الجمهورية الديمقراطية الشعبية الجزائرية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضرالوادي

كلية التكنولوجيا

مذكرة تخرج لنيل شهادة

ماستـــر أكاديمـــي

ميـــدان: التكنولوجيا

شعبـــة: الري والهندسة المدنية

تخصـــص: مواد الهندسة المدنية

من اعـــداد الطلبـــة:

1- أحميم عبد الله

2- لشلح إسلام

الموضـــــوع

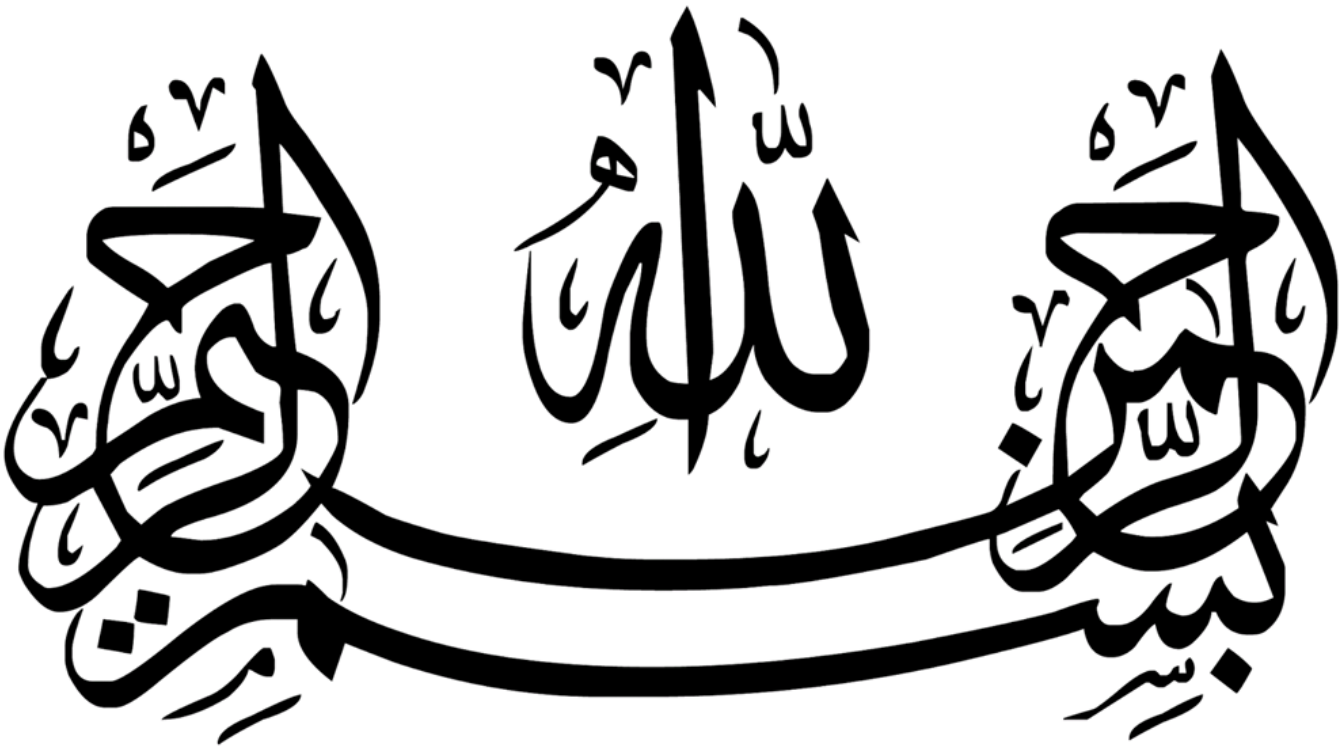
دراسة ميكانيكية لمادة مركبة من مادتين محليتين : الجبس المحلي وحجر اللوس المسحوق

نوقشت في: 2025/05/26

أمام لجنة المناقشة:

	رئيسا	جامعة الوادي.
	مناقشا	جامعة الوادي.
العقبي عبد العزيز	مشرفا	جامعة الوادي.

الموسم الجامعي: 2025/2024


بسم الله الرحمن الرحيم

الملخص:

تُعد المواد المحلية بديلًا واعدً في مجال البناء، خاصة في المناطق التي تتوفر فيها موارد طبيعية قابلة للإستغلال مثل واد سوف. وفي هذا السياق، تهدف هذه المذكرة إلى دراسة الخصائص الفيزيائية والميكانيكية لمادة مركبة تعتمد على مادتين محليتين هما الجبس الناتج عن حرق حجر التافزة والحصى المستخرج من وردة الرمال المسحوقة.

تم تحضير عينات بمقاسين مختلفين (10×10×10 سم و7×7×28 سم) وبنوعين من التدرج الحبيبي (3–8 مم و8–15 مم)، وخضعت لإختبارات الضغط، الشد بالانحناء، الغمر الكلي، والامتصاص الشعيري.

أظهرت النتائج أن :

الجبس المحلي لوحده يتمتع بمقاومة جيدة للانضغاط، في حين أن إضافة الركام الكبير نسبيًا أثرت سلبًا على مقاومة الانحناء.

التركيبات التي تحتوي على حبيبات اللوس كانت مفيدة في تحسين مقاومة الطوب للرطوبة، مما يجعلها ملائمة للاستعمال في البيئات الرطبة نسبيًا.

كما لوحظ ضعف في انتقال الموجات الصوتية في مختلف التركيبات، وهو مؤشر إيجابي في التطبيقات التي تتطلب عزلًا صوتيًا أو حراريًا.

وقد بينت الدراسة أن أفضل تركيبة للمواد المحلية لصناعة الطوب حسب نتائجنا هي :

جبس: 50%، ركام (3–8 مم): 25%، ماء: 25% .

تشير هذه النتائج إلى أن استغلال الموارد المحلية يمكن أن يفتح آفاقًا واعدة في مجال مواد البناء، شريطة التحكّم الدقيق في تركيبتها لتحسين أدائها وضمان توافقها مع متطلبات الاستخدام الهندسي والبيئي في البناء المحلي.

الكلمات المفتاحية : وادي سوف، وردة الرمال، الجبس المحلي، البناء المحلي، الموارد المحلية.

Résumé :

Les matériaux locaux constituent une alternative prometteuse dans le domaine de la construction, en particulier dans les régions où les ressources naturelles exploitables sont disponibles, comme la région de Oued Souf. Dans ce contexte, ce mémoire vise à étudier les propriétés physiques et mécaniques d'un matériau composite basé sur deux matières premières locales : le plâtre obtenu par la calcination de la pierre de Tafza, et le gravier extrait de la Rose des Sables broyée.

Des échantillons de deux dimensions (10×10×10 cm et 7×7×28 cm) et de deux granulométries différentes (3–8 mm et 8–15 mm) ont été préparés, puis soumis à des essais de compression, de flexion, d'immersion totale et d'absorption capillaire.

Les résultats ont montré que :

Le plâtre local présente une bonne résistance à la compression lorsqu'il est utilisé seul, mais l'ajout de granulats relativement gros a eu un effet négatif sur la résistance à la flexion.

Les compositions contenant des particules de lœss ont contribué à améliorer la résistance des briques à l'humidité, ce qui les rend adaptées aux environnements relativement humides.

Une faible transmission des ondes sonores a été observée dans toutes les compositions, ce qui constitue un atout pour des applications nécessitant une isolation acoustique ou thermique.

L'étude a identifié la meilleure composition des matériaux locaux pour la fabrication de briques comme suit :

Plâtre : 50 %, Granulats (3–8 mm) : 25 %, Eau : 25 %.

Ces résultats indiquent que l'exploitation des ressources locales peut ouvrir des perspectives intéressantes dans le domaine des matériaux de construction, à condition de maîtriser avec précision leur formulation pour optimiser leurs performances et assurer leur compatibilité avec les exigences techniques et environnementales de la construction locale.

Mots-clés : Oued Souf, Rose des Sables, plâtre local, construction locale, ressources locales.

إهـداء

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، وبتوفيقه يُنجز العمل وتُطوى صفحات الجهد والمثابرة

إلى من كان لرضاهم بعد الله سرّ توفيقي، إلى والديّ الكريمين، اللذين لم يدّخرا جهدًا في تربيتي وتعليمي، وغمراني بدعائهما الصادق، وصبرهما اللامحدود، أهدي إليكما ثمرة سنوات من الكفاح، عربون محبة وامتنان لا يفيكما حقكما.

إلى إخوتي الأعزاء الذين كانوا سندي ورفقاء دربي في كل مراحل الحياة،

أخص بالذكر أخي الغالي : العيد، الذي كان دائم الحضور في تفاصيل رحلتي، بتشجيعه، وبدعمه المتواصل لك مني كل المحبة والتقدير، ولكل فرد من إخوتي نصيب من هذا النجاح.

إلى الأصدقاء الذين جمعتني بهم مقاعد الدراسة، إلى من رافقوني في ساعات الجد والاجتهاد، وضحكنا معًا رغم التعب، وحلمنا معًا رغم التحديات أخص بالذكر صديقيّ العزيزين :

مجدوب عبد الحميد وإسلام لشلح، فلكما مني تحية مملوءة بالوفاء، وذكرى لن تُنسى

وإلى من كان موجّهًا ومعلّمًا، في مسار هذا البحث، إلى أستاذي الفاضل الأستاذ عبد العزيز العقبي، أتقدم بجزيل الشكر والتقدير والعرفان على ما قدمه من دعم ، فلكم مني أسمى عبارات الامتنان.

وفي الختام... أرفع أكفّ الدعاء إلى المولى عز وجل، أن يجعل هذا العمل خالصًا لوجهه الكريم، وأن يجعله علمًا نافعًا يُنتفع به، وبدايةً موفقة لمشوار علمي ومهني مبارك.

"رَبَّنَا تَقَبَّلْ مِنَّا إِنَّكَ أَنتَ السَّمِيعُ الْعَلِيمُ، وَتُبْ عَلَيْنَا إِنَّكَ أَنتَ التَّوَّابُ الرَّحِيمُ".

"عبد الله"

إهداء

الحمد لله وكفى والصلاة على الحبيب المصطفى وأهله ومن وفى أما بعد:

الحمد لله الذي وفقنا لتتميم هذه الخطوة في مسيرتنا الدراسية بمذكرتنا هذه ثمرة الجهد والنجاح بفضله تعالى مهداة إلى

الوالدين الكريمين حفظهما الله وكل أفراد أسرتي

وإلى كل الأصدقاء ومن كانوا برفقتي ومصاحبتي أثناء جميع مراحل دراستي

وإلى كل من لم يدخر جهداً في مساعدتي

وإلى من ساهم ولو بحرف في حياتي الدراسية

إلى كل هؤلاء أهدي هذا العمل الذي أسأل الله تعالى ان يتقبله خالصاً

"إسلام"

لم ما وعلمتنا تحصيله، على وأعنتنا سبله، لنا العلم، ويسرت بنعمة علينا مننت من يا ربنا الحمد لك أجمعين وبعد. وصحبه آله وعلى الخلق سيد محمد المعلمين خير على والسلام نعلم، الصلاة

ولأنه لا يشكر الله من لا يشكر الناس فانه لا يسعنا في هذا المقام الا ان نسدي جزيل شكرنا وامتنانا للأستاذ الدكتور " **العقبي عبد العزيز** " الذي شرفنا بالإشراف على عملنا هذا ولم يبخل علينا بالتوجيه والنصح رغم حالته الصحية و مشاغله وارتباطاته.

كما نتوجه بالشكر إلى كل اساتذتنا الكرام بكلية التكنولوجيا وكل من ساهم من قريب او بعيد في هذا العمل ولو بفكرة صغيرة أو دعوة صادقة لنا

كما لا يفوتنا أن نشكر أعضاء اللجنة الكرام على تفضلهم بمناقشة هذه المذكرة

وإخيراً نسأل الله عز وجل أن يجعل هذا العمل نافعا لنا وأن يكون سراجا منيرا الى كل من سيقرأ وينتفع به

"وشكرا"

قائمة المحتويات

المحتوى		الصفحة
الملخص بالعربية		IV
الملخص بالفرنسية		V
الاهداءات		VII–VI
الشكر وتقدير		VIII
قائمة المحتويات		IX–X–XI
قائمة الصور		XIII–XII
قائمة الجداول		XV–XIV
قائمة الأشكال		XVI
مقدمة		2–3
الفصل الأول : البحث البيبليوغرافي		
مقدمة الفصل الأول		5
نبذة عن منطقة وادي سوف	1	6
مواد البناء	2	7
وردة الرمال	1.2	7
مقدمة	1.1.2	7
تعريف وردة الرمال	2.1.2	7
تشكل وردة الرمال	3.1.2	8
خصائص وردة الرمال	4.1.2	9–10
أشكال وأحجام وردة الرمال	5.1.2	10–12
ألوان وردة الرمال	6.1.2	12
الجبس	2.2	13
الجبس المحلي	1.2	13–15
إستعمالات الجبس	1.2.2	16
الطوب	3.2	17

1.3.2	إستخدامات الطوب الأحمر	17
2.3.2	المواد الخام لصناعة للطوب الاحمر	17-18
3.3.2	طرق صناعة الطوب	18-19
4.3.2	أنواع الطوب	19-20
5.3.2	مميزات وعيوب الطوب الأحمر	21-22
	خاتمه الفصل الأول	22
الفصل الثاني : الجزء التجريبي		
	مقدمة الفصل الثاني	24
1	تحديد الخصائص الفيزيائية لحجر اللوس والجبس المحلي	24
1.1	الخصائص الفيزيائية لوردة الرمال	24
2.1.1	تجربة التحليل الحبيبي(NF P 18 – 560)	24-26
3.1.1	الكتلة الحجمية الظاهرية والمطلقة (EN 196 – 6)	27
أ.3.1.1	الكتلة الحجمية الظاهرية	27-28
ب.3.1.1	الكتلة الحجمية المطلقة	28-29
4.1.1	تجربة إمتصاص الماء لركام اللوس($NF\ P18$ – 554)	29-30
2.1	تحديد الخصائص الفيزيائية للجبس المحلي	31
أ.2.1	الكتلة الحجمية الظاهرية	31
ب.2.1	الكتلة الحجمية المطلقة	32-33
2	إعداد وصنع العينات	33-36
3	تجربة الشد بالانحناء	37
4	تجربة الضغط (NF P18-406)	38
5	تجربة الموجات فوق الصوتية 5EN 12504-4(EN 1204-4,2004)	38-39
6	تجربة الغمر الكلي	40

7	تجربة الامتصاص الشعيري للماء	41-42
	خاتمة الفصل الثاني	42
الفصل الثالث : النتائج والتفسيرات		
	مقدمة الفصل الثالث	44
1	نتائج إختبار الشد بالانحناء	44-46
2	نتائج تجربة مقاومة الضغط	46-48
3	نتائج تجربة الموجات الصوتية	49-51
4	نتائج إختبار الغمر الكلي	51-53
5	نتائج إختبار الأمتصاص الشعري	54-57
	خاتمة الفصل الثالث	58
	الخلاصة العامة	60-61

قائمة الصور

رقم الصورة	عنوان الصورة	الصفحة
1.1	عرض حجر اللوس للسواح في المغرب	7
2.1	وردة رمال (اللوس)	7
3.1	تشكل حجر اللوس المصدر : برامج الفوتوشوب	8
4.1	التكوين الكيميائي لوردة الرمال	9
5.1	حجر اللوس بشكل بتلات متكتلة	10
6.1	صور لحجر اللوس بشكل بتلات متكتلة	11
7.1	حجر اللوس على شكل أنبوبي	11
8.1	كوشة الجبس ببلدية تغزوت	15
9.1	الطوب الأحمر المفرغ	20
10.1	مجموعة من أشكال طوب تكسية الواجهات	20
11.1	وردة ذات لون أحمر أساسها الباريت	12
12.1	وردة تأخذ لون الرمل	12
1.2	ميزان الكتروني حساس	24
2.2	غربال بفتحات معدنية مربعة	24
3.2	حجر اللوس المستخدم	25
4.2	عينة من ركام حجر اللوس	25

5.2	إختبار الكتلة الحجمية الظاهرية	27
6.2	إختبار الكتلة الحجمية المطلقة	28
7.2	إختبار معامل الامتصاص	30
8.2	إختبار الكتلة الحجمية الظاهرية للجبس	32
9.2	عينة الجبس المستخدم	34
10.2	عينة اللوس المستخدمة	34
11.2	صورة للقوالب المستخدمة	34
12.2	خلط وصب العينات	34
13.2	تسطيح العينات في القوالب	35
14.2	العينات الموشورية بعد إزالة القوالب	35
15.2	تخزين العينات	36
16.2	مبدأ عمل إختبار جهاز الشد بالأنحناء	37
17.2	تجربة الشد بلأنحناء	37
18.2	تجربة الضغط	38
19,2	مبدأ عمل تجربة الموجات الصوتيه	38
20.2	تجربة الموجات الصوتيه	39
21.2	عينة موشورية مغمورة في الماء	40
22.2	تجربة الامتصاص الشعيري	42

قائمة الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
1.2	التحليل الحبيبي للفئة L2	25
2.2	التحليل الحبيبي للفئة L1	26
3.2	الكتلة الحجمية الظاهرية للفئات المختلفة	28
4.2	الكتلة الحجمية المطلقة للفئات المختلفة	29
5.2	نسبة الأمتصاص للفئات المختلفة للوس	30
6.2	الكتلة الحجمية المطلقة لعينات الجبس المحلي	33
7.2	نسب أوزان التراكيب المختلفة للعينات	36
8.2	سرعة إنتشار النبضات الصوتيه للتركيبات الأسمنتية	39
1.3	نتائج الشد بالأنحناء للعينات Gp	44
2.3	نتائج الشد بالأنحناء للعينات L2	45
3.3	نتائج الشد بلأنحناء للعينات L1	45
4.3	متوسط المقاومة بالأنحناء σmoy	46
5.3	نتائج مقاومة الأنضغاط للعينات Gp	47
6.3	نتائج مقاومة الأنضغاط للعينات L1	47
7.3	نتائج مقاومة الأنضغاط للعينات L2	48
8.3	سرعة إنتشار الموجات فوق الصوتيه لعينات Gp	49

9.3	سرعة إنتشار الموجات فوق الصوتيه لعينات L1	49
10.3	سرعة إنتشار الموجات فوق الصوتيه لعينات L2	50
11.3	الأمتصاص الكلي للماء عن طريق الغمر لعيناتGp	52
12.3	إمتصاص الكلي للماء عن طريق الغمر لعينات L1	52
13.3	إمتصاص الكلي للماء عن طريق الغمر لعينات L2	52
14.3	أوزان العينات بدلالة الزمن	55-54
15.3	متوسط وزن العينات بدلالة الزمن	55
16.3	متوسط امتصاص الماء بالخاصية الشعرية لكل تركيبة	56

قائمة الاشكال

رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
1.2	التدرج الحبيبي للفئتين L2, L1	26
1.3	متوسط نتائج الشد بالانحناء لكل تركيبة	45
2.3	إختبار قوة الضغط عبر كل تركيبة	48
3.3	سرعة الموجات الصوتيه عبركل تركيبة	50
4.3	إختبار الإمتصاص عن طريق الغمر الكلي	53
5.3	متوسط أوزان العينات بدلالة الزمن في تجربة الامتصاص الشعيري	56
6.3	متوسط الأمتصاص الشعيري للماء لمختلف العينات	57

المقدمة العامة

المقدمة العامة

لطالما شكّلت الصحراء الجزائرية تحديًا عمرانيًا كبيرًا بسبب طبيعتها القاسية ومناخها الجاف شديد الحرارة، إلا أن الإنسان الصحراوي استطاع عبر القرون أن يطوّر أساليب بناء ذكية ومتأقلمة مع البيئة المحيطة. فقد أبدع في إنشاء مساكن ومنشآت معمارية تحترم خصوصية المناخ وتضمن الراحة الحرارية بأبسط الوسائل، معتمداً على مواد محلية كالطين والحجر وسعف النخيل، ومراعياً في تخطيط العمران أسسًا بيئية وإجتماعية واقتصادية.

ومن أبرز الأمثلة على هذا التكيّف المعماري، ما نلاحظه في منطقة وادي سوف، حيث تم توظيف حجرة الرمال والجبس المحلي في البناء، وهما من المواد المتوفرة طبيعيًا في المنطقة، لما يتمتعان به من خصائص عازلة ومناسبة للبيئة الصحراوية. وقد مكّنت هذه المواد السكان من تشييد مبانٍ توفّر الراحة الحرارية حيث تكون هذه المباني دافئة شتاءا وباردة صيفا ، ما يجعلها نموذجًا يحتذى به في البناء المستدام .

ويُعد التراث المعماري في مناطق مثل وادي سوف، وادي مزاب، تيميمون، وتمنراست، شاهداً حيًا على براعة السكان في التكيف مع البيئة، من خلال أنماط معمارية وظيفية تعكس هوية ثقافية عميقة، وتُعدّ في الوقت ذاته نموذجاً ملهماً للتنمية المستدامة في البيئات الصحراوية

تهدف هذه الدراسة إلى المساهمة في الحدّ من الاستعمال غير المدروس لمواد البناء الحديثة التي لا تتلاءم مع خصوصيات البيئة الصحراوية، والتي أدّت إلى تفاقم مشكلات الطاقة والراحة الحرارية داخل المباني. كما تسعى إلى إبراز أهمية العودة إلى استغلال الموارد المحلية المتوفرة في منطقة وادي سوف، وعلى رأسها حجر اللوس والجبس المحلي، من أجل إنتاج طوب ملائم من الناحية البيئية والطاقوية.

ويهدف هذا التوجه إلى تحقيق توازن بين الأداء الهندسي للمادة والانسجام مع المحيط، في إطار معماري

مستدام يحترم الخصوصيات المحلية ويوفر حلولًا عملية وفعالة لمتطلبات البناء الحديث في البيئات الصحراوية .

من اجل تحقيق اهداف البحث التي حددناها لأنفسنا، قمنا بتنظيم اطروحتنا على النحو التالي:

✓ **الفصل الأول : البحث البيبليوغرافي**

يتضمن بعض التعريفات بالدراسة بالإضافة الى بعض التفاصيل المتعلقة حول أصل استخدام المواد المحلية في موقع بحثنا.

✓ **الفصل الثاني : الجزء التجريبي**

نلخّص في هذا الفصل توصيف المواد المختلفة والإجراءات المستخدمة ضمن البرنامج التجريبي، كما تُعرض أيضًا طرق إجراء الاختبارات. في هذا الفصل، ستُناقش خصائص المواد المحلية وتوصيفها

✓ **الفصل الثالث : النتائج والتفسيرات**

في هذا الفصل، يتم عرض النتائج التي تم الحصول عليها من الدراسة التجريبية، بالإضافة إلى المناقشة والملاحظات المتعلقة بمختلف التركيبات للعجينة المعتمدة على مواد محلية

وأخيرًا، يُختتم عملنا بخلاصة عامة وتوصيات.

الفصل الأول

البحث البيبليوغرافي

مقدمة

تُعتبر المواد المركبة من البدائل الحديثة والمبتكرة في مجال البناء، نظرًا لما توفره من خصائص تقنية واقتصادية تجمع بين مميزات مكوناتها الأساسية. وفي هذا السياق، تكتسي دراسة المواد المحلية أهمية متزايدة، لكونها تمثل خيارًا مستدامًا يدعم الاقتصاد المحلي ويقلل من الاعتماد على المواد المستوردة. تهدف هذه الدراسة إلى تحليل وتقييم خواص مادة مركبة ناتجة عن مزج الجبس المحلي بالحجر الرملي الوردي المسحوق (اللوس)، وكلاهما من الموارد الطبيعية المتوفرة محليًا، خصوصًا في مناطق الجنوب الجزائري. ويأتي هذا البحث في إطار السعي نحو تطوير مواد بناء جديدة ذات أداء جيد وتكلفة منخفضة، تكون ملائمة للظروف المناخية المحلية، وتراعي الخصوصيات الجيولوجية والاقتصادية للمنطقة.

وفي ظل هذه التحديات، بات من الضروري البحث عن حلول صديقة للبيئة تقوم على إستغلال الموارد المحلية وتحويلها إلى مواد بناء مستدامة. ومن هذا المنطلق، تندرج هذه الدراسة التي تهدف إلى تقييم خواص مادة مركبة تعتمد على مادتين محليتين متوفرتين بكثرة في بعض مناطق الجزائر، وهما الجبس المحلي والحجر الرملي الوردي المسحوق (اللوس). تهدف الدراسة إلى فحص إمكانية توظيف هذا الخليط في تطبيقات البناء، كبديل بيئي واقتصادي للمواد التقليدية، بما يسهم في تقليل الاعتماد على الموارد المستوردة، وتثمين المواد المحلية ذات التأثير البيئي المحدود.

1. نبذة عن منطقة وادي سوف :

تقع مدينة الوادي أو وادي سوف في الجزائر وهي عاصمة ولاية الوادي. تقع المدينة الصحراوية ذات الطابع السياحي على بعد 650 كيلومترًا جنوب شرق العاصمة الجزائر. مناخها صحراوي معتدل إلى بارد شتاء وحار صيفًا.

تتميز المدينة بهندستها المعمارية المتكيفة واستخدامها للمواد المحلية مثل الجبس والجص. تتميز المنازل التقليدية بانخفاضها وتعلوها قباب لتعكس الضوء بشكل أفضل والحفاظ على البرودة بالداخل. يمتد التوسع الحضري على طول الطريق الوطني من الشمال إلى الجنوب ، ويضم تجمعات مثل كوينين والرباح والبياضة .

تشمل الأحياء البارزة في الوادي حي تكسبت ، وحي المنظر الجميل ، وحي النزلة ، وحي الأعشاش. تشمل المعالم التاريخية مسجد سيدي مسعود الذي يعود تاريخه إلى عام 1600 م ومسجد الظهارة الذي يعود تاريخه إلى عام 1750 م. [1]

2. مواد البناء :

1.2 وردة الرمال :

1.1.2 مقدمة:

وردة الرمال فريدة من نوعها، تكونت بفعل المحاليل المشبعة بأكاسيد المعادن وتبخر المياه التي طفت إلى السطح، تأخذ الوردة لونها تبعا للون الأكاسيد المكونة لها. تنمو عبر مراحل مثل مراحل التحجر للصخور تتشكل عادة في المستوى العلوي للمياه الجوفية عبر سلسلة من التفاعلات بين المعادن المتواجدة في المياه مثل الكالسيوم والحبيبات الكلسية المتواجدة في الرمال

2.1.2 تعريف وردة الرمال :

وردة الرمال، أو ما يُعرف محليًا بـ حجرة اللوس، هي تكوين طبيعي نادر يتشكل في المناطق الصحراوية الجافة. يتميز هذا الحجر بشكله الفريد الذي يشبه بتلات الوردة، حيث تتجمع حبيباته على شكل طبقات متشابكة ومنتظمة تُضفي عليه مظهرًا زخرفيًا طبيعيًا. يُعدّ هذا التكوين من الرموز الجيولوجية المميزة للجنوب الجزائري، خصوصًا في مناطق مثل وادي سوف وورقلة، ويُستخدم أحيانًا لأغراض الزينة أو كتحفة فنية طبيعية نظرًا لجماله اللافت وندرته. [2]

صورة 1.1 : عرض حجر اللوس على السواح في المغرب

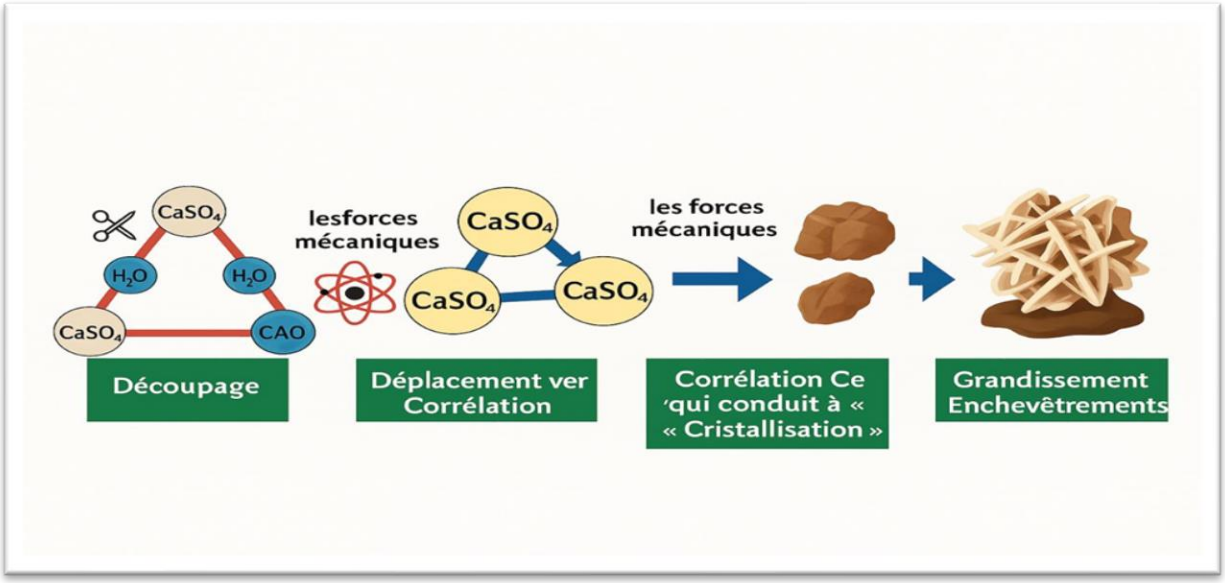
صورة 2.1 : وردة رمال (حجر اللوس)

3.1.2 تشكل وردة الرمال:

وردة الرمال، المعروفة أيضًا باسم "وردة الصحراء"، هي تكوينات بلورية طبيعية نادرة وساحرة تتشكل في البيئات الصحراوية الجافة، وتحديدًا في المناطق التي تمتاز بتربة رملية ومياه جوفية غنية بأيونات وأحيانًا من الباريت الكبريتات والكالسيوم. تتكون هذه الوردة غالبًا من معدن الجبس

وتتميز بشكلها الذي يُشبه بتلات الوردة المتفتحة، وهو ما يمنحها اسمها الرمزي. تبدأ عملية تشكل هذه التكوينات عندما تصعد المياه الجوفية الحاملة للأملاح نحو سطح التربة بفعل الخاصية الشعرية أو نتيجة تغير في مستوى الماء الجوفي، وعندما تتعرض هذه المياه للحرارة الشديدة وأشعة الشمس الحارقة في الصحراء، تبدأ بالتبخر بسرعة، مما يزيد من تركيز الأملاح المذابة فيها. عند بلوغ هذه الأملاح درجة التشبع، تبدأ البلورات بالترسب والتشكل ببطء. وخلال هذا التبلور، تندمج جزيئات الرمل المحيطة مع البلورات النامية، فتُحاصر حبيبات الرمل داخل التركيب البلوري، مما يمنحها مظهرًا رمليًا وملمسًا خشنًا مميزًا. يتخذ شكل البلورات نمطًا شعاعيًا يشبه بتلات الزهور، وغالبًا ما يظهر هذا الشكل في تجمعات بلورية متداخلة، تتفاوت في الحجم من بضعة سنتيمترات إلى أكثر من 30 سم. وتُعتبر صحارى شمال إفريقيا، خصوصًا صحراء الجزائر وتونس، من أبرز المناطق التي تشتهر بهذه التكوينات، إلى جانب مناطق في شبه الجزيرة العربية مثل السعودية، وكذلك في صحراء سونورا بالمكسيك. وردة الرمال ليست مجرد ظاهرة جيولوجية جميلة، بل هي نتيجة لتفاعل دقيق بين العوامل الكيميائية والمناخية والجيولوجية على مدى فترات زمنية طويلة.. [2]

صورة 3.1 : تشكل حجر اللوس المصدر : برامج الفوتوشوب



الصورة 4.1 : التكوين الكيميائي لوردة الرمال

4.1.2 خصائص وردة الرمال:

يتميز حجر اللوس (وردة الرمال) بعدة خصائص تجعله حجرًا مميزًا في المنطقة مقارنةً بالأحجار الأخرى الموجودة، ومن بين هذه الخصائص :

يمكن تحويله إلى الجبس المحلي، لكن نظرًا لصعوبة استخراجه واستغراقه وقتًا طويلًا في الطهي، فإن السكان المحليين إتجهوا لاستخدام اللوس أو وردة الرمال في الأساسات؛ والجدران والأسقف الخشبية, وتيفزا وتيرشا لتحويله إلى الجبس المحلي.

يوفّر سهولة كبيرة في البناء، خصوصًا في تثبيته على الجدران، بسبب شكله البنيوي الذي يمنحه صلابة للجدران والقباب , كما انه يتمتع بعزل حراري جيد

له كتلة حجمية تتراوح بين 2.24 و2.70 كغ/ديسيمتر مكعب، وإمتصاصه للماء منخفض، إذ تتراوح مساميته بين 30.20% و70%.

يُعد من أكثر مواد البناء مقاومة وخفة في الوقت نفسه. لذلك، يُستخدم بأمان تام لتحمّل الضغوطات المختلفة في العناصر الإنشائية، خصوصًا الضغوطات الانضغاطية.

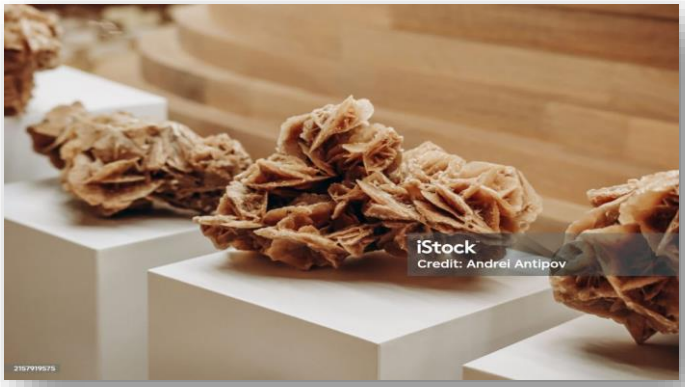
5.1.2 أشكال وأحجام وردة الرمال :

تم تسجيل أشكال مختلفة من بلورات وردة الرمال نذكر منها

- شكل بتلات متفتحة :

يمكن أن تأخذ وردة الرمال شكل وريدات مسطحة يمكنها أن تتشكل مع بعضها كما في الشكل

وهذا النوع له مجموعة متنوعة من الأحجام، بدءاً من وريدات صغيرة سنتيمتر واحد إلى أحجام كبيرة، أكثر من متر واحد في قطر



صورة 5.1 : حجر اللوس بشكل بتلات متكتلة

المصدر : Istockphoto

- شكل بتلات متكتلة :

وهذا الشكل ناتج عن أن المعادن المكونة لها تتداخل بلوراتها المسطحة الشكل بزاوية معينة مع بعضها . وبما أن هذه المعادن ليفية فالرمال تنحصر بين أليافها عند تبلورها ليصبح التركيب عبارة عن كتلة أو كومة من رقائق حبيبية ويمكن أن تدخل مكونات أخرى معها فتصنف هذه الكتل يكتل نقية وكتل غير نقية كما أن أبعادها قد تكون ذات أحجام مختلفة ، حيث يتراوح حجم وردة الرمال من 1سم إلى 10 سم ويمكن تكون ذات أجزاء كبيرة من عدة كيلوغرامات

صورة 6.1 : صور لحجر اللوس بشكل بتلات متكتلة

المصدر : Istockphoto

- شكل أنبوبي ممدود مع الأسطح المسننة :

يمكن أن تتشكل على شكل أنبوبي ممدود مع الأسطح المسننة، حيث تتراوح أحجامها من 5–15 سم

وتعرض الصورة 7.1 نوعاً من الأنواع :

صورة 7.1 : حجر اللوس على شكل أنبوبي

المصدر : Istockphoto

ملاحظة : تتميز وردة الرمال بحواف حادة عندما يكون المصدر الأساسي لها من الجبس واقل حدة عندما يكون المصدر الأساسي هو الباريت.

غالبا ما تكون وردة الرمال سريعة الزوال لطبيعة ذوبان مركباتها عند درجات الحرارة المرتفعة ، مما يجعل من الصعب استخلاص استنتاجات قاطعة تربط شكل الكريستال لبيئات معينة أو أنواع التربة.

6.1.2 ألوان وردة الرمال :

تتميز وردة الرمال بألوان متعدد حيث تأخذ ألوانها من لون الرمال لأن السلينيت (الجبس) معدن ليفي والرمال تنحصر بين أليافه عند تبلوره فتكون ذات لون أبيض أو أبيض مصفر وبريقها زجاجي، ويمكن أن

تكون ذات لون أحمر عندما يكون المكون الأساسي هو الباريت , ويساعد لون ورذة الرمال على التعرف على تركيبها [3].

صورة 11.1 : وردة ذات لون أحمر أساسها الباريت

صورة 12.1 : وردة تأخذ لون الرمل

المصدر :Istockphoto

2.2 الجبس :

1.2 الجبس المحلي :

الجبس المحلي أو هي مادة معروفة منذ القدم تشكل من الروابط المائية وهي مادة طبيعية صلبة مكونة من ثنائي هيدرات الكبريتات الكالسيوم أو كبريتات الكالسيوم المائية ذات الصيغة الكيميائية .($CaSO_4.2H_2O$)

الجبس المحلي من الخامات المتوفرة بكثرة في الأرض وهو أكثر معدن كبريتي منتشر في الطبيعة ينتمي أصلاً إلى الصخور الرسوبية ويتداخل مع معدن الانهدريت كبريتات الكالسيوم اللامائية

وقد يتواجد مع الضولميت والطين والحجر الجيري لونه رمادي أو أبيض يميل الى الإحمرار أحياناً

وهو مادة بناء معروفة جداً في البناء التقليدي ، ومن المواد واسعة الأستخدام في الصحراء وتعرف بتسميات مختلفة ومتقاربة منها التيشم التيمشمت التيمشنت ونجد أن التيمشمت التسمية الأكثر شيوعاً.

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 الى منطقة تيدكلت على مناطق بسكرة وواد ريغ وواد سوف.

يتم إنتاج الجبس المحلي عن طريق إحراق الحجارة في الأفران التقليدية ، ويقوم بصناعته مجموعة من العمال إما يمتهنون هذه الصناعة أو طرفياً للأستعمال الخاص ، ولها عدة أنواع من الحجارة [4]

أشهرها:

التافزة :

وهي حجر كلسي له صلابة، وفيه شيء قليل من الرمل، ويستخرج من غمرة والرقيبة، والمنطقة الممتدة من تكسبت إلى الجدلة، في الطبقة القريبة من الماء في أعماق الغيطان، وبعد إستخراجها تنقل فوق الحيوانات أو الشاحنات إلى أماكن الحرق أو البناء.

أ. استخراج التافزه :

يستخرجها الرجل السوفي من محاجر خاصة تدعى المقطع ، وتوجد في الناحية الشمالية ، تدعى حجارته الدبدابة هشة يتراوح عمقها ما بين نصف متر إلى مترين ونصف ، ويتم استخراجها بسهولة ، اما التافزة الحجرية فهي صلبة وتكون غالبا قرب الماء وتوجد بالوادي في الناحية الجنوبية والغربية ، ويتطلب استخراجها عناء ومشقة أما حجار الترشة فهي رقيقة وتوجد عند الماء أو فوقه قليلا.

ب . حرق التافزة :

كان يتم بطريقتين مختلفتين هما :

الحاروق : حيث يجمع كثير من حجر الترشة ويوضع على صفحة حجر التافزة على الأرض ، فيبسط ويجعل فوقه كثير من الحطب والحشائش ، حتى يأخذ شكل القبة ، مع ترك الجوانب عارية ، لتضرم فيها النار حتى تنتشر في كامل الترشة ، وهذه الطريقة القديمة يستعملها الفقراء ، أو من كان في غوطه يحتاج شيء قليل من الجبس ، لبناء حوض أو سواقي ، أو بئر.

الكوشة:

نأخذ تعريفين :

. هي فرن تقليدي يبنى من الجبس ، على شكل دائري ، حيث تكون بيت النار في الأسفل ومكان تركيب الحجارة المعدة للحرق في الأعلى.

. وهي " فرن " يشيد بالجبس بالقرب من مقلع الحجارة، أو في منطقة خاصة

قرب الغوط، وهي ذات شكل دائري له فتحتين إحداهما في الأسفل وهي مكان الموقد الذي يوضع به الحطب، ويستخرج منه الجبس بعد إنتهاء الحرق، أما الفتحة الثانية فتكون كبيرة في أعلى "الكوشة " وهي مفتوحة مباشرة للهواء، ويتم العمل بأخذ حجر التافزة ويركب في الكوشة حجرا فوق آخر حتى يصير كالقبة، ثم تلقى فوقه الحجارة الصغيرة التي نحتت من الكبيرة، وتوقد النار في فوهة الكوشة، وهي "الموقد " تحت الحجارة المتراصة فيشتعل الحطب الذي هو عبارة عن جذوع النخل المهجورة، أو نباتات أخرى من " الزيتا " وغيرها [5] .

صورة 8.1 : كوشة الجبس ببلدية تغزوت

1.2.2. إستعمالات الجبس :

إستعمل الجبس بشكل كبير في عمارة الصحراء المنخفضة ، وتعددت إستعمالاتها في البناء والتسقيف والتكسية وغير ذلك كما أنها تستعمل أيضاً في بناء السلالم والأرضيات ، وهذا بسبب شدة قوتها ومقاومتها لجميع العوامل الداخلية والخارجية سواء كانت بتدخل الطبيعة أو العامل البشري.

ويستخدم التيمشمت على عدة أشكال، فيستعمل أحيانا نقياً خاصة في تكسية المنازل وتبييضها من الداخل, كما يستعمل كخليط من الطين أو الرمل أو معا في التكسية الخارجية وفي التسقيف سواء كان المسطح لأنه يوضع كطبقة خارجية لمنع مياه الأمطار ، أو في إنشاء القباب حيث يلعب دوراً أساسياً في تماسك مواد البناء ، ولكن عند إستعمال الخليط يجب مراعاة نسب المواد الممزوجة إذ يجب ألا تكون

نسبة الجبس المحلي صغيرة ، فقد دلت بعض التجارب أن إضافة الجبس التقليدي بكميات أقل من 5% الى الطين نقل قدرة المزيج في مقاومة الضغط ولكنها تعود لتزداد كلما زادت نسبة الجبس في الخليط ، ويرجع 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 بإختلاف 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[4].

خاتمة :

يُعتبر هذا الفصل بمثابة تمهيد نظري للدراسة، حيث تم من خلاله تقديم لمحة عامة عن أهمية استخدام المواد المحلية في البناء، والتعريف بالمواد الأساسية المعتمدة في هذا البحث. كما تم التطرق إلى السياق العام للدراسة والموقع الجغرافي الذي تم فيه اختيار هذه المواد. يتيح هذا الإطار الانتقال إلى الجانب التجريبي الذي سيتم التطرق إليه في الفصل الثاني.

الفصل الثاني

الجزء التجريبي

مقدمة :

خلال إعداد هذا البحث، كان هدفنا الأساسي هو تسليط الضوء على أهمية استخدام المواد المحلية في منطقة وادي سوف في مجال البناء في هذا الفصل، سنتناول الخصائص التفصيلية لهذه المواد، والتي تُمكن من تحقيق توازن مثالي بينها، مما يساهم في ابتكار طوب يتميز بجودة وأداء عالٍ ينقسم هذا الفصل إلى جزئين رئيسيين:

الجزء الأول : يعرض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمواد المحلية المستخدمة في صناعة الطوب، أما الجزء الثاني : فيتناول الاختبارات والتجارب المخبرية التي أُجريت لتوصيف المركبات المكوّنة من هذه المواد، والتي تم اعتمادها في تصنيع الطوب

1 . تحديد الخصائص الفيزيائية لوردة الرمال والجبس المحلي :

1.1 الخصائص الفيزيائية لوردة الرمال :

2.1 تجربة التحليل الحبيبي (*NF P* 18 – 560):

تهدف هذه التجربة إلى تحديد التدرج الحبيبي لركام حجر اللوس بإستخدام غرابيل ذات فتحات مربعة.

نحتاج لأنجاز هذه التجربة :

- غرابيل بفتحات معدنية مربعة باقطار معيارية
- ميزان الكتروني حساس
- غربال كهربائي

صورة 2.2 : غربال بفتحات معدنية

صورة 1.2 : ميزان الكتروني

صورة 3.2 : حجر اللوس

صورة 4.2 : عينة من ركام حجر

وردة الرمال المستخدمة في دراستنا مصدرها من منطقة "الدباديب" التابعة لبلدية "وادي العلندة" في ولاية الوادي، وقد تمت غربلتها وتصنيفها بدقة إلى فئتين : L2 و L1.

بعد الإنتهاء من الغربلة نقوم بوزن الكمية المرفوضة من الركام في كل غربال و النتائج المتحصل عليها مدونة في الجدول التالي :

- **أولا : فئة L2(8/15)**

ابعاد الغرابيل	الوزن الجزئي	الرفض المتراكم	الرفض المتراكم %	المار %
20	0	0	0	100
16	850	850	29.66	70.34
12.5	1245	2095	73.12	26.88
10	405	2500	87.26	12.74
8	240	2740	95.63	4.37
6.3	125	2865	100	0

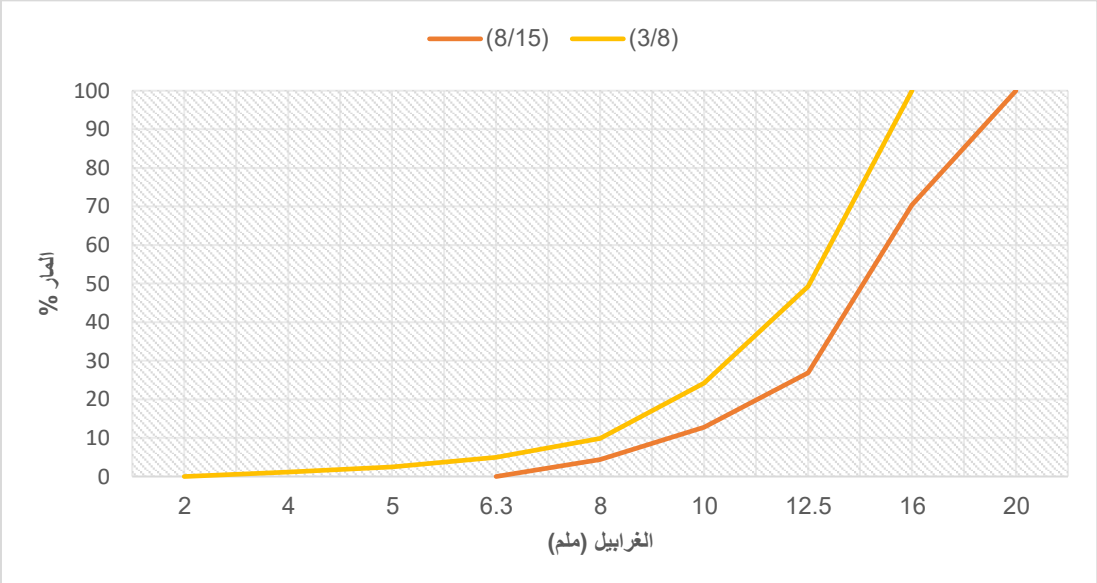
جدول 1.2 : التحليل الحبيبي للفئة L2 (8/15)

- **ثانيا : فئة L1(3/8)**

الغرابيل ابعاد	الوزن الجزئي بالـ(g)	االمتبقي بالـ(g)	المتبقي%	المار %
16	0	0	0	100
12.5	731	731	50.72	49.28
10	361	1092	75.78	24.22
8	207	1299	90.14	9.86
6.3	70	1369	95	5
5	36	1405	97.50	2.5
4	20	1425	98.88	1.12
2	16	1441	100	0

جدول 2.2 : التحليل الحبيبي للفئة L1 (3/8)

المنحنى البياني للتدرج الحبيبي للفئتين L2 (8/15) و L1 (8/3) :



الشكل 1.1 : التدرج الحبيبي للفئتين L2 (8/15) , L1 (3/8)

2.2 الكتلة الحجمية الظاهرية و المطلقة $(EN\ 196-6)$:

تهدف التجربة إلى قياس الكتلة الحجمية لركام , لأن هذه الأخيرة هامة جدا في إيجاد الخلطة المناسبة , وتحديد نسب المركبات على حسب الكتلة أو الحجم.

2.2.أ – الكتلة الحجمية الظاهرية

نقوم بقياس الكتلة الحجمية مع أخذ الفراغات في الحساب .

صورة 5.2 : اختبار الكتلة الحجمية

- خطوات العمل :

1. تحديد حجم الوعاء V
2. نقوم بوزن الوعاء وهو فارغ Mr.
3. نملئ الوعاء بالركام
4. ننزع الركام الزائد بالمسطرة بحيث لا نترك فراغات على سطح الوعاء

ثم نقوم بوزن الوعاء + الركام M1

5. إعادة التجربة ثلاث مرات ونسجل النتائج

نقوم بحساب الكتلة الحجمية الظاهرية بالعلاقة :

$$\rho ap = \frac{M1-MR}{VT}$$

● الجدول التالي يوضح الكتلة الحجمية الظاهرية للفئات المختلفة من تكسير الركام :

	العينة 1	العينة 2	الكتلة الحجمية الظاهرية
فئةL2	1.090 g/cm 3	1.123 g/cm 3	1.097 g/cm 3
فئةL1	1.067 g/cm 3	1.054 g/cm 3	1.045 g/cm 3

جدول 3.2 : الكتلة الحجمية الظاهرية للفئات المختلفة

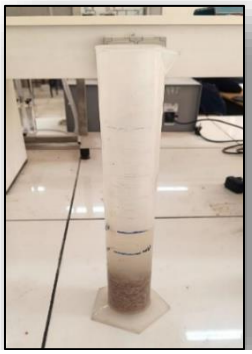
2.2.ب – الكتلة الحجمية المطلقة :

هـ_ نقوم بقياس كتلة الحجمية مع عدم أخذ الفراغات في الحساب , نستعمل في التجربة بيشر زجاجي , لوحة زجاجية وميزان .

● **خطوات العمل :**

1. نقوم بوزن 500 غرام من الركام الجاف Msec
2. نملئ البيشر الزجاجي بالماء إلى غاية V1
3. نحرص على عدم ترك الفراغات بمساعدة اللوحة الزجاجية ثم نقوم بوزنهما
4. نفرغ ببطء كمية الرمل في الزجاجة مع عدم ترك الفراغات ثم نقوم بوزنها ونقرأ V2
5. نقوم بتكرار العملية ثلاث مرات
6. نقوم بحساب الكتلة الحجمية الظاهرية بالعلاقة :

$$\rho = \frac{Msec}{V2 - V1}$$



صورة 6.2 : اختبار الكتلة الحجمية

الجدول التالي يوضح الكتلة الحجمية المطلقة للفئات المختلفة من تكسير الركام :

	Msec(g)	V2 (ml)	V1(ml)	ρabs (g/cm³)
فئةL1	500	710	500	2.38
فئةL2	500	710	500	2.38

جدول 4.2 : الكتلة الحجمية المطلقة للفئات المختلفة

3.2 تجربة إمتصاص الماء لركام اللوس ($NF\ P18-554$):

تستخدم تجربة امتصاص الماء لقياس كمية الماء التي يمكن أن تمتصها عينة ركام اللوس الجافة عند غمرها في الماء.

يُعبر عن هذه الكمية كنسبة مئوية من وزن الركام تهدف التجربة لقياس نسبة الماء التي تمتصها العينة الجافة عند غمرها في الماء , كمؤشر على مساميتها وجود

الأدوات المستعملة :

– فرن – ميزان إلكتروني– وعاء ماء– عينة من ركام اللوس

- **خطوات العمل :**

1. نضع العينة في فرن عند 105° م حتى يثبت وزنها لمدة 24 ساعة ثم نتركها تبرد ونسجل الوزن الجاف Ms
2. نغمر العينة في الماء لمدة 48 ساعة
3. بعد إخراجها من الماء , نسمح سطحها بقطعة قماش حتى تجف ونسجل الوزن المشبع Ma

4. حساب نسبة الأمتصاص يكون بالعلاقة التالية :

$$A_b = \frac{M_a - M_s}{Ms} - 100$$

Ms : كتلة العينة الجافة بعد مرورها بالفرن عند 105°

الصورة 7.2 : إختبار معامل الأمتصاص.

جدول نسبة الامتصاص للفئات المختلفة للوس :

Ab moy	Ab	Ms	Ma		
15.38%	15.46%	90.12g	104.06g	العينة 1	الفئةL2
	14.03%	89.42g	101.97g	العينة 2	
	16.67%	90.20g	105.24g	العينة 3	
9.91%	9.16%	45.05g	49.18g	العينة 1	الفئةL1
	11.63%	45.45g	50.74g	العينة 2	
	08.95%	45.25g	49.30g	العينة 3	

جدول 5.2 : نسبة الأمتصاص للفئات المختلفة للوس

2.1 . تحديد الخصائص الفيزيائية للجبس :

2.1.أ- الكتلة الحجمية الظاهرية :

الكتلة الحجمية الظاهرية للجبس هي كمية تعبر عن نسبة كتلة الجبس (بما في ذلك الفراغات الهوائية بين الحبيبات) إلى حجمه الكلي كما هو في حالته الطبيعية (دون ضغط أو دمك)، وتقاس بوحدة الكيلوغرام لكل متر مكعب (كغ/م³). وتُستخدم لتقدير كثافة الجبس كما يُخزن أو يُنقل، وليس كثافته الحقيقية.

- **خطوات العمل :**

1. تحديد حجم الوعاء
2. نملئ الوعاء بالجبس بواسطة اليد بحيث تكون اليد مرتفعة بمقدار 10 سم عن حافة الوعاء
3. تسوية سطح الوعاء بإستخدام المسطرة في حركة أفقية ذهابا وإيابا بحيث لا نترك فراغات .
4. وزن الوعاء مملوء
5. نقوم بتكرار العملية ثلاث مرات على الأقل مع عينة أخرى من نفس النوع
6. نقوم بحساب الكتلة الحجمية الظاهرية بالعلاقة التالية :

$$\rho_{app} = \frac{m_p}{v_{app}}$$

ρ_{app} :الكتلة الحجمية

M :كتلة العينة

v : حجم الوعاء

2.1.ب . الكتلة الحجمية المطلقة :

هي كتلة لكل وحدة حجم من المادة التي تشكل المجموع الجبس دون الاخذ في الاعتبار

الفراغات التي قد توجد في الحبوب اوبينهما

- **خطوات العمل :**

1. اخذ قطعة جافة ونظيفة من الجبس المحلي

2. وزن العينة باستخدام ميزان الكتروني حساس

3. ملئ مخبار مدرج بكمية من الماء وتسجيل الحجم الابتدائي

4. تغمر العينة بلطف في الماء داخل المخبار

نسجل الحجم النهائي حيث :

$$v = v2 - v1$$

5. نقوم بحساب الكتلة الحجمية المطلقة :

$$\rho_{abs} = \frac{m_p}{v_1} (g/cm^3)$$

حيث :

mp : كتلة الجبس

$v1$:حجم الجبس cm^3

صورة 8.2 : إختبار الكتلة الحجمية الظاهرية للجبس

الجدول : الكتلة الحجمية المطلقة لعينات الجبس المحلي

	Mp	V1	ρaps	ρaps moyen
العينة 1	60 g	22.4 cm3	2.678 g/cm3	2.698 g/cm3
العينة 2	60 g	22.2 cm3	2.702 g/cm3	
العينة 3	60 g	22.1 cm3	2.714 g/cm3	

جدول 6.2 : الكتلة الحجمية المطلقة لعينات الجبس المحلي

2 – إعداد وصنع العينات :

أ- الأدوات اللازمة :

• ميزان الكتروني حساس

• قوالب صب : للعينات المكعبة 10×10×10 وللعينات الموشورية 7×7×28

• أدوات الخلط : بما فيها دلو الماء والمجرفة اليدوية و وعاء خلط بلاستيكي وأيضا قفازات بلاستيكية وميزان ماء ومسطرة معدنية.

ب – تحضير المواد : ركام اللوس تمت غربلته وتصنيفه سابقاً , ماء الخلط و الجبس المحلي حيث نقوم بوزن كل منهم على حسب نوع الخلطة.

صورة 10.2 : عينة اللوس المستخدمة

صورة 9.2 : عينة الجبس المستخدم

ج – طريقة الخلط :

صورة *12.2 :* عملية خلط المكونات

تم خلط المكونات الجافة (الجبس واللوس) بشكل جيد للحصول على تجانس أولي، ثم أضيفت كمية الماء المحددة تدريجياً مع الخلط اليدوي المستمر لمدة تتراوح بين 30 إلى 40 ثانية إلى حين الحصول على خليط متجانس.

د – تحضير وصب العينات :

حتى تكون القوالب جاهزة للاستخدام يجب تنظيفها جيدا ودهنها بالزيت والتاكد من انها محكمة الاغلاق ثم يتم صب الخليط في قوالب معدنية بأبعاد مختلفة حسب نوع العينة؛ حيث تم استخدام قوالب مكعبة بأبعاد (10×10×10 سم)، وقوالب موشورية بأبعاد (28×7×7 سم)

صور ة 11.2 : صور ة للقو الب المستخدمة

هـ – تسطيح العينات :

– يتم اجراء عملية التسطيح على الجزء العلوي للعينات بوةاسطكة مسطرة معدنية للحصول على أسطح ناعمة .

صورة 13.2 : تسطيح العينات في القوالب

و . إزالة العينات من القوالب :

حتى تكون العينات جاهزة لنزعها من القوالب نتركها مدة 24 ساعة في درجة حرارة الغرفة

صورة 14.2 : العينات الموشورية بعد إزالة القوالب

ز. تخزين العينات :

نترك العينات تجف جيدا في مكان نضيف وجاف

صورة 15.2 : تخزين العينات

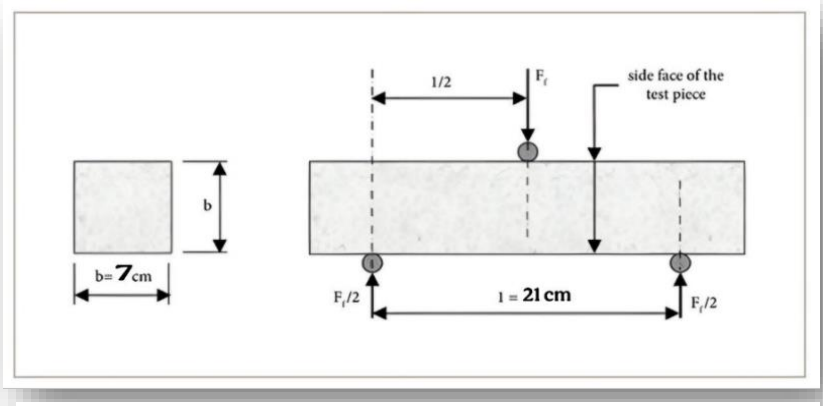
ـ قما بإعداد عينات من الطوب لتقدير الخواص الميكانيكية ثم قمنا بحساب نسب اوزان التراكيب على النحو التالي : علماً أن الركام في تركيبة : (8–15): **L2** , (3–8) :**L1**

العينات / القالب	L2	L1	Gp
(مكعبة) 10×10×10 cm	الجبس : 50% الركام : 25% الماء : 25%	الجبس : 50% الركام : 25% الماء : 25%	الجبس : 66.66% الماء : 33.34%
(موشورية) 28×7×7 cm	الجبس : 50% الركام : 25% الماء : 25%	الجبس : 50% الركام : 25% الماء : 25%	الجبس : 66.66% الماء : 33.34%

جدول 7.2 : نسب اوزان التراكيب المختلفة للعينات

3 . تجربة الشد بالأنحناء :

تتمحور التجربة بوضع العينات الموشورية في الجهاز الخاص بالتجربة في ثلاث نقاط إرتكازية , حيث توضع في مساند وتطبق عليها الحمولات حتى تنكسر لمعرفة قوى تحمل العنصر لقوى الانحناء مع تسجيل القيمة العظمى لذلك .



صورة 16.2: مبدأ عمل جهاز إختبار الشد بالأنحناء

الصيغة التي تسمح لنا بحساب مقاومة الأنحناء كالتالي :

$$\sigma f28 = \frac{3}{2} \times \frac{Fl}{b^3} \left(\frac{N}{mm^2}.MPa\right)$$

$\sigma f28$ =إجهاد الانحناء بالـ Mpa

F :القوة المطبقة على العينة بالـ Mpa

L :المسافة بين الدعامات بـ mm

b :عرض العينة بـ mm

صورة 17.2 : تجربة الشد بالأنحناء

4 . تجربة الضغط (NF P18-406) :

– تقوم التجربة بعد إختبار الأنحناء بوضع العينة في جهاز الضغط مع تطبيق قوى التكسير (الضغط), لمعرفة مقاومة الضغط البسيط للعينات المكعبة , مع القراءة من الجهاز لحظة الانهيار

الصيغة التي تسمح لنا بحساب مقاومة الضغط كالتالي $Rc = \frac{Fc}{S}$

مساحة العينة :

s :المطبق عليها القوة بالـmm

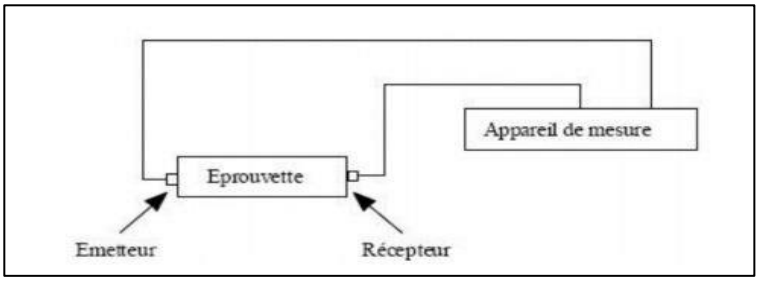
Fc :قوة الضغط المطبقة بالـ N

Rc :مقاومة الانضغاط بـMpa

صورة 18.2 : تجربة الضغط

5 . تجربة الموجات فوق الصوتية (EN 1204-4,2004)EN 12504-4 :

هي تقنية غير تحطيمية تستخدم لتقييم جودة الخرسانة أو المواد الصلبة الأخرى من خلال قياس سرعة انتشار موجات صوتية عالية التردد داخل المادة , يتم إرسال نبضة صوتية من أحد طرفي العينة باستخدام مسبار إرسال، وتُستقبل في الطرف الآخر باستخدام مسبار استقبال. تُقاس سرعة النبضة من خلال الزمن الذي تستغرقه للعبور، ويُستخدم هذا الزمن لتحديد مدى تجانس المادة وكثافتها واحتمالية وجود شقوق أو فراغات داخلية.



صورة 19.2 : مبدأ عمل تجربة الموجات الصوتيه

بعد القراءة المباشرة للزمن وسرعة الموجات فوق الصوتية من على الشاشة , يتم حساب سرعة الموجات فوق الصوتية بتطبيق العلاقة التالية :

$$V = \frac{L}{T}(ms)$$

حيث :

L : طول العينة

T : الزمن اللازم لنبضة فوق الصوتية للأنتقال من مسبار الأرسال إلى مسبار الإستقبال

V : سرعة الموجات فوق الصوتية خلال تراكيب المواد المحلية

صورة 20.2 : تجربة الموجات لصوتيه

توجد علاقة عامة بين جودة التراكيب الاسمنتية وسرعة إنتشار النبضات كما هو موضح في الجدول التالي :

الجودة	سرعة الأنتشار (m/s)
ممتازة	اعلى من 4200
جيدة	3700-4200
مشكوك فيها	3700-3200
ضعيفة	3200-2500
ضعيفة جداً	اقل من 2500

جدول 8.2 : سرعة إنتشار النبضات الصوتيه للتركيبات الأسمنتية

6 . تعريف تجربة الغمر الكلي :

تجربة الغمر الكلي للعينات هي اختبار مخبري يُستخدم لتحديد خصائص المواد عند تعرضها للماء بشكل مستمر. يتم غمر العينات تمامًا في الماء لفترة زمنية محددة، بهدف دراسة تأثير امتصاص الماء على الخواص الفيزيائية والميكانيكية مثل الوزن، مقاومة الضغط، النفاذية، أو التغيرات الحجمية .

- **خطوات العمل :**

1. تجهيز العينات الموشورية

2. تجفيف العينات داخل الفرن بدرجة حرارة 70 درجة مؤية حتى يثبت وزنها ونسجل الوزن(Ps)

3. غمر العينات بالماء بالكامل لمدة 24 ساعة حتى تتشبع تماماً ثم نخرجها وتجفف سطحيا من الخارج ثم نزنها مجدداً (Ph).

4. تُحسب نسبة امتصاص الماء باستخدام المعادلة التالية :

$$A\% = (\frac{Ph - Ps}{Ps}) \times 100$$

حيث :

Ph :الوزن بعد التشبع (الوزن الرطب)

Ps :الوزن بعد التجفيف (الوزن الجاف)

$A\%$:نسبة امتصاص الماء

صورة 21.2 : عينة موشورية مغمورة في الماء

يتم إجراء القياسات ثلاث مرات لكل نوع من العيّنات للحصول على متوسط دقيق

7 – تجربة الإمتصاص الشعيري للماء :

هي تجربة تهدف إلى قياس كمية الماء التي تمتصها المواد المركبة عبر المسام الشعرية عند ملامستها للماء من الأسفل دون ضغط، وذلك لتقييم سلوكها في ظروف الرطوبة .

- **خطوات العمل :**

1. تجفف العينات في فرن لمدة 72 ساعة في درجة حرارة 105 درجة مؤية لضمان إزالة الرطوبة بشكل كامل ثم تترك لتبرد وتوزن

2. تُغطى الأسطح الجانبية للعينة (بإستثناء القاعدة) بمادة بلاستيكية عازلة، لمنع تسرب الماء من الجوانب والسماح بامتصاص الماء فقط عبر القاعدة السفلية (بالأتجاه الشعيري) .

3. تُوزن العينات بعد التجفيف والتغليف البلاستيكي لتحديد الكتلة الجافة الابتدائية M0

4. توضع العينات في وعاء بحيث تستند على سطحها الأصغر ، وتُفصل عن قاع الوعاء بمسافة لا تقل عن 1 سم بإستخدام دعامات.

5. يُملأ الوعاء بالماء النقي حتى يصل إلى مستوى يُغمر فيه الجزء السفلي من العينات بعمق حوالي 5 مم فقط , يجب الحفاظ على هذا المستوى ثابتاً طوال مدة التجربة .

6. تُسحب العينات في أوقات محددة خلال فترة الأمتصاص وتُوزن لتحديد الكتلة الرطبة M(t)

7. ثم تعاد الى الماء و يستمر الأختبار لمدة 72 ساعة، مع مراقبة الكتلة في فترات منتظمة.

يتم حساب كمية الماء الممتصة لكل وحدة سطح بإستخدام المعادلة التالية :

$$i(t) = \frac{M(t) - M(0)}{\rho w \cdot A}$$

حيث :

$i(t)$: معدل الامتصاص الشعيري

$M(t)$:كتلة العينة الرطبة عند الزمن T

$M(0)$:الكتلة الجفة للعينة (g)

A : مساحة القاعدة السفلى للعينة mm^2

ρw :الكثافة النوعية للماء $(1g\backslash cm^3)$

تصوير الشعوي

خاتمة:

من خلال هذا الفصل، تم تقديم نظرة عامة حول الجانب التجريبي للدراسة، مع التركيز على كيفية التعامل مع المواد المحلية وتحضير الخلطات المعتمدة عليها. ويُعدّ هذا الجزء خطوة أساسية في سبيل تقييم أداء هذه المواد والتحقق من مدى ملاءمتها في صناعة طوب بناء محلي. تمهّد هذه المرحلة للأنتقال إلى الفصل الموالي الذي سيتم فيه عرض النتائج المحصل عليها وتحليلها بشكل مفصل.

الفصل الثالث

النتائج والتفسيرات

المقدمة

في هذا الفصل نعرض النتائج المختلفة التي تم الحصول عليها خلال كل الأختبارات المذكورة سابقا ونحدد أفضل النتائج لتركيبة المواد المحلية لمنطقة الوادي لأنشاء طوب

1 . اختبار الشد بالانحناء :

في هذا الجزء، نقدم نتائج تجربة الانحناء بالشد التي أُجريت على العينات المدروسة، وذلك بهدف تقييم سلوك المواد المحلية عند خضوعها لإجهادات مركبة. تكتسي هذه التجربة أهمية خاصة في فهم استجابة المواد تحت ظروف تحميل مشابهة لتلك التي قد تتعرض لها في الواقع. تسمح النتائج المستخلصة بتحديد الفروقات في الأداء الميكانيكي بين التركيبات المختلفة، مما يساعد في توجيه الاختيار الأمثل للمواد في التطبيقات الهندسية

نتائج الشد بالانحناء لمختلف العينات الموشورية :

- جدول عينات Gp

Gp	قوة الضغط بالN	σf (MPa)	σmoy
العينة 1	700	0.642	0.458
العينة 2	400	0.367	
العينة 3	400	0.367	

جدول 1.3 : نتائج الشد بالأنحناء للعينات Gp

- جدول عينات L2

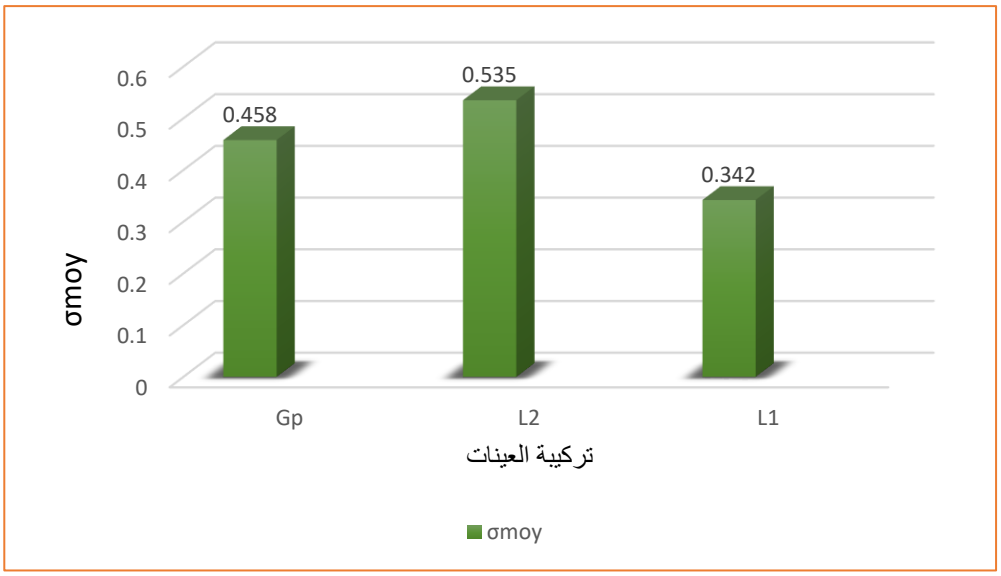
L2	قوة الضغط بالـN	σf (MPa)	σmoy(MPa)
العينة 1	700	0.642	0.535
العينة 2	650	0.597	
العينة 3	400	0.367	

جدول 2.3 : نتائج الشد بالأنحناء للعينات L2

- جدول عينات L1

L1	قوة الضغط بالـN	σf (MPa)	σmoy(MPa)
العينة 1	420	0.385	0.342
العينة 2	350	0.321	
العينة 3	350	0.321	

جدول 3.3 : متوسط نتائج الشد بلأنحناء للعينات L1



الشكل 1.3 : متوسط نتائج الشد بالانحناء لكل تركيبة

1 – متوسط المقاومة بالأنحناء (σmoy) :

نوع العينة	σmoy (Mpa)
Gp	0.458
L2	0.535
L1	0.342

جدول 4.3 : متوسط المقاومة بالأنحناء σmoy

– تفسير النتائج :

اعلى متوسط قيمة مقاومة لوحظ في العينة L2 بقيمة $Mpa0.535$

مما يدل على أن لديها أداء جيد تحت تأثير الأنحناء

العينة Gp جاءت في المرتبة الثانية بـMpa 0.458 ما يعني أن الجبس يمنح مقاومة جيدة نسبيا

أضعف مقاومة كانت للعينة $L1$ بـMpa 0.342 مايشير إلى نسبة غير مثالية من المكونات والى ضعف

في تماسك البنية.

2 . إختبار مقاومة الضغط :

تهدف تجربة مقاومة الضغط إلى تقييم الأداء الميكانيكي للطوب المصنع من المواد المحلية،

وذلك من خلال تحديد قدرة العينات على تحمل الأحمال العمودية. تسمح هذه التجربة بالكشف عن مدى تأثير نسب المزج بين الجبس المحلي وحجر اللوس على صلابة الطوب واستقراره البنيوي، كما تمثّل معيارًا أساسيًا للحكم على جودة الخلطة ومدى قابليتها للاستعمال في البناء.

وقد تم إنجاز اختبارات الضغط لثلاث تركيبات المختلفة, جدول التالي يبين نتائج مقاومة الأنضغاط وفقا لتركيبة العينات

- **Gp :**

Gp	قوة الضغط بالـN	Rc (MPa)	Rc moy
العينة 1	12000	1.20	1.24
العينة 2	9300	0.93	
العينة 3	16000	1.60	

جدول 5.3 : نتائج مقاومة الأنضغاط للعينات Gp

- **L1 :**

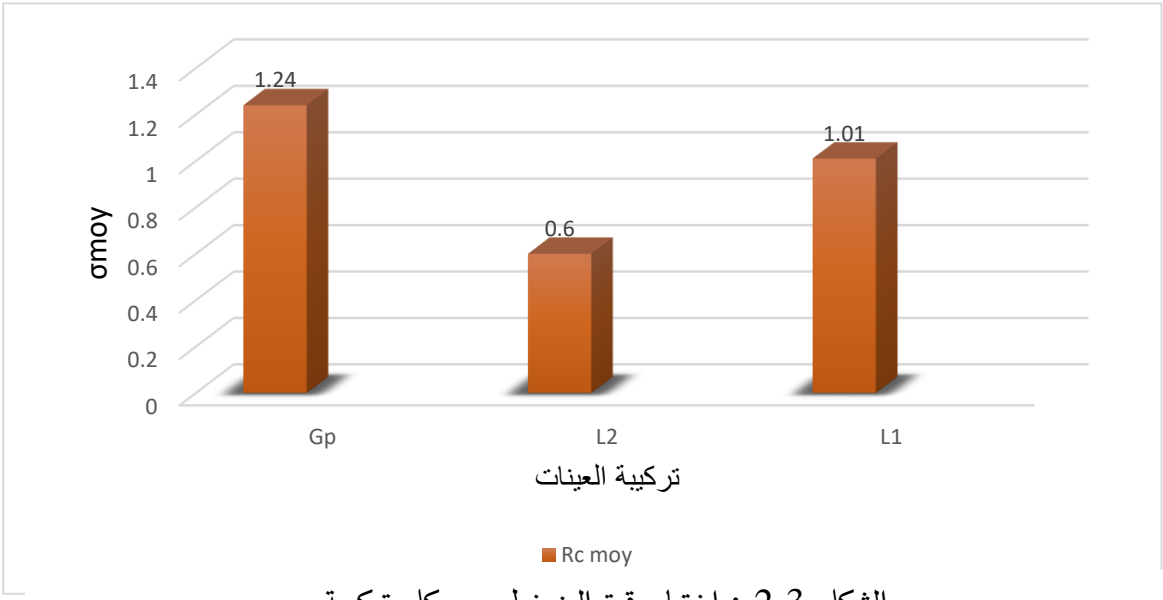
L1	قوة الضغط بالـN	Rc (MPa)	Rc moy
العينة 1	7200	0.72	0.60
العينة 2	4500	0.45	
العينة 3	6500	0.65	

جدول 6.3 : نتائج مقاومة الأنضغاط للعينا L1

- L2 :

L2	قوة الضغط بالN	Rc (MPa)	Rc moy(MPa)
العينة 1	9400	0.94	1.01
العينة 2	13000	1.3	
العينة 3	8000	0.8	

جدول 7.3 : نتائج مقاومة الأنضغاط للعينات L2



الشكل 2.3 : إختبار قوة الضغط عبر كل تركيبة

- تفسير النتائج :

الجبس المحلي يمتلك مقاومة ضغط جيدة لوحده وهو ماتم اثباته من خلال نتائج الـ Gp

إضافة الركام يؤثر سلبا على المقاومة خاصة اذا كان ناعما كما في L1 بسبب ضعف التماسك

وزيادة الفراغات

الركام الأكبر كما في L2 يساهم في تحسين البنية الداخلية للعينة لانه يخلق نظاما هيكليا يساعد على

توزيع الاحمال بشكل افضل مقارنة بالركام الناعم في L1

3.تجربة الاموجات الصوتية :

يستخدم الاختبار بالموجات فوق الصوتية لقياس سرعة الموجات فوق الصوتية عبر كل تركيبة مواد المحلية مما يوفر فكرة عن العيوب ، الفرغات ، المناطق المتدهورة والتشققات يوضح الجدول التالي سرعة انتشار الموجات فوق الصوتيه في التركيبات المختلفة للمواد المحلية :

- عينات Gp :

Gp	V (m/s)	Vmoy (m/s)
العينة 1	1587	1448.66
العينة 2	1335	
العينة 3	1424	

جدول 8.3 : سرعة إنتشار الموجات فوق الصوتيه لعينات Gp

● عينات L1:

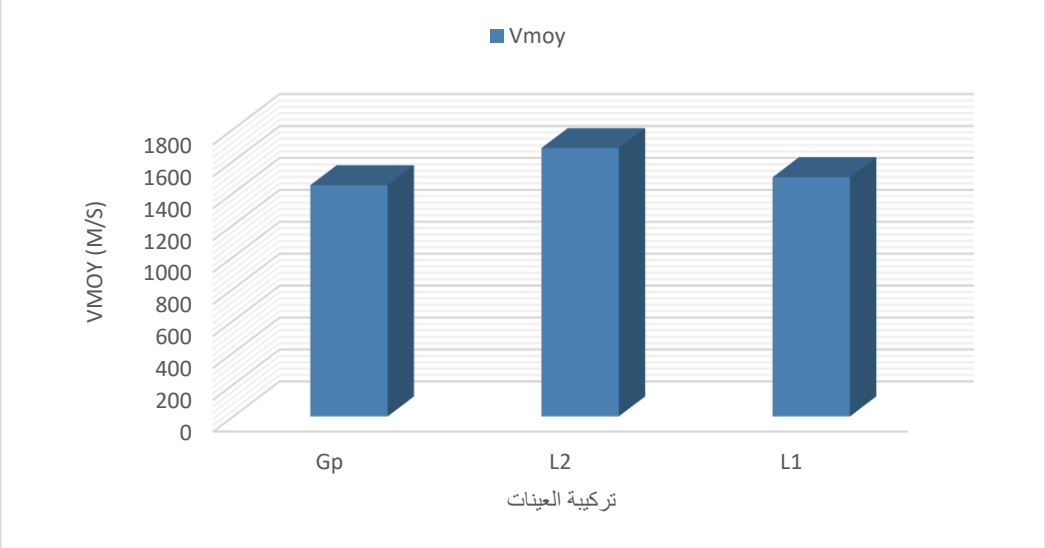
L1	V (m/s)	Vmoy (m/s)
العينة 1	1602	1498.66
العينة 2	1506	
العينة 3	1388	

جدول 9.3 : سرعة إنتشار الموجات فوق الصوتيه لعينات L1

عينات L2 :

L2	V (m/s)	Vmoy (m/s)
العينة 1	1834	1681.33
العينة 2	1872	
العينة 3	1338	

جدول 10.3 : سرعة إنتشار الموجات فوق الصوتيه لعينات L2



الشكل 3.3 : سرعة الموجات الصوتيه عبركل تركيبة

– تفسير النتائج :

وفقًا للنتائج المستخلصة، نلاحظ أن سرعة الموجات عبر كل تركيبة من المواد المحلية كانت ضعيفة جدًا في جميع التركيبات، مما يؤكد أن تركيبتنا مسامية كما نلاحظ أن كمية الركام بإختلاف أبعاده تلعب دورًا مهمًا جدًا في تماسك تركيبة المواد المحلية

لذلك، في حالتنا، فإن مسامية تركيبة المواد المحلية ليست ضارة، نظرًا لأننا نسعى لتحسين الخصائص الحرارية , ونلاحظ ان الفرق بين تركيبات المواد المحلية ليس كبيرا , لذا فان التركيبة الأفضل لشكيل L2 ا.

4 . إختبار إمتصاص الكلي للماء عن طريق الغمر :

تهدف هذه التجربة إلى قياس قابلية الطوب المصنع من حجر اللوس والجبس المحلي لامتصاص الماء بعد غمره الكلي في الماء لمدة 24 ساعة تُعد هذه الخاصية من أهم المؤشرات التي تبيّن مدى مقاومة الطوب للرطوبة، وهي تؤثر بشكل مباشر على متانته وطول عمره، خاصة في البيئات الرطبة أو المعرضة لمياه الأمطار

حيث :

W1 : الوزن الاولي

W3: الوزن بعد الغمر

A% : نسبة الامتصاص

- عينة : **Gp**

العينة	W1	W2	W3	A%	A%(moy)
العينة 1	1784	1708	2185	27.92	28.42
العينة 2	1798	1690	2184	29.23	
العينة 3	1922	1707	2187	28.11	

جدول 11.3 : إمتصاص الكلي للماء عن طريق لـ Gp

- **عينة : L1**

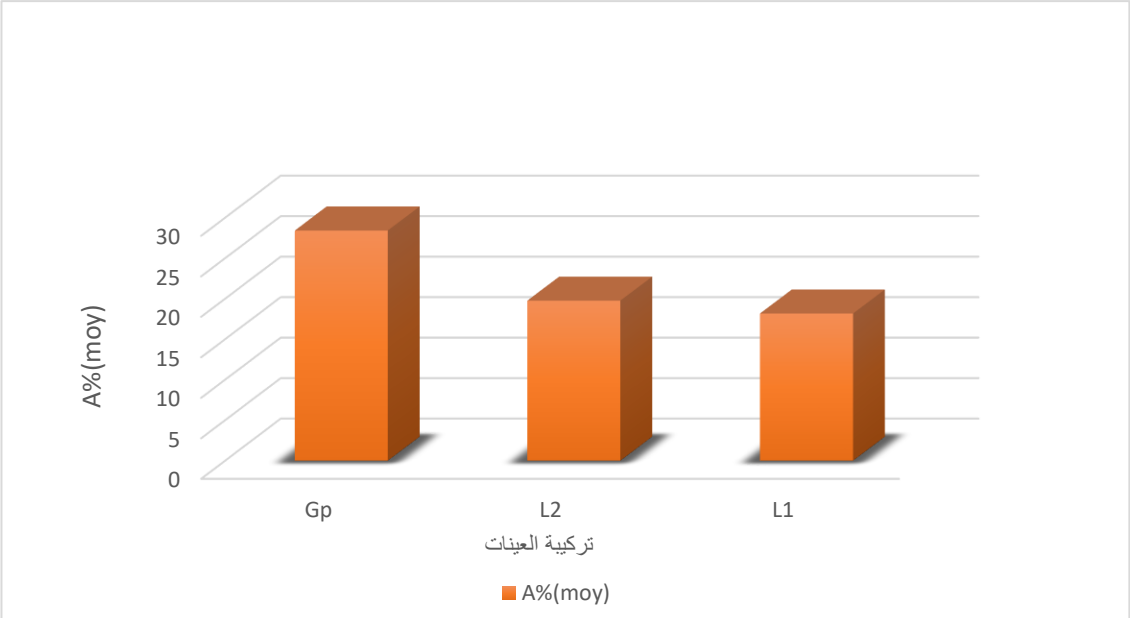
العينة	W1	W2	W3	A%	A%(moy)
العينة 1	2158	2082	2479	19.06	18.17
العينة 2	2240	2122	2505	18.04	
العينة 3	2250	2240	2630	17,41	

جدول 12.3 : إمتصاص الكلي للماء عن طريق الغمر لعينات L1

- **عينة :L2**

العينة	W1	W2	W3	A%	A%(moy)
العينة 1	2149	2077	2493	20.02	19.76
العينة 2	2099	2040	2459	20.53	
العينة 3	2195	2130	2529	18.73	

جدول 13.3 : إمتصاص الكلي للماء عن طريق الغمر لعينات L2



الشكل 4.3 : اختبار الإمتصاص عن طريق الغمر الكلي

- تفسير النتائج :

من خلال مقارنة نتائج الأمتصاص، تبيّن أن العينة الثالثة من فئة L1

هي الأفضل من حيث الخصائص الفيزيائية، حيث سجّلت أقل معدل امتصاص للماء (17.41%)

هذا يدل على أن تركيبها يوفر تماسكًا وكثافة أكبر، ما يجعلها أكثر ملاءمة للاستخدام في البيئات الرطبة أو التطبيقات التي تتطلب مقاومة للماء بشكل نسبي.

في المقابل أظهرت عينات الجبس الخام نسب إمتصاص مرتفعة، ما يدل على ضرورة تعديل تركيبتها لتحسين أدائها في الظروف البيئية المختلفة.

5 . إختبار الإمتصاص الشعيري :

تُعد خاصية الإمتصاص الشعيري من الخصائص الفيزيائية الهامة التي تُستخدم لتقييم أداء المواد البنائية، ولا سيما الطوب، في مواجهة تسرب المياه وارتفاع الرطوبة عن طريق الشعيرات الدقيقة. إذ تُعطي هذه الخاصية مؤشراً مباشراً على مدى قدرة المادة على امتصاص الماء وانتقاله داخل بنيتها المسامية بمرور الوقت. وتهدف التجربة لتقييم سلوك هذه العينات تحت تأثير الرطوبة، يُسهم تحليل هذه النتائج في فهم الخصائص المسامية والتركيبية للعينات، كما يتيح تحديد مدى ملاءمتها للاستخدام في البيئات التي تتعرض للرطوبة أو تسرب المياه ، ومنه سيتم تقديم تفسير مفصل للنتائج المسجّلة ومناقشة العوامل المؤثرة فيها.

جدول : أوزان العينات بدلالة الزمن في تجربة الإمتصاص الشعيري

العينات		الزمن								الأوزان بالـــــغرام
العينة	زمن الغمر	قبل الغمر	10 د	20 د	40 د	3 سا	24 سا	48 سا	72 سا	
Gp	1	810	910	960	1020	1090	2461	2477	2490	
	2	780	900	950	1010	1080	2437	2461	2472	

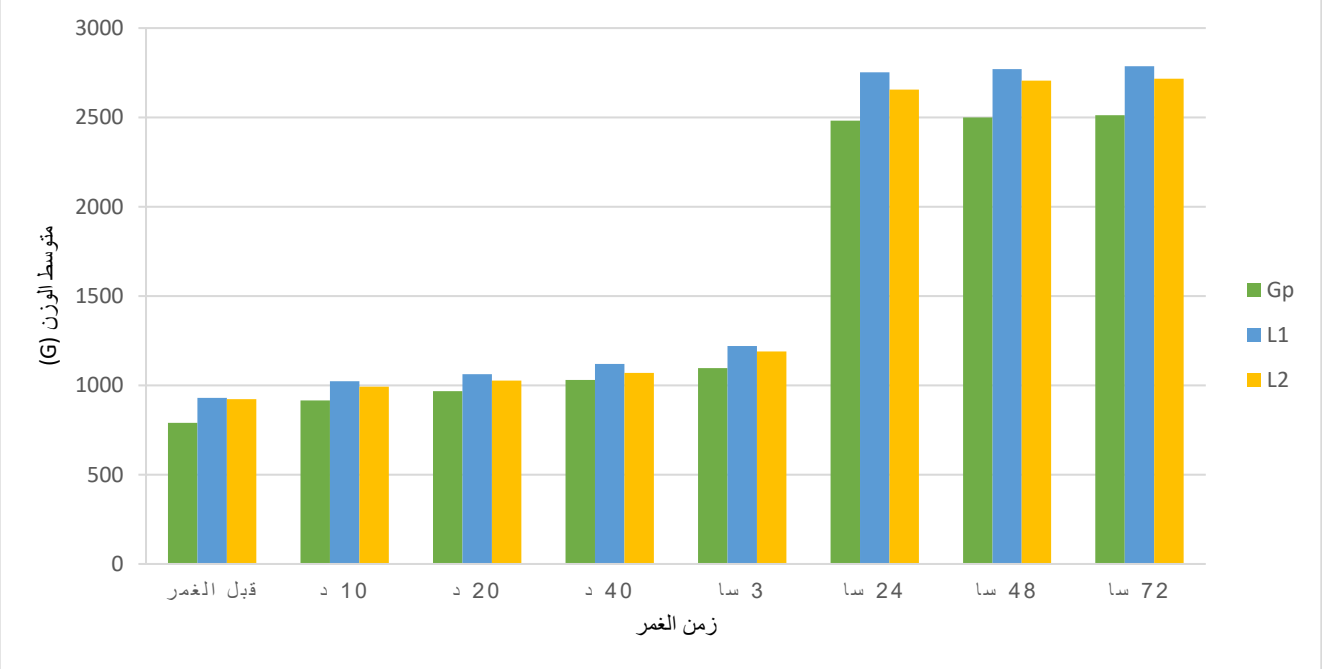
	3	780	940	990	1060	1120	2547	2567	2574
L1	1	980	1070	1100	1160	1270	2862	2882	2887
	2	910	1010	1060	1120	1200	2708	2724	2730
	3	900	990	1030	1080	1190	2688	2704	2717
L2	1	980	990	1020	1060	1180	2587	2686	2697
	2	930	950	990	1040	1150	2571	2605	2618
	3	860	1040	1070	1110	1240	2810	2825	2834

جدول 14.3 : اوزان العينات بدلالة الزمن

متوسط وزن العينات بدلالة ازمنة مختلفة :

		الزمن							
العينة		قبل الغمر	د 10	د 20	د 40	سا 3	سا 24	سا 48	سا 72
متوسط الوزن بالغرام	Gp	790	916	967	1030	1097	2482	2500	2512
	L1	930	1023	1063	1120	1220	2753	2770	2787
	L2	923	993	1027	1070	1190	2656	2705	2716

جدول 15.3 : متوسط وزن العينات بدلالة الزمن

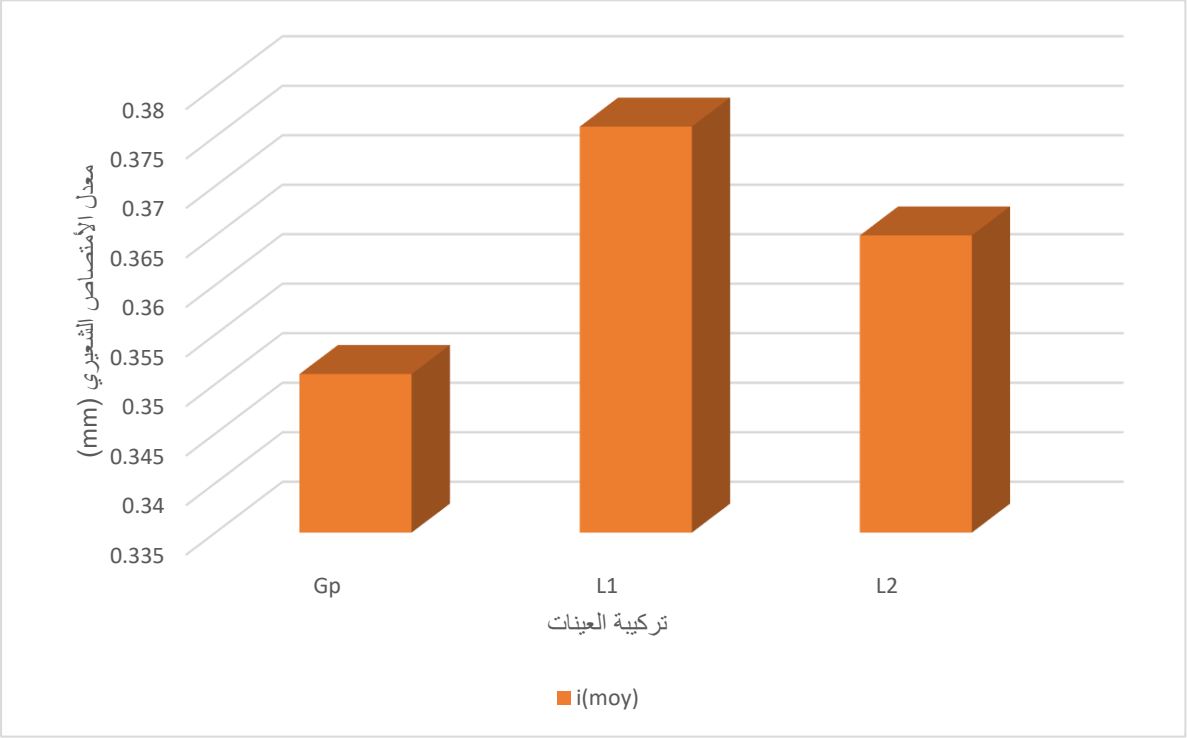


الشكل 5.3 : متوسط أوزان العينات بدلالة الزمن في تجربة الإمتصاص الشعيري

متوسط إمتصاص الماء بالخاصية الشعرية لكل تركيبة :

L2	L1	Gp	
0.365	0.376	0.350	i(moy)

جدول 16.3 :متوسط امتصاص الماء بالخاصية الشعرية لكل تركيبة



الشكل 6.3 : متوسط الأمتصاص الشعيري للماء لمختلف العينات

- تفسير النتائج :

أظهرت نتائج تجربة الامتصاص الشعيري للماء تفاوتًا بين الخلطات الثلاث المدروسة، كما هو موضح في الجدول والبيان البياني حيث سجلت الخلطة :

L1 أعلى قيمة للامتصاص الشعيري بمقدار 0.376، تلتها الخلطة L2 بقيمة 0.365 ,

في حين سجلت الخلطة Gp ادنى قيمة بلغت 0.350 .

من خلال هذه النتائج، يتضح أن نوع وحجم الركام يؤثران بشكل مباشر على خاصية الامتصاص الشعيري للماء, فكلما كان الركام ناعمًا وصغير الحجم زادت المسامية المتصلة وارتفعت قدرة المادة على

امتصاص الماء, أما الخلطات المعتمدة على الجبس فقط أو الركام الأكبر حجمًا، فإنها تقلل من هذه الخاصية، مما يكون مفيدًا في تحسين مقاومة الطوب للرطوبة .

- **الخاتمة :**

في هذا الفصل، تم عرض ومناقشة النتائج المتحصل عليها من الدراسة التجريبية، حيث تم تقييم أداء الخلطات المعتمدة على المواد المحلية. وقد مكّنت هذه النتائج من استخلاص مجموعة من الملاحظات المهمة حول سلوك المواد وقدرتها على الاستعمال في صناعة الطوب المحلي. وتُعدّ هذه المرحلة أساسًا لأستخلاص الأستنتاجات العامة التي سيتم تقديمها في خاتمة المذكرة.

الخلاصة العامة والتوصيات

الخلاصة العامة :

تهدف هذه الدراسة إلى تثمين المواد المحلية المتوفرة في منطقة الوادي، من خلال توظيفها في مجال البناء كحل بديل يساهم في حماية البيئة عبر تقليل انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في الطبيعة، وذلك في إطار البحث عن حلول اقتصادية وتقنية اعتمادًا على الخصائص الفيزيائية، الكيميائية والميكانيكية لهذه المواد .

تم تنفيذ هذا العمل ضمن ثلاثة فصول رئيسية: فصل نظري يتناول الدراسة المرجعية، يليه فصل خاص بتوصيف المواد المستخدمة وإجراء التجارب الضرورية، ثم فصل لتحليل النتائج ومناقشتها. تناولت الدراسة المرجعية مكونات المواد المحلية في منطقة وادي سوف، بدءًا من مراحل الاستخراج وصولًا إلى التصنيع والتخزين والاستعمال في مجال البناء. كما تطرقت إلى خصائص الجبس والطوب من أجل تكوين فكرة شاملة تساعد على استغلال هذه المواد بفعالية.

أما في فصل التوصيف، فقد تم التركيز على دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكانيكية للمواد المحلية، مع تحليل مدى توافقها وتفاعلها فيما بينها. وتم في نهاية هذا الفصل عرض سلسلة من التجارب التي أجريت على الخليط المركب من مواد محلية من منطقة الوادي.

بعد تحليل نتائج التجارب المنجزة، توصلنا إلى الاستنتاجات التالية :

- إن الركام الخشن نسبياً له أداء جيد تحت تأثير الأنحناء.

- إن الجبس المحلي لوحده لديه مقاومة جيدة للأنضغاط , وإن إضافة الركام يؤثر سلباً على المقاومة.

- إن ضعف إنتقال الموجات الصوتيه في مختلف التركيبات ليست ضارة لأننا نسعى لتحسين الخصائص الحرارية.

– إن التركيبات التي تحتوي على حبيبات اللوس تكون مفيدة في تحسين مقاومة الطوب للرطوبة , وأكثر ملاءمة للأستخدام في البيئات الرطبة نسبياً.

✓ أفضل تركيبة للمواد المحلية، حسب نتائج دراستنا، لصناعة الطوب هي L2 حيث :

جبس : 50% , الركام : 25% فئة (3–8) , ماء : 25%

نأمل من خلال هذه النتائج أن نكون قد ساهمنا في إبراز أهمية المواد المحلية المتوفرة في منطقة الوادي، ومنحها مكانة ضمن المقاربات المعمارية المعاصرة، وذلك بربطها بالمعرفة التراثية قصد التوجه نحو منصة مستقبلية أكثر استدامة.

التوصيات :

– يجب أخذ المعارف والتوصيات التقنية التالية بعين الأعتبار:

✓ تشجيع استخدام المواد المحلية مثل حجر اللوس والجبس المحلي في صناعة الطوب، لما لها من أثر إيجابي على البيئة وتقليل الكلفة الاقتصادية

✓ متابعة التجارب التطبيقية لتطوير خصائص الخلطات المحلية وتحسين أدائها بمرور الزمن.

✓ إدماج المواد الطبيعية في البناء الحديث عبر تطوير معايير محلية تراعي الخصائص البيئية والمناخية للمناطق الصحراوية.

وأخيرًا، من المهم الإشارة إلى ضرورة دراسة تأثير العوامل الطبيعية والمناخية في أي دراسة.

قائمة المراجع

قائمة المراجع

[1] : ويكيبيديا . (2023) . ولاية الوادي . تم الاسترجاع من :

[https://ar.m.wikipedia.org/wiki/]

[2] : الجبس: معلومات عن المعادن، خصائصها تم الاسترجاع من

[https://geology.com/minerals/gypsum.shtml]

[3] : خشانة كريمة كريمة (2013) . " مقارنة بين عينة رمل تنمو فيها وردة الرمال "

. مذكرة ماستر . جامعة قاصدي مرباح ورقلة

[4] : أبانو محمد نجيب . (2022) . دراسة خصائص الطوب بالمواد المحلية تيمشمت .

مذكرة ماستر , جامعة قاصدي مرباح ورقلة

[5] : فاتح باهي (2018) " أفران الجبس ودورها في تنشيط الحركة العمرانية في وادي سوف مطلع

ق 20 "مجلة قبس , المجلد 02 , ص 04 , 06

[6] : محمد خطاب . (2019) . " الطوب الأحمر ماهو , مكوناته طريقة صناعته "

الاسترجاع من :[https://www.business4lions.com]

[7] : حيدر وادو (2013)." الطوب ,ص 2 و 4 و 5 مترجم – teacher madam rabia

[8] : الطوب الأحمر: المزايا والعيوب . تم الاسترجاع من :

https://divorcerecords.me/

(NF P 18-560) :[9]

(EN 196-6) :[10]

(NF P18-554) : [11]

(NF P18-406) :[12]

EN 12504-4(EN 1204-4,2004) :[13]