الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية العلوم التطبيقية

قسم الهندسة المدنية و الري

مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي

شعبة هندسة مدنية تخصص "هياكل"

بعنوان:

دراسة تأثير درجة الحرارة على صناعة الجبس التقليدي (التمشمت)

من إعداد الطالبتان :

- ✓ سعدية بن يزة
- ✓ سمية خميس

أمـــام اللجنـــة المتكونـــة مـــن :

✓ جوهري محمد	أستاذ مســاعـد - أ - (جامعة ورقلة)	رئيسا
✓ عبد السلام مخرمش	أستاذ مساعدة - أ - (جامعة ورقلة)	ممتحنا
✓ هـــــاشم شعيب	أستاذ محاضـر - ب - (جامعة ورقلة)	مؤطرا

السنة الجامعية : 2019/2018

شكـــــــــــــر و تقديـــــــــــر

الحمدلله الذي أنار لنا درب العلم والمعرفة و أعاننا على أداء هذا الواجب ووفقنا إلى إنجاز هذه المذكرة
في مثل هذه الأوقات يتوقف اليراع ليفكر قبل أن يخط الحروف ليجمعها في كلمة ....تتبعثر الأحرف و عبثا أن يحاول تجميعها في سطورا كثيرة تمر في الخيال و لا يبقى لنا في نهاية المطاف إلا قليلا من الذكريات و صور تجمعنا برفاق كانوا إلى جانبنا .
فواجب علينا شكرهم ووداعهم و نحن نخطو خطواتنا الأولى في غمار الحياة و نخص بالجزيل الشكر و العرفان إلى كل من أشعل شعلة في دروب عملنا و إلى من وقف على المنابر و أعطى من حصيلة فكره لينير دربنا .....
إلى الأستاذ المشرف " شعيب هاشم "
ثناء وشكر معتبر إلى كل من ساعدنا على إتمام هذه المذكرة و قدم لنا العون ومد لنا يد المساعدة إلى كل من الأستاذ " كشيرد علي " .
شكر خاص إلى جميع أفراد الأسرة و الأصدقاء و الزملاء .
إلى كل هؤلاء تحية وشكر وتقدير و عرفان .

الإهـــــداء

إلى والدي

إلى سندي الأول والأخير الذي كان ولا زال يدفعني إلى الأمام كلما نظرت إلى الخلف

إلى من قاومت الحياة حتى هزمتها وذبلت إلى أمي التي آمنت بنجاحي

إلى إخوتي وأخواتي كل باسمه.

إلى رفاق الدرب والسنين الطويلة إلى الأحبة وكل من جمعتنا بهم الحياة سواء من قريب أو بعيد

إلى الذين كانوا ولا زالوا مهربنا من الحياة إلى العائلة والأصدقاء وكل الزملاء لولاكم لما كنا لنكمل السبيل

أهديكم عملي هذا .

سعدية بن يزة

الإهـــــداء

أهدي هذا العمل إلى روح أمي الغالية.

إلى الوالد.

إلى إخوتي وأخواتي كل باسمه.

إلى رفيقات الدرب فاطمة روضة فيروز ورفيقة العمل سعدية

إلى كل من ساهم في هذا العمل من قريب أو من بعيد.

سمية خميس

الملخص

الجبس التقليدي (تمشمت)هي مادة معروفة منذ القدم تشكل من رابطة هوائية بفضل الهواء ،حيث يتم تحويل حجارة جيولوجية طبيعية بحرقها تحت درجات حرارة متفاوتة تعين على حسب نوع الأفران التقليدية المستعملة

الهدف من هذه الدراسة هو معرفة درجة الحرارة اللازمة لتصنيع الجبس التقليدي (تمشمت) و يندرج هذا في اطار تثمين و استغلال الموارد المحلية المتواجدة بكثرة في منطقة ورقلة ولهذا فقد قمنا بدراسة درجة حرارة الفرن التقليدي و حاولنا محاكاتها بفرن كهربائي في درجات حرارة متفاوتة .

من خلال هذه الدراسة وجدنا أنه بإمكاننا الوصول بالجبس التقليدي (تمشمت) من الجانب التقليدي إلى الجانب الصناعي .

الكلمات المفتاحية : الجبس التقليدي (التمشمت) , الجبس الصناعي, الفرن التقليدي , الخصائص الحرارية , الخصائص الميكانيكية

Résumé

Le gypse traditionnel (temchemt) est un matériau bien connu des temps anciens, formé à partir d'une liaison aérienne grâce à l'air, où les pierres géologiques naturelles sont converties en les brûlant à différentes températures en fonction du type de fours conventionnels utilisé.

L'objectif de cette étude est de déterminer la température requise pour la fabrication du gypse traditionnel (temchemt), dans le cadre de la valorisation et de l'exploitation des ressources locales trouvées dans la région de Ouargla, nous avons donc étudié la température du four conventionnel et essayé de la simuler avec un four électrique à différentes températures.

À travers cette étude, nous avons constaté que nous pouvons atteindre Le gypse traditionnel (temchemt) du côté traditionnel au côté industriel.

Mots-clés: gypse traditionnel (temchemt), gypse industriel, four conventionnel, propriétés

abstract

Conventional gypsum is a known material from ancient times formed of an air link, where natural geological stones are transformed by burning them at different temperatures depending on the type of conventional ovens used.

The objective of this study is to determine the temperature required for the manufacture of traditional gypsum. This is in the context of valuing and exploiting the local resources found in the region of Ouargla. Therefore, we studied the temperature of the conventional oven and tried to simulate it with an electric oven at different temperatures.

Through this study, we found that we can reach Conventional gypsum (temchemt) from the traditional side to the industrial side.

Keywords: conventional gypsum, industrial gypsum, conventional furnace, thermal characteristics, mechanical properties

الإهـــــــــــــــداء..... .....
التشكـــــــــــرات.....
الملخـــــــــــص..... .....
فهرس العنـــــــاوين..... .....
قائمـــــــة الأشكال.....
قائمـــــة الجداول.....
مقدمـــــة عامـــــة..... .....

الفصـــــل الأول : مفهوم الجبس التقليدي (التمشمت) و كيفية تحضيره

I.1.مقدمة 2

I.2 .مفهوم الجبس.....2

I.3 .كيفية تحضير الجبس التقيلدي (تمشمت).....2

I.3.1.استخراج الحجارة.....2

I.3.2. الحـــــــــرق.....3

I.3.3. الطحـــــــــــن.....3

I .4.أنـــــــــــواع الأفـــــــــران.....4

I.5. مراحل ملىء الفرن العلوي.....6

I.6. مجالات إستعمالها.....7

I .7. أهم الخصائص التي يتميز بها الجبس التقليدي (التمشمت).....8

I.8. وصف عام لبعض نماذج قصور الصحراء المنخفضة في الجزائر.....9

I .8.1.قصر ورقلة.....10

I .8.2.قصـــر تماسيـــن.....11

I .9.خلاصة 12

الفصل الثاني : الخصائص الفيزيائية والكيميائية للجبس التقليدي (تمشمت) .

II .1.المقدمة.....13

II .2. التجارب الفيزيائية.....13

II.1.2. تجربة التحليل الحبيبي.....13
II .2.2. تجربة التحليل الحبيبي بالترسيب.....13
II .3.2. تجربة الكتلة الحجمية.....13
II.4.2. تجربة حيود الأشعة السينية.....13
II .3.التجارب الفيزيائية الكيميائية للحجر الأبيض.....15
II.4. التجارب الفيزيائية والكيميائية للحجر الأحمر.....20
II .5.خلاصة 25

الفصل الثالث: الخصائص الميكانيكية والحرارية للجبس التقليدي(تمشمت)

III..1 المقدمة.....26
III.2. تحضير العينات.....26
III.3 .الكتلة الحجمية.....26
III.4 . التجارب الميكانيكية.....26
III.4.1 .تجربة الانحناء.....26
III.4.2 .تجربة الضغط.....28
III.4.3 .تجربة قياس سرعة الفراغات بالموجات فوق الصوتية.....29
III.5 .التجربة الحرارية.....31
III.5.1 الناقلية الحرارية.....31
III.5.2 .المقاومة الحرارية.....32
III.6. الخلاصة.....34
الخلاصة العامة والتوصيات.....35
المـــــــــــــراجع.....36

قـــــائمـــــــــــة المخططات والصور

الفصل الأول: مفهوم الجبس التقليدي (تمشمت) وكيفية تحضيره

الصورة I.1.حجرة ورقلة.....2

الصورة I .2.نوع الحجارة المستخدمة.....2

الصورة I.3. صور لمقلع الحجارة المستخدمة.....2

الصور I.4. مواد الحرق المستعملة.....3

الصورة I.5.تمشمت جاهزة.....3

الصورة I.6. فرن أرضي جاهز قبل الحرق.....4

الصورة I.7.فرن أرضي جاهز للحرق.....4

الصورة I.8.فرن علوي (شكل مخروطي).....4

المخطط I.9.مخطط لفرن تقليدي خاص بصناعة التمشمت.....5

المخطط I .10.مخطط توضيحي لأهم مراحل ملئ الفرن التقليدي.....6

صورI .11.صور لبعض نماذج اشكال البناء بالجبس التقليدي (التمشمت) في القصر.....7

صورI .12.لبعض نماذج اشكال التزيين في القصر.....8

الشكل I.13.مخطط عام لقصر ورقلة وأهم معالمه.....9

الصور I.14.صورة علوية لقصر ورقلة.....10

الشكل I.15.يمثل مخطط عاما لقصرلتماسين.....10

الفصل الثاني: الخصائص الفيزيائية والكيميائية للجبس التقليدي(تمشمت)

الصور II.1.الفرن الكهربائي و الفرن التقليدي المستعملان في الدراسة.....12

الشكل II.2. يوضح مخطط تغير درجات حرارة الحرق.....12

الشكلII.3. مخطط حيود الأشعة السينية.....14

المخطط II.4. مسار الأشعة السينية داخل الجهاز.....14

الصورةII .5.الجهاز انعراج حيود الأشعة السينية المستعمل في الدراسة.....14

الصورII .6.صور لتجربة التحليل الحبيبي و الترسيب.....15

الشكل II.7.منحنى تجربة التحليل الحبيبي بالغربلة والترسيب لعينة الحجر الأبيض.....15

الصورII .8.لتجربة الكتلة الحجمية المطلقة و الظاهرية.....16

الشكل II.9.مخطط انعراج الأشعة السينية للحجر الأبيض.....17

الشكل II.10.مخطط انعراج الأشعة السينية لعينة الفرن التقليدي.....17

الشكل II.11.مخطط انعراج الأشعة السينية للعينة 150°.....18

الشكل II.12.مخطط انعراج الأشعة السينية للعينة 200°.....18

الشكلII .13.مخطط انعراج الأشعة السينية للعينة 250°.....18

الصورII .14.صور للتجارب الكيميائية.....19

الشكل II.15.منحنى تجربة التحليل الحبيبي بالغربلة والترسيب لعينة الحجرالأحمر.....20

الشكل II.16. مخطط انعراج الأشعة السينية للحجر الأحمر.....21

المخطط II.17. مخطط انعراج الأشعة السينية للحجر الأحمر 150°.....21

المخطط II.18. مخطط انعراج الأشعة السينية للحجر الأحمر 200°.....22

المخطط II.19. مخطط انعراج الأشعة السينية للحجر الأحمر250°

الفصل الثالث: الخصائص الميكانيكية والفيزيائية للجبس التقليدي(تمشمت)

الشكلIII.1.مخطط تحضير العينات.....26

الشكل III.2.مخطط يوضح قيم الكتلة الحجمية بدلالة العينات.....27

الصورIII .3.توضح تجربة الانحناء.....28

المخططIII .4. مخطط يوضح قيم مقاومة الانحناء بدلالة العينات.....28

الصورIII .5. توضح تجربة الضغط.....29

الشكلIII .6. مخطط لتغير الإجهادات بدلالة العينات.....30

الصورIII .7. توضح صور لمبدأ عمل الجهاز.....30

الشكل III.8. يوضح مخطط قيم سرعة الفراغات بدلالة العينات.....31

الصورة III.9.توضح عينات بحجم (28^x 7^x 7).....32

صورIII .10. توضح جهاز قياس الناقلية الحرارية.....32

المخطط III.11. يوضح قيم الناقلية الحرارية بدلالة العينات.....33

المخطط III.12. يوضح قيم المقاومة الحرارية R_{th} بدلالة العينات.....34

قـــــــــــــــــــائمة الجـــــــــــــــــــداول

الفصـــــــــــــــل الثـــــــــــــــاني

الجدولII.1. يوضح نتائج التحليل الحبيبي للحجر الأبيض.....16

الجدول II .2. يوضح نتائج الكتلة الحجمية للحجر الأبيض.....17

الجدول II.3. يوضح نتائج التجارب الكيميائية للحجر الأبيض.....19

الجدول II.4. يوضح نتائج التحليل الحبيبي للحجر الأحمر.....20

الجدول II.5. يوضح نتائج الكتلة الحجمية الأبيض.....20

الجدول II.6. يوضح نتائج التجارب الكيميائية للحجر الأحمر.....23

الفصل الأول

I.1.-مقدمـــــــــة :

يعتبر كل من الإطار الطبيعي و الإطار التاريخي المحددان الأساسيان لمختلف المنتجات الحضارية لأمة معينة ، كما أن للجانب العمراني و المعماري تأثير و انعكاس كبير بجميع جوانبه .

و رغم أن الصحراء المنخفضة تمثل مساحة شاسعة من الصحراء الشرقية للجزائر إلا أنها تعتبر الوحدة الطبيعية المنسجمة إلى حد كبير في مختلف النواحي الطبيعية ، كما تتميز بتشابه كبير من ناحية المواد و أساليب البناء حيث أن جميعها تم بناءها بمواد محلية طبيعية متوفرة في الصحراء .

في هذا الفصل سنحاول أن تعرف على مفهوم مادة الجبس التقليدي (التمشمت) من جميع جوانبها .

I.2. مفهوم الجبس التقليدي (التمشمت) :

الجبس التقليدي أو تمشمت هي مادة معروفة منـذ القـدم تشكل من الروابط المائية و هي مادة طبيعية صلبة مكونة من ثنائي هيدرات الكبريتات الكالسيوم أو كبريتات الكالسيوم المائية ذات الصيغة الكيميائية CaSO4.2H2O , الجبس التقليدي من الخامات المتوفرة بكثرة في الأرض وهو أكثر معدن كبريتي منتشر في الطبيعة , ينتمي أصلا إلى الصخور الرسوبية و يتداخل مع معدن الأنهدريت (كبريتات الكالسيوم اللامائية CaSO4) و قد يتواجد مع الضولوميت و الطين والحجر الجيري لونه رمادي أو أبيض يميل إلى الاحمرار أحيانا .

تجدر الإشارة إلى أن مادة الجبس على شكل كبريتات الكالسيوم اللامائية CaSO4 تتواجد في الطبيعة بكميات قليلة جدا , في حين تتوفر هذه المادة على شكل $CaSO_4.2H_2O$ بكميات كبيرة , يتكون الجبس الخام من حوالي 79.09% من جزيئات الماء و تبلغ كثافته حوالي 2.32 **[1].**

وهو مادة بناء معروفة جدا في البناء التقليدي , و من المواد البناء الواسعة الاستخدام في الصحراء وتعرف بتسميات مختلفة ومتقاربة منها (التيشم , التمشمت ,التيمشنت ....الخ) ونجد أن التيمشمت التسمية الأكثر شيوعا .

ويستخرج بالتحويل الحراري لنوع من الحجارة الرسوبية الهشة وهي متواجدة بكثرة في الصحراء خاصة الصحراء المنخفضة , لوجود طبقات كلسية تعود للفترات الكريتاسية تمتد من ميزاب إلى منطقة تيدكلت على مناطق بسكرة و واد سوف و واد ريغ .

يتم إنتاج الجبس التقليدي (التيمشمت) عن طريق إحراق الحجارة في الأفران التقليدية , ويقوم بصناعته مجموعة من العمال إما يمتهنون هذه الصناعة أو طرفيا للاستعمال الخاص , ولها عدة أنواع من الحجارة وأشهرها :

- ✓ **التـــافـزة :** عبارة عن صخر رسوبي , يكون لونها أبيض مصفرا و أحيانا مائلا للإحمرار لإحتوائها على أكسيد الحديد, وهو حجر صلب يمتاز بالصلابة و المقاومة , ولقد جلبت عن طريق الصخور الرملية المنتشرة في المنطقة , وهي بأشكال مدببة و غير منتظمة , أو من المحاجر التلال القريبة , وتكون حجارتها ذات أشكال مختلفة ولكنها منتظمة نسبيا .**[1]**

- ✓ **حجرة ورقلة** : وهي عبارة عن حجارة هشة وذات مسامية عالية حيث يمكن أن تتفتت إذا ما وضعت في الماء و تتركب من السلس و سولفات الكلس , و تتواجد على شكل طبقة تعرف بالدبداب يصل سمكها حوالي متر و تستخرج من الأرض خاصة بعد الأمطار الربيعية و دلك بعد نزع الطبقة الترابية السطحية والتي يصل سمكها حوالي 2.5 م , و تستعمل بعد تجفيفها مباشرة **[1]**

الصورة **I.1.** : حجـــــرة ورقلـــــــــــــــة

I.3. كيفية تحضير الجبس التقليدي (تمشمت):

يمر تحضير الجبس التقليدي (التمشمت) بعدة مراحل وهي :

I.3.1.استخراج الحجارة : تستخرج هذه الحجارة الجيرية الهشة من المناطق القريبة من موقع البناء , و تكون في الغالب

الصورة **I.2.**: صور نوع الحجارة المستخدمة

الصورة**I.3.**: صور لمقلع الحجارة المستخدمة

على شكل طبقات حجرية أفقية قليلة العمق ، حيث توجد على عمق متر واحد بورقلة مثلا وبعد تكسيرها و تهيئتها يتم نقلها إلى المحرقة و يكون شكلها كما هو مبين في الصورة

I.2.3.الحرق :

تتم عملية الحرق في أفران معدة خصيصا لهذا الغرض ، تكون قريبة في الغالب قريبة من مكان استخراج الحجارة و تتميز بموقعها على المنحدرات ، هذه الأفران تكون عموما مخروطية الشكل و هي مصنوعة من الحجارة و الطين . توضع الحجارة المراد حرقها حيث يتم وضع الحجارة ذات الاحجام الكبيرة من الأسفل و ذلك بعد وضع طبقة من التيف ثم الحجم المتوسط تدريجيا إلى أن يصل إلى الحجم الصغير جدا وبهذا يتم غلق الفتحة من اجل الحرق و تستمر عملية الحرق لمدة 8 ساعات على الأكثر في درجة حرارة تتراوح مابين 150°و 200° .

الصورةI.4. :مواد الحرق المستعملة

I.3.3. الطحن :

بعد عملية الحرق يتم استخراج كتل الحجارة وتكون هشة سهلة التفتت ، و بعد طحنها بمدق خشبي غليظ أو مطرقة حديدية ، يتم الحصول على مسحوق لونه مابين الأبيض المصفر و الرمادي الخفيف ، وتتركب التمشمت من المواد التالية : كربونات الكلس 88% ، سيليكات الألمنيوم (غضار) 11 %، وشوائب أخرى كلورير الكالسيوم 1 % وبعد ذلك تتم تنقية المسحوق المتحصل عليه ، و أحيانا بواسطة الغربلة ، حيث تنتج عدة أصناف حسب حجم الحبيبات ، ويستعمل المسحوق الناعم في التكسية من الداخل بينما الخشن فيستعمل كملاط ويستعمل في بناء الجدران وفي التسقيف و بناء القبب و غيرها .

الصورة**I.5.** : تمشمت جاهزة للإستعمال

I.4.أنـــــــــــواع الأفـــــــران :

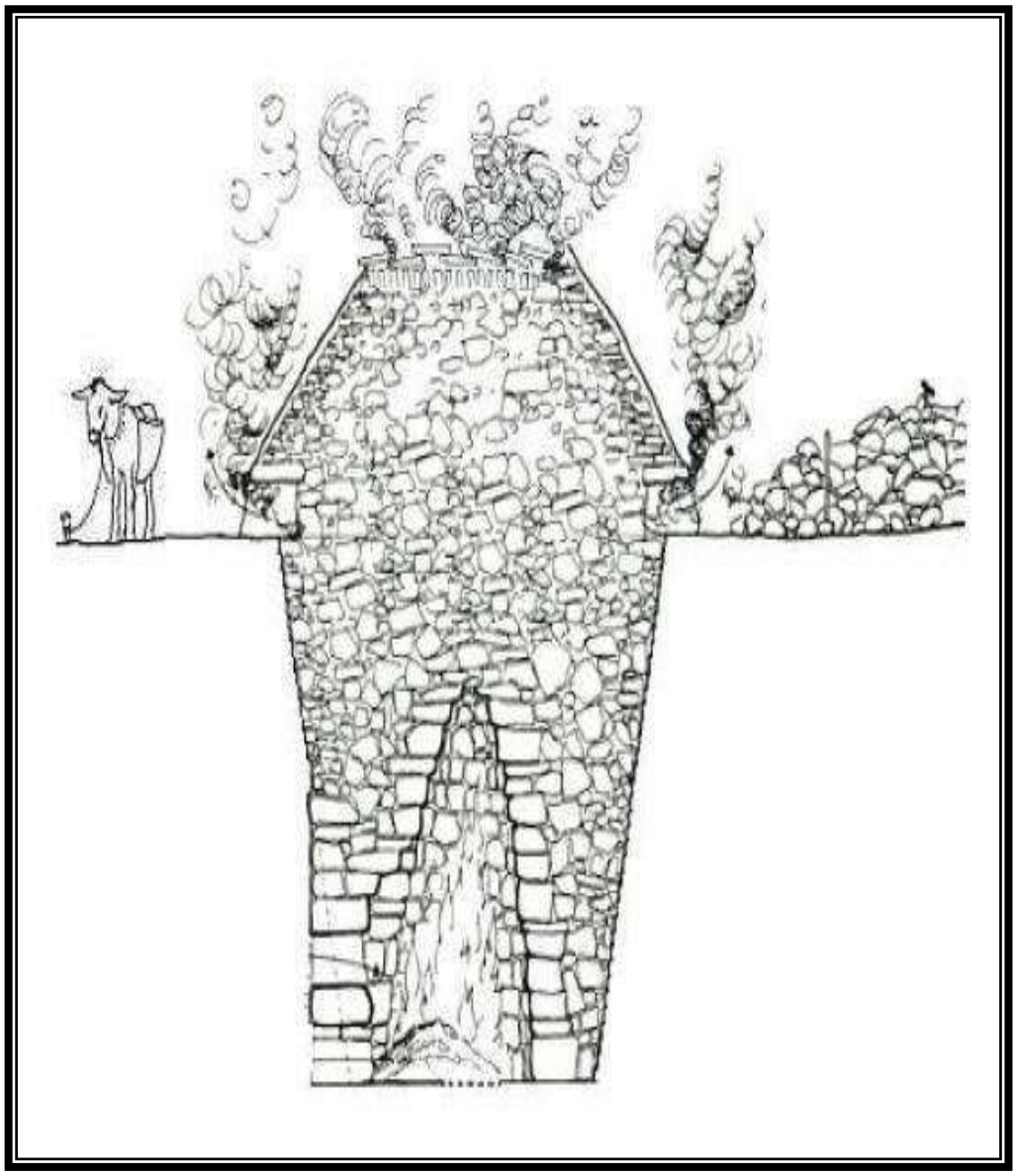
- ✓ **الفرن الأرضي:** ويكون تحت سطح الأرض بعمق متر الى مترين و قطر أربعة أمتار و يتسع الى خمس شاحنات صغيرة مدة الحرق تصل الى أربعة أيام [2].

الصورة **I.6.** : فرن أرضي جاهز قبل الحرق

الصورة**I.7.** : فرن أرضي جاهز للحرق

- ✓ **الفرن العلوي :** فرن فوق سطح الأرض يرتفع فوق سطح الأرض الى حوالي متر أما القطر من مترين إلى ثلاث أمتار (2 الى 3) أي أنه مخروطي الشكل يتسع الى حوالي شاحنة وعلى الأقصى شاحنتين ، وتدوم مدة الحرق ثمانية ساعات متواصلة .[2]

الصورة **I.8.**فرن علوي (شكل مخروطي)



مخطط **9.I**:مخطط لفرن تقليدي خاص بصناعة التمشمت [2]

I. 5. مراحل الملئ الفرن العلوي (الكوشة) :

المخطط **I.10**: مخطط توضيحي لأهم مراحل ملئ الفرن التقليدي

6.I.مجالات إستعمالها :

استعملت التمشمت بشكل كبير في عمارة الصحراء المنخفضة , و تتعدد استعمالاتها في البناء و التسقيف و التكسية و غير ذلك كما أنها تستعمل أيضا في بناء السلالم و الأرضيات .....إلخ , و هذا بسبب شدة قوتها و مقاومتها لجميع العوامل الداخلية والخارجية سواء كانت بفعل الطبيعة أو العامل البشري .

صور **11.I**: صور لبعض نماذج اشكال البناء بالجبس التقليدي (التمشمت) في القصر

و يستخدم التمشمت على عدة أشكال , فيستعمل أحيانا نقيا خاصة في تكسية المنازل و تبييضها من الداخل , كما يستعمل كخليط مع الطين أو الرمل أو هما معا في التكسية الخارجية و في التسقيف سواء كان المسطح لأنه يوضع كطبقة خارجية لمنع مياه الأمطار , أو في إنشاء القباب حيث يلعب دورا أساسيا في تماسك مواد البناء , و لكن عند استعمال الخليط يجب مراعاة نسب المواد الممزوجة إذ يجب ألا تكون نسبة التمشمت صغيرة , فقد دلت بعض التجارب أن إضافة الجبس التقليدي (التمشمت) بكميات أقل من 5% إلى الطين نجد أن قدرة المزيج في مقاومة الضغط تقل ولكنها تعود لتزداد كلما زادت نسبة التمشمت في ألخليط , ويعزى تناقص مقاومة الطين للضغط , أي أن الجير يعمل على تحطيم قوى الربط الموجودة في الطمي لتصبح المواد المضافة هي قوى الربط الأولى بين مواد الخليط , لذا كلما كانت نسبة الطمي عالية في الطين تطلب ذلك كمية أكبر من الجير لتحطيم روابط الطمي .

التصاميم والأشكال المستخدمة بالجبس تختلف باختلاف المكان ففي المكاتب يفترض الشكل ذو الطابع الهندسي الجبسي، وفي القصور والمنازل يأخذ شكل القباب والأعمدة والأقواس، إضافة إلى المدافئ الجبسية والنافورة التي تزين واجهة المنزل أو القصر[1]

صور **12.I** : صور لبعض نماذج اشكال التزيين في القصر

7.I. أهم الخصائص التي يتميز بها الجبس التقليدي (التمشمت):

للجبس التقليدي مميزات كثيرة منها :

- ✓ سرعة التصلب و هذا لاحتوائه على نسبة معتبرة من الفحم .
- ✓ بارد في الصيف و دافئ في الشتاء .
- ✓ اقتصادي في التكلفة .
- ✓ عازل للحرارة و الصوت في آن واحد .
- ✓ خاصية خفة الوزن
- ✓ سهولة تشكيله بفضل ليونته قبل الجفاف.
- ✓ يستعمل في تشكيل لوحات فنية على مستوى الجدران والواجهات ويمكن ادخال بعض المواد المحلية في صنعه مثل ليف النخيل.

ومن السلبيات الجبس التقليدي (التمشمت) نجد :

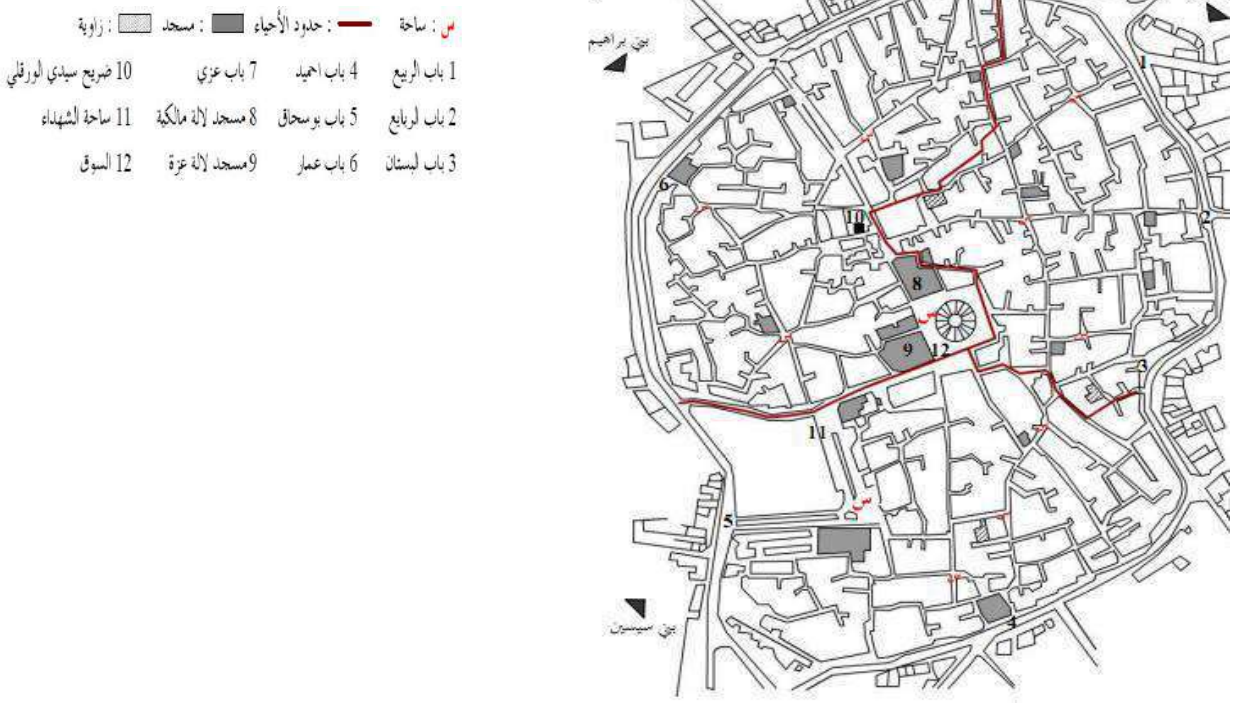
- ✓ عدم مقاومته للرطوبة
- ✓ سرعة تصلبه
- ✓ عدم توفر الأفران و اندثار حرفة تصنيعه.
- ✓ عدم إمكانية القدرة على البناء أكثر من طابق أو طابقين .

I.8.وصف عام لبعض نماذج قصور الصحراء في الجزائر :

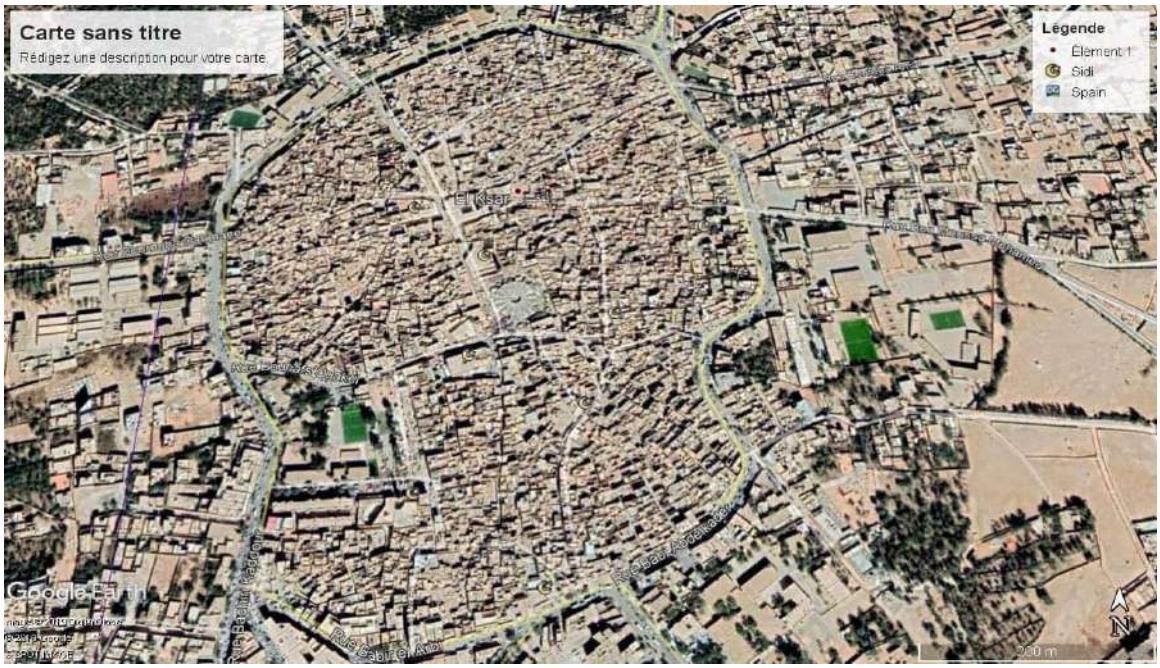
I.8.1. قصر ورقلة :

شيد قصر ورقلة فوق هضبة جيرية كبيرة بواد مية مما جعله يتوفر على الكثير من المياه الجوفية, و يتربع على مساحة تقدر بحوالي 30 هكتار , يقع القصر شمال مدينة ورقلة الحالية و يمثل أحد المعالم التاريخية الكبيرة , كما أن الموقع الجغرافي الإستراتيجي للقصر جعل منه سوق مفتوحة للعديد من التجار وممر للعديد من القوافل التجارية (طريق الملح، العاج ...) إضافة إلى هذا كان معبر للحجيج وقد ساهم الجانب الأمني والطبيعة المناخية الصحراوية للمنطقة في تجمع السكان في قصور محصنة وبجانب مساحات كبيرة من واحات النخيل.

حيث تم في 05 مارس 1996 تصنيف قصر ورقلة ضمن المعالم الوطنية والتاريخية كما تم استحداثه كقطاع محفوظ في 28 مارس 2011 , و لا يزال عامرا إلى يومنا هدا إلا أن هناك الكثير من أجزاءه تعرضت للانهيار , وقد استفادة قصر ورقلة من برنامج التأهيل رغم النقائص التي شابت العملية و يقترب الشكل العام لقصر ورقلة من الشكل الدائري المخطط **I.13** . .



المخطط **I.13** . مخطط عام لقصر ورقلة و أهم معالمه [2] (من مخطط معد من طرف PDAU ورقلة)



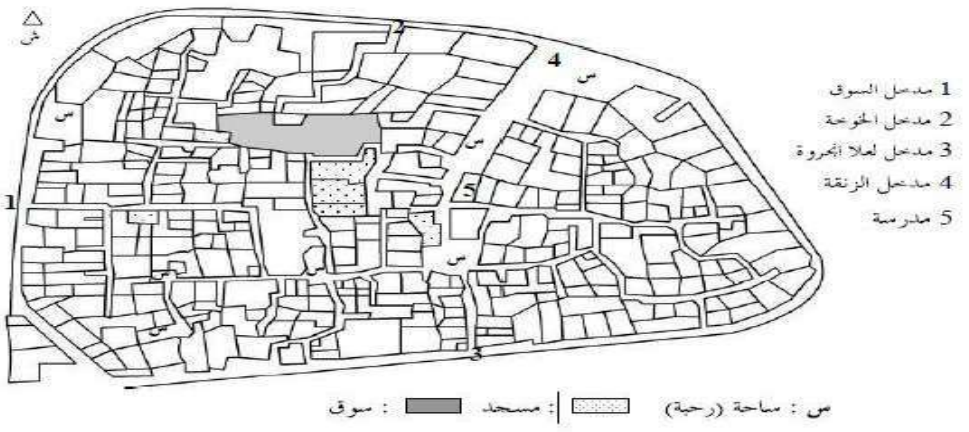
الصورة **I.14. صورة علوية لقصر ورقلة**

I.2.8. قصـــــــــــــر تماسيـــــــــــن :

قصر تماسين واحد من القصور واد ريغ و من أهم قصور المنطقة باعتبار دوره التاريخي و الديني و العلمي المتميز منذ وقت طويل , يقع القصر على هضبة يبلغ ارتفاعها حوالي 08 أمتار , بمساحة تقدر حوالي 12 هكتار .

بقي القصر عامرا إلى عهد قريب لكن الأمطار الطوفانية التي أتت على المنطقة في الستينيات و التسعينات أدت إلى تدمير القصر و أرغمت سكانه على هجرته بشكل شبه كلي , و لكون القصر مصنف تراثا وطنيا ,عكفت الجهات المعنية على تكريس جهودها من أجل تأهيله وترميمه .

شكل القصر قريب من المستطيل (الشكل 02) يمتد طوله من المشرق إلى المغرب على حوالي 400 م , وعرضه شمال إلى الجنوب حوالي 300 م و يتسم النسيج العمراني للقصر بالتجانس و الانتظام مما جعله كتلة واحدة تتشابه جميع



مخطط **I.15.**:يمثل مخطط عاما لقصر تماسين [2]
(من مخطط معد من طرف (DUCH)ورقلة)

9.I.خلاصة:

يعتبر هذا الفصل كمدخل عام للبحث بتطرقه لبعض جوانب النظرية للموضوع , بداية من الإستعراض بشيء من التفصيل لأهم المفاهيم التي يرتكز عليها الموضوع و هي صناعة الجبس التقليدي (التمشمت) , تم التطرق بعد ذلك لأسس النظرية للبحث حيث تم استعراض جميع تقنياتها و أساليبها من خلال مفهومها , و حيث أنها تمثل ميزة أساسية للطابع المعماري الصحراوي التراثي .

دراستنا هذه متعلقة بمدي تأثير درجة الحرارة الحرق على نوعية الجبس التقليدي (تمشمت) وعلية قمنا بحرق عدة احجار في درجات حرارة مختلفة .

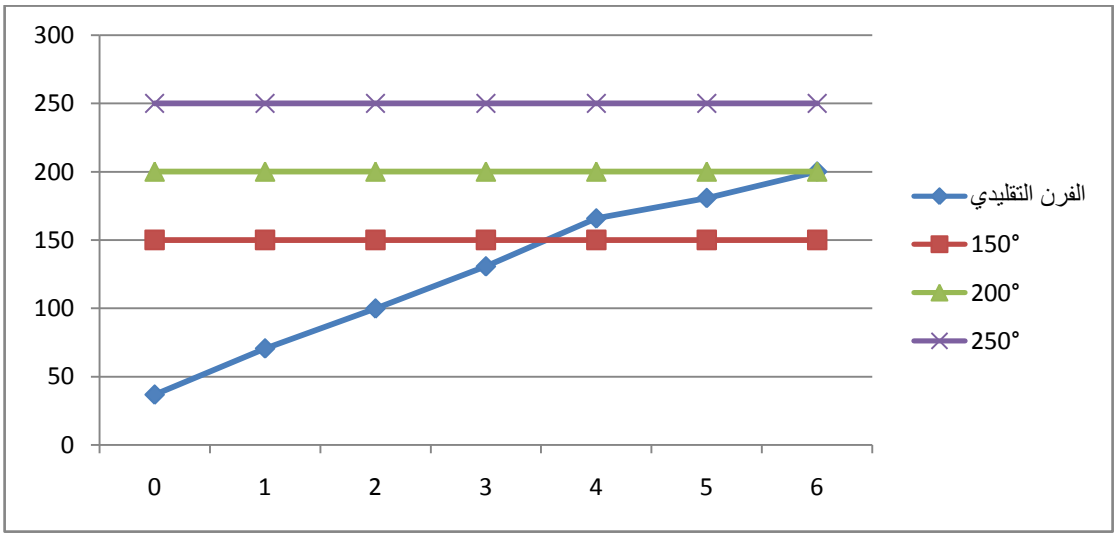
الفصل الثاني

1.II. المقدمـــــــة :

في هذا الفصل قمنا بحرق عدة حجارة في درجات حرارة متفاوتة في الفرن الحديث (الكهربائي)،و الهدف من هذه العملية هو معرفة درجة الحرارة المثالية التي يكون فيها الجبس التقليدي (تمشمت) في أحسن حالاته دون أن نلغي جانب المقارنة بين الحجر الأبيض والأحمر ومعرفة خصائص كل واحد منها ،ولهذا الغرض قمنا ببعض التجارب الكيميائية والفيزيائية لمساعدتنا في الإجابة على السؤال المطروح << ما هي درجة الحرارة المناسبة، وما هو الحجر الأفضل؟>>. أجريت التجارب في مخبر الجامعة و مخبر الأشغال العمومية في الجنوب بورقلة .

في هذه الدراسة سنحاول معرفة درجة الحرارة اللازمة لتصنيع الجبس التقليدي (تمشمت) مـــن خـــلال تثمين و استغلال الموارد المحلية المتواجدة بكثرة في منطقة ورقلة ولهذا فقد قمنا بدراسة درجة حرارة الفرن التقليدي و حاولنا محاكاتها بفرن كهربائي في درجات حرارة متفاوتة .

الصورة **1.II**:ا لفرن الكهربائي و الفرن التقليدي المستعملان في الدراسة



المخطط **2.II: يوضح تغير درجات الحرارة**

II.2. التجـــــــــارب الفيزيائيـــــــة

II.2. 1. تجربة التحليل الحبيبي : XP P94-041 :

تعتمد هذه التجربة على الغربلة عبر غرابيل قياسية مرتبة ترتيبا تنازليا من الأعلى إلى الأسفل , حيث قمنا بإجراء التجربة عينة بوزن 200 غ بهدف تحديد أقطار العينة ومعرفة توزيع نسبة العناصر المكونة لها

II.2.2. تجربة التحليل الحبيبي بالترسيب : NFP 94-057 :

هي تجربة مكملة لتجربة التحليل الحبيبي بالغربلة وتعتمد على قانون ستوكس لقياس سرعة الترسيب وإظهار الجزيئات الدقيقة الكروية تحت تأثير قوة انجذاب مقاومة في المركز

II.2.3. تجربة الكتلة الحجمية

a)الكتلة الحجمية الظاهرية : NF P18-554 :

تعتمد هذه التجربة على ملئ إناء حجمه معروف وحساب كتلته:

بالعلاقة التالية :(M_V) تحسب الكتلة الحجمية الظاهرية

$$\mathbf{M = M1 - M0}$$

حيث أن:

$$\gamma app = \frac{M}{\dot{V}} \quad \text{II.1}$$

M0: وزن الإناء +العينة

M0: وزن الإناء

V: حجم الإناء

b) الكتلة الحجمية المطلقة : NF P18-301:

تحسب الكتلة الحجمية المطلقة abs بالعلاقة التالية :

$$\gamma abs = \frac{Ms}{V_2 - V_1} \quad \text{II.2}$$

II.2. 4. تجربة حيود الأشعة السينية :

إن الغاية من استخدام تقنية الحيود أشعة السينية (X-ray diffraction technique) هو دراسة البنية الدقيقة (fine structure) للمادة و معرفة التركيب البلوري (cristallographie structure) لها .

ولكي نفهم بشكل جيد الطرق التجريبية المستخدمة في حيود الأشعة السينية (DRX) من الضروري دراسة المواضيع الأساسية المتعلقة بالهندسة البلورية (Crystal engineering) و أساسيات الوصف العام للبنية البلورية (Crystal structure) و مبادئ حيود الأشعة السينية عليهما .[3]

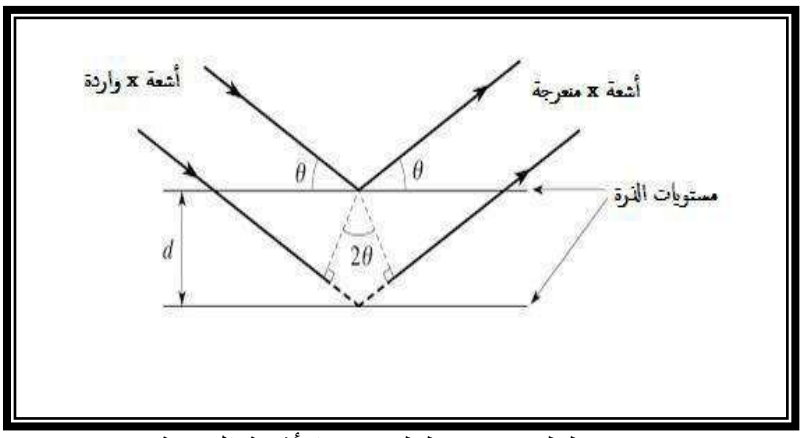
يستند مبدأ جهاز الأشعة السينية على العلاقة التالية:

$$n\lambda = 2dsin\,\theta \quad \text{II.3}$$

و تعرف هذه المعادلة باسم قانون براغ (Bragg's law) حيث :

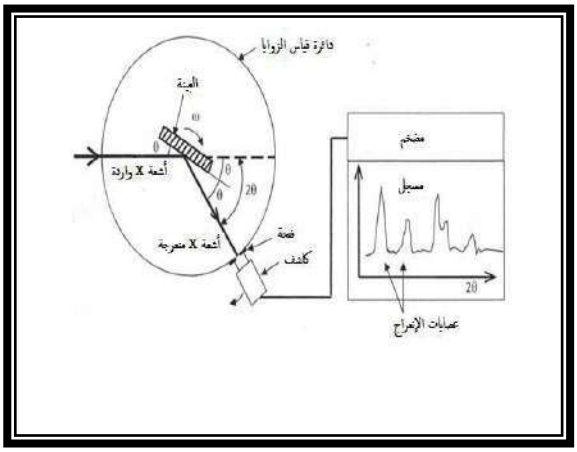
- ✓ n هو مرتبة الحيود (rank diffraction) .
- ✓ λ هو الطول الموجي (wave length) .
- ✓ d المسافة البينية.(interlayer distance) .

يحدث حيود الأشعة السينية ذات الطول الموجي λ فقط عند زاوية خاصة θ تعين من خلالها المسافة البينية d (d-spacing) بين المستويات البلورية [3]

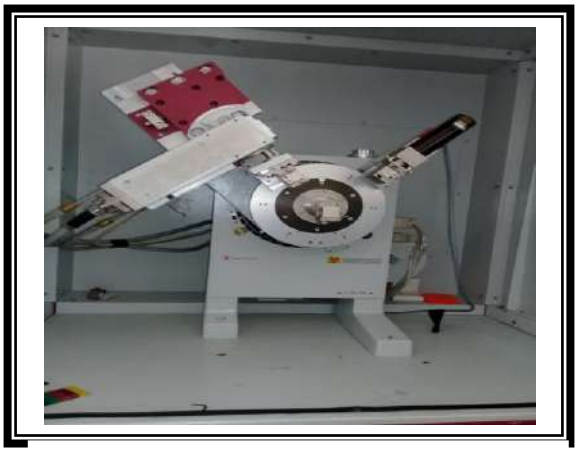


مخطط **3.II** مخطط حيود الأشعة السينية

تثبت العينة (sample) على قاعدة الحامل , يمكن لها أن تدور حول محور عمودي كما في الشكل (2-2) تصدر الأشعة السينية من المنبع (source) ثم تنعرج من خلال العينة لتشكل أشعة منعرجة (reflected rays) ثم تركز عند فتحة الكاشف (detector) حيث تدخل إلى العداد (counter) .[3].



المخطط :II. 4 مسار الأشعة داخل جهاز حيود الأشعة



الصورة II.5: الجهاز انعراج حيود الأشعة السينية المستعمل فى الدراسة

3.II. التجارب الفيزيائية و الكيميائية للحجر الأبيض

العينات : T_0 = عينة الحجر الأبيض غير محترق , T_1= عينة الفرن التقليدي , T_2 = عينة 150°

T_3 = عينة 200° , T_4 = عينة 250°

3.1.II. التجارب الفيزيائية:

-تجربة التحليل الحبيبي والترسيب:

الصورة **6.II**: صور لتجربة التحليل الحبيبي و الترسيب

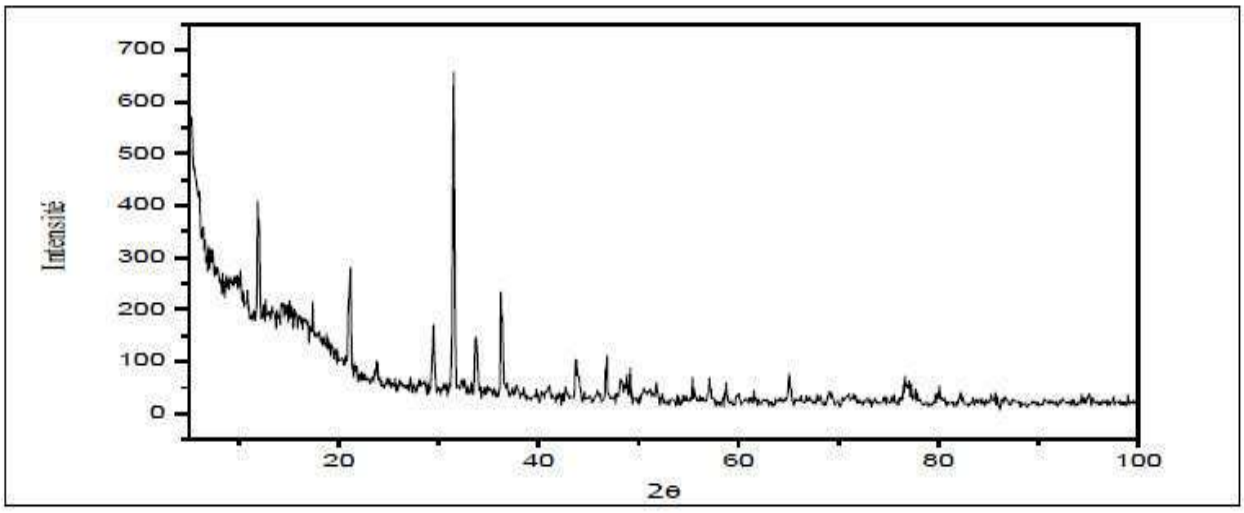
من خلال الجـــدول 1.II: نلاحظ مايلي

- ✓ بالنسبة ل T_1 وجود نسبة كبيرة من الحبيبات الخشنة و الناعمة في حين نجد أن نسبة الطمي فيه ضعيفة .
- ✓ بالنسبة للعينة T_2 نلاحظ ان العينة تحتوي على نسبة من الحصى ة الحبيبات الخشنة و نسبة من الحبيبات الناعمة و الطمي .
- ✓ العينة T_3 فنلاحظ وجود نسبة كبيرة من الحبيبات الناعمة مقارنة بالعينات الأخرى مما يجعلها تتميز عن باقي العينات و هي صالحة لمختلف الاستعمالات .
- ✓ العينة T_4 بها نسبة كبيرة من الحبيبات الناعمة و الطمي ونسبة معتبرة من الطمي خلاف العينات الأخرى

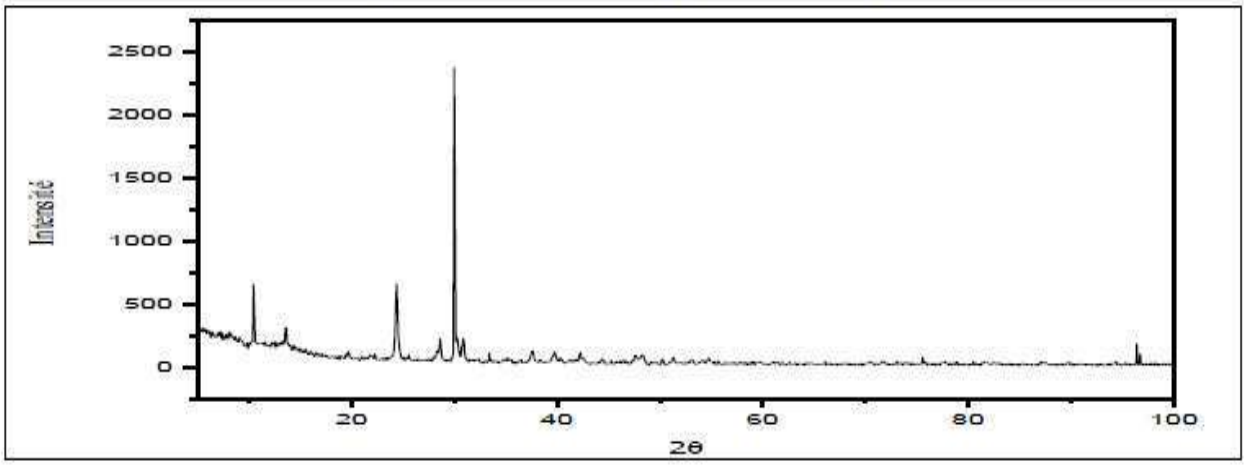
3.II. 2. تجربة الكتلة الحجمية

3.3.II. التجربة حيود الأشعة السينية :

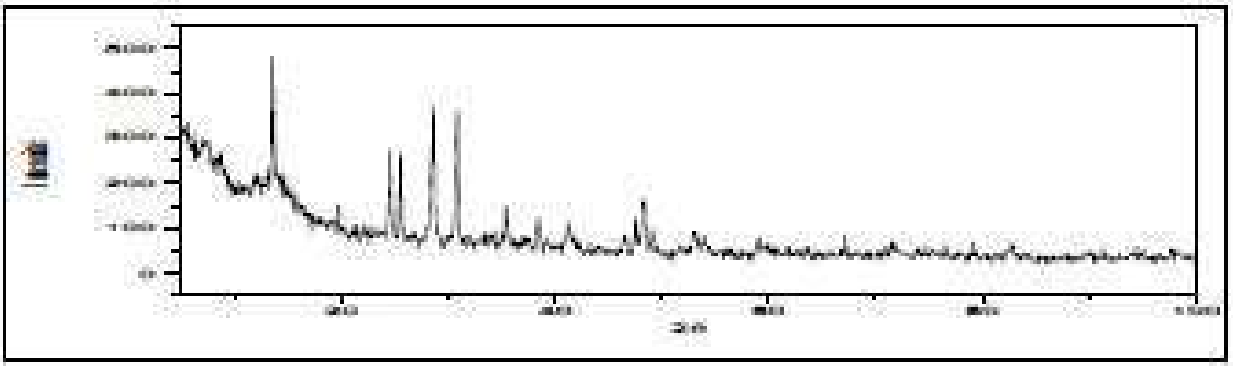
وبعد وضع العينة في الجهاز يتم تشغيل الجهاز حيث نتحصل على النتائج التالية من خلال برنامج :



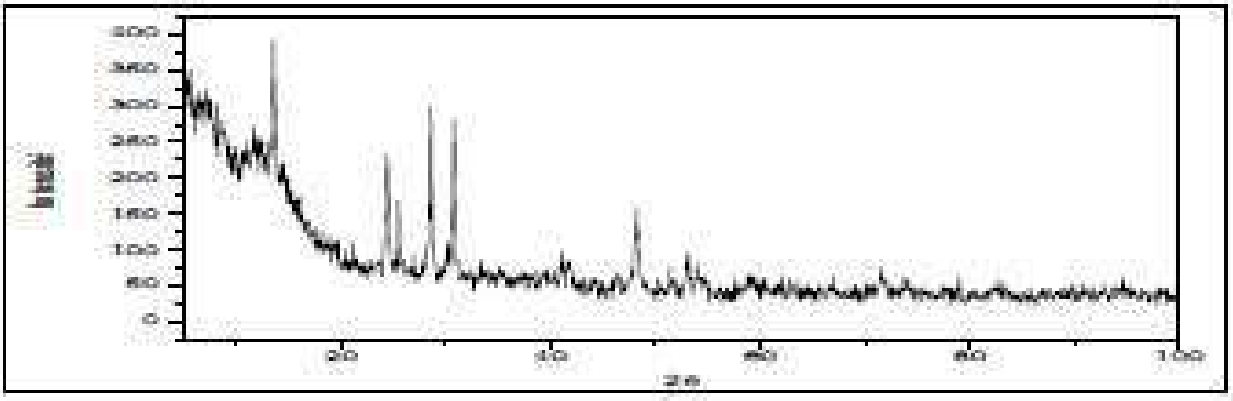
المخطط II.9. مخطط انعراج الأشعة السينية للحجر الأبيض



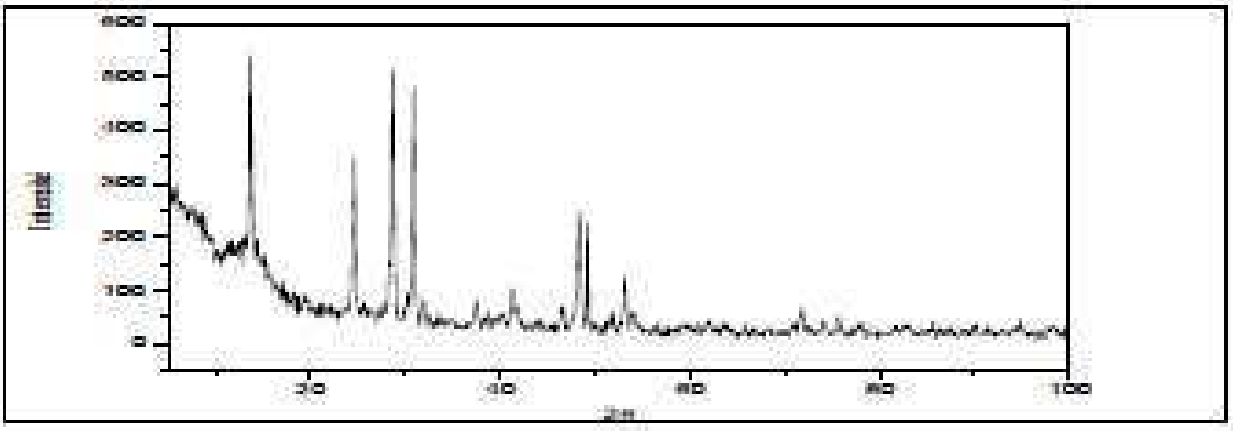
المخطط II.10. مخطط انعراج الأشعة السينية لعينة الفرن التقليدي



المخطط II.11. مخطط انعراج الأشعة السينية للعينة 150°



المخطط II.12. مخطط انعراج الأشعة السينية للعينة 200°



المخطط II.13. مخطط انعراج الأشعة السينية للعينة 250°

تحليل نتائج المنحنيات الحجر الأبيض :

تم معالجة هذه المخططات باستخدام برنامج(الماتش) بينت و قد بينت النتائج أن الجبس التقليدي و المحترق في الفرن الكهربائي لمنطقة ورقلة في كل حالاته يتميز بطبيعة أن جميع العينات تتكون من الكالسيت ($CaCO_3$)كبريتات الكالسيوم ، وهو الذي ميز من خلال إنعراجه البارز الرئيسي و الشديد عند الزوايا الإنعراج 2θ : 11.24 : 24.11 : 30.05 : 33.65 : 35.53 : 35.59: 47.47 : 60.36 [4] .

أما القمم : : 42.20 : 55.02 : 60.36 : 76.04 : 83.91 فدلت على وجود الكوارتز (SiO_2) و يعود الانعراج الخفيف و الضئيل جدا إلى وجود نسبة ضئيلة من الكوارتز في العينات .

فقد تبين لنا أن العينات الحجر الأبيض جميعها تحتوي على الكالسيت و الكوارتز حيث تظهر منحنيات الإنعراج جميعها وجود الطورين معا [4] .

كما تميزت العينات البيضاء بانعراجات عند 33.77 : 37.54 : 41.96 : 51.73 و هي تشير إلى وجود الدولميت ($(CaMg(CO_3)_2)$) ، كما حوت هذه العينة على نسبة كبيرة من الجبس ($CaSO_4 2H_2O$) ذل عليها الإنعراج عند 11.91 .

II.3.4. التجارب الكيميائية :NFP15-461

تجربة التحليل الكيميائي للتهشمت أعطت النتائج الموضحة بالجدول() ادناه :

الصورة **II.14**: صور للتجارب الكيميائية

II.4. التجارب الفيزيائية و الكيميائية للحجر الأحمر

العبنات : T_0 = عينة الحجر الأحمر غير مخترق T_1= عينة 150° , T_2 = عينة 200° , T_3 = عينة 250°

التجارب الفيزيائية :

II.1.4 . تجربة التحليل الحبيبي و الترسيب :

من خلال جدولII .3: نلاحظ مايلي

- ✓ بالنسبة للعينة T_1 وجود نسب كبيرة من الحبيبات الخشنة و الناعمة.
- ✓ بالنسبة للعينة T_2 نلاحظ وجود نسبة كبيرة من الحبيبات الخشنة والناعمة مقارنة بالأصناف الأخرى من الحبيبات.
- ✓ العينة T_3 وجود نسب كبيرة من الحبيبات الخشنة و الناعمة ..

II.2.4. تجـــــربة الكتلـــــة الحجميـــــــة :

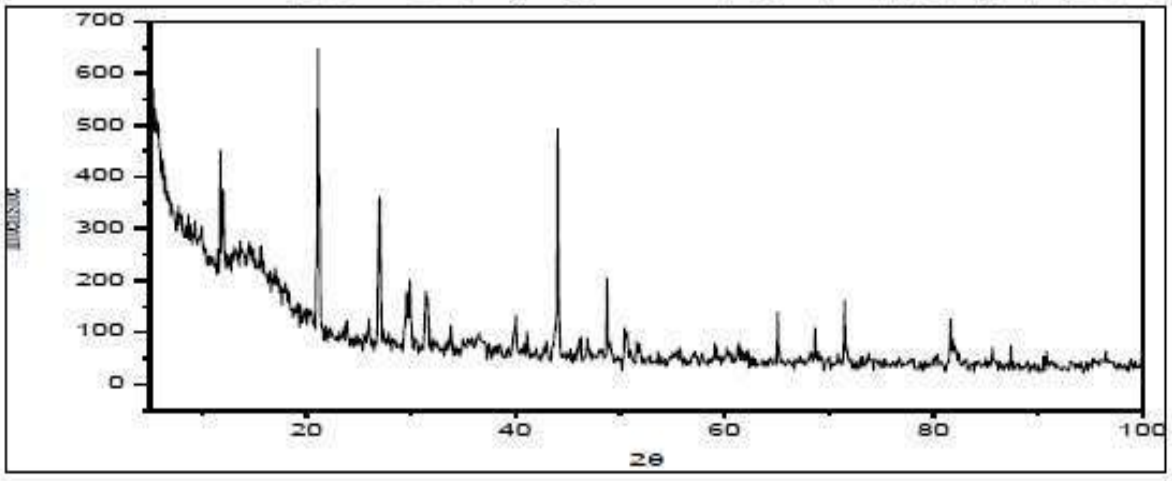
من خلال الجدول II.4. نلاحظ اختلاف في الكتلة الحجمية المطلقة قبل و بعد الحرق و هذا ناتج من عملية نزع الماء للعينات تحت درجات حرارة مختلفة.

المخطط **II.15** منحنى تجربة التحليل الحبيبي بالغربلة والترسيب لعينة الحجر الأحمر

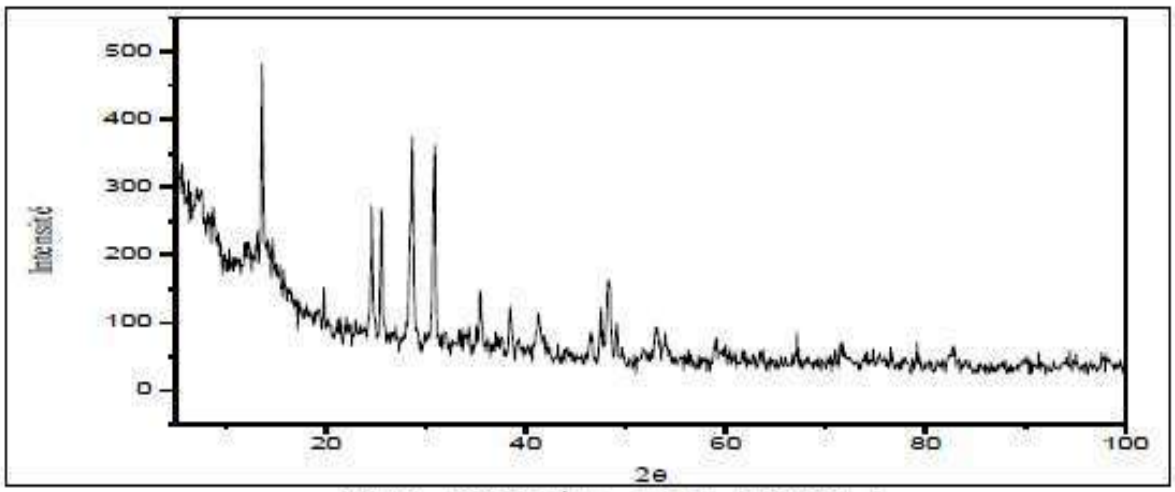
نلاحظ أن العينة T_3 أعطت أكبر قيمة في الكتلة الحجمية المطلقة و هذا تنيجة التأكسد العالي للحبيبات الجبس التقليدي (التمشمت) تحت تأثير درجة حرارة 250° .

3.4.II. تجربة حيود الأشعة السينية :

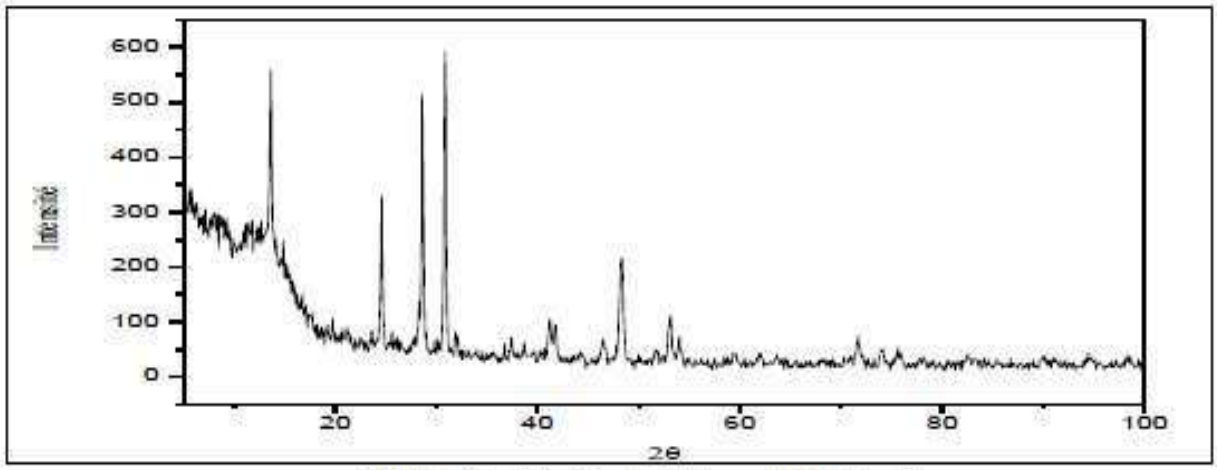
وبعد وضع العينة في الجهاز يتم تشغيل الجهاز حيث نتحصل على النتائج التالية من خلال برنامج :



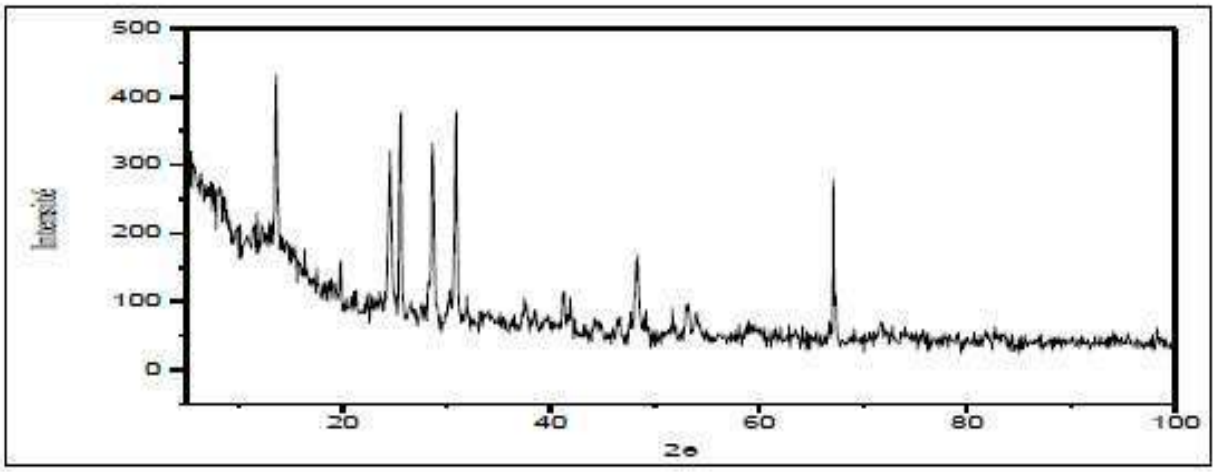
المخطط **16.II**. مخطط انعراج الأشعة السينية للحجر الأحمر



المخطط **17.II**. مخطط انعراج الأشعة السينية لعينة 150°



المخطط **II.18.** مخطط انعراج الأشعة السينية لعينة 200°



المخطط **II.19.** مخطط انعراج الأشعة السينية للعينة 250°

تحليل نتائج المنحنيات الحجر الأحمر:

أما بالنسبة لهذه العينات فقد بينت نتائج أن الجبس التقليدي و المحترق في الفرن الكهربائي لمنطقة ورقلة في كل حالاته يتميز بطبيعة أن جميع العينات تتكون من الكالسيت ($CaCO_3$)كبريتات الكالسيوم ، وهو الذي ميز من خلال إنعراجه البارز الرئيسي و الشديد عند الزوايا الإنعراج 2θ : 24.11 : 30.05 : 33.65 : 35.53 : 35.59: 47.47 : 60.36 [3] .[4].

أما القمم : : 42.20 : 55.02 : 60.36 : 76.04 : 83.91 فدلت على وجود الكوارتز (SiO_2) و يعود الانعراج الخفيف و الضئيل جدا إلى وجود نسبة ضئيلة من الكوارتز في العينات .

فقد تبين لنا أن العينات الحجر الأحمر جميعها تحتوي على الكالسيت و الكوارتز حيث تظهر منحنيات الإنعراج جميعها وجود الطورين معا [3] .[4] .

إن نتائج التحليل هذه شبه الكمي غير دقيقة ، ذلك أن الأطوار البلورية المكونة للجبس التقليدي تشترك في العديد من قمم الانعراج ، حيث يبدأ تأثير التسخين على تركيب الجبس عند تسخين في درجات حرارة 200° ، وذلك بظهور

طورين حديدين ، هما anhydriteو bassanite ، ينتجان عن الفقد المستمر للماء من الجبس ، و هو ما يفسر تماما ظهور قمم انعراج جديدة تابعة للـ anhydrite عند الزوايا 25.67 : 32.01 : 38.48 : 39.67 ، و أخرى تابعة للـ bassanite عند الزاويتين : 14.61 : 30.02 [4] .

الجدول II.5 يوضح نتائج التجارب الكيميائية : NFP15-461 :

نلاحظ من خلال الجدول II.8 أن نسبة كبريتات الكالسيوم المائية تتناقص كلما زادت درجة حرارة الحرق **وايضا نسبة الكبيريتات الكربون متزايدة في**

II.5. خلاصة :

على ضوء تحديد خصائص مواد البناء المستعملة في الدراسة أسفرت الدراسة على النتائج التالية:

- ✓ وجود نسب متفاوتة في جميع أقطار الحبيبات بكل العينات .
- ✓ وجود فراغات بين الحبيبات
- ✓ من خلال تجربة(DRX) نلاحظ بروز تام للعنصرين الكوارتز و الكالسيت في كل العينات

وعليه فإن تجربة DRX تؤكد جميع نتائج المتحصل عليها في تحليل الكيميائي للعينات .

الفصل الثالث

III-1 مقدمة

في هذا الفصل قمنا بتصنيع عينات بأبعاد (4 ×4 ×16) سم بالحجر الأبيض والأحمر لكل من العينات المحروقة في درجات حرارة متفاوتة إضافة إلى عينة الفرن التقليدي والجبس الصناعي بهدف دراسة فعاليتها الميكانيكية والحرارية على غرار التجارب:

- تجربة الضغط.

- تجربة الانحناء.

- تجربة قياس سرعة الصوت.

- تجربة الناقلية الحرارية.

III .2. تحضير العينات

مخططIII .1: يوضح تحضير العينات

III.3. الكتلة الحجمية

هي مقدار فيزيائي، تميز نوع المادة وتمثل وحدة حجم هذه المادة حيث يرمز لها ب ρ ووحدتها المتداولة هي g/cm^3 [5].

من خلال التجارب نلاحظ:

- العينة في درجة 150° هشة وهذا لوجود فراغات داخلها تتشكل هذه الأخيرة من عدم التماسك الجيد للروابط.
- العينة في درجة 200° متماسكة وهذا راجع لتماسك الروابط بشكل جيد وقلة الفراغات داخل العينة.
- في درجة حرارة 250° تقل الكتلة الحجمية مرة أخرى وهذا راجع لهشاشة العينة حيث تعتبر هذه الحرارة مفككة ومكسرة للروابط الكيميائية.

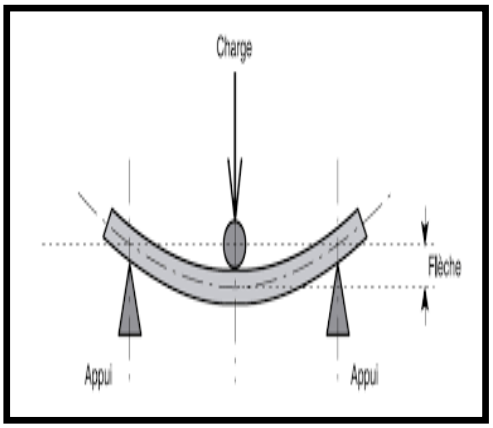
-الحجر الأبيض يسجل قيمة أحسن من الحجر الأحمر وهذا لأن الكتلة الحجمية المطلقة للحجر الأبيض 1,93 مقارنة بالكتلة الحجمية للحجر الأحمر 1,08

- عينة 200° في الحجر الأبيض هي الأحسن مقارنة بعينة الفرن التقليدي والجبس الصناعي.

III.4. التجارب الميكانيكية

III.4. 1. تجربة الانحناء (NF P15-471)

الهدف من هذه التجربة هو معرفة قوة تحمل العنصر تحت قوى الانحناء .مبدأ التجربة يكون بوضع العينة في الجهاز الخاص بالانحناء وهذا بأخذ ثلاث نقاط للارتكاز حيث توضع في مساند بعدها نطبق عليها قوة، تنزع هذه الأخيرة بمجرد انهيار العينة وانقسامها إلى جزأين وتسجل القيمة العظمى.



الصورة III.3: توضح تجربة الانحناء

$$R_f = \frac{3FL}{2bh^3} \quad \text{.....(3.1)}$$

حيث:

R_F : مقاومة الانحناء ب MPa.

F: القوة الطبقة على العينة N

L : طول ضلع مقطع العينة ب mm.

h : ارتفاع العينة ب mm

b:عرض العينة بmm

نلاحظ من التجارب أن:

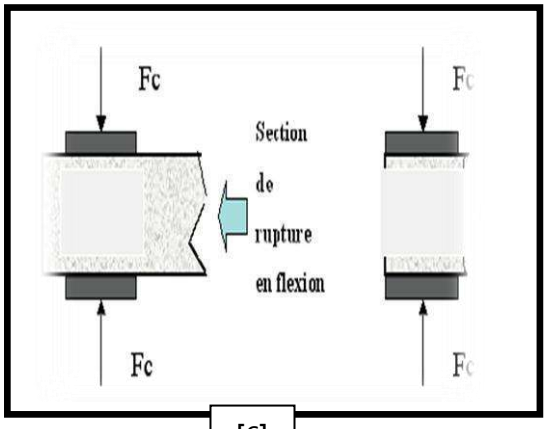
- عينات الحجر الأبيض أكثر مقاومة لقوى الانحناء مقارنة بعينات الحجر الأحمر وذلك لتوفر الأخير على كميات معتبرة من الطين مما يؤدي إلى انخفاض مقاومته لقوى الانحناء.

- الجبس بالحجر الأحمر في درجة حرارة 200° مقاوم أكثر من الجبس الصناعي وجبس الفرن التقليدي وهذا لأن الجبس التقليدي (تمشمت) يحتوي نسبة معتبرة من الماء وعند الحرق في درجة حرارة 200° يجف الماء الموجود بالعينة ولكن دون تفكك روابطها الكيميائية عكس ما يحصل في بقية درجات الحرارة والجبس الصناعي.

- ومن جهة أخرى نلاحظ أن جبس الحجر الأحمر في درجة 150° هو الأقل مقاومة لقوى الانحناء مقارنة بالبقية.

2.4.III تجربة الضغط (NF P15-471)

الهدف منها معرفة مقاومة الضغط البسيط للعينة. مبدأ التجربة يكون بأخذ عينة ووضعها في جهاز الضغط حيث نطبق عليها قوة تجعل منها تنهار،حيث في نفس لحظة الانهيار ننزع القوة المطبقة.



[6]

5.III: صور توضح تجربة الضغط

$R_c = \frac{F_C}{S}$.....(III.2)

حيث :

R_c: مقاومة الضغط ب Mpa.

F_c : قوة الضغط المطبقة على العينة ب N.

s: مساحة العينة المطبق عليها الضغط mm .

نلاحظ من خلال التجارب) أن:

- الجبس بالحجر الأبيض في كل درجات الحرارة هو الأكثر مقاومة مقارنة ببقية أنواع الجبس والسبب يكمن في أن الحجر الأحمر يحتوي على نسبة من الطين عكس الحجر الأبيض نظرا لطبيعة الطين الذي يقلل من مقاومة العينة للضغط.

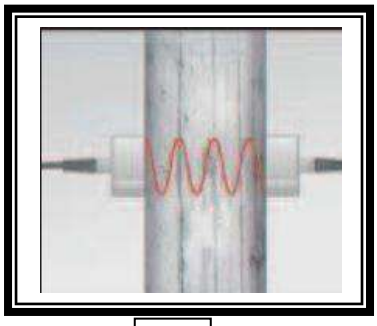
- درجتي الحرارة 200° و250° متقاربة بالنسبة للحجر الأبيض .

- جبس الحجر الأحمر المحروق في الدرجة 200° هو الأكثر مقاومة لقوى الضغط مقارنة بالجبس الصناعي وجبس الفرن التقليدي.

III.3.4: تجربة قياس سرعة الصوت بالموجات فوق الصوتية (Norme NF P 18.418)

اختبار بالموجات فوق الصوتية هذا الاختبار هو قياس سرعة الصوت في الجبس باستخدام جهاز يضم (صندوق قياس وجهاز إرسال واستقبال الأمواج).

مبدأ التجربة هو الضغط على اثنين من رؤوس القياس الخاصة بالعينة وهذا باستعمال لاصق الاتصال الذي يسهل الانتقال مع وجوب أن يكون سطح العينة مسطح ونظيف بشكل معقول [6]



[6]

III.7: صور توضح مبدأ عمل الجهاز

$$V = \frac{S}{t} \quad \text{.....(III.3)}$$

V: سرعة الصوت.

s: المسافة بين رؤوس العينة ب m .

t: الزمن (s) .

نلاحظ من خلال التجارب أن:

- جبس الحجر الأبيض هو الأكبر في سرعة الصوت.

- الجبس في درجة حرارة 200° للحجر الأبيض بفراغات أقل مقارنة ببقية الأنواع في درجات الحرارة مختلفة.

- الجبس الصناعي وجبس الفرن التقليدي مع عينة 150° هم الأقل سرعة ومنه الأكثر إحتواءا على الفراغات كلما كانت السرعة اكبر تكون العينة أحسن وهذا بسبب قلة الفراغات الموجودة داخلها.

III.5. التجارب الحرارية

في هذه التجارب صنعنا عينات (7 x 7 x 28) بنفس الخطوات التي قمنا بها في صناعة عينات (4 x 4 x 16).

صورة III.9: توضح عينات بحجم (7 x 7 x 28)سم

نقوم بهذه التجربة لغرض معرفة الناقلية والمقاومة الحرارية داخل العينة ولهذا الغرض قمنا بهذه التجربة وذلك في مخبر الهندسة المدنية بجامعة غرداية.

صورIII . 10: توضح جهاز قياس الناقلية الحرارية ٨

III.5.1. الناقلية الحرارية ٨

تعتبر الناقلية الحرارية خاصية تشير إلى قابلية المادة لنقل الحرارة، وتقاس ب w/m.k.

من خلال التجارب نلاحظ:

- عموما قيم الناقلية الحرارية ٨ جيدة وذلك راجع لطبيعة الجبس.

- عينات الحجر الأحمر أحسن من عينات الحجر الأبيض وذلك راجع للفراغات داخل العينات.

- عينة 200° في الحجرين الأبيض والأحمر لها نفس قيمة الناقلية 0,2 w/m.k.

- كلما زادت درجة الحرارة التي حرق فيها الحجر نقصت الناقلية داخل العينات.

- نلاحظ أن عينة الجبس الصناعي لها أعلى قيم الناقلية 0,32 w/m.K.

- الجبس الصناعي تم حرقه في درجة متوسطة تصل إلى 130° لهذا السبب نجده أكثر ناقلية من بقية أنواع الجبس المحروقة في درجات أعلى[7].

2.5.III. المقاومة الحرارية

المقاومة الحرارية هي المقاومة التي يبديها العنصر أمام انتقال الحرارة بالتوصيل عبر سماكته، وزيادتها تعني زيادة قدرة العنصر على عزل الحرارة لذلك يطلق عليها أيضا بمصطلح (العازلية الحرارية)، ويتم حسابها بقياس سماكة المادة على موصليتها ووحدتها هي $m^2.k/w$ [8].

$$R_{th}=\frac{e}{\lambda} \quad \text{.....(III.4)}$$

R_{th}: المقاومة الحرارية ب $m^2.k/w$.

e: الطول المخترق من طرف الشعاع الحراري ب m

٨: الناقلية الحرارية ب w/m.k

من خلال التجارب نلاحظ:

- جبس الحجر الأحمر هو الأكثر مقاومة للحرارة وهذه النتائج منطقية وذلك نظرا للعلاقة الرياضية بين المقاومة والناقلية الحرارية.

- درجة الحرق 200° في الحجرين الأحمر والأبيض متساوية من حيث المقاومة الحرارية.

- جبس الحجر الأبيض أحسن من جبس الفرن التقليدي والجبس الصناعي.

6.III خلاصة:

من خلال الدراسة التجريبية نستطيع أن نقول أن:

- نتائج جبس الحجر الأبيض أحسن من نتائج جبس الحجر الأحمر من الناحية الميكانيكية ومقبولة من الناحية الحرارية.

- عينة 200° أثبتت فعاليتها من الناحيتين الميكانيكية والحرارية مقارنة بالجبس الصناعي وجبس الفرن التقليدي.

- جبس الحجر الأبيض أحسن من جبس الفرن التقليدي والصناعي.

في الأخير نقول أن درجة 200° هي الدرجة الأنسب للحرق.

خلاصة عامة:

خلاصة عامة

في إطار تثمين الموارد الطبيعية قمنا بهذه الدراسة على الجبس التقليدي (تمشمت) الذي يعتبر من أهم مواد البناء التقليدية التي اعتمدها الإنسان من القدم ولأنها مادة تحتوي على كميات هائلة من الماء كانت تحرق في أفران خاصة تقليدية الصنع.

في هذه الدراسة حرق الجبس التقليدي (تمشمت) في فرن حديث كهربائي بدرجات حرارة مختلفة وهذا لغرض محاكات النتائج مع الجبس المحروق في الفرن التقليدي ومقارنتها أيضا معا جبس الفرن الصناعي.

إضافة إلى مقارنة الحجارة الأبيض والأحمر، ولأجل معرفة الحجر الأفضل ودرجة الحرارة المناسبة قمنا بتجارب فيزيائية، كيميائية، ميكانيكية والحرارية.

في نهاية الدراسة نستطيع القول أن:

- كلما زادت درجة الحرارة تقلص حجم الحبيبات داخل العينة وهذا ما تم تفسيره بالتجارب الفيزيائية.

- الحجر الأبيض يتميز عن الحجر الأحمر في الخصائص الميكانيكية.

- العينة المحروقة في درجة حرارة 200° للحجر الأبيض لها خصائص جيدة من الناحية الميكانيكية ومقبولة من الناحية الحرارية.

- الحجر الأحمر لديه ناقلية أقل للحرارة وبهذا يعتبر جيد من هذه الناحية.

ومن أجل مواصلة هذه الدراسة وضعنا بعض التوصيات الهامة:

توصيـــــــــــــــات

- ✓ دراستها بالنسبة للرطوبة وامتصاصها للماء إضافة إلى تحسينها إن أمكن.
- ✓ إنجاز دراسة تقنية واقتصادية لدراسة جدوى استعمال هذه المادة.
- ✓ انجاز تجارب أخرى كسرعة التصلب

المراجـــــــــــــــــــــــع :

[1]– قبابلية حسان , مذكرة مكملة لنيل شهادة الماجستير في علم الأثار تخصص أثار صحراوية " تطور مواد و أساليب البناء في العمارة الصحراوية " جامعة محمد خيضر بسكرة 2009–2010 .

[2]– علي كشيرد " خصائص وطرق البناء بالمواد المحلية ".

[3]– محدادي نوية , أطروحة الدكتوراه " تحديد تركيب الأصناف اللونية لرمل كثبان المنطقة ورقلة ،و تحديد سبب تلونها " جامعة قاصدي مرباح ورقلة 2017–2018 .

[4]– مشري محمد العيد ، أطروحة الدكتوراه "دراسة أثر المعالجة الحرارية على تركيب رمل كثبان ورقلة و على نلقليته الكهربائية ، باستخدام الطرق الطيفية " جامعة قاصدي مرباح ورقلة 2016/2015.

[5]– https://ismail19.wordpress.com

[6]– مخرمش عبد السلام, مذكرة ماجستير" دراسة التأثير الميكانيكي والحراري ....." جامعة قاصدي مرباح ورقلة 2012.

[7] – https://mawdoo3.com

[8] – https://arwikipedia/wiki