الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامـــــعة قـــــاصـــدي مربـــاح ورقـــلـــة
كـلية العــلوم التطبيقية
قسم الهندسة المدنية والري

مذكرة نهاية الدراسة لنيل شهادة ماستر
شعبة هندسة مدنية
تخصص " دراسة ومراقبة المباني والطرق"

C:.....
R:.....

بعنوان:

دراسة ترمو ميكانيكية للبيتات من الجبس التقليدي مدعم بألحزمة بلاستيكية

مقدمة من طرف:

- ✓ بدرالدين زيارة.
- ✓ ميلود قوشاط.

لـجـــنة المنـــاقشـــة

✓ شاهد علي حيدر	أستاذ محاضر (ب)	(جامعة ورقلة)	رئيسا
✓ عباني السعيد	أستاذ محاضر (أ)	(جامعة ورقلة)	ممتحنا
✓ عبد السلام مخرمش	أستاذ محاضر (ب)	(جامعة ورقلة)	مؤطرا
✓ هاشم شعيب	أستاذ محاضر (ب)	(جامعة ورقلة)	م . مؤطرا

السنـــــة الجامعيـــــة:2020/2019.

بسم الله الرحمن الرحيم

الشكر والتقدير

ما أجمل أن يضع الإنسان هدفا في حياته...والأجمل أن يثمر هذا الهدف عملا.

ما أجمل العيش بين أناس احتضنوا العلم...والأجمل أنهم تغلبوا على مصاعب العلم.

إلى هنا نطوي سهر الليالي وتعب الأيام وخلاصة مشوارنا الدراسي بين دفتي هذا العمل.

وكما علمتنا الحياة أن نشكر كل من أحسن إليّنا، فالشكر موصول إلى المشرف الدكتور **عبد السلام مخرمش** وإلى الدكتور الفاضل **هشام شعيب** على توجيهاتهم التي كانت عونا لنا في إنجاز هذا العمل.

كما لا يفوتنا أن نقدم باقة شكر إلى كل أســـــاتـذة في قسم الهندسة المدنية على ما بذلوه من جهد معنا طوال مشوارنا الدراسي بالكلية.

الملخص:

الهدف الرئيسي من هذه الدراسة ، هو تثمين المواد المحلية (الجبس التقليدي والأحزمة البلاستيكية) لمنطقة الجنوب الجزائري . وذلك بتوسيع مجالات استعمال هذه المواد في مجال البناء . فإننا نلاحظ رغم توفر الجبس بصفة كبيرة جدا إلا أن استعماله يقتصر على بعض الأشغال الثانوية مثل الطلاء و العناصر التجميلية . كما أن البلاستيك استعماله في ميدان البناء نادر جدا.

من خلال هذه الدراسة تم إضافة الأحزمة (الألياف) البلاستيكية إلى الجبس التقليدي بطرق خلط مختلفة (خلط عشوائي ، خلط بطبقة واحدة ، خلط بطبقتين) وذلك من اجل إيجاد ملاط ذو خصائص ترمو ميكانيكية تسمح باستعماله في مجال البناء .
الكلمات المفتاحية : (الجبس التقليدي ، الأحزمة البلاستيكية ، الدراسة الترمو ميكانيكية) .

Résume:

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer les matériaux locaux (plâtre traditionnel et courroies en plastique) pour la région sud de l'Algérie. Et en élargissant les domaines d'utilisation de ces matériaux dans le domaine de la construction. On remarque que si le gypse est très largement disponible, son utilisation est limitée à certaines œuvres secondaires comme la peinture et les articles cosmétiques. En outre, l'utilisation du plastique dans la construction est très rare.

Au cours de cette étude, des courroies plastiques (fibres) ont été ajoutées au gypse traditionnel par différentes méthodes de mélange (mélange aléatoire, mélange avec une couche, mélange avec deux couches) afin de trouver un mortier aux propriétés thermomécaniques qui lui permettent d'être utilisé dans le domaine de la construction.

Mots clés: (plâtre traditionnel, bandes plastiques, étude thermomécanique).

Abstract:

The aim of this study is the use of local materials (plaster traditional , plastic belts) for the region of southern Algeria . By expand areas of the use of these materials in the field of construction . Despite the large ament of gypsum , its use is limited to some secondary operations like coatings and decorative elements . The sand dunes and palm fiber , its use in the construction are very limited .

In this study , adding plastic belts (fibers) to traditional gypsum by different mixing methods (random mixing, mixing with one layer, mixing with two layers) in order to create a mortar with thermo mechanical properties that allow it to be used in the construction field.

Key words: Traditional gypsum ، Plastic belts ، Thermo-mechanical study.

الفـهـرس:

الملخص	
قائمة الجداول	
قائمة الأشكال	
قائمة الصور	
مقدمة عامة	
الفصل الأول: مفهوم الجبس التقليدي والأحزمة البلاستيكية	
العنوان :	**الصفحة**
I-1- مقدمة.	01
I-2- مفهوم الجبس التقليدي (التمشمت).	02
I-3-1- كيفية تحضير الجبس التقليدي (التمشمت).	03
I-3-2- عملية حرق (التمشمت).	03
I-3-3- عملية طحن (التمشمت).	04
I-4-- مراحل الملأ للفرن العلوي (الكوشة).	05
I-5- وصف نموذج قصر تماسين المعمول بالجبس التقليدي (التمشمت).	06
II-1- البلاستيك (اللدائن).	07
II-2- أنواع البلاستيك.	07
II-3- النفايات البلاستيكية-أحزمة بلاستيكية.	07

II-4- استرجـــاع النفـــايات البلاستيكية.	08
II-5- المواد القابلة للرسكلة.	08
II-6- خلاصة.	09
الفصل الثاني : خصائص المواد المستعملة.	
I-1- مقدمة .	10
I-2-- طريقة صنع الجبس.	10
I-3- مختلف التراكيب المحصل عليها بدلاله درجة حرارة الطهي.	11
I-4- الخصائص الفيزيائية للجبس	12
I-5- مجالات استعمال الجبس التقليدي.	13
I-6- ملخص استخدامات الجبس التقليدي.	14
I-7- أهم الخصائص التي يتميز بها الجبس التقليدي (التمشمت).	15
I-8- سلبيات الجبس التقليدي (التمشمت).	16
II-1- الخواص الفيزيائية للبلاستيك.	16
II-2- مزايا البلاستيك.	17
II-3- عيوب البلاستيك.	17
II-4- البلاستيك والبيئة.	18
II-5- الآثار المترتبة عن عملية التصنيع.	18
II-6- خلاصة.	19

الفصل الثالث : الدراسة ترمو ميكانيكية للجبس التقليدي (التمشمت)	
I-1- مقدمة .	20
I-2- كيفية تحضير العينات.	20
I-3- الكتلة الحجمية.	21
I-3-1- الكتلة الحجمية الظاهرية.	21
I-3- 2- الكتلة الحجمية المطلقة.	21
I-4- التجارب الميكانيكية.	22
I-4- 1- تجربة الانحناء.	22
I-4-2- تجربة الضغط..	23
I-4-3- تجربة قياس سرعة الصوت بالموجات فوق الصوتية.	24
I-5- التجارب الحرارية.	31
I-5-1- وصف جهاز قياس الناقلية الحرارية ʎ.	32
I-5-2- الناقلية الحرارية ʎ.	33
I-5-3- المقاومة الحرارية.	33
I-6- خلاصة.	38
خلاصة عامة والتوصيات.	39
المراجع .	40

قائمة المخططات والصور :

الفصل الأول: مفهوم الجبس التقليدي والأحزمة البلاستيكية	
صورة 1- حجر(التمشمت) مستخرج من منطقة تقرت.	02
صورة 2- مقطع الحجارة المستخدمة.	03
صورة 3- مواد الحرق المستعملة.	03
صورة 4- (التمشمت) جاهز للاستعمال.	04
صورة 5- مخطط مراحل الملأ للفرن العلوي (الكوشة).	05
صورة 6- مخطط قصر تماسين المعمول بالجبس التقليدي (التمشمت).	06
صورة 7- النفايات البلاستيكية-أحزمة بلاستيكية.	07
صورة 8- كيفية استرجـــاع النفـــايات البلاستيكية.	08
صورة 9- المواد القابلة للرسكلة في مركز الردم التقني تقرت.	08

الفصل الثاني : خصائص المواد المستعملة	
صورة 1- صور لبعض نماذج أشكال البناء للجبس التقليدي (التمشمت).	14
صورة 2- صور لبعض النفايات أشرطة بلاستيكية لمصانع الأجر.	18

الفصل الثالث : الدراسة ترمو ميكانيكية للجبس التقليدي (التمشمت)	
صورة 1- مخطط توضيحي لكيفية تحضير العينات.	20
صورة 2- توضح تجربة الانحناء.	22

صورة 3- توضح تجربة الضغط.	23
صورة 4- توضح عينات التي تحطمت من تجارب الضغط والانحناء.	23
صورة 5- توضح تجربة الأمواج فوق صوتية ultrason.	24
صورة 6- عينات في قالب (7*7*28).	31
صورة 7- توضح طريقة القياس بجهاز الناقلية الحرارية ʎ.	31
صورة 8- جهاز قياس الناقلية الحرارية ʎ .	32

قائمة الجداول :

جدول مختلف التراكيب المحصل عليها بدلاله درجة حرارة الطهي.	11
جدول 1- جدول النتائج التجريبية لعينات (4*4*16) بطريقة الخلط العشوائي للأحزمة البلاستيكية و التمشمت.	25
جدول 2- جدول النتائج التجريبية لعينات (4*4*16) بطريقة وضع الأحزمة البلاستيكية في طبقة واحدة.	27
جدول 3- جدول النتائج التجريبية لعينات (4*4*16) بطريقة الأحزمة البلاستيكية في طبقتين.	29
جدول 4- نتائج التجارب الحرارية.	34
جدول 5- نتائج حساب سرعة الأمواج فوق صوتية الخاصة باللبنات الخلط العشوائي (الأحسن من ناحية النتائج).	36

الفصل الأول

I-1- المقدمة:

إن للجانب العمراني و المعماري له تأثير و انعكاس كبير بجميع جوانبه على حياة الإنسان ، حيث يعتبر كل من الإطار الطبيعي و الإطار التاريخي المحددان الأساسيان لمختلف المنتجات الحضارية لأمة معينة.

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 التمشمت هي مادة معروفة منذ القدم تشكل من الروابط المائية و هي مادة طبيعية صلبة مكونة من ثنائي هيدرات الكبريتات الكالسيوم أو كبريتات الكالسيوم المائية ذات الصيغة الكيميائية $CaSO_4.2H_2O$ ، 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 $CaSO_4$) 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 $CaSO_4$ تتواجد في الطبيعة بكميات قليلة جدا ، في حين تتوفر هذه المادة على شكل $CaSO_4.2H_2O$ بكميات كبيرة ، يتكون الجبس الخام من حوالي 79.79 % من جزيئات الماء و تبلغ كثافته حوالي 2.32 [1] .

وهو ماده 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 بسكره و واد سوف و واد ريغ .

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

*** التافزة:** عبارة عن صخر رسوبي ، يكون لونها أبيض مصفرا و أحيانا مائل للاحمرار لاحتوائها 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].

*** حجارة الجبس تقرت :** 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 مباشره .

صورة 1- مقطع لحجارة الجبس في مدينة تقرت.

I-3-1- كيفية تحضير الجبس التقليدي (التمشمت) :

يمر تحضير الجبس التقليدي (التمشمت) بعدة مراحل وهي:

I-3-2- استخراج الحجارة : تستخرج هذه الحجارة الجيرية الهشة من المناطق القريبة من موقع البناء ، و تكون في الغالب على شكل طبقات حجرية أفقية قليلة العمق ، حيث توجد على عمق متر واحد بتقرت مثلا وبعد تكسيرها و تهيئتها يتم نقلها إلى المحرقة و يكون شكلها كما هو مبين في الصورة.

صورة2: مقطع الحجارة المستخدمة.

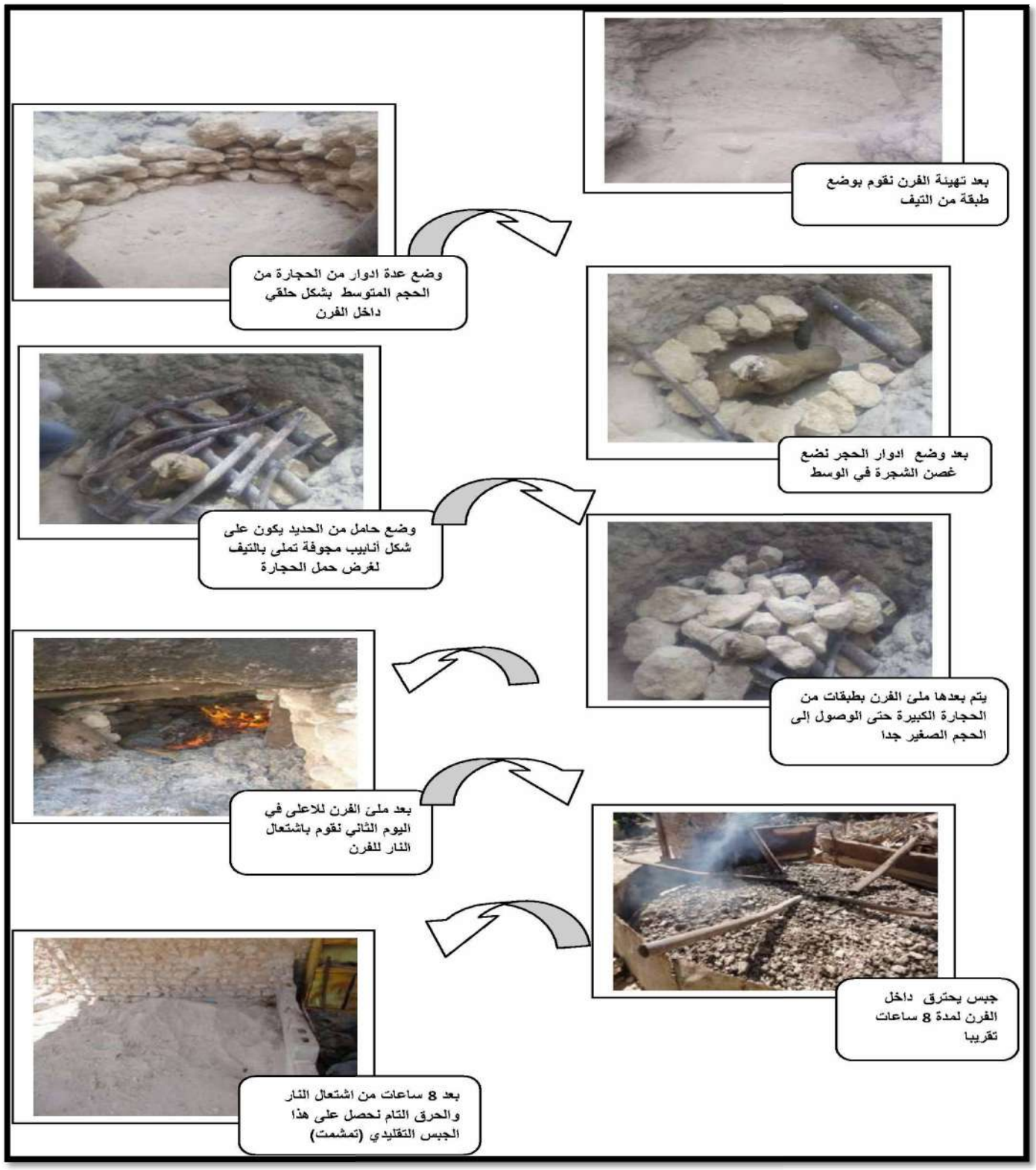
I-3-3- عملية الحرق : تتم عملية الحرق في أفران معدة خصيصا لهذا الغرض ء تكون قريبة في الغالب من مكان استخراج الحجارة و تتميز بموقعها على المنحدرات ، هذه الأفران تكون عموما مخروطية الشكل و هي مصنوعة من الحجارة و الطين ، توضع الحجارة المراد حرقها حيث يتم وضع الحجارة ذات الأحجام الكبيرة من الأسفل و ذلك بعد 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 9 ساعات على الأكثر في درجة حرارة تتراوح مابين 150 و 200° [2]

صور3: مواد الحرق المستعملة.

I-3-4- عملية الطحن : بعد عملية الحرق يتم استخراج كتل الحجارة وتكون هشت 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 كلور الكالسيوم 1% وبعد ذلك تتم تنقية المسحوق المتحمل 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 .

صورة4: التمشمت جاهز للاستعمال.

5 - مراحل الملأ للفرن العلوي (الكوشة) :

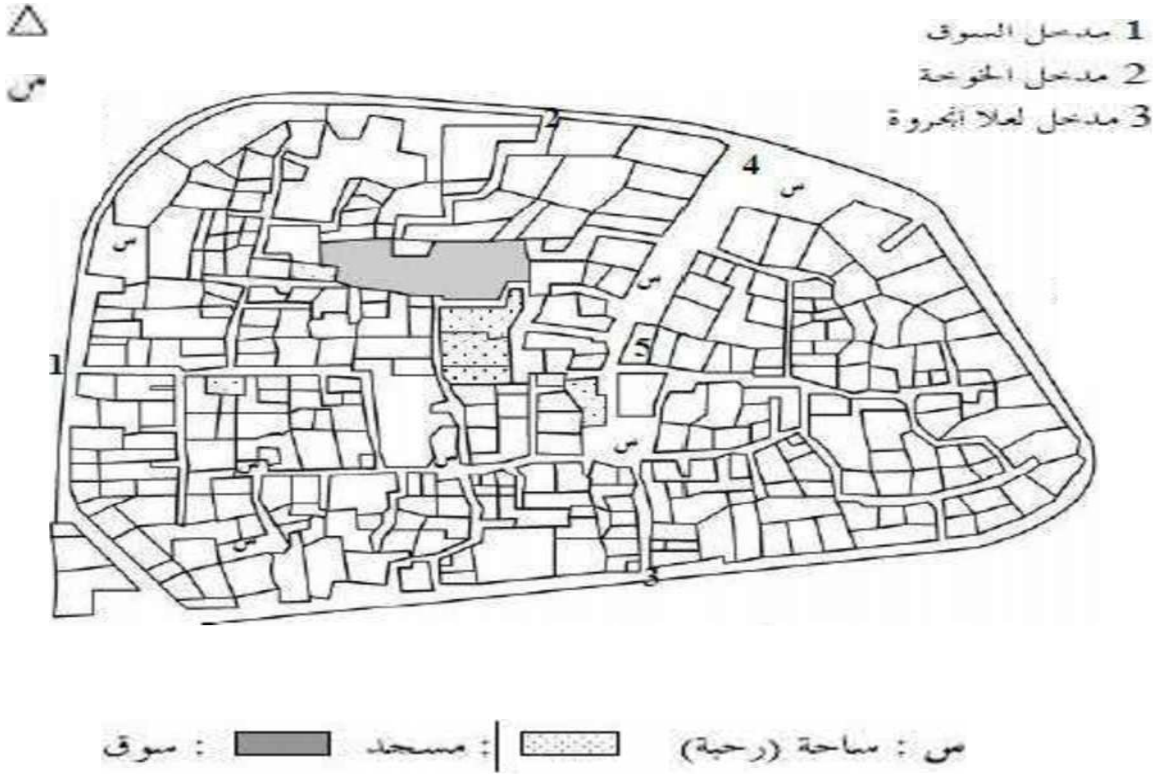


I-5- وصف نموذج قصر تماسين المعمول بالجبس التقليدي (التمشمت):

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 8 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 1) يمتد طوله من المشرق إلى المغرب على حوالي 577م ، وعرضه شمال إلى الجنوب حوالي 377م و يتسم النسيج العمراني للقصر بالتجانس و الانتظام مما جعله كتلة واحده تتشابه جميع.



صورة 6- (شكل1): مخطط قصر تماسين بالمعمول بالجبس التقليدي.

(مخطط معد من طرف DUCH ورقلة)

II-1- البلاستيك (اللدائن):

هي مادة سهلة التشكيل بصور مختلفة تتكون أساساً من سلاسل تدعى البوليميرات ، منذ أن عرف العالم الثورة الصناعية لا تزال المجتمعات تشهد التطور فمن عصر الفحم الحجري إلى عصر الذهب الأسود (البترول)، والذي ساهم في ظهور صناعات جديدة وكثيرة تطورت بمرور الأيام ، ظهرت الصناعة البلاستيكية وازدهرت وأصبحت اليوم تحتل الصدارة بالنسبة للصناعات الحالية نظرا لاستخداماتها العديدة في الحياة اليومية وذلك لأنها تدخل في تركيب الأشياء والأدوات المحيطة بنا . يتم استخلاصها من المواد التالية: (البترول و الغاز الطبيعي و الفحم).[3]

II-2- أنواع البلاستيك :

* **البلاستيك الحراري :** وهو الذي يليّن بالحرارة فيغيّر من شكلها وبالتالي يمكن صهره وإعادة تشكيله وهذا النوع هو الأكثر استعمالا من ذلك: الأكياس البلاستيكية، القارورات البلاستيكية ...إلخ.

* **البلاستيك اللاحراري :** يتحوّل هذا النوع من اللدائن بعد تشكيله إلى مواد غير منصهرة، لا يمكن إعادة تليينها وتشكيلها عند إعادة التسخين، ومن أمثلة عن هذه البوليميرات : (راتنجات الفينول وراتنجات اليوريا فورماهيدو) يستعمل هذا النوع من البلاستيك في تغليف الأسلاك الكهربائية ومقابض القدور ...إلخ.[3]

II-3- النفايات البلاستيكية-أحزمة بلاستيكية:

وهي بقايا مخلفات البلاستيكية سواء المنزلية أو الصناعية التي قام الإنسان بالاستغناء عنها .

صورة 7- النفايات البلاستيكية-أحزمة بلاستيكية.

II-4 - استرجـــاع النفـــايات البلاستيكية :

فرز ، استرجاع وتثمين النفايات القابلة للرسكلة ويتم دلك في مركز الردم التقني ، حيث أن بعد تفريغ النفايات والقمامة في الأحواض المخصصة لها يتم فرز واسترجاع المواد القابلة للرسكلة من أجل إعادة تدويرها و المتمثلة في المواد التالية : البلاستيك، الكرتون والورق والحديد ، النحاس و الألمونيوم ، الخشب ،.....[4]

صورة 8- استرجـــاع النفـــايات البلاستيكية.

II-5- المواد القابلة للرسكلة :

(البلاستيك، الكرتون والورق والحديد ، النحاس و الألمونيوم ، الخشب ،...) بعد عملية الفرز الأولي في الحوض يتم فرزها حسب كل صنف في مأوى الفرز، و يتم ضغطها بآلة الضغط ثم وزنها ونقلها إلى ورشات خاصة ومعالجتها لتصبح جاهزة لإعادة التصنيع .

صورة 9- المواد القابلة للرسكلة.

II-6- خلاصة:

يعتبر هدا الفصل مدخل عام للبحث حيث تطرقنا لعموميات النظرية للموضوع ، بداية من التفصيل لأهم المفاهيم التي يرتكز عليها الموضوع وهي الكلمات المفتاحية له : الجبس التقليدي (التمشمت) والبلاستيك ، ثم التطرق بعد ذلك لاستعراض جميع تقنياتها و أساليبها من خلال مفهومها ، و حيث أن الجبس التقليدي يمثل ميزه أساسية للطابع المعماري الصحراوي التراثي .

دراستنا هذه متعلقة بالدراسة الترمو ميكانيكية للتمشمت عن طريق الاختبارات الحرارية والميكانيكية على عينات من التمشمت مضافة لها نسب متفاوتة من الأحزمة البلاستيكية وبطرق مختلفة ، ومحاولة إعطاء بعض التوصيات أو الابتكارات بحيث تثمن استعماله .

الفصل الثاني

I-1- مقدمة:

إذا تأملنا البناءات في بيئتنا الصحراوية (مناخ حار جاف صيفا و بارد شتاءا) فإننا نشاهد عدم توافق كلي بين البيئة و المواد المستعملة في البناء حيث أغلبيتها من الخرسانة و التي تمتلك سلوكيات سيئة في الأداء الحراري لما له أثر على الراحة الحرارية للإنسان وكذلك التبذير في الطاقة الكهربائية.

تعتبر مادة الجبس أكثر المواد انتشارا في المناطق الصحراوية إلا أن استعمالها بدا مختصرا على عملية التلبيس الداخلي في البناءات و كذا في إنجاز الديكورات الجبسية ، علما أن مساكن أنجزت من الجبس (الجدران و كذلك اللبنات المستعملة في السقف) في مدينة ورقلة و مدينة تقرت و هي حتى الساعة قائمة دون تسجيل مشاكل تذكر في هذه البناءات علما أن للجبس خصائص ميكانيكية لا بأس بها وكذا خصائصه الحرارية الجيدة . لذلك في بحثنا هذا قمنا بدراسة خصائص المواد المستعملة الجبس التقليدي والبلاستيك.

I-2- طريقة صنع الجبس : تمر صناعة الجبس بعدة مراحل هي :

- **التكسير :** وتتم بتكسير الخامات المستخرجة بواسطة كسارات إلى قطع صغيرة .
- **الاستخراج :** ويتم ذلك بغسل الجبس ثم غربلته ، وفصل الشوائب ، وأخيرا التجفيف
- **التحميص :** يتم إرسال الجبس المكسر بعد عملية الاستخلاص من مستودعات التخزين إلى أفران خاصة عند درجة حرارة 130 درجة مئوية لتحميصه ، ويبقى بداخلها مدة كافية لطرد ثلاثة أرباع الماء الذي يحتوي عليه الجبس الخام فتصيح صيغته الكيميائية [5]:

$$CaSO4 , 1/2 (H2O)$$

$$CaSO4.1 / 2 (H20 \rightarrow CaSO4.72 (H20) +3/2 (H20)$$

وينتج عن ذلك نوعين من الجبس ، هما : جبس ألفا نصف مائي وجبس بيتا نصف مائي ، و يتشابه النوعان في التبلور ، لكن الأول أقل قابلية للتفاعل والذوبان ، وبالتالي يتطلب كمية كبيرة من الماء وفترة أطول للتصلب ، وهو الأكثر إنتاجا واستخداما .

- **الطحن :** يرسل الجبس بعد تحميصه إلى المطاحن لطحنه ، ويمكن معايرة هذه المطاحن للحصول على النعومة المطلوبة .

- **التعبئة :** إرسال الجبس المطحون إلى مستودعات خاصة تمهيدا لتعبئته في الأكياس ، ويتم قبل تعبئته في الأكياس أخذ عينات منه لإجراء عدد من الاختبارات لمعرفة مدة التصلب ، والنقاوة ، وقوة السحق والانحناء و نوع الشوائب ونسبة كل منها ليتم تصنيفه على ضوء تلك النتائج .

I-3- مختلف التراكيب المحصل عليها بدلاله درجة حرارة الطهي[6] :

اسم المنتج	لتركيب الكيميائي	درجة الحرارة	الخصائص
الجبس	$CaSO4 . 2H_2O$	طبيعي	d= 2.31
نصف مميه	$CaSO4 . 1/ 2(H_2O)$	110 الى 180 (°C)	حسب طريقة الطهي نميز: a)- بخار مشبع ، مقاومة عالية رص مستقر d=2.76 B)- بخار جاف ، مقاومة ضعيفة d=2.62
الأنهدريت	CaSO4 lll	170 الى 250 (°C)	تنوع غير مستقر في درجة الحرارة العادية d=2.58
الأنهدريت غير المداب	CaSO4 ll	400 الى 600 (°C)	مشابه الأنهيدريت الطبيعي ويسمى جبس مائي d=2.93÷2.97
جبس الأسطح	CaSO4 l	600 الى 1200 (°C)	جبس مطهي حتى الموت أخذ (مسك) بطئ جدا .

a) يعد هذا النوع من أجود أنواع الجبس حيث يتميز بخصائص كثيرة تساعد في إنشاء بناء جيد دو حماية وذو زخرفة عالية ويتميز بصلابة كبيرة جدا ويستعمل كذالك في صناعة أواني خزفية إعطائها وجه حسن وأملس (نصف مميه تحصيل لجفاف الجبس في وسط سائل أو تحت ضغط بخار الماء ، يسمى أيضا نصف مميه متبلور).

B) هو جبس نصف مميه يتم تحويله إلى جبس a عن طريق تعريضه إلى درجة حرارة كبيرة وضغط 9 باسكال وبعد 6 ساعات تتحول بلوراته إلى جبس a (نصف مميه محصل عليه في ضغط مناسب (بخار جاف) وهو جسم بفراغات صغيرة جدا مكونة بتجميع البلورات الدقيقة) .

d) الكثافة المطلقة لمختلف المركبات .

إن درجة حرارة طهي و نسب الخليط للمركبات تسمح بالحصول على تنوعات مختلفة من الجبس نميز منها :

1) جبس من أجل الكتل الخشنة و الدقيقة : تكون ذات قاعدة نصف مميه خالص تحتوي أحيانا نسب من الأنهيدريت المذابة شديد التفاعل لزيادة زمن الأخذ.

2) الجبس الخشن للبناء : يحتوي نسبة كبيرة من (الجبس المائي) (الأنهيدريت) يبين حدوث تغير ملحوظ في الأبعاد وذلك بعد 7 و 28 يوم .

3) الجبس الناعم للبناء : لديه نفس الخصائص الجبس الخشن يختلف عنه في نعومة أكثر ناتجة عن طحن أكثر شدة مع غربلة .

4) جبس القولبة و الجبس الخاص : ناعم جدا ، الطهي و الخلط ومراقبة النعومة إضافة إلى زمن الأخذ تتم بعناية كبيرة . نسبة المحتوى من SO_3 لكبريتات الجير لا بد أن تكون أقل من 45 % ، كما أن كمية الماء المجمعة أقل من % 8.5 .[5]

I-4- الخصائص الفيزيائية للجبس :

❖ **الأخذ (المسك) :** الأخذ هو التفاعل العكسي لعملية الطهي

الطهي : $CaSO4,2H_20$ $CaSO4,1 / 2 (H20) +3/2 (H20)$

الأخذ : $CaSO4,1 / 2 (H2O) +3/2 (H2O) \rightarrow CaSO4,2H2O$

- **مبطئات الأخذ :**

الجير ، حمض الستريك ، الجير الهوائي مبطئ ، ويرفع من المقاومة الميكانيكية ومن نفاذية الجبس و يحمي الفولاذ من الصدأ ، كما يقلل من حمضية الجبس .

بالنسبة لحمض الستريك ، من خلال الدراسة لدوره في تبطئ عملية الأخذ فإنه يؤدي إلى تغيير الجزيئات المتبلورة للجبس المتصلب وخصائصه الميكانيكية تكون ضعيفة [5].

❖ **مسرعات الأخذ :** أهم المسرعات الرئيسية نجد :

الجبس دقيق الطحن ، كبريتات البوتاسيوم .KSO .

- **العوامل المؤثرة على الأخذ :**

- سرعة الأخذ متعلقة بمحتوى الجبس .

- الأخذ يكون بطئ كلما زادت كمية ماء الخلطة .

- الخلط الطويل يؤخر زمن الأخذ (المفروض أنه لا يتجاوز دقيقة واحدة) .

❖ **التصلب :** التصلب يمر بثلاث مراحل :

- انحلال المركبات نصف مميه من الكالسيوم (Ca) .

- تميه المركب النصف مميه يؤدي إلى تكوين ثنائي الكالسيوم . (هيدرات الكالسيوم) .

- تبلور لثنائي الهيدرات.

I-5- مجالات استعمال الجبس التقليدي :

استعمل الجبس التقليدي بشكل كبير في عمارة الصحراء ، و تتعدد استعمالاتها في البناء و التسقيف و التكسية و غير ذلك كما أنها تستعمل أيضا في بناء السلالم و الأرضيات...إلخ ، وهذا بسبب شدة قوتها و مقاومتها لجميع العوامل الداخلية والخارجية سواء كانت بفعل الطبيعة أو العامل البشري .

* **الحرفيون:** يستخدمون جبس خاص هو الجبس الخزفي يستعمل في صنع القوالب تزين.

- **خصائصه:** بداية التقلص من 10 إلى 15 دقيقة نهاية التصلب من20 إلى 30 دقيقة.

صورة1 : صور لبعض نماذج أشكال البناء للجبس التقليدي (التمشمت)

و يستخدم التمشمت على عده 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 صغيره ، فقد دلت بعض التجارب أن إضافة الجبس التقليدي (التمشمت) بكميات أقل من 5% إلى الطين نجد أن قدره المزيج في مقاومة الضغط تقل ولكنها تعود لتزداد كلما زادت نسبة التمشمت في الخليط ، 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].

I-6- ملخص استخدامات الجبس:

يدخل الجبس في العديد من الصناعات التي لها مساس بحياة الإنسان اليومية ، و في مجالات مختلفة من أهمها ما يلي :

* **البناء :** يشكل الجبس المكلسن حوالي 95 % من استخدامات الجبس ، وتتراوح نقاوته مابين 85% 95 % ويعتمد أساسا على تسخين الجبس إلى 130 درجة مئوية ، فيفقد الماء ذا الرابطة

الضعيفة الداخلة في تركيبه فيتحول إلى جبس نصف مائي (CaSO4 , 1 / 2 (H20 وتتمثل أكثر استخداماته في البناء مثل لاصقات الجدران ، والألواح اللاصقة ، والأسقف المعلقة ، وبطانة الجدران ، والقواطع ، وعوازل حرارية .

* **الزراعة :** يتكون الجبس المستخدم في الزراعة من كبريتات الكالسيوم المائية بنسبة لا تقل عن 70 % وكربونات الكالسيوم بنسبة تتراوح ما بين 10-15 % ، وأكسيد حديد وأكسيد ألمنيوم بنسبة 1.2 % وكلور صوديوم في حدود 0.5 % يستخدم الجبس الزراعي في تحسين خواص التربة حيث بعوض نقص التربة من الكالسيوم والكبريت ، ومعالجة الأملاح الضارة والقلويات الموجودة في التربة . ويتميز بأنه غير مكلف ، وسهل الاستعمال ، فضلا عن انخفاض أثاره السلبية على البيئة عند استعماله مقارنة بالإضافات الكيميائية الأخرى المستعملة في تحسين التربية

* **الطب :** تستخدم النوعيات الممتازة من الجبس المكلسن في أغراض طبية لعمل جبائر كسور العظام .

* **الصناعة :** يدخل الجبس في العديد من الصناعات منها : الأسمنت البورتلندي حيث يضاف بنسبة 63 % بهدف تأخير سرعة تصلبه ، صناعة الزجاج لتسهيل عملية طرد الغازات ، صناعة البويات والصمغ ، كما يستخدم في صناعة حشو الورق ، وفي تركيب الطين المستخدم في عمليات حفر آبار النفط صناعة الجير وحامض الكبريت ، وذلك عند تسخينه في أفران محدودة التهوية عند درجة حرارة 1093 درجة مئوية .

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

للجبس التقليدي مميزات كثيرة منها:

- سرعة التصلب وهدا 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 إدخال بعض المواد المحلية في صنعه مثل ليف النخيل الزجاج البلاستيك...الخ .

I-8- سلبيات الجبس التقليدي (التمشمت):

- عدم مقاومته للرطوبة .

- سرعة تصلبه .

- عدم توفر الأفران و اندثار حرفة تصنيعه .

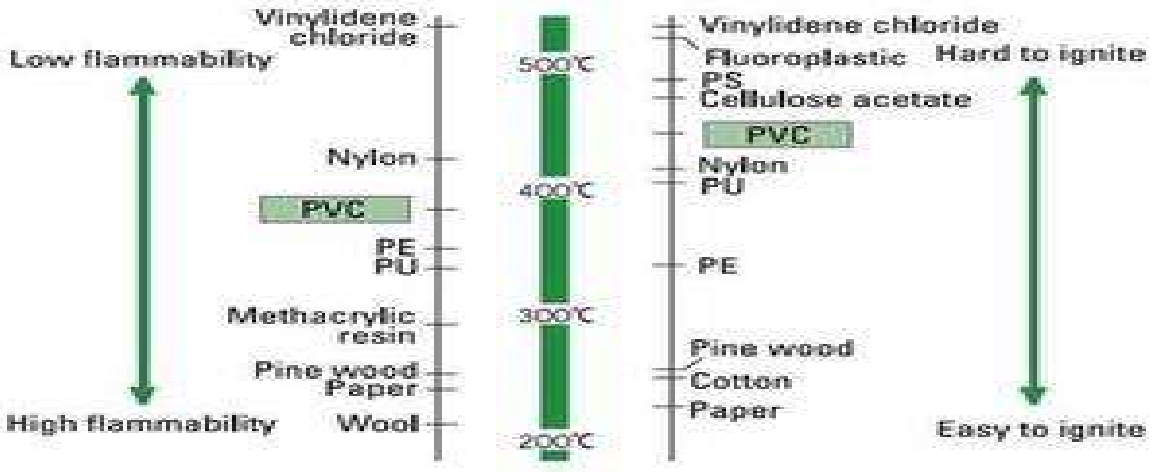
- عدم إمكانية القدر. على البناء أكثر من طابق أو طابقين .

II-1- الخواص الفيزيائية للبلاستيك:

PP و PVC و PS هي بلاستيك للأغراض العامة. تتحدد خصائص البلاستيك المعين بتركيبته الكيميائية ونوع البنية الجزيئية (التكوين الجزيئي: التركيب البلوري / غير المتبلور)
على الرغم من أن المواد البلاستيكية تبدو متشابهة للغاية في سياق الاستخدام اليومي ، إلا أن مادة PVC لها سمات مختلفة تمامًا من حيث الأداء والوظائف خصيصا في مجال البناء مقارنةً بالبلاستيك الأوليفين الذي يستخدم في جميع المجلات [8].

*** خصائص تثبيط النار:**

يحتوي PVC على خصائص تثبيط نار عالية بطبيعتها بسبب محتواها من الكلور ، حتى في غياب مثبطات الحريق. على سبيل المثال ، درجة حرارة الاشتعال PVC تصل إلى 455 درجة مئوية ، وهي مادة ذات مخاطر أقل في حوادث الحريق حيث أنها لا تشتعل بسهولة.



علاوة على ذلك ، فإن الحرارة الصادرة في الحرق تكون أقل بكثير مع PVC ، بالمقارنة مع تلك الخاصة بـ PE و PP. لذا فإن PVC تسهم أقل بكثير في نشر النار على المواد القريبة حتى أثناء حرقها.

لذلك ، PVC مناسب جدًا لأسباب السلامة في المنتجات القريبة من حياة الناس اليومية.

Material	Maximum heat release (kW/m²)
PVC	91
Fire resistant ABS	250
Fire resistant PS	315
ABS	746
PS	859
Polyester	1216
PE	1325
PP	1335

Source: PVC and polymer Vol.29 (1989)

II-2- المزايا : من مزايا البلاستيك [8] :

- سهولة التشكيل.

- عازل للكهرباء.

- مقاومة الصدأ والتآكل.

- تعدد الألوان الواسعة.

- رخص سعره.

- إعادة تدويره.

II-3- عيوب البلاستيك [8]:

- صعوبة الإصلاح وإمكانية إعطاء رائحة غير مرغوب فيها.

- عدم احتمال الحرارة العالية.

- صعوبة التحلل.

II-4- البلاستيك والبيئة:

يعرف البلاستيك على أنه منتج صعب التحلل إذ يستغرق ما يقارب 4 قرون من الزمن للتحلل، كما أن حرقه يؤدى إلى انتشار غازات سامة قد تؤثر على صحة الإنسان، و دفنها في الأرض لا يحل المشكلة فنفس المشكلة تنتقل من سطح الأرض إلى باطنه، فوجود البلاستيك في التربة يعنى القضاء على الغطاء النباتي [8].

صورة2: صور لبعض نفايات الأشرطة البلاستيكية لمصانع الأجر.

II-5- الآثار المترتبة عن عملية التصنيع:

- ملايين الأطنان من النفايات الصلبة السامة.
- استعمال محاليل سامة لتسريع الإنتاج.
- الغازات السامة التي تؤثر على العمال والمحيط كغاز البنزين.
- استخدام المعادن الثقيلة لتثبيت الألوان.

II-6- خلاصة :

تتمتع مادة الجبس بخصائص ومميزات تجعلها دائما في طليعة المواد الأساسية المستعملة في البناء ومن أهم تلك المميزات ما يلي :

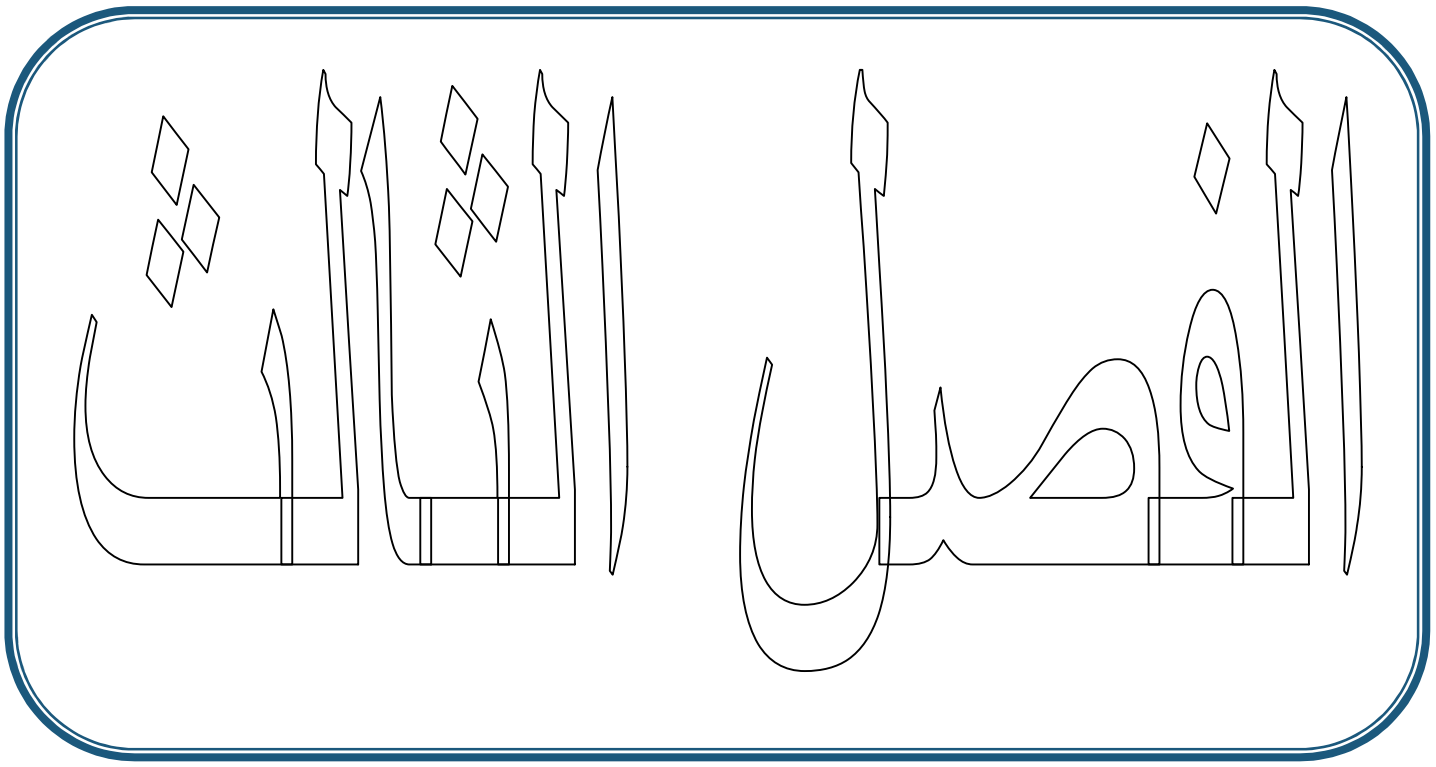
- مقاومة الحريق ، امتصاص وعزل الصوت والحرارة .
- سهولة استعماله وتشكيله في دقائق بسبب سرعة تصلبه .
- زهد الثمن حيث يعد أرخص مواد البناء الرئيسة.
- خصائص ميكانيكية جيدة في قوة الانحناء والشد وذلك حسب نوع الجبس المستعمل ، ونسبة الماء فيه.

ومن مميزات وخصائص البلاستيك :

- سهولة التشكيل.
- عازل للكهرباء.
- مقاومة الصدأ والتآكل.
- رخص سعره.
- إعادة تدويره.

كما يمكن تحسين هذه الخصائص ، وخاصة زيادة قساوة سطح اللبنات الجبسية ، وزيادة قوة الانحناء بخلط الجبس بمواد أخرى مثل البلاستيك ،وإعطاءه درجة نقاوة جيدة ومختلفة للأسطح ، ولون أبيض جميل يمكن طلاؤه بأي لون من الدهان طول البقاء لمدة طويلة خاصة إذا استعمل بشكل فني.

وهذه الخصائص كلها سنتطرق لها في الفصل الثالث (الدراسة ترمو ميكانيكية).

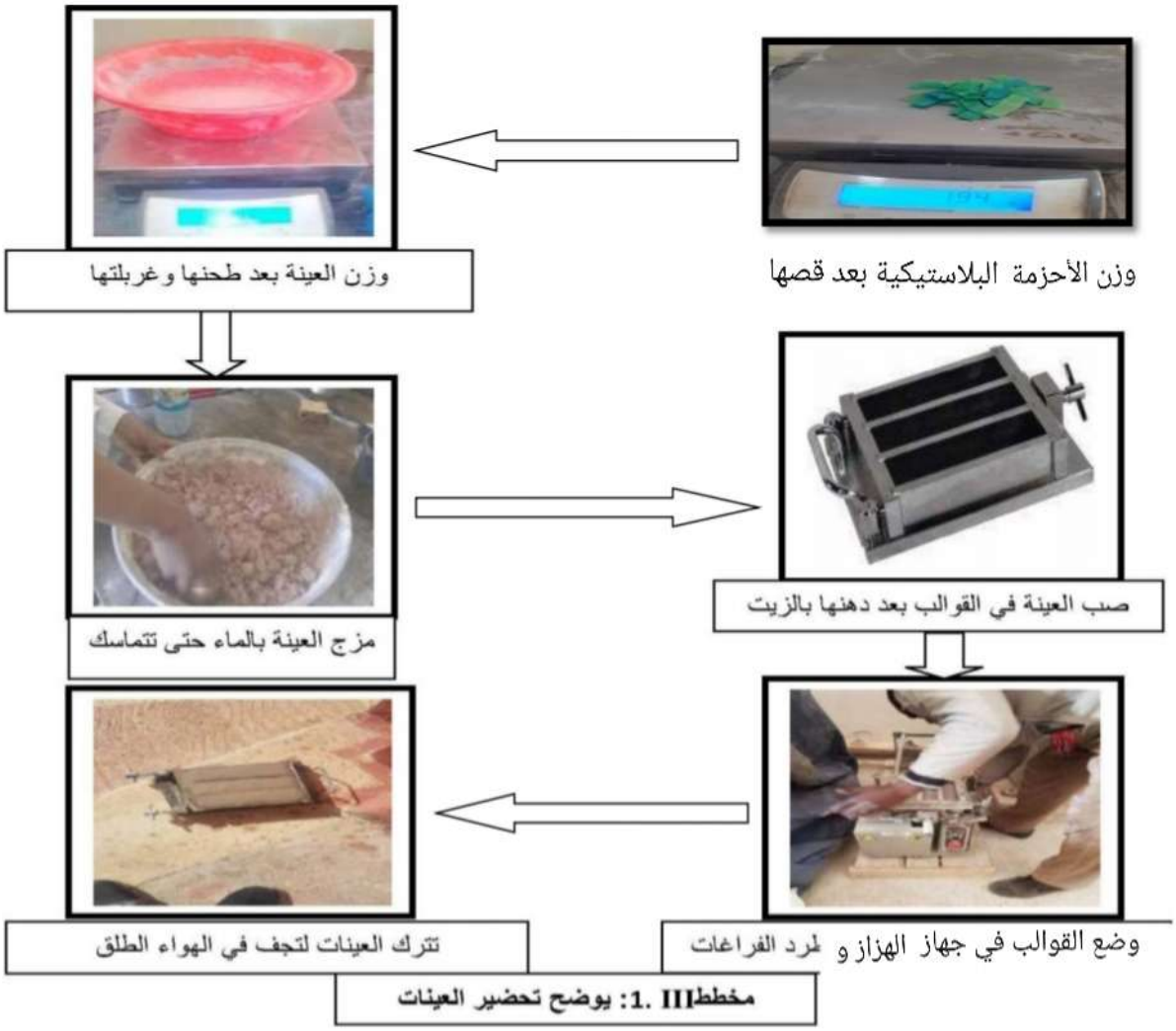

افضل اثاث

I-1- مقدمة :

قمنا في هذا الفصل بتصنيع عينات بأبعاد (4×4×16) سم من الجبس التقليدي مضاف له الأحزمة البلاستيكية بكميات ونسب متفاوتة بهدف دراسة فعاليتها الميكانيكية والحرارية على غرار التجارب التالية :

- ☒ تجربة الضغط .
- ☒ تجربة الانحناء.
- ☒ تجربة قياس سرعة الصوت.
- ☒ تجربة الناقلية الحرارية λ.
- ☒ تجربة المقاومة الحرارية.

I-2- كيفية تحضير العينات:



مخططIII .1: يوضح تحضير العينات

* **طريقة** : يتم تحضير عينة الجبس التقليدي (التمشمت) مضاف له الأحزمة البلاستيكية وذلك:

- ✓ وزن العينة البلاستيكية لكل نسبة (من 1 إلى 5 بالمائة)
- ✓ وزن العينة بعد طحنها وغربلتها .
- ✓ نقوم بوضع كمية الماء اللازمة في إناء الخلط وهي (32 لتر ماء لكل 40 كلغ جبس أي (P/E=0.8) .
- ✓ ذهن القوالب بالزيت قبل صب العينة .
- ✓ مزج العينة بالماء حتى تتماسك وإضافة الأحزمة البلاستيكية حيث يوجد 3 طرق للخلط بين الجبس والأحزمة البلاستيكية (عينة عادية مختلطة المزج ، عينات بطبقة واحدة ، عينات بطبقتين) .
- ✓ نقوم بوضع القوالب في جهاز الهزاز لطرد الفراغات .
- ✓ تترك العينات لتجفف في الهواء الطلق (وبعد 48 ساعة نبدأ بالقيام بتجارب ميكانيكية والحرارية على العينات).

I -3- الكتلة الحجمية :

هي مقدار فيزيائي ، تميز نوع المادة وتمثل وحدة حجم هذه المادة حيث يرمز لها ب Y ووحدتها المتداولة هي g/cm^2 حيث نجد :

I-3-1- الكتلة الحجمية الظاهرية : (NF P94-057)

تعتمد هده التجربة على ملئ إناء حجمه معروف وحساب كتلته بالعلاقة التالية:

M=M1-M0

حيث أن :

Yabs=M/V.....

M1: وزن الإناء + العينة.

M0: وزن الإناء.

I-3-2- الكتلة الحجمية المطلقة: (NF P18-301)

نحسب الكتلة الحجمية المطلقة بالعلاقة التالية: **Yabs=Ms/V2-V1**

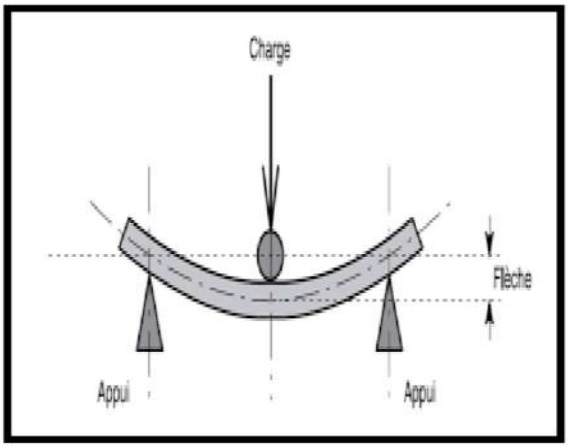
I-4- التجارب الميكانيكية:

*** تجارب تحطيمية:**

I-4-1- تجربة الانحناء[9] : (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 ونقرأ من الجهاز مقاومة الانحناء R_f.



الصورة 2: توضح تجربة الانحناء.

$$R_f=3FL/2bh^3 \quad .....(1..4)$$

حيث:

R_f: مقاومة الانحناء ب MPa.

F: القوة المطبقة على العينة L.

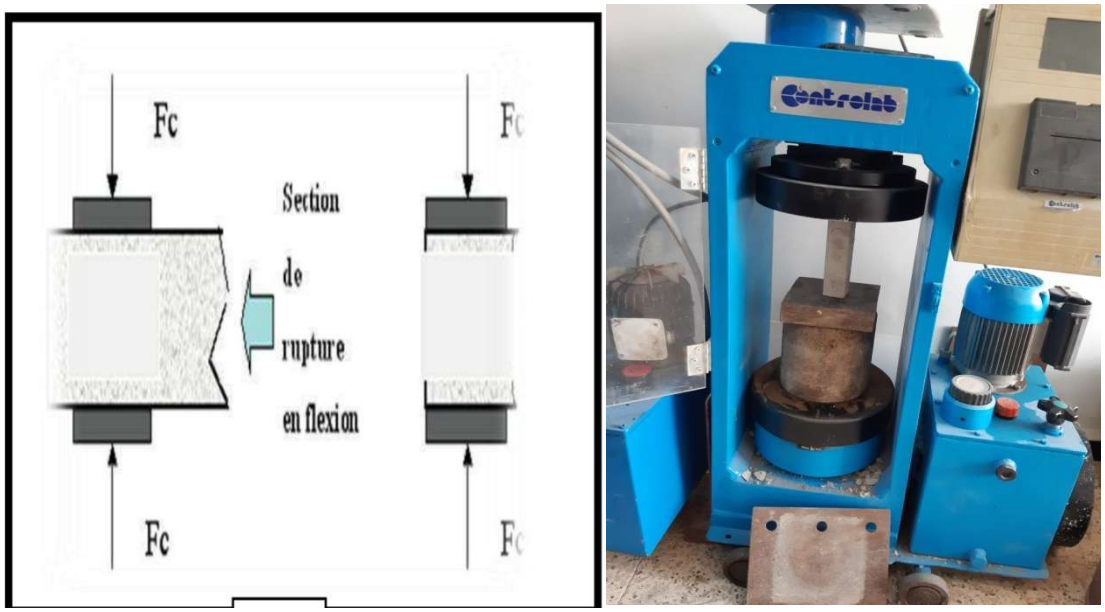
b: عرض العينة بmm.

h: ارتفاع العينة بmm.

I-4-2- تجربة الضغط[9] : (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 ونقرأ من الجهاز مقاومة الضغط Rc .



الصورة 3: توضح تجربة الضغط.

Rc= Fc/s.....**(2..4)**

Rc : مقاومة الضغط ب MPa .

Fc: قوة الضغط المطبقة على العينة ب MPa .

S: مساحة العينة المطبق عليها الضغط ب mm .

*** صورة 4-** بالنسبة لتجارب الضغط والانحناء هي تجارب تحطيمية.

* تجارب غير تحطيمية:

I-4-3- تجربة قياس سرعة الصوت بالموجات فوق الصوتية[9] : (NF P18 - 418)

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

- الهدف: هو لمراقبة تطور قيم مقاومة العينية الجبسية للضغط وأيضا لقياس مرونة الجبس ومدى تجانس مكوناتها وتحديد واكتشاف الشروخ والتلف الموجود في العينة.

- 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.

- وضع المرسل والمستقبل: توجد ثلاث طرق لوضع المرسل والمستقبل :

(قياس مباشر- قياس نصف مباشر - قياس غير مباشر)

بالنسبة للتجربة على العينات قمنا بالقياس الغير مباشر

[6]

الصورة 5: توضح تجربة الأمواج فوق صوتية ultrason.

$$V = s/t \quad \text{.....(1..4)}$$

V: سرعة الصوت .

s: المسافة بين رؤوس العينة m.

t: الزمن s.

جدول النتائج التجريبية لعينات (4×4×16) سم بطريقة الخلط العشوائي للأحزمة البلاستيكية و التمشمت :

طول الأحزمة و النسبة	تجربة الضغط (T)	تجربة الانحناء (T)	تجربة أمواج فوق صوتية (m/s)
1.5 ⟸ %1	0.96	0.99	2304.1
%2	0.84	0.7	2253.7
%3	0.73	0.72	2260.1
%4	0.68	0.88	2013.5
%5	0.64	0.96	2100.2
2.5 ⟸ %1	0.77	0.7	2058.6
%2	1.3	0.68	1777.7
%3	1.68	0.92	2314.8
%4	1.11	0.59	1837.5
%5	1.58	0.51	2010.8
3.5 ⟸ %1	1.47	0.9	2144.6
%2	1.56	0.82	2325.6
%3	1.32	0.73	1998.2
%4	0.9	0.52	2008.3
%5	0.92	0.84	1959.1
4.5 ⟸ %1	0.94	0.62	2004.0
%2	1.46	0.68	2105.6
%3	1.2	0.72	1946.3
%4	1.02	0.9	2223.2
%5	0.88	1.05	2336.5

5.5 ⟸ %1	0.98	1	2347.4
%2	1.24	0.9	2101.3
%3	0.59	0.92	2001.67
%4	0.78	0.88	1884.16
%5	0.99	1.02	1785.22

من خلال التجارب نلاحظ:

* أن في الخلط العشوائي للأحزمة طول (4.5 - 5.5) سم أكثر مقاومة لقوى الانحناء مقارنة بباقي العينات .

* أما بالنسبة لقوى الضغط تلاحظ أن النسبة 3% من طول الشريط 2.5 سم أكثر مقاومة لقوى الضغط مقارنة بباقي العينات .

* أما بالنسبة لسرعة الأمواج فوق صوتية نلاحظ النسب 5% من كل طول هي الأكبر وهذا راجع أن اللبنات المختبرة تحتوي على فراغات يكبر زمن اختراق الموجات فوق صوتية وبالتالي تصغر سرعة الاختراق .

مقارنات :

- بالنسبة لطول الشريط البلاستيكي 1.5 cm في التجارب : النسبة 1% أحسن من ناحية النتائج التجريبية .

- بالنسبة لطول الشريط البلاستيكي 2.5 cm في التجارب : النسبة 3% أحسن من ناحية النتائج التجريبية .

- بالنسبة لطول الشريط البلاستيكي 3.5 cm في التجارب : النسبة 2% أحسن من ناحية النتائج التجريبية .

- بالنسبة لطول الشريط البلاستيكي 4.5 cm في التجارب : النسبة 5% أحسن من ناحية النتائج التجريبية .

- بالنسبة لطول الشريط البلاستيكي 5.5 cm في التجارب : النسبة 1% أحسن من ناحية النتائج التجريبية .

جدول النتائج التجريبية لعينات (4×4×16) سم بطريقة وضع الأحزمة البلاستيكية في طبقة واحدة

طول الأحزمة و النسبة	تجربة الضغط (T)	تجربة الانحناء (T)	تجربة أمواج فوق صوتية (m/s)
1.5 ⟸ %1	0.9	0.89	2312.5
%2	0.82	0.9	2212.6
%3	0.94	1.01	2250.1
%4	0.78	1.03	2033.23
%5	0.73	1.1	2004.8
2.5 ⟸ %1	0.92	1.1	2214.56
%2	1.5	1.2	2191.3
%3	1.2	1.05	2000.4
%4	1.01	1.3	1976.3
%5	0.98	1.27	1888.76
3.5 ⟸ %1	0.88	0.98	2071.42
%2	1.1	1.02	1999.05
%3	1	1.17	1971
%4	0.98	1.3	1844.03
%5	0.9	1.45	1840.2
4.5 ⟸ %1	0.92	1.15	2115.22
%2	0.88	1.07	2198.05
%3	0.82	1.1	2000.67
%4	0.97	1.4	1941.5
%5	1.05	1.25	1901.72

1223.76	1.1	0.74	5.5 ⟸ %1
2068.21	1.33	0.88	%2
2012.07	1.15	0.93	%3
1913.1	1.2	0.83	%4
1942.18	1.5	0.85	%5

من خلال التجارب نلاحظ:

* بوجود طبقة واحدة من الأحزمة البلاستيكية في العينة نلاحظ أن مقاومة الانحناء أكثر مقاومة مقارنة بالخلط العشوائي .

* أما بالنسبة لقوى الضغط تلاحظ أن طول الشريط 2.5 سم بمختلف نسبه أكثر مقاومة لقوى الضغط مقارنة بباقي العينات .

* أما بالنسبة لسرعة الأمواج فوق صوتية نلاحظ النسبة 1% من كل طول هي الأكبر وهذا راجع أن اللبنات المختبرة تحتوي على فراغات يكبر زمن اختراق الموجات فوق صوتية وبالتالي تصغر سرعة الاختراق .

مقارنات :

- بالنسبة لطول الشريط البلاستيكي 1.5 cm في التجارب : النسبة 3% أحسن من ناحية النتائج التجريبية .

- بالنسبة لطول الشريط البلاستيكي 2.5 cm في التجارب : النسبة 2% أحسن من ناحية النتائج التجريبية .

- بالنسبة لطول الشريط البلاستيكي 3.5 cm في التجارب : النسبة 1% أحسن من ناحية النتائج التجريبية .

- بالنسبة لطول الشريط البلاستيكي 4.5 cm في التجارب : النسبة 5% أحسن من ناحية النتائج التجريبية .

- بالنسبة لطول الشريط البلاستيكي 5.5 cm في التجارب : النسبة 2% أحسن من ناحية النتائج التجريبية .

جدول النتائج التجريبية لعينات (4×4×16) سم بطريقة الأحزمة البلاستيكية في طبقتين:

طول الأحزمة و النسبة	تجربة الضغط (T)	تجربة الانحناء (T)	تجربة أمواج فوق صوتية (m/s)
1.5 ⟸ %1	0.9	0.93	1732.16
%2	0.78	0.94	1531.88
%3	0.68	1.05	1551.02
%4	0.63	1.07	1845.03
%5	0.6	1.05	1772
2.5 ⟸ %1	0.72	1.05	1584.30
%2	0.83	1.14	1572.5
%3	1.02	1.2	1641.22
%4	0.98	1.35	1482.15
%5	0.99	1.38	1332.8
3.5 ⟸ %1	1.03	1.02	1668.12
%2	1.07	1.17	1598.2
%3	1.1	1.25	1572.3
%4	0.86	1.32	1468
%5	0.81	1.01	1314.9
4.5 ⟸ %1	0.89	1.2	1656.03
%2	1.05	1.35	1598.5
%3	0.96	1.15	1573.8
%4	1	1.17	1432.10
%5	0.7	1.33	1482.5

5.5 ⟸ %1	0.75	1.3	1892.5
%2	0.86	1.22	1833.3
%3	0.62	1.4	1782.5
%4	0.74	1.18	1517.03
%5	0.7	1.08	1564.22

من خلال التجارب نلاحظ:

* بنسبة لطريقة وضع الأحزمة على شكل طبقتين نلاحظ أن مقاومة الانحناء أكثر مقاومة في جميع العينات مقارنة بالخلط العشوائي أو على شكل طبقة واحدة .

* أما بالنسبة لقوى الضغط تلاحظ أن طول الشريط 3.5 سم ونسبة 3% أكثر مقاومة لقوى الضغط مقارنة بباقي العينات .

* أما بالنسبة لسرعة الأمواج فوق صوتية نلاحظ النسبة 1% من كل طول هي الأكبر وهذا راجع أن اللبنات المختبرة تحتوي على فراغات يكبر زمن اختراق الموجات فوق صوتية وبالتالي تصغر سرعة الاختراق .

مقارنات :

- بالنسبة لطول الشريط البلاستيكي 1.5 cm في التجارب : النسبة 1% أحسن من ناحية النتائج التجريبية .

- بالنسبة لطول الشريط البلاستيكي 2.5 cm في التجارب : النسبة 3% أحسن من ناحية النتائج التجريبية .

- بالنسبة لطول الشريط البلاستيكي 3.5 cm في التجارب : النسبة 3% أحسن من ناحية النتائج التجريبية .

- بالنسبة لطول الشريط البلاستيكي 4.5 cm في التجارب : النسبة 2% أحسن من ناحية النتائج التجريبية .

- بالنسبة لطول الشريط البلاستيكي 5.5 cm في التجارب : النسبة 2% أحسن من ناحية النتائج التجريبية .

I-5- التجارب الحرارية :

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

صورة 6- عينات في قالب (7×7×28) سم .

نقوم بهذه التجربة لغرض معرفة الناقلية والمقاومة الحرارية داخل العينة ولهذا الغرض قمنا بهذه التجربة وذلك في مخبر الهندسة المدنية وميكانيك التربة تقرت .

صورة 7- توضح طريقة القياس بجهاز الناقلية الحرارية ٨.

I-5-1- وصف جهاز قياس الناقلية الحرارية:

جهاز قياس الناقلية الحرارية (conductivimètre thermique (CT mètre حيث يسمح هذا الجهاز بقياس الناقلية الحرارية وكذلك الحرارة النوعية لبعض المواد مثل : اللبنات ، الصخور، خرسانة رغوية ...الخ وهو جهاز مراقبة غير تحطيمي للعينات المختبرة ، يفيد ذلك في معرفة المواد المختبرة من حيث تجانسها ووحدة خواصها ، هذا الجهاز يعمل بمبدأ السلك الساخن[10] .

الصورة 8: جهاز قياس الناقلية الحرارية ʎ .

❖ **الخصائص العامة للجهاز :**

- التغذية الكهربائية 220 فولط .

- أبعاد الجهاز : 400×145×260 (mm).

- وزن الجهاز 08 (kg).

❖ **البطاقة التقنية لجهاز CT mètre :**

- الناقلية الحرارية ʎ ($W.m^{-1}.°c^{-1}$) : 0.01- 10.

- درجة حرارة القياس (°C) : 20 - 80

- أبعاد العينات (mm) : على الأقل 40 mm×80 مع بعض المليمترات بالنسبة للسمك .

- الدقة 5% ± .

❖ **المسابر المستعملة :**

*** المسابر دو سلك حلقي :** هناك نوعان

- نوع R30 (سلك دو قطر 30 mm).
- نوع R10 (سلك دو قطر 10 mm).

*** مسبار دو سلك مسطح :** هنا ثلاثة أنواع

- نوع A / 200 (سلك ساخن 200 mm).
- نوع A / 80 (سلك ساخن 80 mm).
- نوع A / 50 (سلك ساخن 50 mm).

I-5-2- الناقلية الحرارية ʎ :

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

I-5-3- 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 w/m.k [11].

Rth=e/ʎ .....

Rth: المقاومة الحرارية بw/m.k

e: الطول المخترق من طرف الشعاع الحراري ب m

ʎ: الناقلية الحرارية ب w/m.k

نتائج التجارب الحرارية : بأخذ أحسن عينة قمنا عليها التجارب الميكانيكية من كل طريقة خلط (خلط عشوائي - خلط بوجود الأحزمة في طبقة واحدة - خلط بطبقتين من الأحزمة) على الترتيب

رقم العينة وطريقة الخلط	3.5 ⟵ 1% خلط عشوائي	3.5 ⟵ 1% خلط طبقة واحدة	3.5 ⟵ 1% خلط طبقتين
الوزن (g)	16759.5	16809	16896
T0 (°C)	30.71	31.06	31.04
∧ T (°C)	0.43	0.46	0.49
ʎ(w/m.k)	0.812	0.846	0.892
Csp ($k/m^3.k$)	8953.7	10495.8	10545
R($m^2.k/w$)	0.061	0.059	0.059

$ʎ=0.846 \pm 0.0017$

$C_{sp}=9706.66 \pm 690.4$

$R=0.060 \pm 0.0012$

من خلال الجدول نلاحظ :

*** بالنسبة للناقلية الحرارية :**

- عينة طبقتين من الأحزمة البلاستيكية أحسن من عينة طبقة واحدة أو الخلط العشوائي وذلك راجع للفراغات داخل العينات .

- قيمة الناقلية الحرارية ʎ عموما جيدة وهذا راجع لطبيعة الجبس التقليدي .

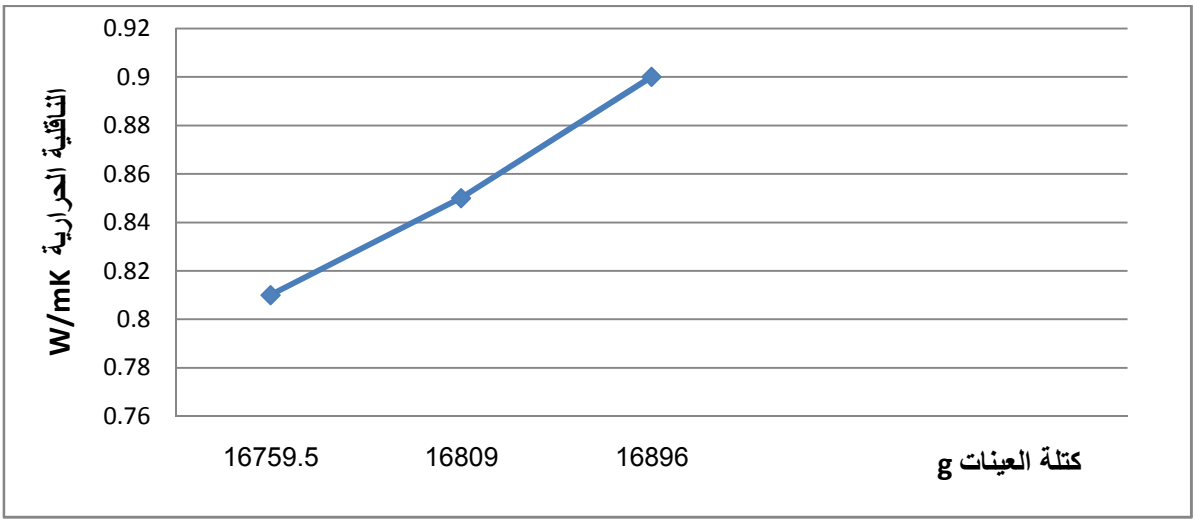
- كلما كانت درجة الحرارة كبيرة التي حرق فيها حجر التمشمت نقصت الناقلية داخل العينات .

نلاحظ أن العينة ذات طابقين من الأحزمة البلاستيكية لها أعلى قيمة للناقلية وهي : 0.892 w/m.k مقارنة بالعينات الأخرى .

*** بالنسبة للمقاومة الحرارية :**

- التمشمت ذو الخلط العشوائي هو الأكثر مقاومة للحرارة وهذه النتيجة منطقية نظرا للعلاقة الرياضية بين المقاومة والناقلية الحرارية ، وتقريب تساوي المقاومة بين طبقة وطبقتين من الأحزمة في العينة .

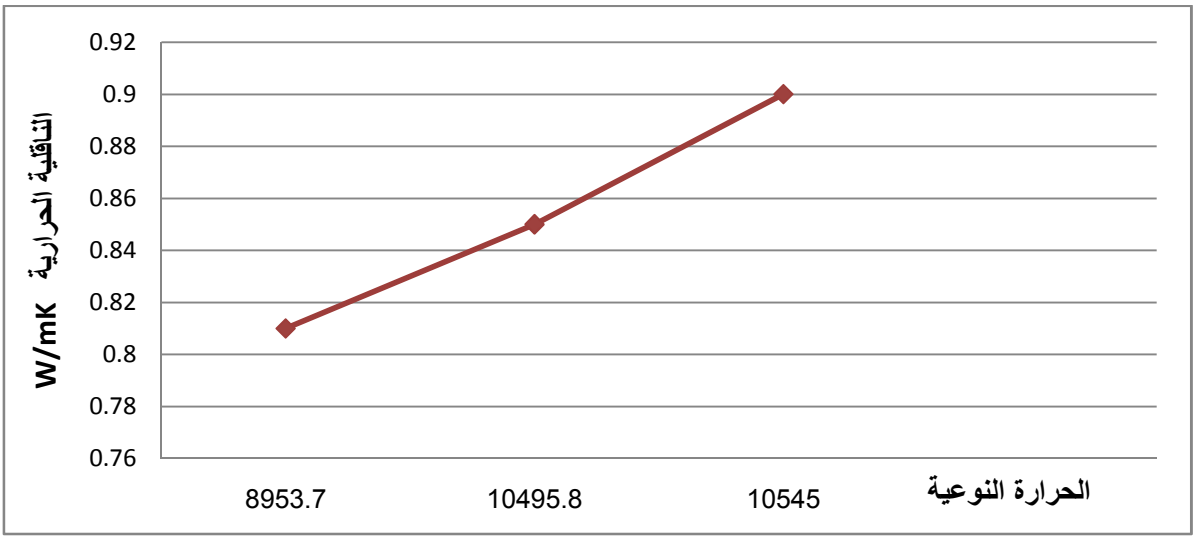
الشكل (1)يبين تغيرات الناقلية الحرارية بدلالة الكتلة



المنحنى (1) : يبين تغيرات الناقلية الحرارية بدلالة الكتلة

نلاحظ من خلال المنحنى أن هناك تناسب طردي بين الناقلية الحرارية وكتلة اللبنات المختبرة (الكتلة الحجمية تتناسب طردا مع الناقلية الحرارية) حيث حجم العينات المختبرة نفس الحجم .

الشكل (2) : يبين تغيرات الناقلية الحرارية بدلالة الكتلة



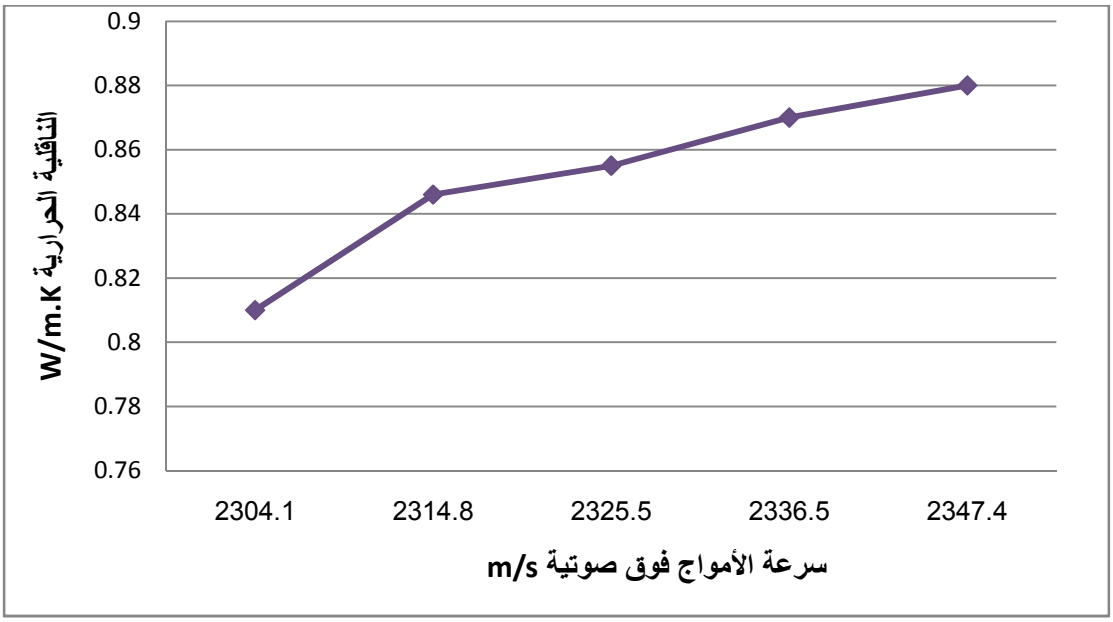
المنحنى (2) : يبين تغيرات الناقلية الحرارية بدلالة الحرارة النوعية

من خلال المنحنى نلاحظ أن هناك تناسب طردي بين الحرارة النوعية والناقلية الحرارية حيث كلما زادت الحرارة النوعية زادت الناقلية الحرارية .

- نتائج حساب سرعة الأمواج فوق صوتية الخاصة باللبنات الخلط العشوائي (الأحسن من ناحية النتائج)

رقم العينة	1	2	3	4	5
T(µs)	21.7	21.6	21.5	21.4	21.3
V(m/s)	2304.1	2314.8	2325.5	2336.5	2347.4

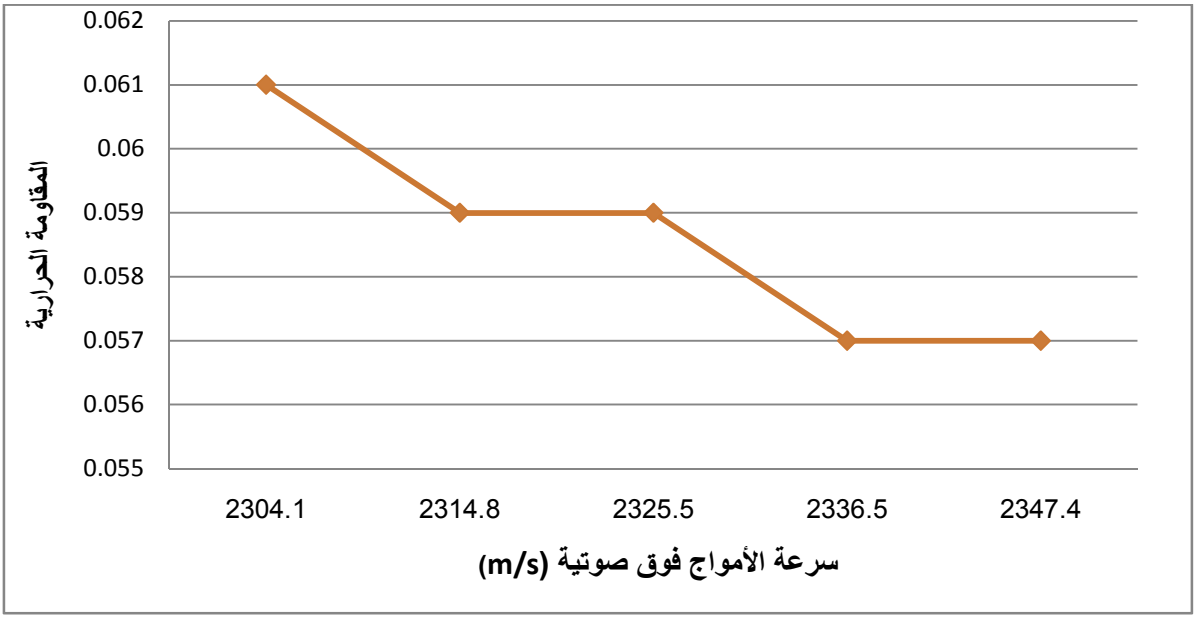
الشكل (3) : يبين تغيرات الناقلية الحرارية بدلالة سرعة الأمواج فوق الصوتية



المنحنى (3) : يبين تغيرات الناقلية الحرارية بدلالة سرعة الأمواج فوق صوتية

نلاحظ من خلال المنحنى أن سرعة الأمواج فوق صوتية تتناسب طردا مع الناقلية الحرارية وهذا له علاقة ببنية اللبنات المختبرة حيث كلما كانت اللبنة المختبرة تحتوي علة فراغات يكبر زمن اختراق الموجات فوق الصوتية وبالتالي تصغر سرعة الاختراق .

الشكل (4) : يبين تغيرات المقاومة الحرارية بدلالة سرعة الأمواج فوق الصوتية



المنحنى (4) : يبين تغيرات المقاومة الحرارية بدلالة سرعة الأمواج فوق صوتية

نلاحظ من خلال المنحنى أن سرعة الأمواج فوق صوتية تتناسب عكسيا مع المقاومة الحرارية للعناصر المختبرة أي عكس الناقلية الحرارية .

خلاصة :

من خلال النتائج المحصل عليها من الدراسة الترمو ميكانيكية نستطيع القول أن :

✓ **في التجارب الميكانيكية:**

*** بالنسبة لتجارب الضغط والانحناء والأمواج فوق صوتية :**

- طريقة وضع الأحزمة على شكل طابقين نلاحظ أن الشريط البلاستيكي دو الطول 3.5 سم والنسبة 3% هو الأحسن وذلك انه أكثر مقاومة لقوى الانضغاط والانحناء وهذا راجع لشكل ونسبة الأحزمة لتقاربها مع بعضها البعض ووضعها في طبقتين مما زادت في مقاومة لقوى الانضغاط والانحناء وكذلك اللبنات المختبرة كانت خالية من التشققات .

- أما بالنسبة لسرعة الأمواج فوق صوتية نلاحظ النسبة 1% من كل طول هي الأكبر وهذا راجع أن اللبنات المختبرة تحتوي على فراغات يكبر زمن اختراق الموجات فوق صوتية وبالتالي تصغر سرعة الاختراق .

✓ **في التجارب الحرارية:**

*** بالنسبة للناقلية الحرارية :**

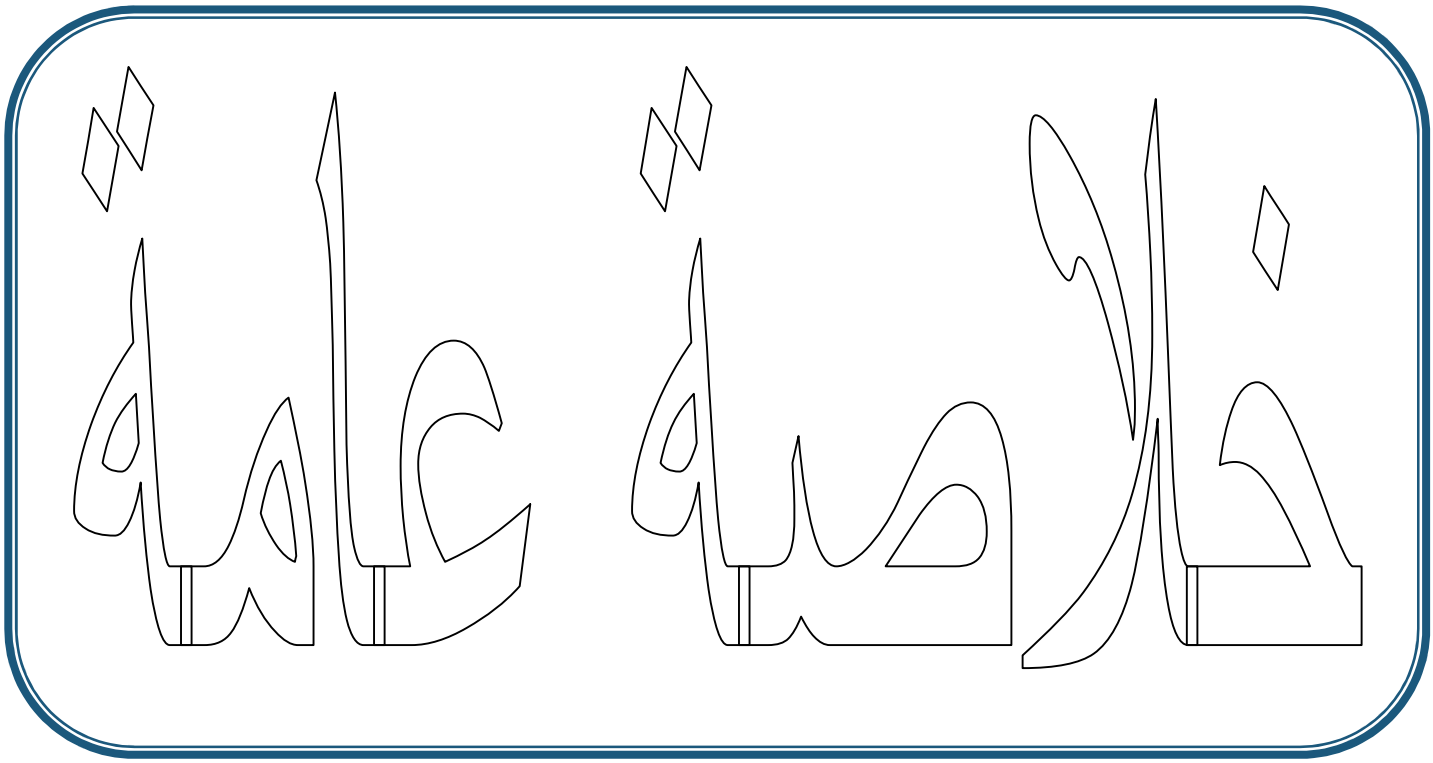
- عينة طبقتين من الأحزمة البلاستيكية أحسن من عينة طبقة واحدة أو الخلط العشوائي وذلك راجع للفراغات داخل العينات .

- قيمة الناقلية الحرارية λ عموما جيدة وهذا راجع لطبيعة الجبس التقليدي .

- العينة ذات طابقين من الأحزمة البلاستيكية لها أعلى قيمة للناقلية وهي : 0.892 w/m.k مقارنة بالعينات الأخرى .

*** بالنسبة للمقاومة الحرارية :**

- التمشمت ذو الخلط العشوائي هو الأكثر مقاومة للحرارة وهذه النتيجة منطقية نظرا للعلاقة الرياضية بين المقاومة والناقلية الحرارية ، وتقريب تساوي المقاومة بين طبقة وطبقتين من الأحزمة في العينة .


خادمة عامة

في إطار تثمين الموارد الطبيعية قمنا بهذه الدراسة والغرض منها معرفة الخصائص الميكانيكية والحرارية للبنات الجبس التقليدي (التمشمت) ، الذي يعتبر من أهم مواد البناء التقليدية اعتمدها الإنسان مند القدم ، والأحزمة البلاستيكية المتوفرة في نفايات البناء دون شرائها ، وذلك بإضافتها بنسب متفاوتة وطرق مختلفة مع التمشمت ،وهذا من أجل إعطاء خصائص ترمو ميكانيكية .

في هذه الدراسة تمت إضافة للتمشمت أحزمة (أشرطة) بلاستيكية بأطوال ونسب مختلفة وبثلاث طرق (طريقة الخلط العشوائي - طبقة واحدة - طبقتين) ، قمنا بإجراء تجارب ميكانيكية (ضغط - انحناء - أمواج فوق صوتية) وأخرى حرارية (الناقلية الحرارية - المقاومة الحرارية) وإجراء مقارنات للدراسة ، وهذا كله من أجل معرفة العينة الأفضل للاستعمال .

في نهاية الدراسة نستطيع القول أن :

- نتائج الجبس التقليدي (التمشمت) المضاف له الأحزمة البلاستيكية بطبقتين أحسن من (الخلط العشوائي وطبقة واحدة) من الناحية الميكانيكية ومقبول من الناحية الحرارية .

- عينة (3.5سم طول ونسبة 1%) من الأحزمة البلاستيكية على شكل طبقتين أثبتت فعاليتها من الناحيتين الميكانيكية والحرارية مقارنة بباقي العينات وطرق الخلط .

-- قيمة الناقلية الحرارية λ عموما جيدة وهذا راجع لطبيعة الجبس التقليدي .

- الجبس التقليدي لديه ناقلية أقل للحرارة ولهذا يعتبر مهم في منطقتنا الصحراوية ويعتبر عازل حراري .

ومن أجل مواصلة هذه الدراسة وضعنا بعض التوصيات :

التوصيات :

- إنجاز دراسة تقنية واقتصادية لدراسة جدوى استعمال هذه المادة .
- دراسة الترمو ميكانيكية بمزج الجبس التقليدي بمواد مختلفة مثل البلاستيك مع ألياف النخيل أو الزجاج أو الصوف ...
- انجاز تجارب أخرى من جانب الرطوبة وامتصاص الماء للتمشمت .

المراجع :

[1] - قبايلية حسان ، مذكرة مكملة لنيل شهادة الماجستير في علم الآثار تخصص أثار صحراوية جامعة محمد خيضر بسكرة 2009-2010

[2]- علي كشيرد - خصائص وطرق البناء بالمواد المحلية .

[3] - http//Ar.m.wikipedia.org/wiki.

[4]- معلومات من مركز الردم التقني تقرت.

[5] - JEAN - FESTA " Techniques et pratique du plâtre " Applications traditionnelles et modernes . Edition EYROLLES 2001

[6] - CNERIB " Recommandations pour la construction en plâtre " Ministère de l habitat - centre national d études et de recherche intégrées au bâtiment 1993

[7] - JEAN - FESTA " la plâtre et ses applications et modernes - Edition Eyrolles 1996

[8] - Ar.wikipedia.org/wiki/ صناعة اللدائن.

[9]- مخرمش عبد السلام ، مذكرة ماجستير " دراسة التأثير الميكانيكي والحراري ... " جامعة قاصدي مرباح ورقلة 2012 .

[10] - CT Metre"Guide d utilisation " 2010

[11]- http//arwikipedia/wiki