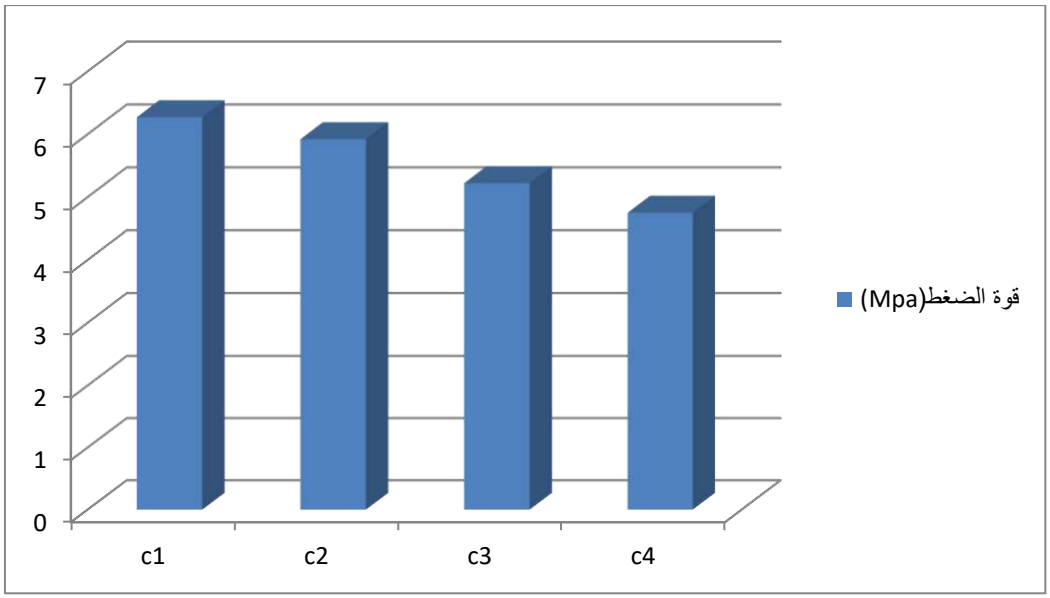
سيتم تحديد قوة الضغط بالعلاقة التالية:

$$Rc = \frac{fc}{s} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4.2)$$

Rc=الاجهاد الضاغط(MPa)

Fc=حمل الكسر الضاغط(N).

S=المقطع العرضي للعينة(mm^2).



الشكل IV-7 نتائج اختبار الضغط

من خلال الشكل IV-7 نلاحظ:

تناقص في النتائج هذا راجع الى مقاومة ضغط جيدة ويعزز الكتلة ويقلل المسامية, وأعلى قيمة في التركيبة (C1) ونستنتج من النتائج ان الطوب له مقاومة ضغط جيدة وهذا راجع لزيادة الرمل الذي حسن مقاومة الضغط للطوب والتقليل من وجود الفراغات

IV-4 خلاصة

ومن خلال الدراسة التجريبية للخصائص الحرارية والميكانيكية التركيبات المختلفة الطوب الطيني المحروق يمكن استنتاج ما يلي:

- ان اضافة رمال الكثبان الرملية له تأثير ايجابي على زيادة التوصيل الحراري و الحرارة النوعية و المقاومة الحرارية وما الى وذلك. ويرجع هذا التأثير الى الخصائص الحرارية للرمل. إذن تحصلنا على طوب ذو خصائص حرارية ممتازة.
- بالنسبة لمقاومة شد الانحناء ومقاومة الضغط كانت النتائج المتحصل عليها مقبولة بشكل كبير ما يؤكد لنا حسن جودة الخصائص الحرارية للطوب بهذه التركيبات.

الخاتمة

خاتمة عامة

الهدف الأساسي في هذه الدراسة هو المساهمة في استخدام مادة محلية ذات خصائص حرارية ممتازة, لهذا قمنا بتصنيع طوب ترابي بمواد محلية وهي (الطين والرمل), وبعد إجراء سلسلة من الاختبارات الحرارية والميكانيكية على هذا الطوب نستنتج ما يلي:

- ❖ الجزء النظري الذي يقدم لمحة عامة على التقنيات المستخدمة لصنع الطوب, وأنوعه والمواد الخام المستخدمة في صناعة الطوب.
- ❖ الجزء التجريبي ويتكون من قسمين:

القسم الأول مخصص لتقديم الخصائص العامة للمواد المستخدمة وهي :(الطين ورمل الكثبان والماء).

الرمال المستخدمة هي رمال الكثبان المستخرجة من منطقة سيدي خويلد ولاية ورقلة والتي تتمز بما يلي:

1-معامل النعومة MF=1.23؛

2-حجم الجسيمات ضيق.

الطين المستخدم هو طين مستخرج من منطقة بلدة عمر ولاية تقرت والذي يتميز بما يلي:

1- حجم جسيمي يحتوي على نسبة كبيرة من الطمي (70%)؛

2-كتلة حجمية جافة = 1.49 غ/سم^3؛

3- مؤشر اللدونة يبلغ حوالي 31.95%؛

4- طبيعة الطين بلاستيكية جدا.

ماء الخلط هو ماء الصنبور من ورشة الحرفي أبي مولود في منطقة النزلة ولاية تقرت ذو ملوحة مقبولة.

القسم الثاني فخصص لدراسة مجموعة من التجارب أجريت على عينات من الطوب ذات تراكيب مختلفة (مع اختلاف نسب الطين و الرمل).

- 75% طين و 25% رمل.

- *70% طين و 30% رمل.
- *60% طين و 40% رمل.
- *50% طين و 50% رمل.

والتي تؤثر بدورها على الخصائص الحرارية والميكانيكية للطوب فكانت النتائج المتحصل عليها كالتالي:

تؤدي الزيادة في نسبة الرمل الى:

- ✓ تزايد في الكتلة الحجمية.
- ✓ تزايد في التوصيل الحراري.
- ✓ تزايد في الحرارة النوعية.
- ✓ تزايد في المقاومة الحرارية.
- ✓ تناقص في سرعة انتشار الصوت.
- ✓ تناقص في مقاومة شد الانحناء.
- ✓ تناقص في مقاومة الضغط.

وبعد التجربة توصلنا الى النتيجة التالية:

ان اضافة رمل الكثبان بنسب كبيرة للطوب يزيد من التوصيل الحراري و المقاومة الحرارية. أعطى التركيب C4 (50 % رمل و 50% طين) أفضل نتيجة لتحقيق توازن جيد بين العزل الحراري و المتانة.

أعطت كل التركيبات نتائج حرارية ممتازة خاصة في التوصيل الحراري الحرارة النوعية و المقاومة الحرارية.

أعطت كل التركيبات أداء ميكانيكي مقبول في مقاومة شد الانحناء ومقاومة الضغط.

وكنتيجة لهذا العمل نتمنى أن نكون قد ساهمنا في تثمين المواد المحلية عامة والرمل والطين خاصة وذلك لتوفرهم بكثرة في الصحراء الجزائرية.

وفي الأخير نأمل أن نكون قد وفقنا في عملنا هذا الى حد ما ونأمل أن يتواصل البحث في هذا المجال و الاهتمام به أكثر.

❖ **التوصيات:**

في ضوء النتائج التي توصل اليها هذا البحث, وبهدف الاستخدام الفعال للمواد المحلية. نوصي بما يلي:

- ✓ يساعد الاختبار الجيد لمواد البناء على تقليل درجات حرارة الهواء المحيط داخل المبنى. وتعتمد تأثيراتها الحرارية على خاصيتين هما المقاومة الحرارية والسعة الحرارية.
- ✓ دراسة تأثير درجة الحرق على الخواص الحرارية والميكانيكية للطوب.
- ✓ دراسة تأثير اضافة مواد محلية أخرى أو تغيير عملية التصنيع لزيادة قوة ضغط الطوب مع الحفاظ على الخواص الحرارية.
- ✓ التشجير الزامي في المنطقة الصحراوية للحد من تأثير الحرارة.
- ✓ استخدام أجهزة الحماية المعمارية مثل السقف غير الشفاف, والغطاء, وقبة ctc.
- ✓ تشجيع فكرة البناء باستخدام المواد المحلية بناء على استراتيجية التصميم المناخي الحيوي.

قائمة المصادر
والمراجع

قائمة المصادر و المراجع

[1] مخرمش ع., مذكرة دوكتوراه "الدراسة الحرارية للطوب الترابي المعد للبناء بالمناطق الصحراوية" جامعة ورقلة 2017.

[2] م.م شهد صالح., "محاضرة تقنية صناعة المواد الانشائية" ,الطابوق الطيني

[3] هوغو هوين, هيوبرت جيلود, كريتير., "رسالة في بناء الارض", مرسيليا, بين قوسين, 2006.

[4] افيليست., ل"مواد الطين" تقنية الهندسة 1994.

[5] مجلة مركز بحوث ودراسات المدينة المنورة فبراير 2004.

[6]مجلة البيوت التقليدية في المدينة المنورة., "اثر مواد البناء المستخدمة" 2004.

[7] جيوفاني ب., "تصنيع الطوب والتقاليد البناءة" طبعة2005 .

[8] جيريمي ريفيكين., "نشرة الطاقة المتجددة, المؤتمر و المعرض الدولي للطاقة المتجددة " الجزائر يونيو 2007.

[9] بول جراهام ماكينري., "مباني أدوب و الارض المدكوكة : التصميم والبناء1989".

[10] ميرتل ستيدمان, ويلفريد ستيدمان., "أدوبي للهندسة المعمارية " سنستون بريس1987.

[11]بول جراهام ماكهنري., "المنزل المبني من الطوب اللبن" في جامعة نيو مكسيكو بريس2001.

[12] هاشم ش ., مذكرة دكتوراه" المساهمة في دراسة الخواص الحرارية والميكانيكية للطوب الترابي من ألياف نباتية محلية. (حالة مدينة ورقلة)", جامعة ورقلة 2017.

[13]جيلود, كراتير , المركز الدولي لبناء الارض, مدرسة غرونوبل للمهندسين المعماريين, موسوعة البناء المجلد 2 الطبعة ويك 1997.

[14]جاكي جانيت, تراث الارض المدكوكة, الترميم, تقنية المستقبل ابتكر 2000.

[15] طلع الله بشير, دراسة السلوك الفيويائي و الميكانيكي للكتلة الارضية مضغوطة بالالياف أطروحة دوكتوراه جامعة بسكرة 2014 .

[16]المكتب الوطني للأرصاد الجوية. (بيانات مناخ ورقلة).

[17]" ENAG[التوصية المعمارية", طبعة عمل, الجزائر 1993.

[18].معزوز س., "عنصر التصميم المعماري" طبعة OPUالجزائر2007.

[19]روفيلوا ب., "منطقة ورقلة (الصحراء الجزائرية) تنوع وتنظيم منطقة ريفية في بيئة صحراوية.", جامعة السوربون, باريس, 389ص.1975.

[20] إيف ج., "النقل الحراري", مدرسة المناجم نارسي, طبعة2012 .

[21]الصفائح الحرارية ., "العزل الحراري", قاعة مدينة باريس, طبعة 2009.

[22]ميشال ج., "الدليل العلمي للعزل الحراري للمباني" طبعة 1977.

[23]إيف ج.," نظرية وممارسة القياس الحراري" دورة مدرسة المناجم. نانسي فرنسا2008.

[24]كواسنت ي.," خصائص وخصائص مواد البناء" طبعة 2007.

[25]التقنيات الهندسية وثيقة.1981-1991 C3370.

[26]جهاز قياس الاشعة المقطعية" دليل المستخدم" 2010.

[27]جوهري م, مذكرة ماجستير "صنع طوب على أساس رمل الكثبان", جامعة ورقلة 2007.

[28]افنور.," البناء الماسوني", مجموعة المعايير الفرنسية . طبعة 1984.

[29]ارنولد م, و فيرلوجوكس.," الركام و الخرسانة خفيفة الوزن"1986.

[30]جاك بي ورويموند إس.," الخرسانة الهيدروليكية"1982.

[31](دوبين ر., لانشون ر., أرومان جي سي.," الركام , التربة ""الاسمنت و الخرسانة" طبعة كاستيلا1995).

[32] دورير م., وجار رامبيد.," صفقة جديدة لمواد البناء" طبعة دونود1962.

الملاحق

الملحق

الصورة رقم 1 رمل الكثبان الرملية

الصورة رقم 2 الطين

الصورة رقم 3 تحضير الرمل والطين المنقوع

الصورة رقم 4 خلط المواد

الصورة رقم 5تخضير المواد للقولبة

الصورة رقم 6 قولبة الطوب

الصورة رقم 7العينات مشكلة

الصورة رقم 8 العينات مجففة

الصورة رقم 9 فرن

الصورة رقم 10 العينات في الفرن

الصورة رقم 11 العينات بعد الحرق

الصورة رقم 12 اختبار الناقلية الحرارية

الصورة رقم 13 اختبار انتشار الصوت

الصورة رقم 14 اختبار شد الانحناء

الصورة رقم 15 اختبار قوة الضغط