الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العلي و البحث العلمي
جامعة قاصدي مرباح ورقلة
كلية العلوم التطبيقية
قسم الهندسة المدنية و الري

مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي
تخصص دراسة ومراقبة
المنشآت والطرق
بعنوان:

دراسة مدى تأثير العوامل الخارجية على طوب الجبس التقليدي المدعم بالخشب

من إعدادالطالبتان:

- قوجيل عائشة
- بقاري فتيحة

أمام اللجنة المتكونـة من :

❖ أبي ميلود يوسف	أستاذ محاضر [ب]	(جامعة ورقلة)	رئيسا
❖ مخرمش عبد السلام	أستاذ محاضر [أ]	(جامعة ورقلة)	مناقشا
❖ هاشم شعبب	أستاذ محاضر [أ]	(جامعة ورقلة)	مؤطرا

السنة الجامعية :2023/2022

بسم الله الرحمن الرحيم

شكـــر وعرفـــان

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات
والصلاة والسلام على رسوله الكريم ومن تبعه بإحسان إلى يوم الدين
بادئ أشكر رب العباد العلي القدير شكرا جزيلا طيبا مباركا فيه الذي أنارنا بالعلم وزيننا بالحلم وأكرمنا بالتقوى وأنعم علينا بالعافية أنار طريقنا ويسر ووفق وأعان في إتمام هذه الدراسة وتقديمها على الشكل الذي هي عليه اليوم
فله الحمد والشكر وهو الرحمان المستعان.

وعرفانا بالمساعدات التي قدمت حتى يخرج هذا العمل إلى النور
أتقدم بجزيل الشكر والتقدير والعرفان للأستاذ هاشم شعيب
على تواضعه وكرمه من خلال الإشراف على هذا العمل
فله أخلص تحية وأعظم تقدير على كل ما قدمه لنا من توجيهات
وإرشادات وعلى كل ما خصنا به من جهد ووقت
طوال إشرافه على هذه الدراسة
فكان لنا نعم المعلم
الناصح الصابر.

ولا يفوتني توجيه الشكر والتقدير لكافة الأساتذة الكرام أعضاء الهيئة التدريسية في كلية العلوم التطبيقية، قسم الهندسة المدنية والري، جامعة قاصدي مرباح ورقلة
كما لا ننسى أن نتقدم بالشكر والاعتزاز للأستاذ على كشيرد الذي لم يبخل علينا بتوجيهاته ومسؤولي المخابر التي لجأنا إليها في عملنا
على مساعداتهم وإمدادنا شرح مفصل عن كل الأمور
التي استفسرنا عنها بكل صدر رحب جازاه الله خير
الجزاء وجعلها في ميزان حسناتك

وإلى كل من أمدني بيد العون ولو بكلمة طيبة مشجعة.

إلى كل هؤلاء أقول شكرا جزيلا...

إهداء

أهدي هذا العمل المتواضع

إلى من شجعني كثيرا وحفزني على

الإقدام على مواصلة مسيرتي التعليمية إلى هده المرحلة

إلى من كلله الله بالهيبة والوقار...إلى من علمني العطاء بدون

انتظار إلى سندي الأول والأخير والدي الحبيب أطال الله في عمره

إلى ملاكي في الحياة إلى معنى الحب والحنان إليك أمي

إلى إخوتي وأخواتي كل باسمه إلى زوجي ورفيقي في الحياة

إلى أجمل حدث في حياتي إلى فرحة عمري ورفيقتي وملاكي

إبنتي الغالية "مكة"

إلى زملائي ورفقاء الدرب إلى كل الأحبة ومن جمعتنا بهم الحياة سواء من قريب أو

من بعيد

إلى كل من أعرفه أهدي لكم عملي هذا

شكرا لكم...

عـــائشة

إهداء

إلى والداي إلى من وضع المولى آياته ووقرهما

في كتابه العزيز قال تعالى "وقضى ربك ألا تعبد إلا إياه

وبالوالدين إحسانا" إلى من الجنة تحت قدميها، إلى معنى الحب

والحنان، إلى من فرحت لأفراحي وحزنت لأحزاني، إلى نور عيني

فما عدت أخشى الصعاب بدعواتها إليك أنت أمي الحبيبة.

إلى خالد الذكر الذي وفاته المنية منذ سنوات، وكان خير مثال لرب الأسرة وسندنا في الحياة

الذي وفر لنا سبل الخير والسعادة

أبي الغالي الموقر "رحمة الله عليه"

إلى إخوتي وأخواتي من كبيرهم إلى صغيرهم

إلى زوجي ورفيق في الحياة "إدريس"

إلى عائلتي الثانية التي لم تحسسني بفراغ

إلى زميلتي ورفيقتي التي تشاركنا في إتمام مشروع التخرج "عائشة"

إلى جميع أساتذتي في الكلية

إلى صديقاتي المقربين "إيمان" و "هاجر"

وإلى كل المقربين من القلب والداعمين والمساندين لي في السراء والضراء

إلى كل من يعرفني "شكرا" أهدي لكم عملي المتواضع وثمرة مشواري الجامعي.

وفي الأخير لكم مني كل المحبة والتقدير والشكر والعرفان.

والله الموفق والمستعان.

فتيحة

الفهرس

الشكر والتقدير.....I
الإهداء II
الفهرس III
الملخص .....
المقدمة العامة .....

الفصل الأول: عموميات حول مواد البناء

- I.1.**تمهيد** 4
- I.**2. المقدمة** 4
- I.**3. التعريف بمنطقة ورقلة**.....4
- I-4. **الـــــموقـــــــع** 5
- I-**5. طبيعة المناخ في المنطقة** 6
- I.**6. الجبس التقليدي (تيمشمت)** 7
- I.**1.6. مفهوم الجبس التقليدي(التمشمت)**: 7
- I.2.6. كيفية تحضير الجبس التقليدي (التمشمت).....8
- I.**6. 3. أهم الخصائص التي يتميز بها الجبس التقليدي (التمشمت)**.....10
- I.**6. 4. الجوانب السلبية للجبس التقليدي (تيمشمت)** 10
- I.**7. الإسمنت** 12
- I.**1.7. تعريف**.....12
- I.**2.7. عملية التصنيع** 12
- I.**8. نشارة الخشب**.....13
- I.**9. خلاصة الفصل**.....13

الفصل الثاني: خصائص المواد المستعملة

- II.**1. مقدمة** 15
- II.**2. تربة الجبس التقليدي (تيمشمت)** 15
- II.**1.2. تجربة التحليل الحبيبي** Analyse granulométrique 16
- **التحليل الحبيبي بالغربال** (NFP94-056).....16
- **التحليل الحبيبي بالترسيب** NF P94-057.....17
- II. **2.2. تجربة حدود أتربارغ** NFP 94-051 18
- **1.تجربة حد السيولة:** 19
- **2.تجربة حد اللدونة:** 19
- II.**3.2. المكافئ الرملي** (NFP 18-598).....20

- II.4.2. الكثافة La densité (NFP94-064) 22
- II.5.2. الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة Masse Volumique 23
- 1/- الكتلة الحجمية الظاهرية 23
- 2/ الكتلة الحجمية المطلقة 24
- II.6.2. تجربة أزرق المثيلين bleu de méthylène (NFP94-068) 25
- II.3. التجارب الكيميائية 26
- II.3.2. تجربة حيود الأشعة السينية DRX 28
- II.4. خصائص المواد المضافة 29
- II.4.1. الإسمنت 29
- II.4.2.النجارة 31
- خصائص النجارة 31
- II.3.2. الماء 32
- II.5. الخلاصة 32
- III.1.مقدمة 34
- III .2. تحضير العينات 34
- III .3. تخزين العينات 36
- III .3. الكتلة الحجمية 37
- III.4. التجارب الميكانيكية 38
- III.4.1. تجربة الانحناء 38
- III.4.1. تجربة الضغط 40
- III.5. الخلاصة 42
- الخلاصة العامة 44
- المراجع 45

قائمة المخططات والصور

الفصـــــــــل الأول

صور I.1 : بعض المناظر الطبيعية للجنوب الجزائري X
صورI. 2: بعض المناظر الطبيعية للجنوب الجزائري 6
صورة I. 3 : صورة توضح مقلع الحجارة 8
صورة I. 4 : مقطع الحجارة المستخدمة 8
صورة I. 5 : عملية الحرق 8
I.صورة 6 : مجالات مختلفة لاستعمال تمشمت بين الماضي والحاضر 11

الفصـــــل الثـــــانى

رسم توضيحي II.1 منحنى التدرج الحبيبي بالترسيب 18
صور II.2 مراحل سير تجربة حد السيولة 19
رسم توضيحي.II . 9 عرض حدود أتربارغ 20
صورة .II.10 تجربة الكتلة الحجمية الظاهرية 23
صور .II 11 مراحل إنجاز تجربة الكتلة الحجمية المطلقة 24
صورة.II .12 تجربة أزرق المثيلين 25
صورة .II. 13 تجارب التحليل الكيميائي 27
رسم توضيحي 14 منحنى يبين انعراج الأشعة السينية لتمشمت 29
صورة .II. 15 تبين مسحوق الاسمنت 29
رسم توضيحي .II. 16 حدود الأشعة الصينية للإسمنت 31
صورة .II.17 تبين النجارة المستعملة في التجربة 31

الفصـــــل الثـــــالث

مخطط .III. 1 طريقة تحضير العينات 35
صور.III . 1 وضع العينات في الماء المقطر 36
صور .III. 2 وضع العينات في المياه العدوانية 36
صور .III. 3 أخذ وزن وحجم العينات 37
رسم توضيحي22 قيم الكتلة الحجمية بدلالة الزمن ..... **Error! Bookmark not defined.**
صور .III.23 تجربة الانحناء البسيط 39
صور .III.24 تجربة الانحناء البسيط 39
المخطط .III. 25 مخطط الانحناء بدلالة الزمن ..... **Error! Bookmark not defined.**
رسم توضيحي26 تجربة الضغط 41
رسم توضيحي 27 الضغط بدلالة الزمن ..... **Error! Bookmark not defined.**

قائمة الجداول

الفصـــل الثـــانى

جدول II 1 نتائج التحليل الحبيبي بالغربال 17
جدول II 2 نتائج التحليل الحبيبي بالترسيب 17
جدولII 3. تصنيف حد اللدونة 20
جدول II 4 تصنيف التربة حسب معايير تجربة المكافئ الرملي 22
جدول II 5 نتائج التجربتين 22
جدول 6.II النتائج المتحصل عليها من التجربتين 24
جدول II. 7 تصنيف التربة بالنسبة لأورق الميثيلين 26
جدول II. يبين نتائج التجارب الكيميائية لتيمشمت 26
جدول..III 9. جدول قيم الخصائص المتعلقة بالإسمنت 30
جدول ..III.10 التركيب الكيميائي للإسمنت المستخدم: 30
جدول..III . 11 التركيب الكيميائي للماء 32

الفصـــل الثـــالث

جدول..III . 12 قيم الكتلة الحجمية للطوب بدلالة الزمن 37
جدول..III . 13 قيم تجربة الانحناء للطوب بدلالة الزمن 39
جدول..III . 14 قوى الضغط 41

الملخص

يهدف هذا العمل المقدم إلى دراسة إمكانية استخدام الجبس التقليدي "تيمشمت" كمادة في البناء، التي نستطيع توفيرها بكميات كبيرة في صحراء الجزائر، لصنع الطوب بخصائص ميكانيكية عالية تؤهله إلى أن يكون مادة أساسية في البناء خاصة في منطقة الجنوب. قمنا بتحسين الخواص الميكانيكية للجبس التقليدي بإضافة نشارة الخشب والإسمنت بنسب 2 % و 1 % على الترتيب، حيث أظهرت النتائج أن هذه النسب تعطي أكثر مقاومة من ناحية الضغط والانحناء، وبهدف دراسة المتانة ومعرفة تأثير العوامل الخارجية (الهواء، الماء، ملوحة الأرض، مياه الصرف الصحي) على طوب الجبس التقليدي المدعم بالإضافات، قمنا بوضع عينات في الماء المقطر وأخرى في وسط من المياه العدوانية التي قمنا بتحضيرها مسبقا، وضعناها لمدة 7 أيام، 14، 28، 60 يوم. ثم قمنا بإجراء الاختبارات الميكانيكية على جميع العينات في المواعيد المحددة، ووجدنا أن النتائج الميكانيكية (قوة الانحناء، قوة الضغط) تتزايد بمرور الوقت.

الكلمات المفتاحية: الطوب، الجبس التقليدي 'تيمشمت'، الإسمنت، نشارة الخشب.

Résumé

Ce travail présenté vise à étudier la possibilité d'utiliser le gypse traditionnel "Timchmet" comme matériaux de base dans la construction, que nous pouvons fournir en grande quantité ici en Algérie, pour fabriquer des briques à hautes propriétés mécaniques qui le qualifient d'être un matériau de base dans la construction, en particulier dans le sud région. Nous avons amélioré les propriétés mécaniques du gypse traditionnel en ajoutant de la sciure de bois et du ciment à des taux de 2% et 1%, respectivement, car les résultats ont montré que ces pourcentages donnent plus de résistance en termes de pression et de flexion, afin d'étudier la durabilité et de connaître la effet des facteurs externes (air, eau, salinité de la terre, eaux usées sanitaires) sur des briques de gypse traditionnelles soutenues par des additifs, nous avons placé des échantillons dans de l'eau distillée et d'autres dans un milieu d'eau agressive que nous avons préparé à l'avance, et les avons placés pour 7 jours, 14, 28 et 60 jours. Nous avons ensuite effectué des tests mécaniques sur tous les échantillons dans les délais et avons constaté que les résultats mécaniques (résistance à la flexion, résistance à la compression) augmentaient avec le temps.

Mots-clés : briques, gypse traditionnel « temshmet », ciment, sciure de bois.

Abstract

This presented work aims to study the possibility of using the traditional gypsum "Timchmet" as a basic material in construction, which we can provide in large quantities here in Algeria, to make bricks with high mechanical properties that qualify it to be a basic material in construction, especially in the southern region. We improved the mechanical properties of traditional gypsum by adding sawdust and cement at rates of 2% and 1%, respectively, as the results showed that these percentages give more resistance in terms of pressure and bending, in order to study the durability and know the effect of external factors (air, water, salinity of the earth, waste water sanitary) on traditional gypsum bricks supported by additives, we placed samples in distilled water and others in a medium of aggressive water that we prepared in advance, and placed them for 7 days, 14, 28, and 60 days. We then performed mechanical tests on all samples on schedule, and found that the mechanical results (bending strength, compressive strength) increased over time.

Keywords: bricks, traditional “temshmet” gypsum, cement, sawdust

المقدمة العامة

المقدمة العامة

باتساع المعمار في الوطن والبناء بصفة عامة تطورت استخدامات مواد البناء التقليدية من خلال زيادة المعرفة بخصائصها وإمكانياتها الإنشائية والمعمارية، إلى جانب تأثير العوامل المختلفة خاصة الثقافية كالعادات والتقاليد، والطبيعية كالجغرافيا والمناخ.

وتؤدي مواد البناء دورا رئيسيا في تكوين الشكل المعماري، فلكل مادة خصائص ومميزات تستوجب استعمالات معينة وتفرض نفسها على الشكل النهائي للمباني، وسنقدم في هدا البحث بعنوان " دراسة مدي تأثير العوامل الخارجية على طوب الجبس التقليدي المدعم بالخشب" دراسة عامة عن إحدى هذه المواد ألا وهي الجبس التقليدي (تيمشمت) حيث يعتبر من أقدم المواد المحلية في البناء وقد تم استخدامه في بناء القصور القديمة في ورقلة، أنقوسة، عجاجة .... وجل المناطق الصحراوية، واستلزم علينا كطلبة في المجال دراسة هذه المادة من خلال تحديد خصائصها ومكوناتها من أجل تعزيزها وتحسينها حيث يعتبر من بين أهم رموز وتراث المنطقة الذي وجب علينا الحفاظ عليه. {2}

تنوعت استعمالات هذه المواد ما بين الاستعمال المباشر أو إدخال بعض التعديلات عليها أو بعد تحويلها، وتمتاز هذه المواد المحلية بأنها متواجدة بوفرة و قليلة التكاليف، إضافة إلى أنها ذات خصائص في الانسجام مع الظروف المناخية المميزة بالمنطقة، ومن أجل فهم أفضل لسلوك المواد المحلية في مجال الهندسة المدنية وتشييد المباني، من المهم تقدير مواردها ودراسة خصائصها الفيزيائية والكيميائية والميكانيكية. في هذا الصدد قمنا من خلال دراستنا بتعزيز ودعم مادة محلية وهي الجبس التقليدي المسمى "تيمشمت"، لذلك قمنا بإضافة نشارة الخشب والاسمنت بنسب متفاوتة لتدعيم الطوب الذي أساسه الجبس التقليدي (التمشمت) ثم نقوم بدراسة شاملة تسمح لنا بمعرفة السلوك الميكانيكي للطوب. وأيضا الدراسة التجريبية لتأثير كل من (المياه المقطرة، المياه العدوانية) على التراكيب المختلفة لطوب الجبس التقليدي. {2}

يتكون هذا العمل من ثلاث فصول:

- الفصل الأول: خصصنا هدا الفصل للدراسة العمومية، من أجل إعطاء لمحة عن منطقة ورقلة وطبيعة المناخ في المنطقة وتقديم مادة الجبس التقليدي «تيمشمت" كمادة أساسية إضافة إلى نشارة الخشب والإسمنت مع خطوات التصنيع الخاصة بالمواد.
- الفصل الثاني: قمنا في هذا الفصل بدراسة الخصائص الفيزيائية والميكانيكية والكيميائية للمواد المستعملة في تكوين الطوب المحسن.
- الفصل الثالث: خصصنا هذا الفصل لدراسة السلوك الميكانيكي للطوب الجبسي التقليدي المحسن الذي قمنا بوضعها في الهواء الطلق وفي مياه الشرب وبيئة عدوانية ودراسة النتائج ونقدها وتقديم بعض التوصيات التي يجب مراعاتها في الدراسات المستقبلية.

واستخلصنا في الأخير أن أفضل تركيبة يمكن أن نعتمدها هي التي تحتوي على نسب 1%، 2%، 97% من الإسمنت ونشارة الخشب والجبس التقليدي على الترتيب حيث تكون قوة المقاومة أكبر في الهواء الطلق مقارنة بالأوساط الأخرى، كما أن للإسمنت ونشارة الخشب دورا هاما في تحسين المقاومة للجبس التقليدي.

الفصل الأول

عموميات حول مواد البناء ومنطقة الدراسة

I.1. تمهيد

تكتسي قصبة ورقلة أو المعروفة محليا بالقصر العتيق، أهمية اجتماعية وسياحية كبيرة، سواء على المستوى الولائي أو الوطني. ويُعد هذا القصر أحد أقدم المعالم الأثرية بالولاية وأبرز معالمها السياحية. وما يزيد في شهرته المحلية وجوده بمحاذاة "سوق الحجر"؛ أقدم سوق بالمنطقة، والتي تُعتبر من جهتها معلما اجتماعيا وسياحيا لا يقل أهمية. ولأنه قصر عتيق فإن مبانيه تعاني من التصدعات، وسكانه رفعوا نداءات متكررة، مطالبين السلطات المحلية بإعادة إسكانهم، إلا أن العارفين بخبايا هذا القصر يؤكدون استحالة ترحيل كافة قاطنيه؛ كون عددهم يتجاوز الـ 5 آلاف نسمة...

I.2. المقدمة

كان من الضروري على الإنسان الساكن بالمناطق الصحراوية أن يبتكر لنفسه نمطا عمرانيا يتلاءم مع الظروف المناخية والطبيعية المحيطة به لتسهيل له القيام بوظائفه لذلك تطرق الإنسان الصحراوي إلى ما توفر له طبيعته من مواد بناء طبيعية بسيطة تساعده في تشييد مختلف البناءات والعمارات التي تزخر بها المنطقة, ونظرا لوفرتها وقلة تكاليفها جعلها سكان المنطقة العامل الأساسي في كل بناءاته إضافة إلى أنها ذات خصائص مميزة في الإنسجام مع الظروف المناخية للمنطقة. {2}

I.3. التعريف بمنطقة ورقلة

هي أحد أهم الولايات الجزائرية لامتدادها التاريخي فهي أحد أهم المدن في أول دولة إسلامية في المغرب العربي وكانت المدينة وقتها تسمى «واركلان» لتتغير لكنة نطقها بالبربرية الآن بـ«واركلا» أي بمعنى الرجل الحر قديما حيث جمع سكانها الذين عمرو مدينة واركلان أحد قصورها الصحراوية ثروة كبيرة من خلال الخط التجاري الذي نشطوه مع أفريقيا العميقة، وثانيا لأنها مصدر الثروة البترولية للجزائر وسميت مدينة ورقلة حديثا والتي سكنت منذ فجر التاريخ وشكلت العاصمة الإقليمية للجنوب الشرقي منذ الفترة العثمانية. سميت ولاية الواحات إبان الاستقلال وضمت جميع مدن الجنوب الشرقي. {4}

يعود تاريخ القصر العتيق لورقلة إلى عدة قرون خلت، وقد كان في الأصل مسكنا لسلاطين ورقلة الأوائل. ويُعرف هذا القصر بتسمية القصبة، وأصل كلمة قصبة إسباني، ومعناها محيط سكاني محصَّن بأبواب؛ حيث نعد 7 أبواب رئيسة تغيرت ملامحها وعددها عبر التاريخ.. كل باب يُفتح على حي من أحياء القصبة، وكل حيين يعودان إلى عرش من العروش الثلاثة التي تقطن القصر، وهي: عرش بني ابراهيم، عرش بني سيسين وعرش بني واڤين.

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. {2}

I-4. الـــــموقـــــــع

تقع ولاية ورقلة في الجنوب الشرقي من الوطن وتعتبر بوابة الصحراء الجزائرية الكبرى من الجهة الشرقية حيث يعبرها الطريق الوطني رقم 03 الذي يربط الشمال الشرقي للوطن بالجنوب الشرقي. تحتل مدينة ورقلة موقعا في الضفة الغربية للعرق الشرقي الكبير وفي منطقة تتميز بموارد طبيعية باطنية هامة كالبترول والغاز مما أعطاها صبغة إدارية خدماتية هامة , وهي تتوسط الولايات التالية :

من الجهة الشمالية: كل من ولايات الوادي، تقرت بسكرة والجلفة.

من الجهة الجنوبية: ولايتي إليزي وتمنراست

من الجهة الشرقية: ولاية الوادي والجمهورية العربية الليبية.

من الجهة الغربية: ولاية غرداية.

أما موقعها الفلكي فتقع على خط عرض 57 31 و59 31 شمال خط الإستواء وخطي طول 19 5 و 20 5 شرق خط جرينتش.

صورة 1: صورة لسوق ورقلة من الأعلى

I-5. طبيعة المناخ في المنطقة

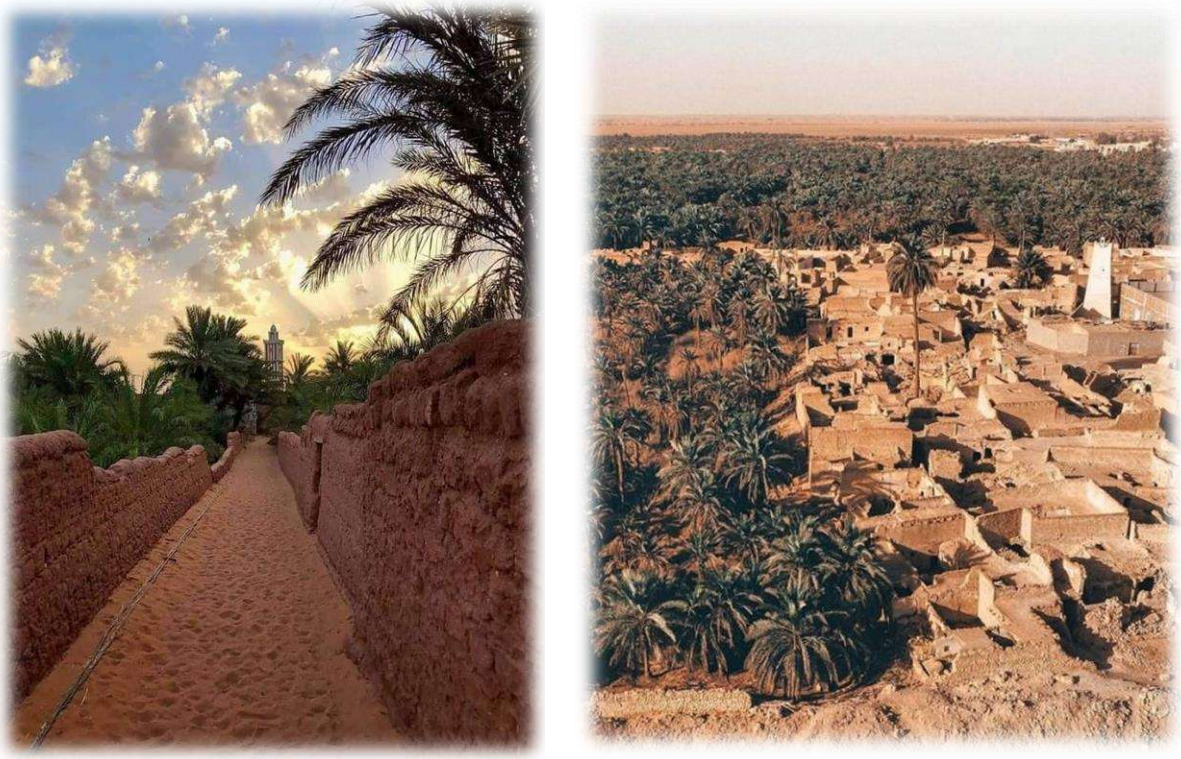
تمتاز منطقة ورقلة وكباقي المناطق الصحراوية بمناخ صحراوي جاف ودرجات حرارة عالية تتجاوز (43°) صيفا في المتوسط وتنخفض شتاءا مع قلة الأمطار وتبخر قوي وضعف في الحياة البيولوجية ونظام البيئة.

درجة الحرارة: نسجل في الأعوام الأخيرة درجة حرارة عالية تصل إلى45° في شهر جويلية في كل من ولاية تقرت وولاية ورقلة، وفي شهر جانفي تصل إلى 11° و12° في كل من الولايتين على التوالي وقد تنخفض إلى 0° في ليالي فصل الشتاء.

الأمطار: نادرة وغير منتظمة تتراوح بين 1 و180مم في السنة، وهي كغيرها من المناطق الصحراوية تفتقر للغطاء النباتي الطبيعي، ولكنها بالمقابل غنية ببساتين النخيل، فهي تعتبر واحة بديعة المناظر.

الرياح الموسمية: الرياح التي تهب بالمنطقة هي رياح – شمال شرق وجنوب شرق بسرعة تصل أو تفوق 20 م/تا، رياح جنوبية شرقية حارة.

الرطوبة: تتراوح الرطوبة بين 42 و 49%



صورة 2: بعض المناظر الطبيعية للجنوب الجزائري

I.6. الجبس التقليدي (تيمشمت)

I.6.1. مفهوذ الجبس التقليدي(التمشمت):

الجبس التقليدي أو تمشمت كما يعرفها عامة الشعب هي مادة معروفة منذ القدم تشكل من رابطة هوائية بفضل الهواء و هي مادة طبيعية صلبة مكونة من ثنائي هيدرات الكبريتات الكالسيوم أو كبريتات الكالسيوم المائية ذات الصيغة الكيميائية $CaSO_4.2H_2O$، الجبس 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 والطين 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 79.09% من جزيئات الماء و تبلغ كثافته حوالي 2.32 . {4}

هو مادة بناء معروفة جيدا في البناء التقليدي , و من مواد البناء الواسعة الاستخدام في الصحراء وتعرف بتسميات مختلفة ومتقاربة منها (التيشم, التمشمت, التيمشنت ....الخ) والتيمشمت 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 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

- **التافزة:** عبارة عن صخر رسوبي، يكون لونها أبيض مصفر أو أحيانا مائل للإحمرار لاحتوائها على أكسيد الحديد، وهو حجر صلب يمتاز بالصلابة والمقاومة، ولقد جلبت عن طريق الصخور الرملية المنتشرة في المنطقة، وهي بأشكال مدببة وغير منتظمة، وتكون حجارتها ذات أشكال مختلفة ولكنها منتظمة نسبيا.
- **حجرة ورقلة:** وهي عبارة عن حجارة هشة وذات مسامية عالية حيث يمكن أن تتفتت إذا ما وضعت في الماء وتتركب من السلس وسلفات الكلس، و تتواجد على شكل طبقة تعرف بالدبداب يصل سمكها حوالي متر وتستخرج من الأرض خاصة بعد الأمطار الربيعية وذلك بعد نزع الطبقة الترابية السطحية والتي يصل سمكها حوالي 2.5م وتستعمل بعد تجفيفها مباشرة. {4}

I.2.6. كيفية تحضير الجبس التقليدي (التمشمت)

يمر تحضير الجبس التقليدي (التمشمت) بعدة مراحل وهي:

1-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 بتماسين مثلا وبعد تكسيرها وتهيئتها يتم نقلها إلى المحرقة يكون شكلها كما هو مبين في الصورة. {4}

صورة 4 : مقطع الحجارة المستخدمة

صورة:3 صورة توضح مقلع الحجارة

2-عملية الحرق: تتم عملية الحرق في أفران معدة خصيصا لهذا الغرض وتكون قريبة في الغالب من مكان استخراج الحجارة وتتميز بموقعها على المنحدرات، هذه الأفران تكون عموما مخروطية الشكل وهي مصنوعة من الحجارة والطين، توضع الحجارة المراد حرقها 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 وتستمر عملية الحرق لمدة 9 ساعات على الأكثر في درجة حرارة تتراوح ما بين °150و°200 .{4}

صورة 5: عملية الحرق

3- عملية الطحن: بعد عملية الحرق يتم استخراج كتل الحجارة وتكون هشة سهلة التفتت، وبعد طحنها بمدق خشبي غليظ أو مطرقة حديدية، يتم الحصول على مسحوق لونه مابين الأبيض المصفر والرمادي 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 وبناء القبب وغيرها. {4}

نلخص تلك المراحل في المخطط التالي:

المخطط 1.I : مخطط يلخص طريقة صنع التيمشت

I.6.3. أهم الخصائص التي يتميز بها الجبس التقليدي (التمشمت)

للجبس التقليدي مميزات كثيرة منها:

- سرعة التصلب وهذا لاحتوائه على نسبة معتبرة من الفحم.
- مقاومته للإنحاء.
- بارد في الصيف ودافئ في الشتاء.
- اقتصادي في التكلفة.
- متوسط عمره يتراوح ما بين 100 إلى 120 سنة أي أكبر من عمر الخرسانة.
- عازل للحرارة والصوت في آن واحد.
- خاصية خفة الوزن
- سهولة تشكيله بفضل ليونته قبل الجفاف،
- صلابته وقسوته بعد الجفاف، مما يضمن استمراريته لعمر أطول. وعن طريقة تصنيعه اختلفت التصاميم وتنوعت بين التقليدي والحديث.
- هذه المادة صديقة للبيئة لأنها تحتوي على إضافات كيميائية. {4}

I.6.4. الجوانب السلبية للجبس التقليدي (تيمشمت)

- الجدران التي بنيت بهذه المادة تنتفخ مثل الخشب عندما تمتص الكثير من الرطوبة.
- سرعة التصلب ما يتطلب سرعة كبيرة في العمل بهذه المادة.
- عدم توفر الأفران واندثار حرفة تصنيع الجبس التقليدي "تيمشمت"
- لا يمكن استخدام هذه المواد لبناء العناصر الحاملة نظرا لقوتها المنخفضة مقارنة بالخرسانة المسلحة، وهذا ما جعل الكثير من الناس لا يفضلون استخدامها اليوم في البناء. {4}

I.6.5. مجالات استعمالها

تعددت مجالات استعمال التمشمت وذلك لشدة مقاومتها لجميع العوامل الداخلية والخارجية سواء كانت بفعل الطبيعة أو بفعل العامل البشري، فنجدها بشكل كبير في عمارة الصحراء المنخفضة كمباني غرداية ووادي ميزاب المعروفة، كما تدخل في البناء والتسقيف وتستعمل أيضا في بناء السلالم والأرضيات وحتى تزيين واجهات المباني والديكورات ... إلخ.

يستخدم الجبس التقليدي "تمشمت" على عدة أشكال حيث يستعمل أحيانا نقيا خاصة في تكسية المنازل وتبييضها 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 الخليط ويعزز 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 . {4}

صور6 : مجالات مختلفة لاستعمال تمشمت بين الماضي والحاضر

I.7. الإسمنت

تم تطوير الأسمنت في بداية القرن العشرين في الأشغال العامة لبناء الطرق ومدارج المطارات. حيث لم يتم تطبيقه على أعمال البناء إلا مؤخرًا، بعد الحرب العالمية الثانية.

I.7.1. تعريف

الإسمنت هو مادة رابطة ناعمة تتصلب وتقسي فتملك بذلك خواصاً تماسكية وتلاصقية بوجود الماء مما يجعله قادراً على ربط مكونات الخرسانة بعضها ببعض .وأهم استخدام للإسمنت هو الملاط والخرسانة حيث يربط المواد الاصطناعية أو الطبيعية لتشكل مواد بناء قوية مقاومة للتأثيرات البيئية العادية

I.7.2. عملية التصنيع

الخطوة الأولى: استخراج المواد

المواد الخام اللازمة لإنتاج الأسمنت هي كربونات الكالسيوم والألومينا وخام الحديد .يتم استخراج معظمها من الصخر. يتكوّن الأسمنت من الحجر الجيري والطين بالإضافة إلى الطباشير والأصداف، ومن ثمّ يتم إضافة الكالسيوم والسيليكون والألمنيوم والحديد، لذا تُعتبر أولّ خطوة هي الحصول على المواد الأساسيّة الداخلة في صناعة الأسمنت واستخراجها من أماكن وجودها، ثم نقوم بمزج المواد وخلطها وذلك بعد الحصول على الموادّ الخام الداخلة في تصنيع الأسمنت بحيث يتم تكسيرها وطحنها، ومن ثمّ مزج المواد بالنسب الصحيحة للحصول على الأسمنت المرغوب، لذا تتم معالجة الصخور الجيرية وطحنها إلى مسحوق ناعم عبر تكسيرها في كسّارات عملاقة خاصّة، يؤدي التكسير الأول إلى تقليل حجم الصخر إلى حد أقصى يبلغ حوالي 6 بوصات، ومن ثمّ تذهب الصخور إلى الكسارات الثانوية أو مطاحن المطرقة لتقليلها إلى حوالي 3 بوصات أو أصغر، وأخيراً يتم دمج الصخور المكسرة مع مكونات أخرى مثل خام الحديد أو الرماد المتطاير والأرض وخلطها جيداً.

الخطوة الثانية: التسخين والطحن

يتم تسخين مزيج خليط مكوّنات الإسمنت في فرن ضمن حرارة قدرها حوالي 2,700 درجة، وتتم عملية التسخين ضمن أفران دوارة إسطوانية ضخمة مبطنة بقرميد خاصّ، ويبلغ قطر الأفران في الغالب 12 قدم، لذا تستوعب كميّات كبيرة من مزيج الإسمنت الأوليّ، يتم تثبيت الأفران الكبيرة مع ميل المحور الأفقي قليلاً مما يسمح للمواد بالمرور عبره خلال 20 إلى 30 دقيقة، ويوجد أسفل الأفران اللّهب القويّ الذي يعمل على الاحتراق لمسحوق الإسمنت والذي تنبعث منه غازات عديدة. عند مغادرة الفرن، يتم تبريد الخليط ثم تخزينه، قبل طحنه لإنتاج الإسمنت.

الخطوة الثالثة: تبريد وطحن المزيج

تبريد مزيج الإسمنت وطحنه تنشأ مادة جديدة بعد عملية تسخين المواد الخام للإسمنت وهي المعروفة بمادة الكلنكر(Clinker) ، يتم تبريد الكلنكر ومن ثمّ طحنه في مصانع الإسمنت وخلطه بكميات قليلة من الجبس والحجر الجيري، وتجدر الإشارة إلى أنّ الإسمنت مسحوق ناعم جداً لدرجة أنّ رطلاً واحداً من الإسمنت يحتوي على 150 مليار حبة، يتم نقل الإسمنت إلى الشركات التي تعمل على بيعه لاستخدامه في مجموعة متنوّعة من مشاريع البناء.

I.8. نشارة الخشب

النُشارة هي عبارة عن مَا يَسْقُطُ مِنَ الخشب وَغيره عند نشره بمنشار، تُستخدم نشارة الخشب على نطاق واسع في المجال الصّناعي، ولكن يتم التحكّم بهذا الاستخدام تبعاً للخصائص التي تمتلكها النشارة قد تستخدم
النشارة فراشا لدواجن الطَّير و لأقفاص القوارض مثل الأرانب .
تُستعمل نشارة الخشب في بناء الأرضيات الخشبيّة أو لأهداف التعبئة والتغليف، أو حتى لأهداف تجميع الإسمنت خفيف الوزن؛ وذلك بفضل اتّصافها بالقوّة والمتانة. تدخل نشارة الخشب في بناء الأسطح المُحكمة بفضل تكوينها الحبيبي.

I.9. خلاصة الفصل

تكمن أهمية هذه الدراسة في التعريف بالطابع المعماري الصحراوي وأهمية المحافظة على هذا التراث من خلال المحافظة عليه والتطوير منه تماشيا مع اختلاف الظروف الطبيعية والمعيشية الحالية مقارنة بالسنوات الماضية، يعتبر هذا الفصل مدخل عام للبحث تطرقنا من خلاله لبعض الجوانب النظرية لموضوع دراستنا، بداية بالتعريف بمنطقة ورقلة بالإضافة إلى لمحة عن طبيعة المناخ في المنطقة، كما قمنا بالتعرف على المواد المستخدمة في عملنا البحثي والمادة الأساسية ألا وهي الجبس التقليدي "تيمشمت" وكيفية استخراجها وصنعها، مجالات استعمالها... إضافة الإسمنت ونشارة الخشب كوسيلة للتثبيت، كما قمنا أيضا ببعض التجارب الفيزيائية و الكيميائية عليها سوف نعرضها في الفصل الثاني.

الفصل الثاني

خصائص المواد المستعملة

الفصل الثاني: خصائص المواد المستعملة

II.1. مقدمة

في سنوات مضت تم استخدام هذه المادة (تيمشمت) كملاط لربط الصخور معا لبناء (قواطع، أسقف ...إلخ) نظرا لأهمية هذه المادة في منطقتنا سوف نقدم في هذا الفصل نتائج الاختبارات الفيزيائية والكيميائية التي تم تطبيقها على مستوى مخبر جامعة قاصدي مرباح ورقلة ومخبر الأشغال العمومية في الجنوب (LTPS) وحدة ورقلة مع استخدام المواصفات القياسية الفرنسية، هذا الجزء ضروري جدا لمعرفة الأساس الكيميائي والفيزيائي لتربة الجبس التقليدي (تيمشمت)، ووفقا لتفسيرات النتائج التي تم الحصول عليها والتي ستساعدنا على تحديد السلوك الحراري الميكانيكي للتربة، وكذلك لفهم وظيفتها في البناء. كما وجب علينا إجراء بعض التجارب على المكونات الأخرى التي استخدمناها في صناعة الطوب (الخشب، الاسمنت، الماء).

سوف نتطرق في هدا الفصل إلى دراسة خصائص المواد المختلفة التي استخدمناها في تكوين الطوب، حيث توصلنا من خلال التجارب التي قمنا بإجرائها على مستوى مخبر الهندسة المدنية بجامعة قاصدي مرباح ورقلة ومختبر الأشغال العمومية (LTPS). إلى النتائج التالية:

II.2. تربة الجبس التقليدي (تيمشمت)

استعملنا في دراستنا الجبس التقليدي تيمشمت المأخوذ من منطقة ورقلة وأجرينا عليه التجارب التالية:

1. تجربة التحليل الحبيبي:
   * التحليل الحبيبي بالغرابيل
   * التحليل الحبيبي بالترسيب
2. تجربة حدود أتربارغ:
   * حد السيولة
   * حد اللدونة
3. تجربة الكثافة
4. تجربة المحتوى المائى
5. تجربة الكتلة الحجمية:
   * الكتلة الحجمية الظاهرية
   * الكتلة الحجمية المطلقة
6. تجربة أزرق الميثلين

II.1.2. تجربة التحليل الحبيبي Analyse granulométrique

❖ **التحليل الحبيبي بالغربال** (NFP94-056)

تهدف هذه التجربة إلى تحديد التدرج الحبيبي للتربة الخشنة والناعة باستخدام غرابيل ذات فتحات مربعة أو دائرية.

نحتاج لإنجاز هذه التجربة:

- غرابيل بفتحات معدنية مربعة بأقطار معيارية
- جهاز الغربلة الآلي الذي يحدث اهتزازات على مستوى الغرابيل
- ميزان الكتروني حساس

نضعها في الغرابيل ثم نزن محتوى كل غربال

صور II.1 تجربة التدرج الحبيبي

نأخذ عينة من تربة (تيمشمت) معلومة الوزن

توضع العينة على سلسلة غرابيل مرتبة كما في الصورة مثبتة على جهاز الغربلة الآلي ونشغل الجهاز لمدة معينة من الزمن (10 د) بعد انتهاء الغربلة يوزن المتبقي من التربة في كل غربال وتسجل في جدول.

جدول II 1 نتائج التحليل الحبيبي بالغربال

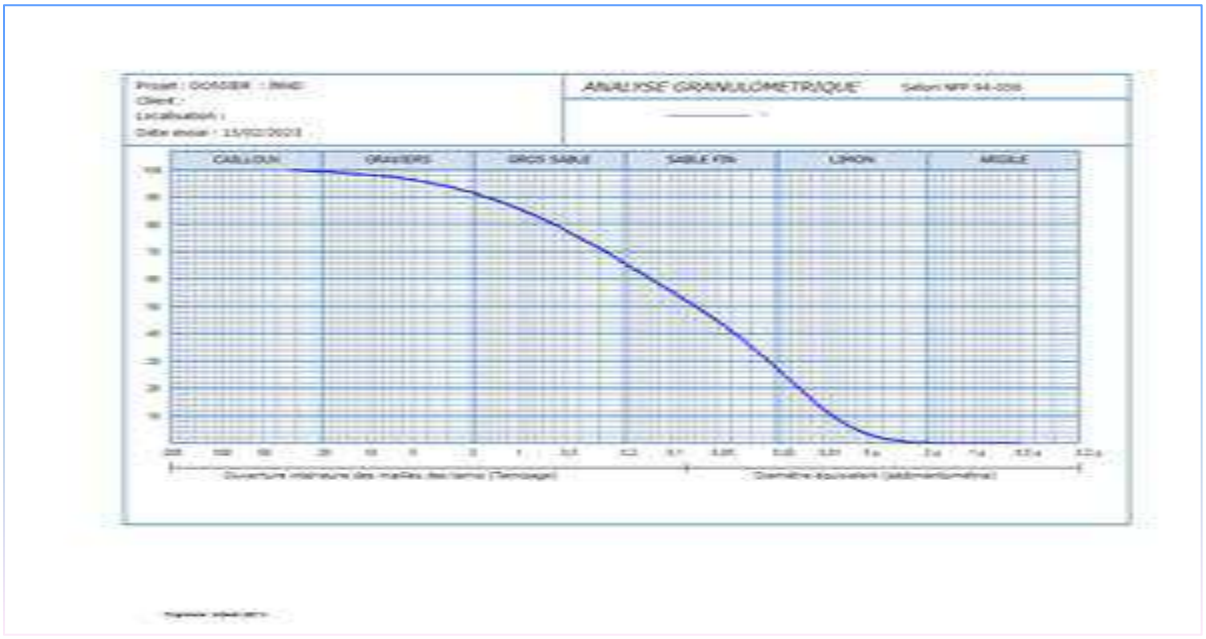
وزن العينة	رقم الغربال	قطر فتحة الغربال (مم)	كمية المتبقي (غ)	كمية المتبقي المجمل (غ)	نسبة المتبقي(%)	كمية المار المجمل (غ)	نسبة الغربلة (%)
1800 (غ)	1	20	10.7	10.7	0.594	99.41	99
	2	10	9.14	19.84	1.102	98.89	99
	3	5	24.78	44.62	2.478	97.522	98
	4	2	31.19	75.81	4.21	95.79	96
	5	1	33.17	108.98	6.05	93.95	94
	6	0.4	193.66	302.64	16.81	83.18	83
	7	0.2	342.06	644.7	35.81	64.19	64
	8	0.1	224.5	869.2	48.288	51.71	52
	9	0.08	2.92	872.12	48.45	51.55	52

❖ **التحليل الحبيبي بالترسيب** NF P94-057

نقوم بقياس الرواسب الحبيبية من أجل تحليل حجم جسيمات التربة المتماسكة التي قطر الحبوب فيها أقل من 0.08 مم أو 0.1مم.

جدول 2 نتائج التحليل الحبيبي بالترسيب

درجة الحرارة °C	التوقيت (سا)	زمن القراءة (د)	R'=R-100 القراءة : R من المكثفة	تصحيح (C)	القراءة الصحيحة	قطر (D)	نسبة المئوية للعناصر على مجموع العينات
°21	09:02	00:30	20	0.19	20.19	0.075	%52
°21	9:03	01	19	0.19	19.19	0.055	%49
°21	9:05	02	17	0.19	17.19	0.038	%44
°21	9:10	05	14	0.19	14.19	0.025	%37
°21	9:20	10	11	0.19	11.19	0.017	%29
°21	9:40	20	2.3	0.19	2.49	0.012	%6
°22	10:20	40	1	0.19	1.19	0.008	%3
°22	11.40	80	00	0.19	0.19	0.006	%0



رسم توضيحي -7 منحنى التدرج الحبيبي بالترسيب

II. 2.2. تجربة حدود أتربارغ NFP 94-051

نستطيع من خلال هذه التجربة حساب وتحديد قيم كمية الماء التي تفصل بين الحالات الثلاث .

- تصنيف التربة (انتفاخية, غير انتفاخية,....).
- الكمية الكافية للماء لتغير سلوك التربة.
- طول مجال معامل اللدونة I_P (l'indice de plasticité).

نأخذ العينة رطبة ندخلها في المجفف لمدة 24 أو48 ساعة بغرض تجفيفها في حالة ما إدا كانت التربة جافة نغمرها في الماء من أجل تفكيكها بعملية الانتفاخ.

بعد 24 ساعة نمرر العينة عبر الغربال (0.40mm) ونتركها مدة زمنية لأجل ترسيبها.

بعد عملية الترسيب نفرغ ماءها وندخلها في المجفف.

نزن 6 علب صغيرة les tares فارغة ونظيفة.

نخرج العينة من الفرن ونقسمها إلى قسمين (تجربة حد السيولة, تجربة حد اللدونة)

1. تجربة حد السيولة:

بعد إضافة القليل من الماء إلى العينة نقوم بخلطها جيدا على طاولة رخامية أو زجاجية حتى تكون متجانسة.

ثم نملأ (la couple) صحن جهاز قزاقروند بمقدار ¾.نشق العينة إلى نصفين بالأداة حيث تكون أفقيا على الصحن.

ندير ذراع الجهاز فتتولد ضربات متوالية للصحن على سطح الجهاز بمعدل ضربتين في الثانية.

ومن ثم نتوقف عند مشاهدة التحام النصفين بطول 1سم .

صور II .2 : مراحل سير تجربة حد السيولة

نكرر نفس الخطوات للحصول على (N= عدد الضربات) لأجل ثلاث مراحل:

- المرحلة الأولى: ($15 \geq N \geq 19$)
- المرحلة الثانية : ($19 \geq N \geq 27$)
- المرحلة الثالثة :($27 \geq N \geq 35$)

عند كل مرحلة نأخذ كمية قليلة من كلا النصفين ونضعها في علبتين (deux tares) ونسجل وزنهما الرطب، ونضعهما في المجفف الكهربائي (°105)، بعد 24 ساعة من التجفيف نسجل وزنهما الجاف.

- ❖ WL: حد السيولة هو محتوى الماء المقابل للإغلاق عند 25 ضربة .

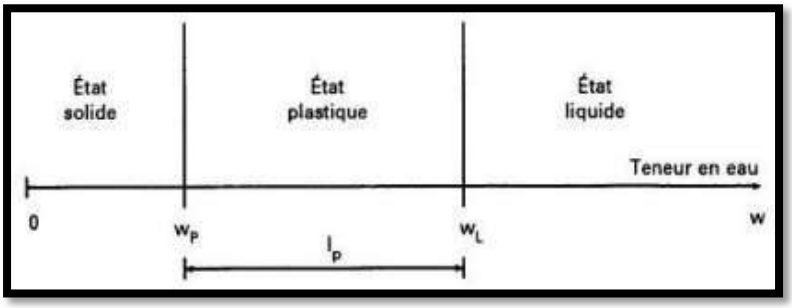
2. تجربة حد اللدونة:

- نترك جزء من العينة لتجف على الهواء ونقوم بتشكيل أسطوانات يدويا طولها بين 10 و15 سم وقطرها 3 مم ثم نرفع الأسطوانة من منتصفها بمقدار2 سم عن سطح الطاولة، إذا انقطعت فإننا وصلنا إلى حد اللدونة أما إذا التوت فإنها لا تزال في مرحلة السيولة علينا بتجفيفها حتى الوصول إلى المطلوب (حد اللدونة)، نجزأ الأسطوانات إلى قطع صغيرة (1 سم).

- نأخذ ثلاث علب (trois tares) ونضع في كل واحدة منها قطعتين أو ثلاث ثم نزن العلب الثلاث ونسجل الوزن الرطب ونضعها في المجفف، بعد 24 ساعة من التجفيف نسجل وزنها الجاف.

جدولII .3 تصنيف حد اللدونة

I_P%	أقل من7	من7 إلى 17	أكتر من 17
اللدونة	ضعيف	متوسط	عالية



رسم توضيحي 9 عرض حدود أتربارغ

النتائج المسجلة هي:

W_L=42.03*

- **W_p=35.23**

▪ حد السيولة	▪ 42.03
▪ حد اللدونة	▪ 35.23
▪ مؤشر اللدونة	▪ 6.80

- **I_P=6.80**

بعد هذه النتائج يمكننا تصنيف الجبس التقليدي لدينا من خلال مؤشر اللدونة **I_P=6.80** عبارة عن طمي ضعيف اللدونة.

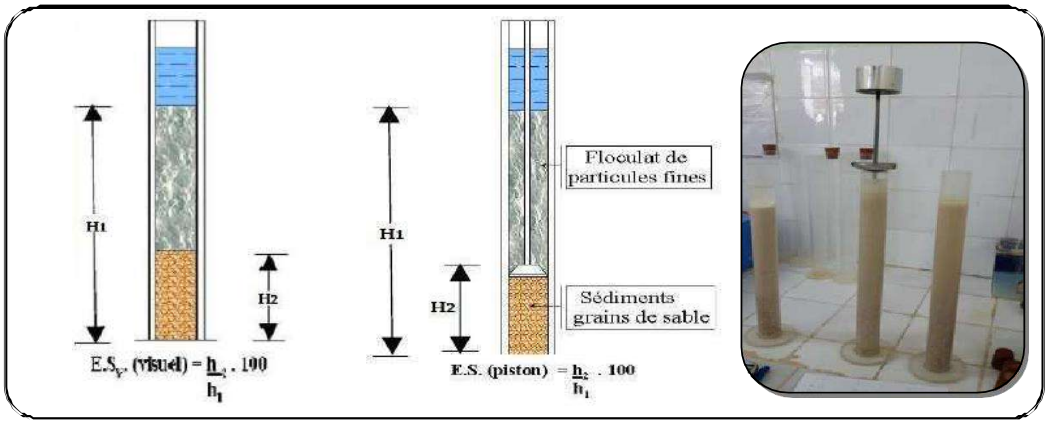
II.3.2. المكافئ الرملي (NFP 18-598)

إن كل الحبيبات تحتوي على نسبة معينة من الشوائب والتي يكون تأثيرها سلبيا على خصائص التربة ولهذا يجب مراقبة هذه النسبة بحيث لا تتجاوز الحدود المسموح بها.

تجربة المكافئ الرملي هو اختبار يحدد نسبة الغضار والشوائب في الرمل حيث يحدد لنا مدى نظافة التربة من خلال التعرف على نسبة الشوائب وبالتالي معرفة مجالات استعماله.

إجراء التجربة:

- نأخذ عينة من التربة معلومة الوزن
- تتم عملية غربلة العينة في غربال 5mm و ذلك بغسل التربة في الغربال فوق إناء أكبر منه ثم نترك العينة تترسب.
- نستعمل محلولا خاصا يتمثل في إضافة $125\ cm^3$ من محلول مركز إلى 5 L من الماء المقطر.
- نحتاج لإجراء التجربة إلى أنبوب اختبار (Eprouvettes) أسطوانية شفافة من مادة بلاستيكية نضع فيه المحلول المذكور سابقا حتى علامة (10سم)
- نضع الأنبوب في الجهاز الميكانيكي الخاص بالرج لمدة 3 دقائق
- بعدها انزع الغطاء واشفه بالمحلول أو الماء المقر فوق الأنبوب مع شطف جدرانه ونضعه جانبا لمدة من الزمن ثم باستعمال المسطرة نسجل:



رسم توضيحي 3: اختبار المكافئ الرملي البصري و بالمكبس

- الإرتفاع h_1 : إرتفاع الرمل والعناصر الناعمة معا.

- الإرتفاع h_2: إرتفاع الرمل النظيف بالعين المجردة.

- الإرتفاع h'_2 : إرتفاع الرمل النظيف بالمكبس.

- حساب المكافئ الرملي نظريا**(Equivalent de sable visuel ESV) :**

نستطيع حساب نسبة المكافئ الرملي بالعلاقة التالية:

$$E_{sv} = \frac{h_2}{h_1} \times 100$$

- حساب المكافئ الرملي بالاستعانة بالمكبس **(Equivalent de sable ES) :**

$$E_{sv} = \frac{h'_2}{h_1} \times 100$$

جدول 4 تصنيف التربة حسب معايير تجربة المكافئ الرملي

ES%	ESV%	نوعية الرمل	طبيعة التربة ومجال الإستعمال
$ES \prec 60$	$ESV \prec 65$	رمل طيني	**خطر الانكماش أو الانتفاخ، رمل مرفوض بالنسبة للخرسانة ذات الجودة.**
$60 \leq ES \prec 70$	$65 \leq ESV \prec 75$	رمل طيني نسبيا	**يستعمل في الخرسانة العادية**
$70 \leq ES \prec 80$	$75 \leq ESV \prec 85$	رمل نظيف	**يستعمل في الخرسانة ذات النوعية العالية**
$ES \geq 80$	$ESV \geq 85$	**رمل نظيف جدا**	**يستعمل في الخرسانة الخاصة**

النتائج التي تم الحصول عليها هي على النحو التالي:

جدول 5 نتائج التجربتين

التجربة	النتيجة
المكافئ الرملي البصري	E_{sv}= 36.4
المكافئ الرملي بالمكبس	E_{SP} = 34.8

بالعودة إلى معيار التجربة نجد أن الجبس التقليدي عبارة عن رمل طيني خطر الانكماش أو الانتفاخ أي رمل مرفوض بالنسبة للخرسانة ذات الجودة العالية.

II.4.2. الكثافة La densité (NFP94-064)

الكثافة الجافة (ρd) لعينة صخرية هي حاصل قسمة كتلتها (M_S) على الحجم (v) وتعطى بالعلاقة التالية:

$$\rho d = \frac{M_S}{V} = 1.306$$

II.5.2. الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة Masse Volumique

تهدف التجربة إلى قياس الكتلة الحجمية للتربة أو الركام، لأن هذه الأخيرة هامة جدا في إيجاد خلطة الخرسانة، و تحديد نسب المركبات على حسب الكتلة أو الحجم .

لدينا هنا نوعان من الكتلة الحجمية :

1/- الكتلة الحجمية الظاهرية

نقوم بقياس الكتلة الحجمية مع أخذ الفراغات في الحساب .

صورII .4. تجربة الكتلة الحجمية الظاهرية

- ✓ نقوم بوزن الوعاء و هو فارغ (Mr)
- ✓ نملئ الوعاء بالتربة بحيث تكون على ارتفاع بمقدار 10 سم عن حافة الوعاء .
- ✓ ننزع التربة الزائدة بالمسطرة بحيث لا نترك فراغات على سطح الوعاء
- ✓ ثم نقوم بوزن الوعاء + التربة (Mt).
- ✓ نقوم بإعادة التجربة ثلاث مرات و نسجل النتائج.

- ✓ نقوم بحساب الكتلة الحجمية الظاهرية بالعلاقة :

$$\rho_{app} = \frac{M}{V}$$

2/ الكتلة الحجمية المطلقة

نقوم بقياس الكتلة الحجمية مع عدم أخذ الفراغات في الحساب، نستعمل في التجربة بيشر زجاجي ، لوحة زجاجية، و ميزان.

صورII مراحل إنجاز تجربة الكتلة الحجمية المطلقة

كيفية الإجراء

- ✓ نقوم بوزن 300 غ من الرمل الجاف (Ms).
- ✓ نملئ البيشر الزجاجي بالماء إلى غاية V_1 .
- ✓ نحرص على عدم ترك الفراغات بمساعدة اللوحة الزجاجية ثم نقوم بوزنهما
- ✓ نفرغ ببطء كمية الرمل في الزجاجة مع عدم ترك الفراغات ثم نقوم بوزنها ونقرأ V_2
- ✓ نقوم بتكرار العملية ثلاث مرات .

$$\rho_{abs} = \frac{M}{V_2 - V_1}$$

جدول6 النتائج المتحصل عليها من التجربتين

التجربة	النتيجة
الكتلة الحجمية الظاهرية	$1.095 g/cm^3$
الكتلة الحجمية المطلقة	$2.237 g/cm^3$

II.6.2. تجربة أزرق المثيلين bleu de méthylène (NFP94-068)

نستطيع من خلال التجربة معرفة نسبة الطين في الرمال أو الركام أو التربة بشكل عام، لهذا نستخدم الميثيلين الأزرق الذي هو عبارة عن مادة يفضل امتصاصها بواسطة الصلصال فنستطيع من خلال هدا الاختبار تحديد كمية جزيئات الطين الموجودة في العينة.

خلط عينة من التربة مع ماء مقطر بواسطة خلاط مغناطيسي وإضافة أزرق المثيلين.

نحتاج إلى وعاء، كأس بيشر، خلاط مغناطيسي، قضيب وورقة ترشيح

- ✓ نأخذ عينة (تربة تيمشمت) موزونة ونغربلها في غربال دو فتحات قطرها 2 مم.
- ✓ نأخذ 100 غ من العينة + ماء مقطر في كأس البيشر.
- ✓ نضع العينة في الخلاط المغناطيسي.
- ✓ نسكب كمية من ازرق المثيلين بواسطة سحاحة
- ✓ نغمس القضيب في المحلول مع الخلط الجيد و نطبعه على ورق الترشيح .
- ✓ و نقوم بالعملية إلى حين ظهور هالة حول القطرات الزرقاء.

صور: تجربة أزرق المثيلين

نتيجة:

يتم إيجاد نسبة الطين عن طريق تجربة أزرق الميثيلين لعينة الجبس التقليدي بالعلاقة:

$$V_{BS} = \frac{V \times 0.01}{M_S} \times C \times 100$$

بحيث:

V: حجم الأزرق المضاف

M_S: كتلة العينة جافة

C: نسبة 5/0مم في جزء 50/0 من المادة الجافة

ومنه تحصلنا على هذه النتيجة: V_{BS} =0.377

- يتم تمييز القيم بالتصنيف التالي:

جدول 7 تصنيف التربة بالنسبة لأورق الميثيلين

* $V_{BS} \leq 0.2$	التربة رملية (تربة غير حساسة للماء)
* $0.2 \leq V_{BS} \leq 2.5$	التربة طينية (تربة ليست لدنة جدا حساسة للماء)
* $2.5 \leq V_{BS} \leq 6$	تربة طفيلية طينية (تربة متوسطة اللدونة)
* $6 \leq V_{BS} \leq 8$	تربة طينية
* $V_{BS} > 8$	تربة طينية جدا.

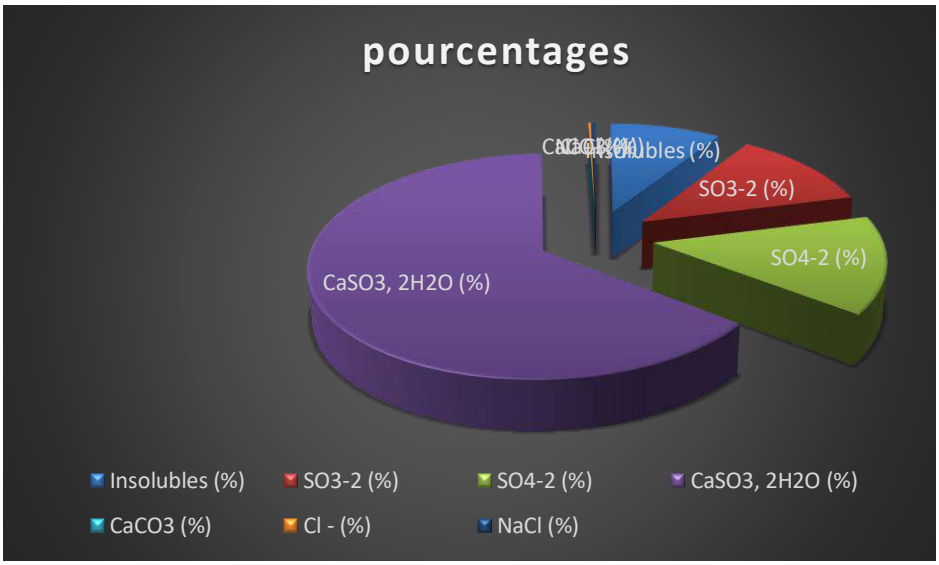
العينة التي لدينا نتيجتها في المجال $0.2 \leq V_{BS} \leq 2.5$ إذن هي تربة طينية ليست لدنة جدا وحساسة للماء.

II.3. التجارب الكيميائية

تهدف هذه التجربة إلى معرفة (المواد الغير قابلة لذوبان، نسبة السلفات، نسبة الكربونات، نسبة الكلوريدات، نسبة الحموضة PH.

جدول8 يبين نتائج التجارب الكيميائية لتيمشمت

أسماء المواد	صيغة الكيميائية	نسبة المئوية
المواد الغير قابلة لذوبان	Insolubles	**13.2%**
السلفات	SO_3^{-2}	**15.057%**
	SO_4^{-2}	**18.086%**
	$CaSO_3/2H_2O$	**32.372%**
الكربونات	$CaCO_3$	**7%**
الكلوريدات	Cl^-	**0.283%**
	Na Cl	**0.465%**
نسبة الحموضةPH		**8.53**



الشكل 02: دائرة النسبة المئوية تبين نتائج الاختبارات الكيميائية للجبس التقليدي

تجارب التحليل الكيميائي : (01) قياس نسبة الحموضة PH , (02) نسبة الكلوريدات , (03) نسبة الكربونات

3 **2** **1**

رسم توضيحي 13 تجارب التحليل الكيميائي

II.3.2. تجربة حيود الأشعة السينية DRX

إن الغاية من إجراء تجربة الحيود الأشعة السينية هو دراسة البنية الدقيقة للماد ومعرفة التركيب البلوري لها. ولكى نفهم بشكل جيد الطرق التجريبية المستخدمة في حيود الأشعة السينية من الضروري دراسة المواضيع الأساسية المتعلقة بالهندسة البلورية وأساسيات الوصف العام للبنية البلورية ومبادئ حيود الأشعة السينية عليهما .

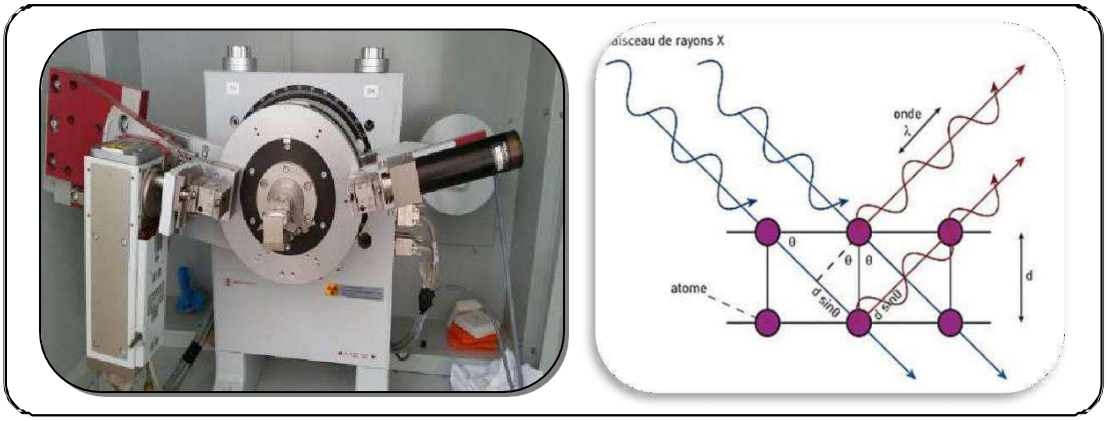
يستند مبدأ جهاز الأشعة السينية على العلاقة التلية :

$$n\gamma = 2dsin\theta$$

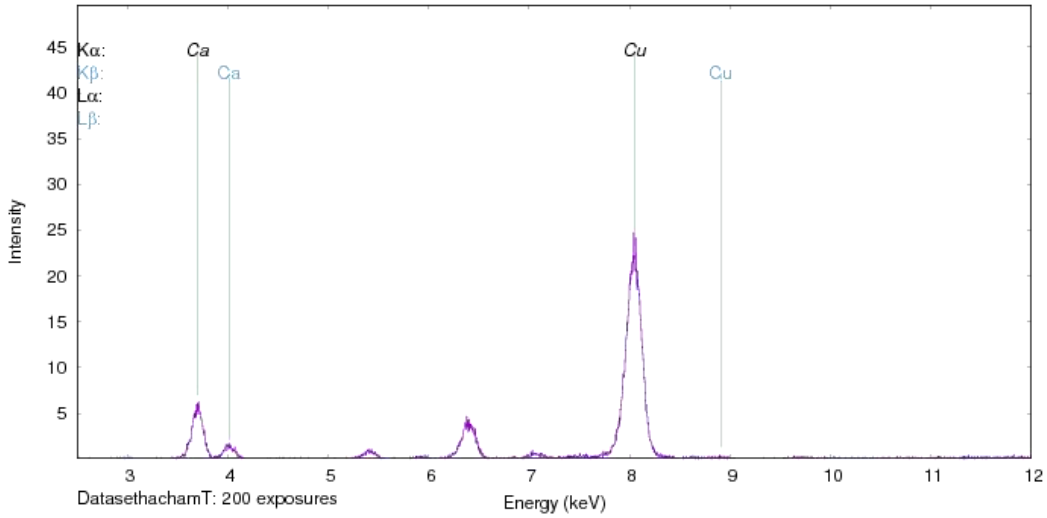
وتعرف هده المعادلة باسم قاقون براغ (BRAGG) حيث :

- n: هو مرتبة الحيود (rank diffraction)
- γ : الطول الموجى (wave length)
- d: هو المسافة البينية (interlayer distance)

يحدث حيود الاشعة السينية ذات الطول الموجى γ فقط عند زاوية خاصة θ تعين من خلالها المسافة البينية d (d-spacing) بين المستويات البلورية [2]



الصور09 : جهاز انعراج حيود الاشعة السينية المستعمل في الدراسة



رسم توضيحي 14 منحنى يبين انعراج الأشعة السينية لتمشمت

أظهرت نتائج هذا الاختبار أن المادة المدروسة غنية بالكبريتات بنسبة 73.28٪ كمكون كيميائي رئيسي، وتتكون أيضًا من 26.72٪ من المواد الأخرى، مما يؤكد النتائج الكيميائية التي تم الحصول عليها سابقًا.

II.4. خصائص المواد المضافة

II.1.4. الإسمنت

الإسمنت البورتلاندي(Portland Ciment) هو تلك المادة التي تمتلك خواص تماسكية وتلاصقيه، بوجود الماء، وهذه الخواص تجعله قادراً على ربط الأجزاء المعدنية مع بعضها البعض وتحوله إلى وحدة كاملة متراصة.

خصائص الاسمنت : مادة ناعمة – بطئ التصلب – ذات مقاومة عالية للتأثيرات البيئية العادية

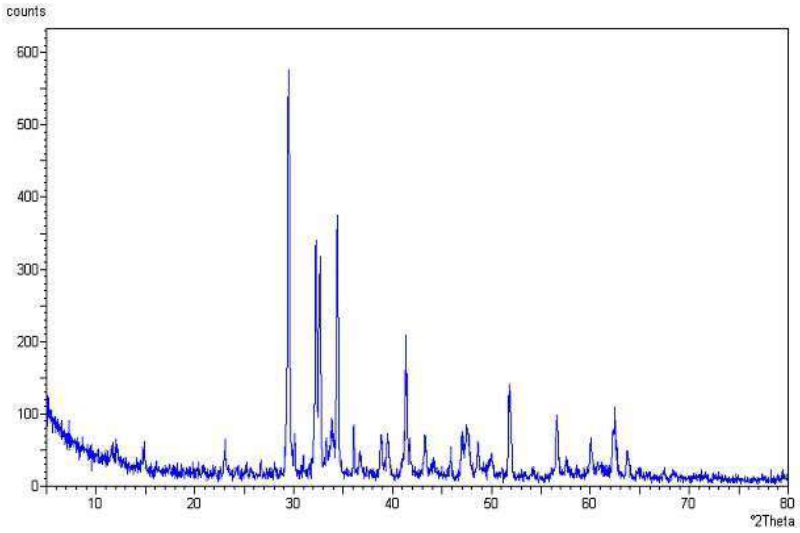
صورة 15 : تبين مسحوق الاسمنت

الخصائص	القيم
الكثافة النوعية	3.12
الاتساق الطبيعي	29%
وقت الإعداد الأولي	65دقيقة
وقت الإعداد النهائي	275دقيقة
صفاء	330كجم لكل م^2
صلابة	2.5ملم
الكثافة الظاهرية	1650 – 830كجم لكل م^3

جدول9 : جدول قيم الخصائص المتعلقة بالإسمنت

خسائر الحريق %	▪ 5.50-6.50
مخلفات غير قابلة للذوبان%	▪ 0.70-1.50
محتوى الكبريتات (SO3)%	▪ 1.80-2.30
محتوى أكسيد المغنسيوم (MgO) %	▪ 1.60-1.80
محتوى الكلوريد %	▪ 0.01-0.02
المحتوى المكافئ الكاليس%	▪ 0.40-0.50

جدول:10 التركيب الكيميائي للإسمنت المستخدم



رسم توضيحي 16 حدود الأشعة الصينية للإسمنت

II.2.4.النجارة

النجارة او النشارة هي عبارة عن مخلفات الخشب وتكون على شكل وريقات صغير تتروح أقطارها ما بين0.25 سم الى 0.5سم كما هو موضح في الصورة أدناه

خصائص النجارة:

خفيفة الوزن – ذات حجم صغير – بقايا مخلفات الخشب.

صورة 17 تبين النجارة المستعملة في التجربة

II.3.2. الماء

الماء المستخدم في الخلط مأخوذ من حنفية مخبر جامعة ورقلة. تم إجراء التحليل الكيميائي للمياه في معمل Algérienne des Eaux النتائج معروضة في الجدول التالي: {2}

Ca^{++}	Mg^{++}	K^{++}	Na^{+}	Cl^{-}	NH3	$SO4^{-}$	$HCO3^{-}$	PH
292,58	26,4	30	200	585,59	/	1156	159,24	6.66

جدول:11 التركيب الكيميائي للماء

ملاحظة: التركيزات بال ملغ\لتر

II.5. الخلاصة

قمنا في هذا الفصل بدراسة شاملة لمكونات وتركيبات المواد المستخدمة المختلفة في صناعة الطوب سواء الجبس التقليدي "تيمشمت" كمادة أساسية أو المواد المدعمة (الاسمنت ونشارة الخشب) وفقا للمعايير الموصى بها في مجال الهندسة المدنية، كما تعرفنا على المكونات والتراكيب الكيميائية لمياه الخلط القادمة من صنبور مخبر الهندسة المدنية بالجامعة والتي تتوافق جيدا مع المعايير.

الفصل الثالث

تحليل النتائج

الفصل الثالث: تحليل النتائج

III.1.مقدمة

في هذا الفصل سوف نحاول تحسين المادة المحلية التقليدية (تيمشمت) بإضافة الأسمنت ونشارة الخشب في صناعة طوب البناء، من أجل التحسين الميكانيكي لمواد البناء في مناطق الصحراء (ورقلة). تتمثل الدراسة التجريبية لعملنا هذا في تحديد تأثير العوامل الخارجية على المادة المدروسة وذلك بوضع العينات التي قمنا بصنعها في ظروف و أزمنة مختلفة قمنا بتوفيرها تتوافق مع الظروف الطبيعية (الماء، الهواء) أو حتى الظروف العدوانية (مياه الصرف الصحي، ملوحة مياه الأرض) لذلك قمنا باختبارات مختلفة على الطوب سوف نعرضها في هذا الفصل. وهي:

- اختبار الانحناء
- اختبار الضغط

III .2. تحضير العينات

- تعمل إضافة الأسمنت على تحسين المقاومة الميكانيكية. استنتجنا من خلال الرجوع إلى تجارب سابقة على أن إضافة ما يعادل نسبته 1% من الاسمنت و2 % من نشارة الخشب بمقابل 97% من المكون الرئيسي ألا وهو الجبس التقليدي "تيمشمت" يعتبر الأفضل مما يعطي نتائج جيدة لمقاومة الانضغاط والانحناء مقارنة بنسب مختلفة.

لتحضير عينات الطوب من الشكل (4 ،4 ،16) اتبعنا الخطوات التالية:

أ). **تحضير المواد:** نزن الكميات اللازمة من المواد المختلفة: الجبس التقليدي، والاسمنت، نشارة الخشب والماء.

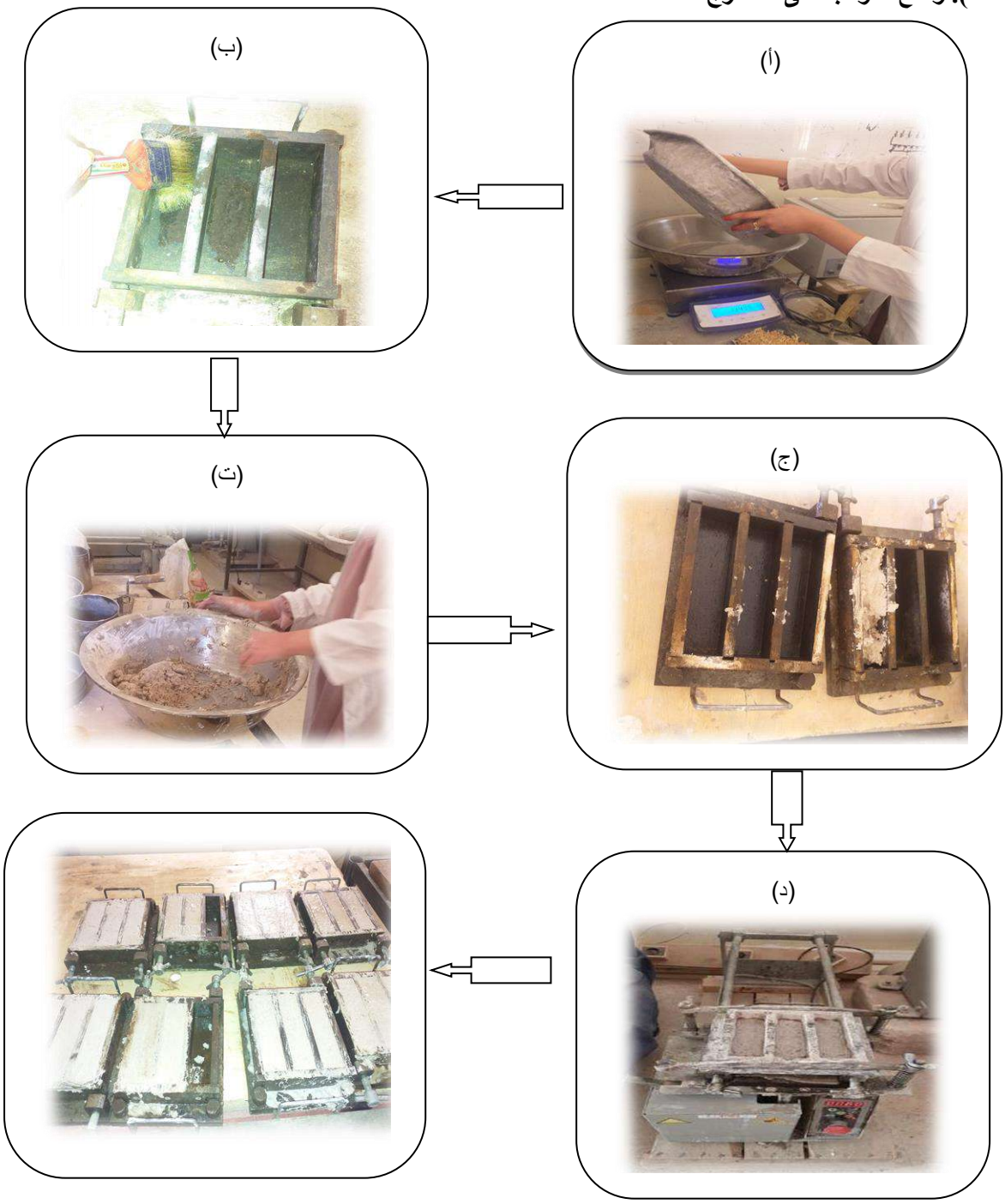
الصورة III.1. تحضير المواد المستخدمة في الطوب

ب). تحضير القوالب: تمت التجربة على قوالب من الشكل (4،4-16)، نقوم بتحضير القوالب قبل الخلط وذلك بتنظيفها وتشحيمها بالزيت.

ت). الخلط: نقوم بخلط المواد التي قمنا بوزنها ونضيف كمية الماء المناسبة ونخلط لمدة لاتتعدى 30 إلى 40 ثانية حتى يتم الحصول على خليط متجانس ورطب ونضعه في القوالب.

جـ). وضع الخليط في القوالب

د). وضع القوالب على آلة الرج



المخطط 1.III. طريقة تحضير العينات

III .3. تخزين العينات

بعد إزالة القوالب نقوم بحفظ العينات ونضعها في الهواء الطلق حتى تجف تماما.

من أجل دراسة متانة هذه العينات نقسم العينات التي تم صنعها على أربع أجزاء وعلى فترات زمنية معينة :

- **الوضع الأول:** ترك العينات للاختبار في الهواء الطلق لمدة 7، 14،28، 60 يوم
- **الوضع الثاني:** وضع عينات الاختبار في الماء المقطر لمدة 7، 14، 28، 60 يوم
- **الوضع الثالث:** نضع عينات الاختبار في مياه عدوانية لمدة 7، 14، 28، 60 يوم. حيث قسمناها إلى قسمين:

(1) * ماء مقطر + حمض النيتريك المخفف بنسبة 5 % والذي يمثل ملوحة الأرض. سنرمز له بـ (Nit) في الجداول

(2) * ماء مقطر + حمض الهيدروكلوريك 37% المخفف أيضا إلى نسبة 5% الذي يمثل مياه الصرف الصحي. سنرمز إليه بـ (Hyd) في الجداول:

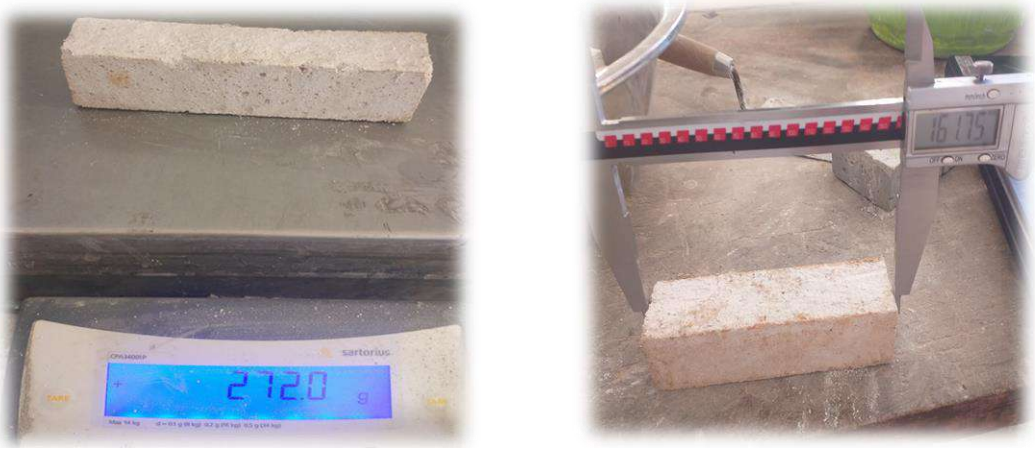
الصورIII.2. وضع العينات في الماء المقطر

الصورIII.3. وضع العينات في المياه العدوانية

III .3. الكتلة الحجمية

وهي حاصل قسمة الكتلة على الحجم، نقوم بوزن العينات وقياس أطوالها تعطى ب غ/سم^3.

$$\rho_{app} = \frac{M}{V}$$



الصور III .4. أخذ وزن وحجم العينات

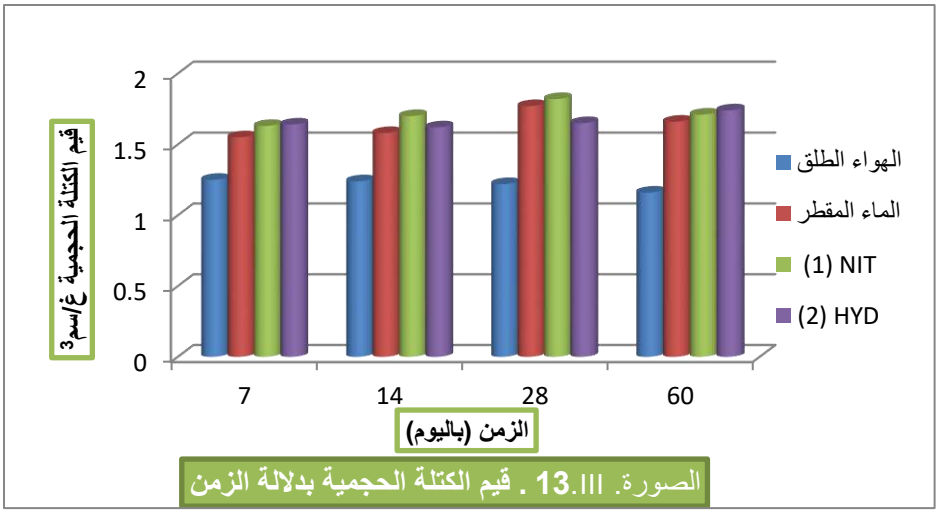
يوضح الجدول التالي التباين في الكتلة الحجمية للطوب وفقًا للعينات التي خزناها بدالة للوقت:

الجدول 12. قيم الكتلة الحجمية للطوب بدلالة الزمن

الزمن (يوم)		7	14	28	60
الهواء الطلق		1.25	1.24	1.22	1.66
الماء المقطر		1.55	1.58	1.77	1.66
Nit	(1)	1.63	1.70	1.82	1.71
Hyd	(2)	1.64	1.62	1.65	1.74

Nit : ماء مقطر + حمض النيتري

Hyd **:** ماء مقطر + حمض الهيدروكلوريك



الصورة. III.13 . قيم الكتلة الحجمية بدلالة الزمن

وفقا للمخطط **1.** نلاحظ أن الكتلة الحجمية للعينات الموضوعة في الماء المقطر ومحلولي (حمض النيتريك + الماء المقطر وحمض الهيدروكلوريك + الماء المقطر) أكبر من الكتلة الحجمية للعينات الأخرى الموضوعة في الهواء الطلق، حيث أن العينات في الهواء الطلق يتبخر ماء الخلط وبالتالي يتسبب في وجود فراغات ومسام تقلل من الكتلة الحجمية لعينات الاختبار، ومن ناحية أخرى تتزايد الكتلة الحجمية مع العينات التي وضعت وسط الماء المقطر والمياه العدوانية.

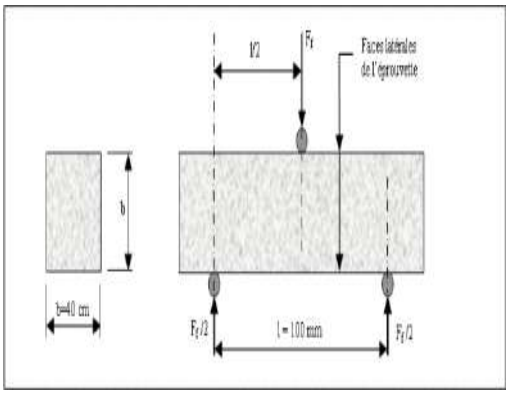
4.III. التجارب الميكانيكية

1.4.III. تجربة الانحناء

الانحناء هو التأثير الذي تخضع إليه العوارض بكثرة وفي جميع الميادين كالميكانيكا، البناءات والبناءات المعدنية، و يتسبب في تشوهاتها، يتطرق إليه المهندس و التقني المختص في هذه المجالات أثناء دراساتهم للمشاريع للقيام بالحسابات الضرورية من اختيار المواد و أشكال العوارض و الأبعاد و ذلك لضمان الظروف الآمنة لأداء الوظيفة.

الهدف من التجربة هو معرفة قوة تحمل العنصر تحت قوى الانحناء، كما نستطيع تعيين مقاومة الانحناء والتي تعتبر مقياسا لمقاومة الشد غير المباشر وتسمى معايير الكسر في الانحناء.

$$Rf = \frac{1{,}5\ PL}{a^3}$$

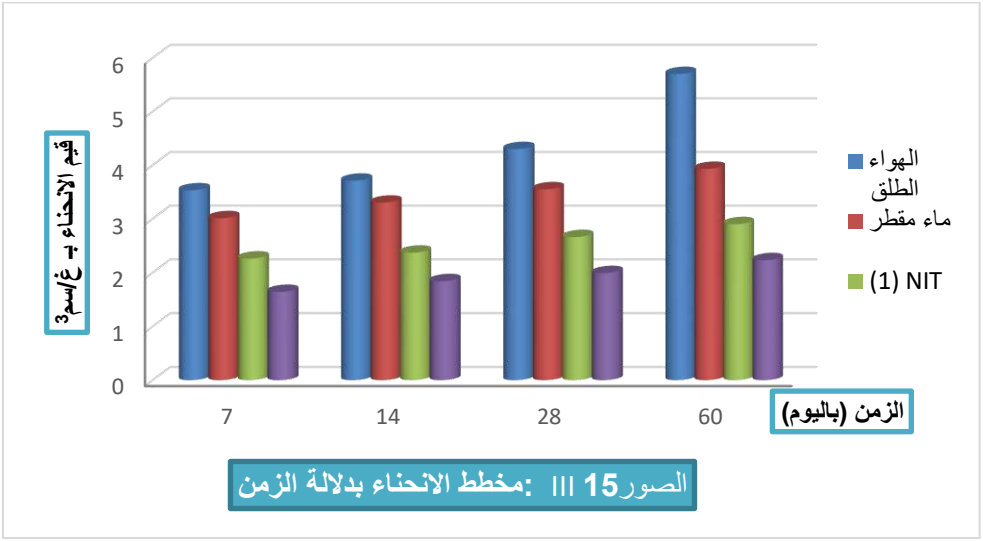


صور.III 14: تجربة الانحناء البسيط

يوضح الجدول التالي التباين في قيم قوي الانحناء للطوب وفقًا للعينات التي خزناها بدالة للوقت:

الزمن (يوم)		7	14	28	60
الهواء الطلق		3.53	3.71	4.3	5.7
الماء المقطر		3.01	3.3	3.55	3.93
Nit	**(1)**	2.26	2.37	2.66	2.9
Hyd	**(2)**	1.64	1.84	1.99	2.23

جدول 13 : قيم تجربة الانحناء للطوب بدلالة الزمن



الصور15 III :مخطط الانحناء بدلالة الزمن

نتيجة:

من خلال الشكل يمكن ملاحظة أن العينات التي قمنا بوضعها في الهواء الطلق أكثر مقاومة لقوي الانحناء مقارنة بتلك العينات التي وضعناها في الماء المقطر، كما تتفوق هذه الأخير على العينات التي وضعناها في الأوساط العدوانية التي تتمثل في (ماء + حمض الهيدروكلوريك) يمثل ملوحة الأرض و(ماء+ حمض النيتريك) يمثل مياه الصرف الصحي. بالنسبة لقوى الانحناء في العينات عموما لاحظنا زيادة واضحة في المقاومة مع مرور الزمن، وهذا ما يدل على أن المواد المضافة المتمثلة في الاسمنت ونشارة الخشب ساهمتا بدور كبير في زيادة هذه المقاومة.

III.1.4. تجربة الانضغاط

الهدف منها هو معرفة مقاومة الضغط البسيط للعينة، مبدأ التجربة يكمن في أخذ عينة ووضعها في جهاز الضغط حيث تطبق عليها قوة ضغط تجعلها تنهار ونسجل من خلال الجهاز قيمة هده القوة المطبقة التي جعلتها تنهار.

تعطى بالعلاقة:

$$\sigma = \frac{N}{S}$$

صور.III .6 : تجربة الضغط

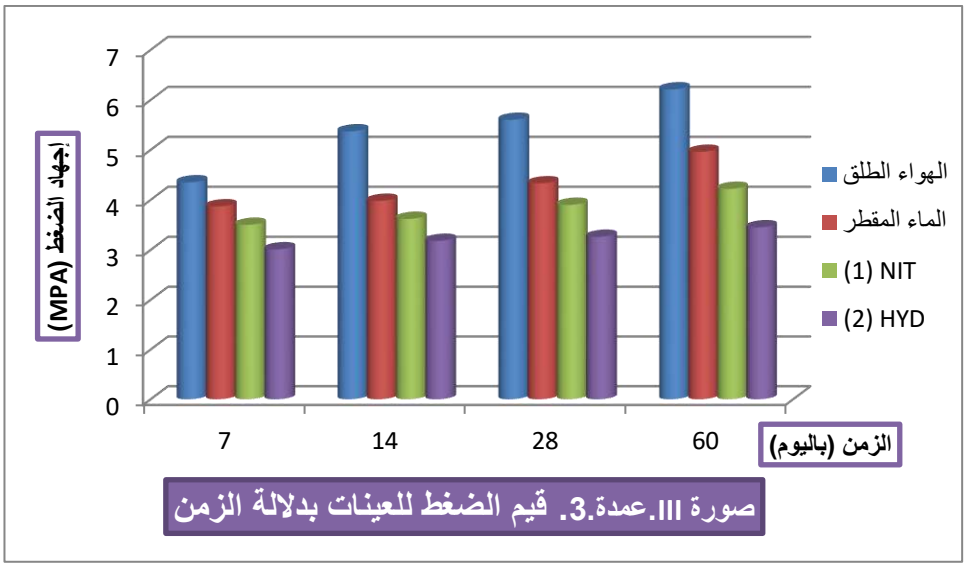
يوضح الجدول التالي التباين في قيم قوي الضغط للطوب وفقًا للعينات التي خزناها بدالة للوقت:

جدول 14 قوى الضغط

الزمن (يوم)		7	14	28	60
الهواء الطلق		4.35	5.37	5.6	6.21
الماء المقطر		3.87	3.98	4.33	4.96
nit	(1)	3.5	3.62	3.9	4.22
hyd	(2)	3.01	3.18	3.26	3.45

Nit : ماء مقطر + حمض النيتري

Hyd **:** ماء مقطر + حمض الهيدروكلوريك



صورة III.عمدة.3. قيم الضغط للعينات بدلالة الزمن

نتيجة:

من خلال الشكل يمكن ملاحظة أن العينات التي قمنا بوضعها في الهواء الطلق أكثر مقاومة لقوى الضغط مقارنة بتلك العينات التي وضعناها في الماء المقطر، كما تتفوق هذه الأخير على العينات التي تم وضعها في الأوساط العدوانية أما بالنسبة لقوى الضغط على العينات كافة لاحظنا زيادة في المقاومة بمرور الوقت، وهذا ما يدل على أن المواد المضافة تحسن المقاومة الميكانيكية.

III.5. الخلاصة

من الاختبارات التي أجريت سابقا على العينات المختلفة التي يتكون منها الجبس التقليدي و الأسمنت إضافة إلى نشارة الخشب، نستخلص من الاختبارات السابقة أن أفضل تركيبة يمكن أن نعتمدها هي التي تحتوي على نسب 1%، 2%، 97% من الإسمنت ونشارة الخشب والجبس التقليدي على الترتيب حيث تكون قوة المقاومة أكبر في الهواء الطلق مقارنة بالأوساط الأخرى، كما أن للإسمنت ونشارة الخشب دورا هاما في تحسين المقاومة للجبس التقليدي.

الخلاصة العامة

الخلاصة العامة

أجريت هذه الدراسة لتقييم إمكانية استخدام الإسمنت ونشارة الخشب لتحسين الخصائص الميكانيكية للطوب التقليدي القائم على الجبس في منطقة ورقلة وتأثير العوامل الخارجية عليه، وتعزيزها في قطاع البناء بناءً على نتائج الدراسة التجريبية التي تم إجراؤها، وكذلك الدراسة التجريبية لتأثير الماء (الماء المقطر، المياه العدوانية) على العينات المختلفة من الطوب .في البداية درسنا المادة الأساسية من خلال تعريفها وتحديد كيفية صنعها ومن ثم معرفة خواصها الفيزيائية والكيميائية وتم إجراء هذه الاختبارات في مخبر البناء في جامعة قاصدي مرباح ورقلة ومخبر الأشغال العمومية في الجنوب .عن طريق تطبيق (تحليل حجم الجسيمات بالترسيب، تجربة الكثافة، الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة، أزرق الميثيلين، المكافئ الرملي، حدود أتربارغ، تحديد محتوى الكلوريد، تجربة التدرج الحبيبي اختبار تحديد محتوى الكبريتات) بعد إجراء الحسابات نستنتج أن المادة الأساسية لدينا هي التيمشمت، وفقًا لوحدة النعومة، يكون الجص في الغالب ناعم الحبيبات- .وفقًا لمؤشر اللدونة (IP = 6.80) هو طمي خفيف من البلاستيك (الطين) - .وفقًا لاختبار المثيلين الأزرق هو طمي (ليس لدنا جدًا وحساسًا للماء) . في الخطوة التالية، قمنا بإعداد عينات بأبعاد (4 × 4 × 16)سم^3 في مخبر جامعة قاصدي مرباح ورقلة، وقمنا بإجراء الاختبارات الميكانيكية التالية: (الكتلة الحجمية، تجربة الإنحناء، تجربة الضغط البسيط) بعد الرجوع إلى نتائج سابقة و التي تحتوي على 1٪ الإسمنت و2٪ نشارة الخشب و97٪ جص تقليدي كأفضل تركيبة ، لأنها تعطي أقصى قيمة لمقاومة الانضغاط .كانت المرحلة التالية من الدراسة هي تحديد تأثير العوامل الخارجية على طوب الجبس التقليدي المدعم بالخشب، بعد اختيار أفضل عينة ميكانيكية ، وضعنا هذه العينات في وسط مغمور من الماء المقطر والأخرى في المياه العدوانية لمدة 7 أيام و 14، 28،و 60 يومًا .

طبقنا الاختبارات الميكانيكية لجميع العينات في المواعيد المحددة ووجدنا أن النتائج الميكانيكية تزداد مع الوقت، سمح لنا تحليل وتفسير النتائج التي تم الحصول عليها بعد إجراء الاختبارات لتحديد الخواص الميكانيكية للطوب المصنوع من استخلاص الاستنتاج التالي: إضافة الإسمنت ونشارة الخشب إلى الجبس التقليدي "تيمشمت" يؤدي إلى تحسين الخواص الميكانيكية للطوب.

إذا قارنا نتائج المقاومة الخاصة بنا بنتائج المراجع يمكننا القول أن الطوب الخاص بنا مقبول إلى جيد من حيث المقاومة . بعد اختبارات المتانة لاحظنا أن العينات التي قمنا بوضعها في الهواء الطلق أكثر مقاومة لقوى الإنحناء والضغط مقارنة بتلك العينات التي وضعناها في الماء المقطر والتي تتفوق بدورها على العينات التي تم وضعها في الأوساط العدوانية، أما بالنسبة للقوى الميكانيكية على العينات كافة لاحظنا زيادة في المقاومة بمرور الوقت، وهذا ما يدل على أن الإسمنت والنشارة يقدم تحسنا في المقاومة.

المراجع

{1}: بن عمارة آسيا، مذكرة لنيل شهادة ماستر للموسم الدراسي 2019/ 2018 بعنوان:

étude d'influence de l'ajoute du ciment blanc les caractéristiques physico-mécanique des briques a base du plâtre traditionnel et l'influence du milieux de conservation

{2}: قزي مبروكة، بن عباس مريم، مذكرة لنيل شهادة الماستر أكاديمي لموسم 2018 / 2019 بعنوان :

Etude D'influence De L'ajoute Du Ciment Blanc Sur Les Caractéristiques Physico-mécanique Des Briques À Base Du Plâtre Traditionnel Et L'influence Du Milieux De Conservation

{3}: بدرالدين زيارة، ميلود، مذكرة لنيل شهادة الماستر بعنوان:
دراسة ترمو ميكانيكية للبينات من الجبس التقليدي مدعم بأحزمة بلاستيكية

{4}: سعدية بن يزة، سمية خميس، مذكرة لنيل شهادة الماستر للموسم الدراسي 2020/2019 بعنوان:
دراسة تأثير درجة الحرارة على صناعة الجبس التقليدي (التيمشمت)

{5}: قبايلية مبارك، مذكرة مكملة لنيل شهادة الماجستير في علم الآثار تخصص آثار صحراوية

{6}: بلال بوجراف، د.خليفة عبد القادر، عمرانية قصر ورقلة العتيق الماضي والراهن

{7}: http://www.dtaouargla.dz/ar/wilaya/3.htm

{8}: https://www.uobabylon.edu.iq/eprints/publication_11_19617_460.pdf