الجمهـــورية الجـــزائرية الديمقـــراطية الشعـــبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعلـــــيم العـــــالي والبحـــث العلـــمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جـــامعة غـــــرداية
Université de Ghardaïa
كليـــة العلـــــوم والتكنولوجـــــيا
Faculté des Sciences et de la Technologie
قســـم الـــري و الهندســـة المدنيـــة
Département Hydraulique et Génie Civile

N°d'enregistrement
/...../...../...../...../.....

مذكرة

للحصـــول على شـــهادة مـاســـتر

مجال: علـوم و تكنلوجيا
Domaine:ST
ميدان: الهندسة المدنية
Filière: Génie Civile
تخصص : هيـــــاكل
Spécialité: Structures

العنوان :

الخصائص الانسيابية و الميكانيكية للملاط ذاتي الدمك المصنع باستعمال نفايات الخزف و رمل الكثبان كبديل للرمل الطبيعي.

أودعت بتاريخ : 2022/06/08
من طرف:
دهان علي و لكحل عبدالجليل

قيمت من طرف اللجنة المكونة من:

عزيز محمد نجيب	أ . م .ب	جامعة غرداية	رئيسا
دهـان سـارة	ماجستير هـ. مدنية	غرداية	مقيمة
صـالحي عماد	أ . م .أ	جامعة غرداية	مؤطرا

السنة الجامعة : 2021 / 2022

الجمهـــورية الجـــزائرية الديمقـــراطية الشعـــبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعلـــــيم العـــــالي والبحـــث العلـــمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جـــامعة غـــــرداية
Université de Ghardaïa
كليـــة العلـــــوم والتكنولوجـــــيا
Faculté des Sciences et de la Technologie
قســـم الـــري و الهندســـة المدنيـــة
Département Hydraulique et Génie Civile

N°d'enregistrement
/…../…../…../…../…..

مذكرة

للحصـــول على شـــهادة مـاســـتر

مجال: علـوم و تكنلوجيا
Domaine:ST
ميدان: الهندسة المدنية
Filière: Génie Civile
تخصص : هيـــــاكل
Spécialité: Structures

العنوان :

الخصائص الانسيابية و الميكانيكية للملاط ذاتي الدمك المصنع باستعمال نفايات الخزف و رمل الكثبان كبديل للرمل الطبيعي.

أودعت بتاريخ : 2022/06/08
من طرف:
دهان علي و لكحل عبدالجليل

قيمت من طرف اللجنة المكونة من:

عزيز محمد نجيب	أ . م .ب	جامعة غرداية	رئيسا
دهـان سارة	ماجستير هـ. مدنية	غرداية	مقيمة
صالحي عماد	أ . م .أ	جامعة غرداية	مؤطرا

السنة الجامعة : 2021 / 2022

بسم الله الرحمن الرحيم

MESTE R.LABORATORY
ENERGY ENVIRONMENT MATERIALS

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Ghardaïa
Faculté des Sciences et Technologie
Laboratoire de Matériaux, Technologie des systèmes énergétiques et environnement "MESTEL"

Journée d'étude sur "les matériaux"

ATTESTATION DE PARTICIPATION

Le directeur de laboratoire Matériaux, Technologie des systèmes énergétiques et environnement "MESTEL" et le président du comité scientifique de la journée d'étude sur les matériaux attestent que :

Mr. Aimad SALHI

A présenté dans la journée d'étude une communication, poster, intitulée :

«الخصائص الانسيابية والميكانيكية للملاط ذاتي الوضع المصنع باستعمال نفايات الخزف و رمل الكثبان كبديل دائم للرمل الطبيعي»

Co-auteurs : DEHANE Ali, LEKHAL Abdeljalil

Président du Comité Scientifique

سبع الحاج يحي

Directeur du Laboratoire

مدير المخبر
بلعور عبد الرحمان

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
مخبر مواد، تكنولوجيا أنظمة الطاقة والبيئة
جامعة غرداية

شكر وتقدير

الحمد لله رب العالمين القائل في محكم التنزيل (وإذ تأذن ربكم لين شكرتم لأزيدكم)

والصلاة والسلام على أشرف المرسلين سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم.

الذي علمنا أنه (من لا يشكر الناس لا يشكر الله).

الشكر لله الذي وفقنا لإتمام هذا العمل المتواضع.

ثم الشكر إلى كل من رافقنا في مسيرتنا العلمية إلى أن أنجزنا هذا العمل وأخص بالذكر

سماحة الأستاذ الدكتور عماد صالحي

الذي رافقنا في مسيرتنا الجامعية إلى هذه الساعة فله منا جزيل الشكر والعرفان. كما نتوجه بخالص الشكر إلى طاقم العمل في مخبر الاشغال العمومية للجنوب (LTPS)وعلى رأسهم المدير التقني

السيد: عبد الناصر عمير

ولجامعتنا جامعة غرداية خاصة قسمنا الري والهندسة المدنية.

والشكر موصول لكل من قدم لنا يد المساعدة من قريب أو بعيد وأعاننا على طلب العلم والمعارف ولا يسعنا إلا أن أتقدم بالشكر والتقدير إلى لجنة المناقشة الذين بلا شك سوف تكون لملاحظاتهم وتصويباتهم

الأثر الكبير على نوعية هذا البحث.

وكما نقدم خالص دعواتنا بالمغفرة وتقبل منه كل مما سعاه من أجلنا ونصيحته وأمنيته بأن تكون لغة الضاد هي لغة بحثنا في انجاز هاته المذكرة

إلى بروفيسور علي زرزور

رحمه الله وأسكنه فسيح جنانه

علي وعبد الجليل

الإهداء

اهدي هذا العمل إلى الوالدين الكريمين

حفظهما الله وادامهما علينا وجعل أقصى مبتغانا رضاهما

وإلى الإخوة وآلصدقاء

إلى كل السالكين طريق العلم والمعرفة

الذين جعلوا الكتاب أنيس والقلم رفيق

الى كل الباحثين والكتاب والدارسين

الذين أناروا دروب الانسانية بجهودهم العلمية

علي وعبد الجليل

ملخص:
في السنوات الأخيرة بدأت أطنان نفايات مواد البناء تمثل تحديا كبيرا ومشكلا بيئيا. الكميات الضخمة من النفايات تولد تجميد المزيد من مساحات الاراضي للتخزين تعتبر نفايات السيراميك ورمل الكثبان من جملة البدائل بالنسبة للرمل في الوقت الذي سارع فيه الباحثون لتطوير مواد البناء وإيجاد مواد تتناسب مع مجال الاستعمال وبتكلفة أقل بفضل خصائصهم الميكانيكية والفيزيائية الهدف الرئيسي من خلال هذه الدراسة هو متابعة التأثير المشترك لمخلفات السيراميك و رمل الكثبان على سلوك الملاط باستغلالهم واستعمالهم كبديل للرمل حيث تم استعمال اربعة انواع من الرمل و هم: رمل مكون من بقايا السراميك ورمل الكثبان وخليط من بقايا السراميك و رمل الكثبان 60/ 40 و اخيرا رمل الوديان.
اظهرت النتائج المتحصل عليها ان رمل نفايات السيراميك اعطى أفضل النتائج مقارنة بالرمل الخليط من بقايا السراميك ورمل الكثبان 60/ 40 وكذا رمل الكثبان وبالتالي يمكن استعماله كبديل لرمل الوديان.
الكلمات المفتاحية:
ملاط ذاتي الرص ، رمل بقايا السراميك (ب س 100%)، رمل الكثبان(ر ك 100%)، خليط من بقايا السراميك ورمل الكثبان 60/ 40 (خ س .رك 40/60)

Résumé
Ces dernières années, les tonnes de déchets de matériaux de construction ont commencé à représenter un défi majeur et un problème environnemental. D'énormes quantités de déchets génèrent plus de congélation des terres pour le stockage
Les déchets céramiques et le sable des dunes font partie des alternatives au sable à une époque où les chercheurs s'empressaient de développer des matériaux de construction et de trouver des matériaux adaptés au domaine d'utilisation et à moindre coût grâce à leurs propriétés mécaniques et physiques.
L'objectif principal à travers cette étude est de suivre l'effet combiné des résidus céramiques et du sable des dunes sur le comportement du mortier en les exploitant et en les utilisant comme alternative au sable.Quatre types de sable ont été utilisés : le sable constitué de résidus céramiques, le sable des dunes, un mélange de résidus céramiques, et de sable de Kattan 60/40 et enfin de sable de Vallée.
Les résultats obtenus ont montré que le sable de résidus céramiques donnait les meilleurs résultats par rapport au mélange de résidus céramiques et de sable des dunes 60/40 ainsi que du sable des dunes, et donc il peut être utilisé comme substitut du sable de vallée.

Mots clés:
Mortier auto-durcissant, sable céramique résiduel, sable des dunes, mélange de céramique résiduel et sable des dunes 60/40

Abstract
In recent years, tons of building materials waste began to represent a major challenge and an environmental problem. Huge amounts of waste generate more land freezing for storage
Ceramic waste and dune sand are among the alternatives to sand at a time when researchers hastened to develop building materials and find materials that suit the field of use and at a lower cost thanks to their mechanical and physical properties
The main objective through this study is to follow up the combined effect of ceramic residues and dune sand on the mortar behavior by exploiting and using them as an alternative to sand. Four types of sand were used: sand consisting of ceramic residues, dune sand, a mixture of ceramic residues, and Kattan sand 60/40 and finally Valley sand.
The obtained results showed that the ceramic residue sand gave the best results compared to the mixture of ceramic residue and dune sand 60/40 as well as dune sand, and therefore it can be used as a substitute for valley sand.
key words:
Self-compacting mortar, residual ceramic sand, dune sand, mixture of residual ceramic and dune sand 60/40.

فهرس المحتويات

العنوان	الصفحة
الاهداء	
كلمة الشكر	
ملخص	
فهرس المحتويات	
قائمة الأشكال	
قائمة الجداول	
مقدمة	1

الفصل الاول: لمحة عن الملاط والخرسانة ذاتية الوضع

1.الخرسانة ذاتية الدمك	3
2. فوائد الخرسانة ذاتي الدمك	3
3. أشهر طرق خلاطات للخرسانة ذاتية الدمك	3
1.3. النهج الياباني (Approche japonaise)	3
2.3.النهج الفرنسي (Approche laboratoire central de ponts et chaussées)	4
3.3. النهج السويدي(Cément Och Betong Institute)	4
4.3. طريقة تحسين حجم العجين	4
4. خصائص المكونات الرئيسية	5
1.4. الاسمنت	5
2.4. الرمل	5
3.4. الماء	5
4.4. الإضافات المعدنية	6
5.4. الملدنات	7
5. العلاقة بين الخرسانة ذاتية الدمك والملاط ذاتي الدمك	7
6 تعريف الملاط ذاتي الدمك	8
1.6 اختبار المخروط المصغر Essai au mini cône	9
2.6 اختبار انسياب الخرسانة في القمع TEST V-Funnel	9

الفصل الثاني: المخلفات وأثر استخدامها على خصائص الديمومة

تمهيد	11
1. تعريف النفايات	11
2. أنواع النفايات	11
1.2. النفايات المنزلية والنفايات المماثلة	11
2.2. هدر الثقيل	11
3.2. المخلفات الخاصة	11
4.2. النفايات الخطرة الخاصة	11
.5.2. نفايات خاملة	11
6.2. النفايات النهائية	12
7.2. النفايات القابلة للتحلل الحيوي	12
3. أنواع النفايات في الهندسة المدنية	12
1.3. أشلاء فرن الانفجار	12
.2.3. الخبث الفولاذي	12
3.3. الرماد المتطاير	13

4.3. الخرسانة المستعادة 13
5.3. الزجاج المنقذ 14
6.3. الرخام 14
7.3. السيراميك 14
8.3. البلاط أرضي 15
9.3. الطوب المسحوق 15
4. نفايات السيراميك 16
1.4. تعريف السيراميك 16
2.4. مكونات السيراميك 16
5. أثر استخدام مخلفات السيراميك على خصائص ديمومة الملاط ذاتي الدمك 18
6. تأثر مطحون السيراميك على الامتصاص والمسامية 18

الفصل الثالث: خصائص المواد المستخدمة والطرق التجريبية

تمهيد 20
1. منهج العمل التطبيقي 20
1.1. تعريف الاسمنت 20
2.1. حشوات الحجر الجيري 21
3.1. اختبارات الرمال 21
4.1. ماء الخلط (L’eau de gâchage) 27
5.1. الملدن (L'adjuvant) 27
2. صياغة الملاط ذاتية الدمك (Formulation des mortiers auto plaçant) 27
3. طريقة الملاط خرسانية مكافئة(Méthode du mortier de béton equivalent) 28
4. بروتوكول خلط ملاط ذاتية الدمك (Protocole de mélange des MAP) 28
5. اختبار السلوك في الحالة سائلة 29
1.5. اختبار المخروط المصغر 29
2.5. اختبار انسياب الملاط في القمع (TEST V-Funnel) 30
3.5. إعداد عينات الاختبار 31
6. اختبار في الحالة الصلبة 32
1.6. اختبار بالموجات فوق الصوتية (Essais ultrason) 32
2.6. تجربة مقاومة الانحناء (traction par flexion) 33
3.6. تجربة مقومة الضغط:(Résistance à la Compression) 34
4.6. تجربة امتصاص الماء(coefficient d'absorption d'eau) 35

الفصل الرابع: عرض النتـــــــائـــــــج

تمهيد 38

1. نتائج الاختبارات في الحالة الطازجة 38

1.1 اختبار المخروط المصغر 38

2.1 اختبار انسياب الملاط في القمع 38

2. نتائج الاختبارات في الحالة الصلبة 39

1.2. اختبار الموجات فوق الصوتية 39

2.2 تجربة المقاومة الانحناء 40

3.2. تجربة مقاومة الضغط 41

4.2 تجربة امتصاص الماء(الخاصية الشعرية) 42

خاتمة 44

قائمة المراجع 46

فهرس الأشكال:

الرقم	العنوان	الصفحة
	الفصل الأول	
1.I	مظهر تلبد حبيبات الإسمنت بعد استعمال الملدن	**7**
2.I	انتشار العينة بعد رفع المخروط المصغر للملاط ذاتي الدمك	**8**
	الفصل الثاني	
1.II	يوضح أشلاء فرن الانفجار	**12**
2 .II	يوضح الخبث الفولاذي	**13**
3 .II	يوضح الرماد المتطاير	**13**
4.II	يوضح الخرسانة المستعادة	**13**
5.II	يوضح نفايات الزجاج	**14**
6.II	يوضح الرخام	**14**
7.II	يوضح نفايات السيراميك	**15**
8.II	يوضح بقايا البلاط أرضي	**15**
9.II	يوضح الطوب المسحوق	**15**
10.II	قيم الامتصاص والمسامية لجميع الخلطات حتى 180 يوم	**18**
	الفصل الثالث	
1.III	يوضح الة توزيع التدرج الحبيبي	**21**
2.III	تدرج حبيبي العينة الاولى نفايات السيراميك 100%	**22**
3.III	تدرج حبيبي العينة الثانية نفايات السيراميك 60% + كثبان الرمال 40%	**22**
4.III	تدرج حبيبي العينة الثالثة رمال الكثبان 100%	**23**
5.III	العينة الرابعة الرمال	**23**
6.III	ستيرر ميكانيكي Agitateur mécanique	**24**
7.III	يوضح طريقة الحساب	**25**
8.III	تجربة الكتلة الظاهرية الحجمية	**25**
9.III	يوضح Sika viscocrétte Tempo 12	**27**
10.III	يوضح تركيب حبيبي للخرسانة و ملاط	**28**
11.III	يوضح الخلاط مستعمل	**29**
12.III	يوضح طريقة تجربة المخروط المصغر	**29**
13.III	يوضح طريقة تجربة انسياب الملاط في القمع	**30**
14.III	يوضح القالب	**31**
15.III	يوضح طريقة الصب في القوالب	**31**
16.III	يوضح القالب بعد الصب	**31**
17.III	يوضح العينات بعد نزعها من القوالب	**32**
18.III	جهاز الموجات فوق الصوتية.	**32**
19.III	يوضح الية المقاومة الانحناء	**33**
20.III	يوضح الة المقاومة الانحناء	**34**
21.III	يوضح آلية التحطيم بالضغط	**34**
22.III	يوضح آلة التحطيم بالضغط	**35**
23.III	يوضح تجربة امتصاص الماء	**36**
	الفصل الرابع	
1.IV	اعمدة بيانية لتجربة المخروط المصغر	**38**
2.IV	اعمدة بيانية لتجربة انسياب الملاط في القمع	**39**
3.IV	اعمدة بيانية لاختبار الامواج الصوتية	**39**
4.IV	اعمدة بيانية لتجربة انسياب المقاومة الانحناء	**40**
5.IV	اعمدة بيانية لتجربة انسياب التحطيم بالضغط	**41**
6.IV	منحنى تجربة امتصاص الماء	**42**

فهرس الجداول:

الرقم	العنوان	الصفحة
	الفصل الثالث	
1.III	الخصائص الفيزيائيةCPJ-CEM II /B 42.5	**20**
2.III	الخصائص الكيميائيةCPJ-CEM II /B 42.5	**21**
3.III	معامل نقاوة	**24**
4.III	مكافئ رملي	**25**
5.III	كتلة ظاهرية حجمية	**26**
6.III	كتلة حجمة مطلقة	**26**
7.III	تحليل كيميائي	**26**
8.III	صياغة الكميات للعينات	**27**
9.III	انتشار المخروط المصغر	**30**
10.III	زمن هبوط اختبار انسياب الخرسانة في القمع	**30**

مقـــدمة

مقدمة:

الخرسانة هي واحدة من أكثر مواد البناء تنوعًا واستخدامًا عالميًا .إنه قوي ودائم، ويسهل صيانته، ومقاوم للحريق، وسهل الاستخدام، ويمكن تركيبه بأي حجم أو شكل [1] .ومع ذلك، تشير التقديرات إلى أن صناعة الخرسانة تحتاج إلى 1.5 مليار طن من الأسمنت، و 10-20 مليار طن من الركام، وحوالي 1 مليار طن من المياه لأغراض إنتاج الخرسانة سنويًا[1] مع تزايد عدد سكان العالم ، تشير التقديرات إلى أن هذا الاستخدام للخرسانة سيرتفع إلى ما يقرب من 18 مليار طن سنويًا.

هذا الطلب المرتفع على الموارد الطبيعية المحلية غير المتجددة له انعكاسات كبيرة وخطيرة على البيئة أهمها الانخفاض الحاد في إجمالي الموارد الطبيعية بالإضافة إلى تآكل جوانب الأنهار والسواحل لاستخراج هاته المواد أي الرمل والحصى [2].

ولتقليل التأثير البيئي على استخراج هاته المواد سالفة الذكر، توصي وكالة الطاقة الدولية (IEA) باستخدام مواد بديلة كبديل للركام. في الوقت الحاضر، يحظى استخدام الأدوات الصحية الخزفية (المنتجات المزججة) التي يشيع استخدامها في الحمامات والمطابخ تشمل منتجات مثل المراحيض والخزانات وأحواض الغسيل كمواد تأثيث بشعبية كبيرة .ولكن عندما يصل السيراميك إلى نهاية عمره الافتراضي، يفقد قيمته ويصبح مجرد نفايات .إلى جانب سلع الأثاث التي عفا عليها الزمن، تنشأ نفايات السيراميك (CW) أيضًا من سوء التصنيع وأخطاء الإنتاج [3]. تتراكم نفايات السيراميك كل يوم وأصبح عبئًا على صناعات السيراميك اعتماد حل قابل للتطبيق للتخلص منه [4].سيكون هناك تأثير سلبي على البيئة إذا لم تتم إزالة هذه النفايات بكفاءة وضغطت صناعات البناء لاعتماد حل فعال للتخلص من هذه النفايات[5] ، الأمر الذي يستدعي ضرورة ملحة للإدارة السليمة لهذه النفايات .لسوء الحظ، تضيف عملية إزالة النفايات هذه تكلفة صيانة إضافية إلى إجمالي نفقات الإنتاج .لذلك، فإن استخدام هذه النفايات في الخرسانة كبديل للركام يمكن أن يكون حلاً فعالاً في عملية إزالة النفايات [6].

الهدف من هذا العمل، هو تثمين واستغلال الأدوات الصحية الخزفية (المنتجات المزججة) التي يشيع استخدامها في الحمامات والمطابخ مثل المراحيض والخزانات وأحواض الغسيل لاستعمالها بعد المعالجة كبديل لرمل الوديان.

الهدف من هذا العمل هو دراسة تأثير استغلال نفايات الأدوات الصحية الخزفية على الخصائص الانسيابية والميكانيكية للملاط ذاتي الدمك.

بعد مقدمة عامة، احتوت هذه المذكرة أربعة (04) فصول:

حيث احتوى الفصل الأول على استعراض لعموميات حول الملاط الخرساني المضغوط ذاتيً، بينما تم التطرق في الفصل الثاني إلى تثمين النفايات في قطاع الهندسة المدنية.

بعد فصلين نظريين تناول الفصل الثالث توصيفا وتحليلا للمواد المستخدمة في الدراسة والطرق التجريبية المتبعة، عرض النتائج المتحصل عليها مع تقديم التفسيرات اللازمة لها كان محور الفصل الرابع.

أخيرا اختتم هذا العمل بحوصلة عامة متبوعة بأهم التوصيات

الفصل الأول:

لمحة عن الملاط والخرسانة ذاتية الوضع

الفصل الأول: لمحة عن الملاط والخرسانة ذاتية الوضع

1.الخرسانة ذاتية الدمك:

حسب المعهد الأمريكي للخرسانة (ACI) :

هو ذلك الخرسانة الذي يتميز بقابليته العالية للجريان وعدم الانفصال وإمكانيته للانتشار وملئ القالب وإحاطته بالتسليح دون الحاجة الى أي عملية رج ميكانيكية [7].

حسب معهد الخرسانة مسبق الصنع – مسبق الاجهاد (PPCI):

الخرسانة عالية التشغيل يمكنها الجريان عبر التسليح الكثيف أو العناصر الإنشائية المعقدة تحت تأثير وزنه الذاتي حيث تملا الفراغات دون فصل للحبات أو زحف كبير للخرسانة وذلك دون الحاجة لأي عملية رج من أجل توضع الخرسانة [7].

2. فوائد الخرسانة ذاتي الدمك:

إن الخرسانة ذاتي الدمك يحقق العديد من المزايا ومها:

1- تحقيق جودة عالية مهما كانت درجة التعقيد في أشكال للمنشأة.

2- تخفيض العمالة والمعدات والتوفير في تكاليفها:

-لا حاجة لرج الخرسانة لتحقيق الانتشار المطلوب.

-أقل حاجة لعمليات إنهاء السطوح الخرسانية.

3- تسريع عملية التشييد من خلال معدلات الصب أو معدلات التموضع العالية للخرسانة واختصار زمن الرج (زيادة الإنتاجية وتخفيض زمن التشييد).

4- القدرة العالية لخريان الخرسانة تخفض من نقاط ترك المضخة وبالتالي تخفيض تحركات المضخة والذي يؤدي الى توفير الوقت والموارد.

5. تخفيض مستوى الضجيج في المشروع حيث لا حاجة لاستخدام الرجاجات الأمر الذي يؤدي إلى تحفيض التكاليف المتعلقة بالتأمين اللازمة لمعالجة السمع.

6. موقع العمل يصبح أقل ازدحاما الأمر الذي يخفض من المخاطر المحتملة أثناء التنفيذ.

7. الحصول على سطوح ذات جودة عالية دون ظهور التعشيش وإمكانية استخدامه للأغراض المعمارية والتزينية. [8،9،10]

3. أشهر طرق خلاطات للخرسانة ذاتية الدمك:

تم تطوير العديد من النهج لصياغة BAP في جميع أنحاء العالم (النهج الياباني، النهج السويدي، نهج LCPC ، إلخ.) لتلبية متطلبات قابلية التشغيل لهذا النوع من الخرسانة [11].

1.3. النهج الياباني (Approche japonaise):

بشكل عام، يتكون هذا النهج أولا من تثبيت جرعة الحصى في الخرسانة وجرعة الرمل في الملاط، ثم المضي قدما في تحسين معجون الإسمنت من أجل إعطاء الخرسانة الناتجة أفضل أداء وتلبية معايير قابلية التشغيل، يتم تعيين حجم الحصى على ارتفاع 50 ٪ من حجم المواد الصلبة الموجودة في الخرسانة. وفقا للمؤلفين، فإن هذه النسبة المئوية تتجنب خطر الانسداد، شريطة أن يفي الملاط الخرسانية بشكل صحيح بمعايير قابلية التشغيل التي تم اختبارها. في الواقع، لضمان قابلية التشغيل الجيدة، يتم تعيين حجم الرمل عند 40 ٪ من الحجم الإجمالي للمونة [12].

ومع ذلك، عادة ما يكون حجم الحصى في هذه الطريقة أصغر حجما لتجنب خطر الانسداد، مما قد يؤدي إلى مشاكل انكماش (حجم العجين كبير). الخرسانة التي تم الحصول عليها بعيدة كل البعد عن المثلى الاقتصادي(العينة المرجعية). نتيجة لذلك، يتم إجراء العديد من التعديلات والتطورات المختلفة على هذه الطريقة. في الواقع، نجحوا بفضل استخدام الإضافات المعدنية ((الحشوات) الحجر الجيري، الرماد المتطاير، خبث الفرن العالي) لزيادة جرعة الرمل في الملاط وبالتالي تقليل حجم اللب، وخاصة الإسمنت، في الخرسانة.

من خلال العمل مع المواد المحلية، وجد باحثون آخرون أنه من الممكن زيادة حجم الحصى في الخرسانة إلى 60٪ من إجمالي الحجم الصلب، والحصول على خرسانة ذاتية التركيب.

يتم تقليل الحجم الإجمالي للعجين بنسبة 10٪ مقارنة بالحجم الذي تم الحصول عليه بالطريقة العامة [13].

2.3.النهج الفرنسي (Approche laboratoire central de ponts et chaussées):

اعتمد النهج الذي تم تطويره في فرنسا ل LCPC بواسطةLarrard وSedran على نموذج التراص القابل للانضغاط [13]، والذي يتضمن تحسين مسامية النظام المكون من الحبوب الصلبة. وفقا للباحثين ، فإن الترتيب الأمثل لتركيبها الحبيبي يجعل من الممكن الحصول على مقاومة أفضل وقابلية أكبر للتشغيل.

يتيح هذا النموذج الحصول على انضغاط التركيب الحبيبي من خصائص المكون مثل الكثافة الظاهرية ونسب الخليط والتوزيعات الحبيبية والاكتناز المناسب. قام الباحثون بنمذجة السلوك الجديد للخرسانة من انضغاط تركيبها الحبيبي.

يتم تبسيط هذه الطريقة، بناء على توليف خمسة عشر عاما من البحث من خلال التنفيذ مع مراعاة جميع معايير الحساب لهذا النهج، فقد مكنت من تحديد تركيبات الخرسانة العادية، الخرسانة عالية الأداء، الخرسانة الجافة للإزالة الفورية، الخرسانة ذاتية الوضع [14].

تم إجراء امتدادات لطريقة الصياغة هذه من قبل نفس الباحثين [14] من أجل مراعاة المزيد من المعلمات مثل خصائص الخرسانة في الحالة الصلبة (الانكماش،الزحف، معامل المرونة، قوة الشد والضغط).

3.3. النهج السويدي(Cément Och Betong Institute):

تم تطوير طريقة الصياغة السويدية من قبلCBI وتتميز بمراعاة ظروف مواقع البناء. والواقع أن هذا النهج يستند إلى تقييم مخاطر انسداد الركام بين عناصر التسليح ويجعل من الممكن تحسين الحد الأقصى لحجم الركام فيما يتعلق بالتباعد بين التعزيزات وحجم الركام في الخرسانة ([15].[16].[17]). يعتمد مبدأ هذه الطريقة على الاختبارات التي أجراها العديد من الباحثين المذكورين في ([18].[19].[20]) على مخاليط من معجون الإسمنت والركام من مختلف الأحجام.

تمر عبر مختلف أبعاد التسليح حسب حجم كل المجاميع (رمل، حصى..الخ)، أظهرت انه ليس هنالك وجود انسداد في مرور على مستوى الهيكل، وان الحجم الحرج له علاقة بين تباعد في التسليح و حجم وشكل المجاميع (حبيبات أو مسحوق).

تفترض هذه الطريقة أن ظاهرة منع الحظر مستقلة عن طبيعة معجون شريطة أن يكون السوائل بما فيه الكفاية.

تفترض هذه الطريقة أن ظاهرة الانسداد مستقلة عن طبيعة الخلطة بشرط أن يكون سائلًا بدرجة كافية، إن تغييرات الأساسية في هذا المنهج تقترح معايير إضافية للحصول على خرسانة ذاتية تموضع [14].

يهدف هذا المنهج إلى إضافة حجم للعجينة لضمان التباعد الأدنى بين المجاميع، وذلك لأجل التقليل من الاحتكاك بين المجاميع.

4.3. طريقة تحسين حجم العجين

مبدأها هو النظر في الخرسانة كمزيج يتكون من مرحلتين، مرحلة أولى تتكون من المجاميع (رمل، حصى، الاسمنت...) في الحالة الصلبة، ومرحلة سائلة هي تشكل العجين. تم تطويره من قبل الباحث[21] الذي اقترح حينها تحديد كمية العجين الزائد المطلوب

تحسينها من أجل الحصول على خرسانة ذاتية الضغط مائعة، مع تجنب ظاهرة الانسداد. يمكن أن تتجنب لزوجة الملاط انسداد المجاميع على مستوى التسليح.

4. خصائص المكونات الرئيسية:

1.4. الاسمنت:

الإسمنت وفقا لمعايير NF EN 197-1 تسمى CEM الاسمنت، مختلطة مع المجاميع

يخلط بشكل مناسب مع الماء ، يجب أن تكون قادرة على إنتاج الملاط أو الخرسانة التي تحتفظ بقابليتها للتشغيل لفترة كافية[22].

تتكون أساسا من كلينكر بورتلاند (K) وهي مادة هيدروليكية، أسمنت يتم الحصول عليه من حرق في درجة حرارة عالية، أكبر من 1450 درجة مئوية، من خليط كمية مناسبة من الحجر الجيري والطين بنسبة متوسطة80٪و 20٪ [23]. يتم تشكل كل من السيليكاتو

الروابط الهيدروليكية أثناء حرق الكلينكر[24]:

سيليكات ثلاثي الكالسيوم $3CaO. SiO_2$ وتكتب على شكل C_3S

سيليكات ثنائي الكالسيوم $2CaO. SiO_2$ وتكتب على شكلC_2S

ألومينات ثلاثي الكالسيوم $3CaO. A_l2O_3$ وتكتب على شكل .C_3A

ألومينو فريت رباعي الكالسيوم $4CaO. Al2O3 .Fe2O_3$ وتكتب على شكل .C_4AF

من ابرز انواعها

عموما، إن جميع أنواع الإسمنت المعتمدة مناسبة لإنتاج .BAPومع ذلك، فأن استخدام الإسمنت المركب (CEM II/B 42.5 الذي يحتوي على الاقل نسبة 95% من الكلينكر) ، يمنحنا حرية تغيير الكميات والتحكم فيها و ادخل الإضافات المعدنية [25].

2.4. الرمل :

تعرف الرمل بأنها مجموعة من الحبوب الخاملة بين 0 مم و 40 مم (الرمل والحصى) التي يمكن أن يكون أصلها طبيعيا أو اصطناعيا [26]. نحن نميز بين الركام المدلفن المستخرج من الصابورة الطبيعية أو الأنهار، والركام المسحوق، الذي تم الحصول عليه من الصخور المسحوقة المستخرجة في المحاجر. تصنف الركام وفقا لأبعاد الحبوب التي تشكلها ويمثل منحنى حجم الجسيمات التوزيع ، في كنسبة مئوية ، من أوزان المواد التي تمر عبر غربال ذات أبعاد قياسية. لتسهيل تدفق الخليط، يستخدم صنع خرسانة جيدة

نظرا لأن الاحتكاك بين الركام يحد من مدى ملاءمة انتشار الخرسانة وملئها، فإن كمية الركام محدودة، وبشكل عام، فإن نسبة الركام / الرمل المعبر عنها بالكتلة هي 1 في BAP. يزداد خطر الانسداد في بيئة ملغاة بشدة مع زيادة الحد الأقصى D. وبالتالي ، يجب أن يكون الحد الأقصى D للمجاميع بين 10 و 20 ملم [27]. تحتوي معظم الخرسانة ذاتية التركيب على Dmax = 16. بشكل عام الركام المدلفن للنهر ومساهمة من الغرامات (على سبيل المثال حشوات الحجر الجيري) لها أهمية بالغة.

3.4. الماء:

يجب أن تكون مياه الخلط نظيفة ويجب ألا تحتوي على مواد صلبة معلقة فوق التفاوتات التنظيمية التالية [26] :

2 غ / لتر للخرسانة عالية القوة

. 5غ / لتر للخرسانة منخفضة القوة.

يجب ألا تحتوي مياه الخلط على أملاح مذابة أعلى من

15غ / لتر للخرسانة عالية القوة

30غ / لتر للخرسانة منخفضة القوة

يجب أن تضمن العجينة حركة كافية ولكن يجب أن تمنع أيضا أي خطر للفصل و ظاهرة النزيف (ressuage). وبالتالي، فإن BAPيتكون من كمية عالية من الغرامات وكمية صغيرة نسبيا من الماء (نادرا ما يزيد الماء / الإسمنت عن نسبة0.55 أو حتى 0.50). سيتم تحقيق السيولة المطلوبة من خلال استخدام الملدنات الفائقة [27].

4.4. الإضافات المعدنية:

يتم تعريف الإضافة المعدنية وفقًا للمعيار الأوروبي EN 197-1 على أنها مواد معدنية مصنفة بدقة، تستخدم في الخرسانة لتحسين خصائص معينة أو لمنحها خصائص محددة.

يوجد نوعين من الإضافات المعدنية [28] :

- صنف النشطة:Les fines actives

الإضافات ذات الطبيعة الهيدروليكية البوزولانية أو الكامنة (الرماد الحذافات ، ودخان السيليكا ، والخبث ، وما إلى ذلك).

- صنف الخاملة:Les fines inertes

مثل مواد الحشو بالحجر الجيري، الغرض من استخدامها هو لتحسين تماسك الخرسانة وبالتالي زيادة مقاومتها

❖ **الفوائد الاقتصادية والبيئية** [13]**:**

يساهم أيضًا الاستخدام واسع النطاق للا ضافات المعدنية في جميع أنحاء العالم تقليل إنتاج الأسمنت الذي يتطلب حرارة كبيرة، وبالتالي تقليل كمية الوقود المستخدمة في صناعة الأسمنت، وكذلك انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجو.

❖ **المزايا التقنية** [13]**:**

- تحسين الخواص الميكانيكية والمتانة للخرسانة، بسبب أبعاد صغيرة.
- يحد من نزيف الخرسانة ويزيد من تماسكها.
- تعمل الإضافات المعدنية على تقليل الحرارة المنبعثة من الخرسانة أثناء الترطيب مما يقلل من التشقق الحراري.

❖ **أنواع الإضافات:**

- **دخان السيليكاFumée de silice :**

إنه منتج ثانوي لتصنيع معدن السيليكون وسبائكه ، ولا سيما السليكون الحديدي ، ودخان السيليكا الذي يتوافق مع المعيار [NF EN 13263-1] ويتميز بقطر من الجسيمات الكروية فائقة الدقة (بين 0.01 و بضعة ميكرومتر) ومحتوى سيليكا غير متبلور يزيد عن 90٪ .يجب أن يتم استخدام دخان السيليكا جنبًا إلى جنب مع مميع من نوع الملدنات الفائقة من أجل معالجة التكتل الناجم عن نقاوتها .يسمح التشتت الجيد بوضع جزيئات دخان السيليكا بين فجوات حبيبات الإسمنت ، وبالتالي تقليل كمية الماء اللازمة للخليط .يؤدي استخدام دخان السيليكا إلى خرسانات مضغوطة للغاية ذات خصائص ميكانيكية عالية ومقاومة أعلى بشكل ملحوظ .معززة ضد البيئات العدوانية [29].

- **خبث أفران الصهرLaitier de hauts fourneaux**

خبث الفرن العالي الحبيبي عبارة عن مادة هيدروليكية كامنة، أي أنه يعرض خصائص هيدروليكية عندما يخضع لتفعيل مناسب . يؤدي استبدال جزء من الإسمنت بخبث فرن الصهر بشكل عام إلى تقليل قوة القص ولزوجة معاجين الإسمنت([31]. [30]) ، شيء وآخرون [32] أظهر ، على سبيل المثال ، أن خبث أفران الصهر يمتص superplastifiant لذلك من الممكن أن يكون الطلب على superplastifiant أكبر للحصول على نفس قيمة السيولة أو عتبة القص.

- **مواد حشو الحجر الجيري Fillers de calcaire**

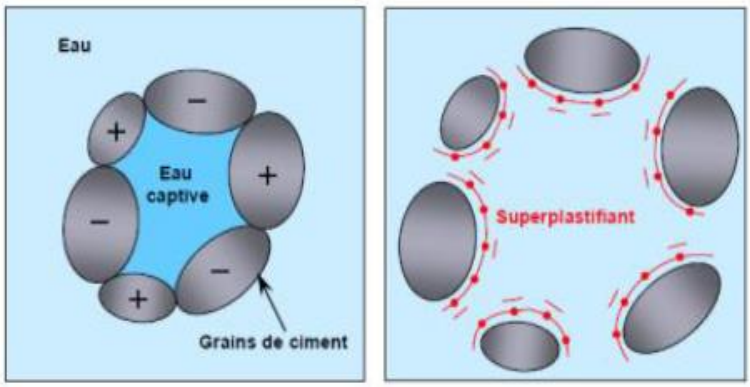
هي مواد معدنية طبيعية أو اصطناعية وبعد تحضيرها بما يتناسب مع حجم الجسيمات، يحسن الخواص الفيزيائية (قابلية التشغيل والقدرة على الاحتفاظ بالمياه .(يمكن أن تكون خاملة أو تظهر خصائص ضعيفة، المكونات الهيدروليكية الكامنة .درس Zhuو

Gibbs [33]، تأثير أنواع مختلفة من حشو الحجر الكلسي .في حالة معجون الإسمنت، لا يبدو أن نوع الحشو المستخدم يؤثر على الانتشار وهذا بسبب نوعين مختلفين من الملدنات الفائقة super plastifiants

ومع ذلك، فإن دراستهم على الخرسانة تظهر أن نوع الحشو له تأثير قوي على الطلب على superplastifiant (تم اختيارهم في دراستهم) للحصول على فارق معين .تتطلب الحشوات ذات شكل مسحوق les fillers craie أكثر فائدة من شكل الحجر الجيري وهذا ملحوظ بشكل خاص في نسبة الاستبدال.

5.4. الملدنات:

يتمثل العمل الرئيسي للملدنات الفائقة في تلبد حبيبات الإسمنت الشكل رقم (01.I)، يعمل عمل التنافر الإلكتروستاتيكي عن طريق تحييد الشحنات الكهربائية الموجودة في سطح الحبوب و/ أو عن طريق التنافر الفراغي عن طريق فصل الحبوب عن بعضها البعض، وذلك بفضل سلاسل جزيئية طويلة جدًا، يصبح الماء محاط بواسطة الكتل فتتيح لنا هذه الملدنات تباعد جديد من أجل قابلية التشغيل للخرسانة، من الممكن بعد ذلك تنفيذ خرسانة شديدة السيولة ، مع نسبC / Eمنخفضة [11] .طريقة عملها مماثلة لتلك التي من الملدنات ، لكنها تحدث بكثافة أكبر بكثير، مقارنة بالتحكم في الخرسانة المصنعة بشكل متماثل ولكن بدون الملدنات الفائقة ، مع قابلية التشغيل المتساوية ، يجب أن تسمح الحد الأدنى من تقليل المياه بنسبة 12 ٪ ، في الواقع يتم تقليل هذه النسبة عمومًا بنسبة 15 ٪ إلى 25 ٪ حسب العينة [34].



شكل رقم (1.I): مظهرتلبد حبيبات الإسمنت بعد استعمال الملدن.

5. العلاقة بين الخرسانة ذاتية الدمك والملاط ذاتي الدمك:

العلاقة بين مكونات الخرسانة ذاتية الضغط و الملاط المضغوط ذاتيًا (MAP) متداخلة فإن الملاط يحتل حوالي 70٪ من الخرسانة المضغوطة ذاتيًا ، وهي بفضل السيولة العالية في الجزء الذي يسبح فيه جزيئات الحصى .نظرًا لأن MAP تحتل حجمًا كبيرًا في BAP، فإن خصائص الملاط ذاتي الدمك هي التي تهيمن على الخرسانة ذاتية الدمك خاصة في الحالة الطازجة، لذلك ، فإن نتائج الاختبارات على الملاط ذاتي الدمك ستكون حاسمة ويمكن أن تعطي فكرة رائعة عن الخصائص و أداء BAPخاصة في الحالة الطازجة، وفقًا لـ Domone and Jin [35] تم اختبار قذائف الهاون للأسباب التالية:

- تحتوي BAPعلى حجم منخفض من الحصى مقارنة بالخرسانة العادية (31٪ إلى 35٪) ، لذا فإن خصائص الملاط هي السائدة.
- إن تقييم خصائص الملاط هو خطوة تدخل في صياغة الخرسانة ذاتية الدمك.
- اختبار الملاط ذاتي دمك أكثر ملاءمة واقتصادية منBAP.

بفضل خصائصMAP في الحالة الطازجة وعلى وجه الخصوص قدرته العالية على التدفق في مساحة ضيقة يمكن استخدامه في إعادة تأهيل والإصلاح في هياكل الخرسانة المسلحة [36].

6 تعريف الملاط ذاتي الدمك:

الملاط ذاتي الدمك هو عبارة عن مزيج من الاسمنت والإضافات والمياه والهواء، ويلعب كل عنصر دورا مهما في تشكيل وفعالية الملاط ذاتي الدمك في الحالة طازجة والصلبة.

تصبح دراسة السلوك الانسيابي والميكانيكي بالكامل ومن الصعب تحديد العنصر المؤثر في السلوك [37].

❖ طريقة **D'okamura :**

تتم صياغةMAPباستخدام النهج الذي تم تطويره في جامعة Kochi في اليابان [38] بطريقة آمنة، ويفضل حجم العجينة على حساب الركام .طريقة الصياغة هذه ثابتة لجرعة الركام وتجريبية لجرعة الماء والمواد المساعدة .لصياغة BAP بهذه الطريقة المسماة "الطريقة اليابانية"، يجب على المرء أن يمر بالخطوات التالية:

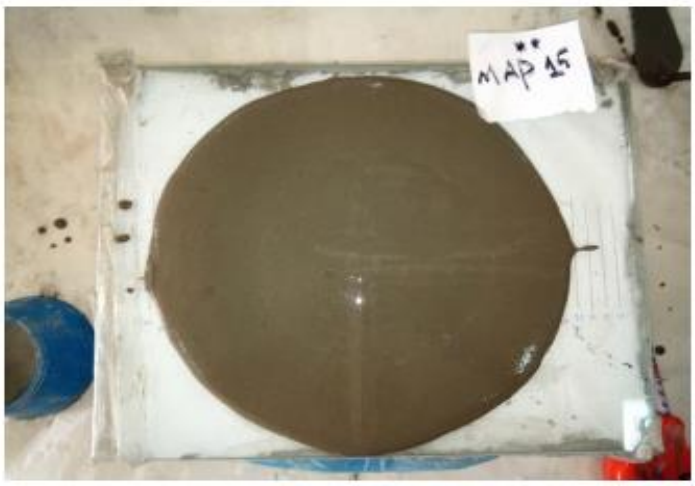
- اختيار جرعة الإسمنت: تعتمد كمية الإسمنت على المواصفات والأداء المطلوب (القوة، المتانة، إلخ).
- تحديد حجم الهواء: يؤخذ حجم الهواء المحبوس بنسبة 2٪
- تحديد جرعة الرمل: يتم تحديد حجم الرمل بمعدل ثابت يساوي 40٪ من حجم الملاط .
- تحديد الحد الأدنى لجرعة الماء: يمر الطلب على الماء من خلال تصميم تركيبة العجين .في الواقع ، يتم إجراء اختبارات انتشار المخروط الصغير عن طريق تغيير نسبة الماء / المادة الرابطة مع جرعة المادة الرابطة المحددة.

من خلال رسم منحنى الماء / روابط ()eau/liant كدالة للانتشار النسبي "Rp" (المعادلة 1) ، نحدد نقطة التقاطع مع المحور الإحداثي"βP "مما يجعل من الممكن تحديد الحد الأدنى من متطلبات المياه اللازمة لتدعيم الاضافات المعدنية ([39]. ([40]

$$Rp = \frac{d^2 - 100^2}{100^2} = \left(\frac{d}{100}\right)^2 - 1$$

Rp = الانتشار النسبي

D = متوسط قطر الانتشار للخلطة.



شكل رقم (2.I): انتشار العينة بعد رفع المخروط المصغر للملاط ذاتي الدمك.

1.6اختبار المخروط المصغر: Essai au mini cône

وذلك لقياس الانسياب الحر في حالة عدم وجود عوائق في طريق الخرسانة .ويستخدم في ذلك جهاز مخروط الهبوط التقليدي ويلزم أن يكون قطر الانسياب في حدود من 24 إلى 26 سم.

2.6 اختبار انسياب الخرسانة في القمع: TEST V-Funnel

ويقيس قدرة الخرسانة على تغيير مسارها والانتشار خلال منطقة ضيقة بدون حدوث انسداد او توقف حيث يتم قياس زمن مرور الخرسانة بالكامل في القمع، وهذا الزمن يتراوح ما بين 7 إلى 11 ثانية.

الفصل الثانـي:

المخلفات وأثر استخدامها على خصائص الديمومة

الفصل الثاني: المخلفات وأثر استخدامها على خصائص الديمومة

تمهيد:

إن الاعتبارات الاقتصادية والبيئية التي تؤثر تأثيرا كبيرا على تزايد النفايات، حيث تعتبر من التحديات الرئيسية التي تواجه تحقيق الأهداف الإنمائية للألفية والتصدي لها بالاعتراض على فتح محاجر جديدة حفاظا على الموارد غير المتجددة وفي نفس الوقت، إيجاد الحلول اللازمة ايزاء صعوبات التكديس التي تعاني منها مدافن النفايات مع استغلال و تثمين مخلفات المنتجات الثانوية الخاملة للصناعة للقضاء على مدافن القمامة البرية التي تؤثر سلبيا على البيئة.

يمكن معالجة تلك الأنواع من المخلفات باستخدامها في صنع الخرسانة. وقد حُكم على استخدام نفايات الطوب في صنع الخرسانة.

وقد يعزى انخفاض مستوى إعادة تدوير هذه الأخيرة في بعض البلدان إلى نقص البحوث في هذه الأخيرة.

1. تعريف النفايات:

يمكن معالجة النفايات بطريقة مختلفة تبعا لخصائصها. ويمكن أن يستند تصنيفها إلى حالتها المادية (الصلبة والسائلة، والغازية) . أما أهم مصدر لها فهو المجال الصناعي بكل أنواعه وتخصصاته.

2. أنواع النفايات:

1.2. النفايات المنزلية والنفايات المماثلة:

مقارنة بتلك التي تنتجها الأنشطة المنزلية، والنفايات تأتي من المتاجر والحرف اليدوية والمكاتب والصناعات (الزجاج الورق والتغليف والمعادن وما إلى ذلك (وتجمعها البلديات) وهناك نفايات منزلية خاصة: وهي نفايات سامة أو خطرة تنتج في كمية صغيرة من الأسر المعيشية (المذيب، الطلاء، الزيوت المعدنية) ولا يمكن القضاء عليها [41].

2.2. هدر الثقيل:

جميع النفايات من الأسر المعيشية التي تكون حسب الوزن أو الحجم أولا يمكن تحميل الحجم في مركبات الجمع مع النفايات المنزلية التي ستكون موضوع مجموعة خاصة [42].

3.2. المخلفات الخاصة:

جميع النفايات الناتجة عن الأنشطة الصناعية والزراعية وأنشطة الرعاية والخدمات وغيرها من الأنشطة أنشطة أخرى بحكم طبيعتها وتكوين المواد التي تمتلكها لا يجوز جمعها ونقلها ومعالجتها بنفس الشروط التي يتم بها جمع ونقل وتجهيز النفايات المنزلية وما شابهها والنفايات الخاملة [43].

4.2. النفايات الخطرة الخاصة :

جميع النفايات الخاصة حسب العناصر أو حسب خصائص المواد ومن المحتمل أن تضر هذه المواد بالصحة العامة أوالبيئية [43].

.5.2. نفايات خاملة:

وهذه النفايات لا تخضع لأي تغيير في حالة التخزين، لا تتحلل أو تحرق أو تنتج أي تفاعل فيزيائي أو كيميائي ، ولا تفعل ذلك.ليست قابلة للتحلل البيولوجي ولا تتدهور المواد الأخرى التي لها اتصال بها ، بطريقة من شأنها أن تلحق الضرر بصحة الإنسان البيئية [44].

6.2. النفايات النهائية:

النفايات سواء كانت ناجمة عن معالجة النفايات أم لا، التي لم تعد كذلك التي يمكن معالجتها في ظل الظروف التقنية والاقتصادية الراهنة، أو باستخراج الجزء القابل للاسترداد أو بخفض طابعه الملوث، أو خطرة .والطابع النهائي للنفايات لا يتوقف على الخصائص كيمياوية فيزيائية للنفايات ولكنها تُقيَّم وفقاً لمجمل عملية الجمع.

وعلاج هذا المفهوم محلي وينبغي تحديده عادة كجزء من الخطط معدل التخلص من النفايات المنزلية في المقاطعات ومعدل مماثل [45].

7.2. النفايات القابلة للتحلل الحيوي:

هذه هي النفايات التي تكفل لها العوامل اللاحيوية وحدها والتحلل؛ إذا تم ضمان التحلل بواسطة الكائنات الحية الدقيقة(البكتيريا أو الفطريات) ، نحن نتحدث عن النفايات القابلة للتحلل الحيوي .مثال عضوي [46].

3. أنواع النفايات في الهندسة المدنية:

1.3. أشلاء فرن الانفجار:

خبث فرن الانفجار هو منتج ثانوي من معالجة خام الحديد ثم يتم تبريد الخبث ببطء في الهواء الطلق ويعطي مادة البلورة والمندمجة المعروفة باسم "الخبث المبرد جوا" أو يتم تبريدها بسرعة ومعالجتها بطائرات مائية للحصول على مادة خفيفة الوزن تسمى اسم "الألبان الموسعة."

والخبث الذي يبرد الهواء مناسب كمجموع للخرسانة. الاستقرار و الكثافة ومقاومة الكبريتات ومقاومة التآكل عن طريق حلول الكلوريد يجعل الخرقاء المعززة ملائمة لعدة تطبيقات [47].

شكل رقم (II .1) يوضح أشلاء فرن الانفجار

2.3. الخبث الفولاذي:

هذا الخبث يتشكل عن طريق إزالة الشوائب الموجودة في بقايا الحديد.غنية بالفوسفات و الكالسيوم وتحتوي على سيليكات ثنائي الكالسيوم المعدنية، لذا فهي تستخدم فقط كردهة للطرق. عادة، هذا الخبث يخزن في البطاريات لمدة تصل إلى سنة قبل استخدامها. ان استخدام هذه الأنواع غير شائع نسبيا بسبب مشاكل الاستقرار الحجم وقد وضعت عمليات الشيخوخة والنضج من أجل السيطرة على هذه المبادرات المتعلقة بعدم الاستقرار والتنمية ، لا سيما في مجال الهندسة المدنية. وكذلك المخاطر البيئية المرتبطة باستخدام بقايا الحديد لم يتم تحديد مخاطرها حتى الان بدقة [47].

شكل رقم (2.II) يوضح الخبث الفولاذي

3.3. الرماد المتطاير:

هو رماد يمكن أن يكون مجاميع خفيفة جيدة جدا ،لا تستخدم على نطاق واسع .وهي ناتجة عن احتراق اللولب وفي غرفة الاحتراق في فرن من الغازات العادم .ويفضل أن كثير من الكريات الخفيفة الوزن الأخرى حيث أنها توفر المزيد من الاحتراق الفعال، لأن الكربون الموجود في الرماد ينتج كمية الحرارة اللازمة لإزالة الرطوبة من الكريات وجلب الكريات إلى درجة الحرارة المناسبة.رماد مصنف حسب محتواه ونوع الفحم المحترق [47].

شكل رقم (3.II) يوضح الرماد المتطاير

4.3. الخرسانة المستعادة:

إن معظم نفايات الهدم هي من الخرسانة .عن طريق وفي أماكن أخرى ، توفر الكوارث ملايين الأطنان من الحطام الخرساني، استنفاد حقوق الإنسان مصادر التجميعات ، وقوانين أكثر صرامة بشأن حماية حقوق الإنسان البيئة والمشاكل الناجمة عن تدمير النفايات كلها عوامل التي تعزز استخدام الخرسانة المستصلحة .حطام الرصيف الخرساني مستخدم بالفعل لبناء طبقة الأساس للأرصفة الجديدة [48].

شكل رقم (4.II) يوضح الخرسانة المستعادة

5.3. الزجاج المنقذ:

يتم استرجاع ملايين الأطنان من الزجاج كل عام وطريق لإعادة التدوير ويستخدم الزجاج في مواد البناء. ويستخدم في شكلين:المجاميع (حجم أكثر من 4 ملم) والمساحيق (حجم أقل من 4 ملم). المجاميع هي تستخدم لتحل محل الباس في الخرسانة وتوفر مقاومة أقل.وتستخدم المساحيق (الرمال والغرامة) في الملاط لاستبدال الرمال ولكنفي صناعة الإسمنت أيضا مقابل غرامات [47].

شكل رقم (5.II) يوضح نفايات الزجاج

6.3. الرخام:

هو صخرة متحورة مشتقة من الحجر الجيري الموجود في حجم كبيرو ألوان متنوعة قد تظهر عروقاً، أو تزاحماً (العروق واللون يعزى إلى تضمين أكاسيد المعادن في معظم الأحيان).أعيد تدوير نفايات الرخام بنجاح في إنتاج الخرسانة كبديل للرمل أو الحصى القائمة على المياه بنسب مختلفة.وتظل المقاومة التي تم الحصول عليها معقولة مقارنة بالمقاومة التي قدمتها المجاميع الطبيعية [49].

شكل رقم (6.II) يوضح الرخام

7.3. السيراميك:

إن السيراميك مادة صلبة في درجة حرارة الغرفة ولا تكون معدنية ولا تصنع الأجسام الخزفية عن طريق تصلب درجة حرارة عالية لمادة (أ).العجينة البلاستيكية الرطبة (الزجاج المعدني) ، أو العجينة (التعبئة بالتدفئة)المسحوق الجاف المضغوط سابقا ، دون المرور بمرحلة سائلة (السيراميك)متعدد النظم) ؛ وبالاستيعاب ، نشير إلى مصطلح "الأجسام السيراميكية" أيضا [49].

شكل رقم (7.II) يوضح نفايات السيراميك

8.3. البلاط أرضي:

هو عبارة عن أرضية وحائط مغطى بالبلاط السيراميك ، الأرض مخبوزة أو أسمنت ، متراصة وملتصقة .ويستخدم عادة في اللمسات الأخيرة وديكور الأرضيات والجدران للمنازل وغيرها من الأماكن ، سواء في الداخل أو في الخارج .يشير المصطلح في الأصل إلى فعل وضع البلاط. تم عن طريق تحديد الهوية، على هذا النحو [50].

شكل رقم (8.II) يوضح بقايا البلاط أرضي

9.3. الطوب المسحوق:

يصنف حطام الطين عموما على أنه نفايات هدم ،من وجهة نظر إعادة التدوير أو إعادة الاستخدام كمجاميع خفيفة. والخرسانة التي تحتوي على هذه المجاميع أكثر سهولة وإذا كانت تحتوي على الطوب. ويمكن أن تحدث في الخرسانة الأملاح القابلة للذوبان والتآكل والإفراز [51].

الخرسانة التي تحتوي على الطين المسحوق لديها مقاومة للحريق أعلى بكثير من الخرسانة العادية من الحصى الطبيعي [52].

شكل رقم (9.II) يوضح الطوب المسحوق

4. نفايات السيراميك:

1.4. تعريف السيراميك:

الجذر اليوناني للكلمة السيراميك هو "Keramos" مما يعني "الطين". هذا أنتجت من طبخ أرض الطين التي يمكن إناها أو مزجته على السطح لإعطاء منتجات السيراميك: فبريش، الخزف ... إلخ [53].

السيراميك مادة توليف قوية وغالبا ما يتطلب العلاجات الحرارية لوضعها. معظم السيراميك هي المواد polycrystallins أي مع عدد كبير من أجهزة ميكروزليات جيدة (الحبوب) المتصلة بالمناطق المسماة (مشترك الحبوب) [53].

2.4. مكونات السيراميك [54] **:**

تعتبر الصخور المتنوعة الطينية من مكونات السيراميك

- **التعريف:**

يعد الطين كتلة معدنية من التربة مختلطة بالماء، ويشكل عجينة البلاستيك وللحفاظ على شكله بعد تجفيف وبعد الطهي يتحول إلى حجر.

- **مكونات:**

يتكون الطين من أكاسيد مختلفة، وماء مع روابط كيميائية والشوائب العضوية.

ومن بين الأكاسيد الداخلة في تركيبة الطين هي:

- أكسيد السيليكون SiO_2
- أكسيد الألومنيوم Al_2O_3
- أكسيد الحديديك Fe_2O_3
- أكسيد الكالسيوم CaO
- أكسيد الصوديوم Na_2O
- أخرى (MgO، K_2O ، ...) [53].

- **أنواع الطين:**

ينقسم الطين إلى:

أنواع الطين يُستخدم الطين أو الصلصال في صنع الفخار والأواني الفخاريّة أو التحف الفنيّة، ويتميز بوجود عدّة أنواع منه، ومن أهمّ أنواع الطين ما يأتي:

1- الطين الصيني العتيق يُطلق على هذا الطين اسم البورسلين، حيثُ يتوفر بثلاثة أنواع، وهي: العجينة الصلبة، والعجينة الناعمة، وعظام الخزف الصينيّ، ويمتاز بأنّه نقي.
2- الطين الحجري يُعتبر الطين الحجري من أنواع الطين التي يسهل التعامل معها وتشكيلها.
3- الطين الكروي يتكوّن هذا الطين من صلصال ناعم جدًا ويحتوي على كمية ضئيلة من الشوائب المعدنيّة، ويتحول بعد حرقه من الرماديّ الداكن إلى رماديّ فاتح أو برتقاليّ فاتح، ولا يُمكن استخدامه بمفرده نظرًا لأنّه سينكمش بعد فترة قصيرة من صنعه، مما يعني أنّه مناسب لاستخدامه مع نوع آخر من الطين لكسب مزيج طينيّ قابل للتشكيل بصورة أسهل.
4- طين النار يتوافر طين النار على شكل مسحوق، ويمتاز بقدرته على إنتاج تصاميم قادرة على تحمّل درجات الحرارة المرتفعة دون حدوث أيّ تشققات أو تشوهات فيها، ويُعرف بأنّه مقاوم للحرارة.

يتميز الطين الداخل في تصنيع السيراميك بخصائص منها الليونة والخاصية التكنولوجية التي تحدد إمكانية تشكيل السيراميك.

- الانكماش:

هو تقلص في حجم العينة أثناء التجفيف.

- السلوك الحراري:

تحت عمل درجة الحرارة أثناء الطهي، يتحول الطين إلى منتج تكوينه من قاعدة المعادن. أثناء عملية الطهي الطين يفقد ليونته والتي يرافقها القضاء على الشوائب، هذا يؤدي إلى انخفاض في حجم "الانكماش". كل عمليات الإزالة، التحول الحجر أثناء الطهي ما يسمى "تلبد الطين" [53].

مراحل صناعة السيراميك:

السيراميك عبارة عن مجموعة واسعة من المنتجات كالفخار والأواني المنزلية، والسيراميك ويتم إنتاجه من الطين غير المُكرر وأنواع أخرى من الطين المُكرر والمعادن المسحوقة غير البلاستيكية مثل الخزف، والخزف الصيني والحجري، والفخار، ولتصنيعه هنالك عدة مراحل تمرّ بها المكونات حتى نحصل على المُنتج النهائي وهي [54] :

- طحن المواد: يتم طحن المواد الخام المُستخدمة في التصنيع هي الخطوة الأولى في صناعة وتكوين السيراميك، ويتم تقليص حجم هذه المواد الكبير للحجم الصغير، ويتم سحقها لتحرير الشوائب الموجودة فيها
- تحجيم المواد: تتم هاته المرحلة من خلال تحديد حجمها بعد الطحن، وبالتحجيم يتم التحكم بحجم الجسيمات، ما يُعطيك مواد مطحونة مناسبة وملساء، ويتحقق هذا باستخدام معدات الغربلة الاهتزازية ذات الشبكة الدقيقة ومنها آلة تُسمى آلة الغربلة أحادية المُحركHK ، كذلك آلة الفرز الاهتزازي اللتين تتوفران بأحجام وأشكال مُختلفة
- المزج أو الخلط: هي عملية حساب الوزن والكميات الأولية للمواد الخام، ويتم تطبيق المغذيات الاهتزازية في هذه العملية داخل طاحنات المواد، والمغذيات داخل المواد التي تعمل بالطاقة CF-A عن طريق سَعَة تحميل خفيفة تحمي من أي بيئة خطرة ومليئة بالغبار، ويتم استخدام نماذج EMF في بعض الأحيان ولكنها لا تُستخدم في البيئات الخطرة والمليئة بالغبار .
- الخلط: وهو دمج المواد الأولية لتصبح متجانسة فيزيائيًا وكيميائيً قبل التشكيل، ويكون ذلك عن طريق عملية الخلط أو التبييض، وتتم هذه العمليات في مطاحن الصلصال، ويجب بهذه الخطوة أن تخرج خلطات جافة، ومن المُهم استخدام مواد إضافية مثل مواد التجفيف والمانعة للرغوة لتحسين معالجة المواد.
- التشكيل: هو عملية دمج المواد المعجونة والمساحيق الجافة وتشكيلها لتكوين جسم متماسك قريب من الشكل النهائي المطلوب، وفي هذه العملية يمكن استخدام الضغط الاهتزازي لتحقيق الشكل النهائي
- .التجفيف: تحتوي المواد المُشكلة على بعض المواد الرطبة والماء في مزيجها، وهذه المواد قد تؤدي إلى انكماش المنتج وتشويهه إن بقيت فيه، لذا يُستخدم التجفيف الحراري للسيراميك عن طريق تدوير الهواء الساخن حول قطع السيراميك المُنتجة
- التزجيج: يعني إضافة الزجاج الحامي لقطع السيراميك، وذلك بأكسدة الطبقة الخارجية من السيراميك، وفي هذه العملية تُستخدم أجهزة الغربلة الاهتزازية من أجل إعطاء الخليط تناسقًا سلسًا ومتساويًا، وبآخر خطوات التزجيج يتم رش أو غمس السيراميك
- الحرق: هي الخطوة الأخيرة من عملية صناعة السيراميك، ويطلق على الحرق التكثيف أو التلبيد، ويمر السيراميك بهذه المرحلة بعمليات مُحكمة من دمج الأكاسيد في جسم كثيف ومتماسك يتكون من حبيبات موحدة، ويكون الحرق إما قصير الوقت مما ينتج سيراميك مسامي ومنخفض الكفاءة، أو متوسط الوقت وينتج سيراميك ذو حبيبات دقيقة وعالية القوة، أو بزيادة الوقت مما يُنتج سيراميك خشن الحبيبات وبملمس مختلف أي أن السيراميك لن يتشوه وحتى إن تعرض لضغط عالي [54].

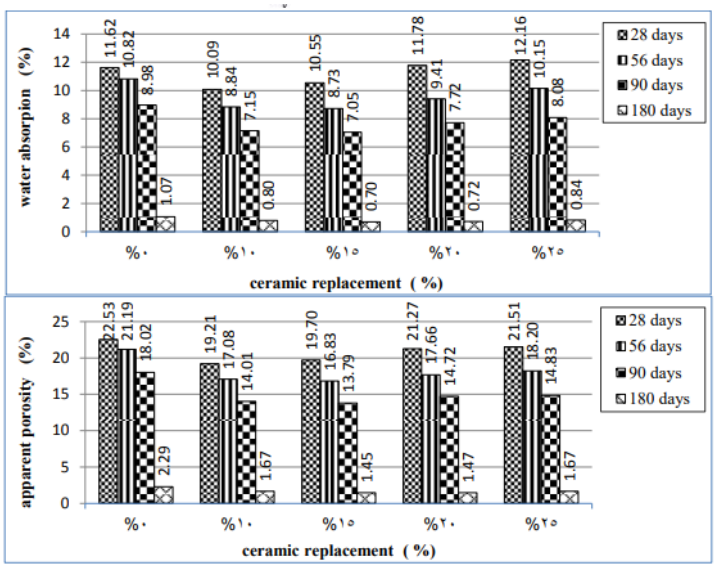
5. أثر استخدام مخلفات السيراميك على خصائص ديمومة الملاط ذاتي الدمك:

أشارت معظم الدراسات المذكورة سابقاً على أثر استخدام مخلفات السيراميك إلى تحسن في خصائص الديمومة بشكل عام، ولكن كانت تقل المقاومات بأعمار مبكرة خصوصاً مقاومة الضغط، فالنقص الحاصل بمقاومة الانحناء نتيجة استخدام لهذه المخلفات كان أقل منه مقارنة بمقاومة الضغط، وكون أن المصممون لا يزالون يعتمدون بالتصميم على المقاومات سيما مقاومة الضغط باعتبارها معيار مهم لتصميم العناصر الحاملة، الأمر الذي جعل من استخدام مخلفات السيراميك محدود عملياً بالرغم من النتائج البحثية الجيدة تجاه تحسين خصائص الديمومة، ولكن التوجهات الحديثة بالتصميم تركز على موضوع الديمومة فمن غير المجدي تصميم عنصر بمقاومة عالية بخلطة لا تتمتع بديمومة جيدة خصوصاً عندما تكون عرضة لأوساط عدائية.

و من هنا تبرز أهمية تحديد النسب المناسبة للاستبدال من الإضافة المستخدمة والتي تتعلق بطبيعة المادة المستخدمة وتركيبتها الكيميائية والمنرالية، هذه النسبة التي تضمن تحقق متطلبات الديمومة و تبقى فيها المقاومة ضمن الحدود المقبولة، لذلك وحسب ما تم استنتاجه من الدراسة المرجعية يمكن اعتبار أن استبدال من الاسمنت لحدود 25 % من مطحون السيراميك له أثر طفيف على المقاومات والتشوهات.

6. تأثر مطحون السيراميك على الامتصاص والمسامية :

لتحديد أثر مطحون السيراميك تم مراقبة الامتصاص والمسامية لمدة 180 يوم عادة الإضافات تتطلب كمية ماء أكبر بسبب نعومتها وسطحها النوعي الكبير مما يزيد الامتصاص، ولكن هذا لم ينطبق على مطحون السيراميك الذي تتمتع حبيباته بقلة المسامية.



شكل رقم(10.II) قيم الامتصاص و المسامية لجميع الخلطات حتى 180 يوم

الفصل الثالث:

خصائص المواد المستخدمة والطرق التجريبية

الفصل الثالث: خصائص المواد المستخدمة والطرق التجريبية

تمهيد:

في هذا الجزء، نركز على عرض المواد والاساليب المستخدمة لإجراء الاختبارات التجريبية المختلفة لبرنامجنا البحثي. يتطلب توصيف مواد البناء مثل المصفوفة الاسمنتية معرفة طبيعة مكوناتها ومن جهة اخرى تحديد الكميات المثلى، بالإضافة توضيح التفسيرات ولا يمكن ان يكون هذا ممكنا الا اذا تم وصف المكونات المختلفة بشكل جيد، وهذا موضوع الفصل ثم يتم إجراء سلسلة من الاختبارات على الملاط في الحالة الطازجة من اجل التمكن من دراسة قابلية العمل و انسيابية الملاط . تتبع هذه السلسلة اختبارات على الملاط المتصلب لتحديد المقاومة الميكانيكية، ويجب الاشارة الى ان جميع التجارب المذكورة ادناه التي تم اجراؤها في بخبر الأشغال العمومية (LTPS) بولاية غرداية.

1. منهج العمل التطبيقي:

1.1.تعريف الاسمنت:

هو رابط مائي مصنّع غير عضوي له خاصية التفاعل مع الماء وتكوين عجينة لدنة قادرة عند تصلبها على ربط الرمل والحصى والحجارة التي تخلط بها، وبذلك يتشكل الملاط والخرسانة المقاومان لتأثير العوامل الطبيعية والماء. يعد الإسمنت من أهم مواد البناء، ويرجع تصلبه إلى التفاعلات الكيماوية القائمة على تمييه Hydratation سيليكات الكلسيوم وألومينات وكبريتاته التي يتركب منها. وأنواعه كثيرة أشهرها وأكثرها انتشاراً (الإسمنت البرتلندي)

الإسمنت المستخدم في بحثنا اوتاد (CPJ-CEM II /B 42.5) هو أسمنت مركب بورتلاند الذي تم الحصول عليه بواسطة الخليط المغطى بدقة من الكلينكر والإضافات (الجبس والحجر الجيري)

1.1.1. الخصائص الفيزيائية للإسمنت المستخدمة:

يتم تصنيف الخصائص الفيزيائية للإسمنت المستخدم في الجدول التالي:

جدول رقم (1.III) الخصائص الفيزيائية CPJ-CEM II /B 42.5

		القيمة	الوحدة
الكثافة المطلقة		3-1	سم^3/غ
الاتساق الطبيعي		26-28	%
المساحة السطحية		4000-4200	غ/سم^3
الاستقرار (التمدد)	البرد	00	مم
	الحر	02	
وقت الشك	الابتدائي	02:30	دقيقة: ساعة
	النهائي	03:30	
مقاومة ضغط	يومين	18	MPa
	7 ايام	32	
	28 يوم	اكثر من 32	

2.1.1. الخصائص الكيميائية للإسمنت المستخدمة:

جدول رقم (2.III) الخصائص الكيميائية CPJ-CEM II /B 42.5

العنصر	CaO	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	SO_3	MgO	Na_2O
محتوى(%)	62.92	20.7	4.75	3.75	1.98	1.90	0.09

2.1. حشوات الحجر الجيري:

تأتي إضافة الحجر الجيري من الحجر الجيري المحجر بن حمود بلدية متليلي ولاية غرداية

3.1. اختبارات الرمال

1.3.1. التدرج الحبيبي: (Analyse granulométrique)

قصد بتجربة التدرج الحبيبي فصل المقاسات المختلفة من الركام بعضها عن بعض أي تعيين التوزيع الحجمي لحبيبات الركام ويكون ذلك باستعمال التحليل بالغربلة بواسطة مجموعة من الغرابيل

(3.15, 2, 1.6, 1, 0.80, 0.63, 0.500, 0.315, 0.160, 0.080) مرتبة حسب مقاس فتحاتها وموضوعة فوق بعضها البعض بحيث يكون أكبرها مقاسا إلى اَلعلى هذه التجربة تمكننا من حساب مختلف النسب لمقاييس الحبيبات المكونة للعينة المدروسة وتعرف هذه التجربة بواسطة المواصفات NFP 18-560 [56], وقد قمنا بدراسة عديد من العينات التي كتلتها 1200غرام

العينة الاولى نفايات السيراميك 100%

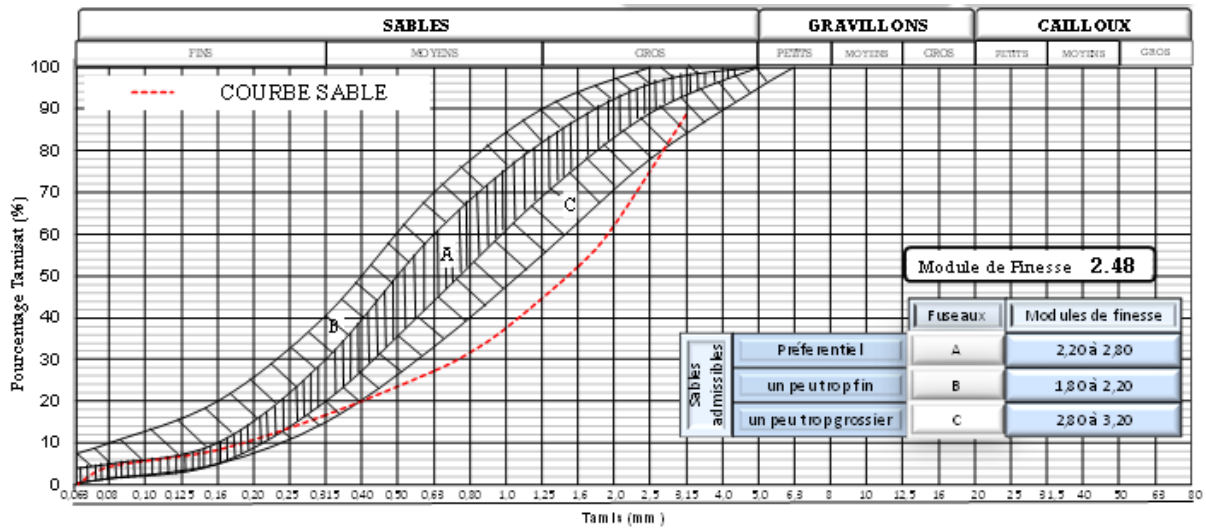
العينة الثانية نفايات السيراميك 60% + كثبان الرمال 40%

العينة الثالثة رمال الكثبان 100%

العينة الرابعة الرمال

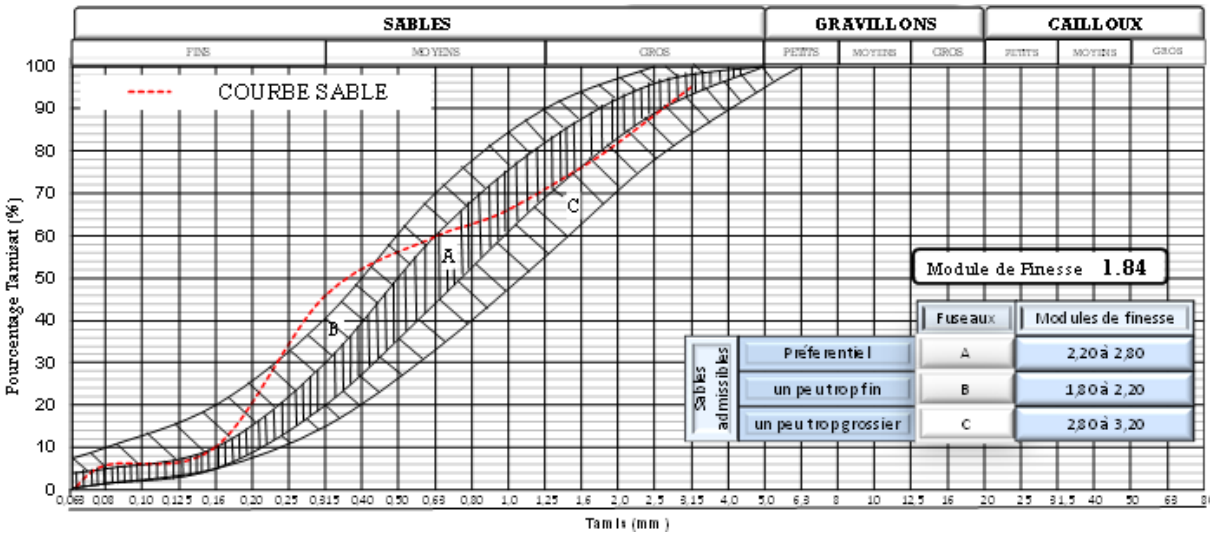
شكل رقم (1.III) يوضح الة توزيع التدرج الحبيبي

العينة الاولى نفايات السيراميك 100%



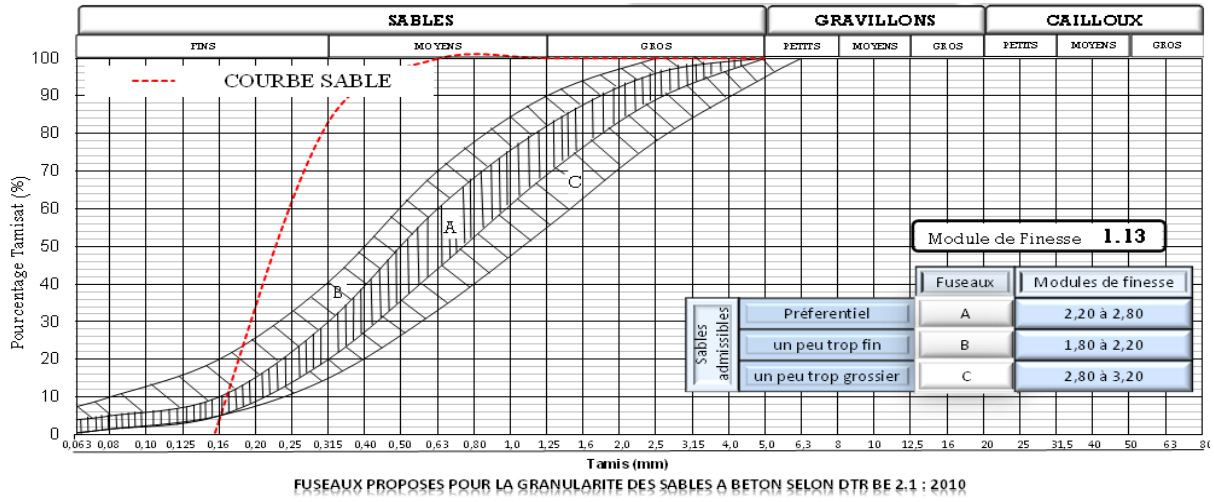
شكل رقم (2.III) تدرج حبيبي العينة الاولى نفايات السيراميك 100%

العينة الثانية نفايات السيراميك 60% + كثبان الرمال 40%



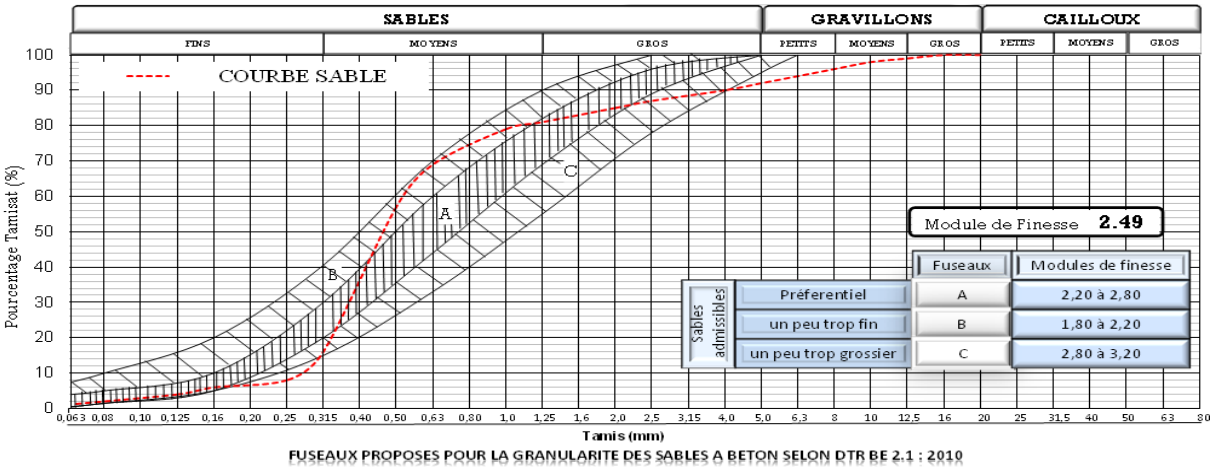
شكل رقم (3.III) تدرج حبيبي العينة الثانية نفايات السيراميك 60% + كثبان الرمال 40%

العينة الثالثة رمال الكثبان 100%



شكل رقم (4.III) تدرج حبيبي العينة الثالثة رمال الكثبان 100%

العينة الرابعة الرمال



شكل رقم (5.III) العينة الرابعة الرمال

2.3.1. معامل النقاوة: (Module de finesse)

ويتم تقييمه بواسطة معيار يسمى المقياس، حيث يساوى مجموع النسب المئوية للمتبقي المجمع للمناخل القياسية الستة (3.15, 1.6, 0.80, 0.315, 0.160, 0.080) مقسومة على 100.

ويعبر معيار النعومة عن الحجم المتوسط لحبيبات الركام وهو ال يدل على مدى تدرج الركام من عدمه، ويستخدم معيار النعومة في بعض طرق تصميم الخلطات الخرسانية ومن أجل الرمل نستطيع تعريف مجالات معاير نعومة الرمل حيث [51].

- الرمل الخشن: Mf > 2.5
- الرمل المتوسط: 2.5 > Mf > 2
- الرمل الناعم: 2 > Mf >1.5
- الرمل الناعم جدا : 1.5 > Mf > 1

محسوب كالتالي:

$$Mf = \frac{\sum Rc}{100}..$$

جدول رقم(3.III) معامل نقاوة

العينة	معامل النقاوة Mf	النوع
ب س 100%	2.48	متوسط
رك 100%	1.13	ناعم جدا
خ س.رك 40/60	1.84	ناعم
الشاهد(الرمل)	2.5	خشن

3.3.1. مكافئ الرمل: (Equivalent de sable)

- الغرض من الاختبار:

يهدف هذا الاختبار إلى عزل الجسيمات الدقيقة الموجودة في التربة عن العناصر الرملية خشن. يسمح لك الإجراء القياسي بتحديد معامل مكافئ للرمل من تحدد النظافة [58] إجراء:

- غربلة كمية من الرمل (كتلة أكبر من 500 غرام).
- تأخذ وزنها 300 غرام.
- ملء أنبوب الاختبار مع حل بيع ما يصل الى علامة الأولى (10 cm).
- استخدام القمع صب مقبس الاختبار (300 g) في أنبوب الاختبار ونوع بقوة عدة مرات مع كف اليد من أجل محرك بعيدا جميع فقاعات الهواء وتعزيز التبول من العينة.
- اسمحوا التوقف لمدة 10 دقائق.
- إغلاق العينة مع سدادة المطاط وطباعة 90 دورات من 20 cm من المسار الأفقي في 30 ثانية باليد باستخدام المحرض الميكانيكية.
- ثم إزالة الغطاء، وشطفه مع الحل تفتخر به أعلاه أنبوب الاختبار، ثم شطف الجدران منه.

شكل رقم(6.III) ستيرر ميكانيكي Agitateur mécanique

شكل رقم(7.III) يوضح طريقة الحساب

جدول رقم(4.III) مكافئ رملي

تركيبة الرمل	المكافئ الرملي(%)ES	نوع الرمل
ب س 100%	97.5	نظيفة جدا
رك 100%	85.5	نظيفة جدا
خ س.رك 40/60	93	نظيفة جدا
الشاهد(الرمل)	39.47	طيني

4.3.1. الكتلة الظاهرية الحجمية: (Masse volumique apparente)

يتم تقديم كتلة الحجم في الحالة المضغوطة بواسطة الصيغة التالية: M/V

حجم حفل الاستقبال: V= 2000 غ

شكل رقم(8.III) تجربة الكتلة الظاهرية الحجمية

جدول رقم(5.III) كتلة ظاهرية حجمية

تركيبة الرمل	الكتلة الظاهرية الحجمية غ/سم^3
ب س 100%	1.31
رك 100%	1.50
خ س.رك 40/60	1.51
الشاهد(الرمل)	1.53

5.3.1. الكتلة الحجمية المطلقة:(Masse absolue)

يتم تحديد الكثافة المطلقة للرمل من خلال الصيغة: P1/V

جدول رقم (6.III) كتلة حجمة مطلقة

تركيبة الرمل	الكتلة الحجمية المطلقة غ/سم^3
ب س 100%	2.41
رك 100%	2.60
خ س.رك 40/60	2.50
الشاهد(الرمل)	2.62

6.3.1. التحليل الكيميائي: (Analyse chimique)

من التحليل الكيميائي الموجز الذي أجري في LTPS بغرداية نلاحظ يتكون التحليل من العديد من المكونات التالية [59].

جدول رقم(7.III) تحليل كيميائي

		نفايات السيراميك 100%	**نفايات السيراميك 60% + رمال الكثبان 40%**	**رمال الكثبان 100%**	**الرمال**
INSOLUBLES NFP 15-461	Creuset+précipite	29.872	30.852	30.851	31.752
	Creuset vide	28.891	29.893	29.893	30.808
	Poids du résidu	0.981	0.959	0.958	0.944
	%Insolubles	98.10	45.90	95.80	94.40
SULFATES BS 1317	Creuset+précipite		22.712	20.409	
	Creuset vide	17.345	22.680	20.357	18.757
	Poids du résidu		0.032	0.052	
	$\%SO_3^{2-}$		1.10	1.78	
CARBONATES NFP 15-461	$\%CaCO_3$	00	00	00	00

4.1. ماء الخلط: (L'eau de gâchage)

استخدمنا مياه الحنفية في مخبر الاشغال العمومية للجنوب LTPS بغرداية.

5.1. الملدن: (L'adjuvant)

الملدن المستعمل في الخلاطات يسمى: Sika viscocrétte Tempo 12 superplastifiant

شكل رقم(9.III) يوضح Sika viscocrétte Tempo 12

2. صياغة الملاط ذاتية الدمك: (Formulation des mortiers auto plaçant)

يمكن صياغة الكميات لي جميع العينات بالجدول التالي:

جدول رقم(8.III) صياغة الكميات للعينات

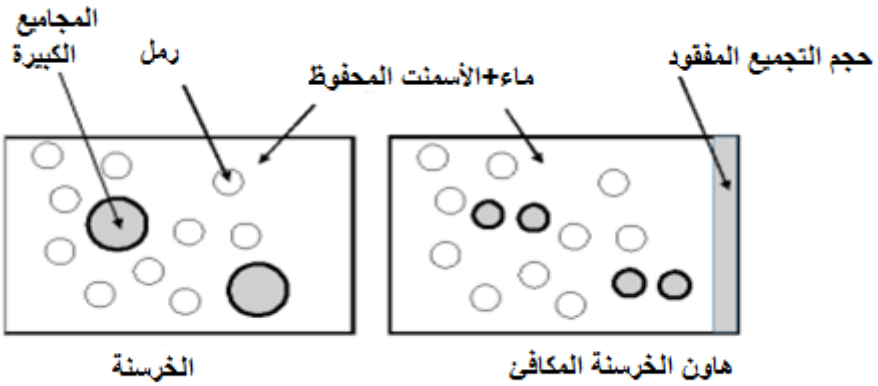
العينات	الاسمنت ciment	الماء eau	حشوة الحجر الجيري filler calcaire	الرمل			الملدن Superplastifiant %
				سيراميك	رمل الكثبان	رمل الوديان	
ب س 100%	585	325	65	1300	/	/	2
رك 100%	585	325	65	/	1300	/	3
خ س.رك40/60	585	325	65	780	520	/	0.4
رمل الوديان	585	260	/	/	/	1300	0.8

3. طريقة الملاط خرسانية مكافئة:(Méthode du mortier de béton equivalent)

تم تطوير هذه الطريقة من أجل تحسين المزيج وتوفير مشاكل التوافق بين الموثق المساعد (شوارتزنتروبر وكاثرين، 2000).

وقد اقترحت هذه الطريقة لتيسير اختيار الزوجين الإسمنتيين عن طريق إجراء اختبارات على الملاط بدلا من القيام بها على الخرسانة. وتستند هذه الطريقة إلى نهج يدعو إلى دور أسطح التماس (أسطح محددة) بدلا من الحجم.

حساب هاون خرساني مكافئ يعادل استبدال حصى الخرسانة بالرمل الذي تكون مساحته السطحية المحددة المطورة مساوية لمساحة المجاميع الكبيرة التي تم استبدالها.



شكل رقم (10.III) يوضح تركيب حبيبي للخرسانة و ملاط

الانتقال من صياغة الخرسانة إلى هاون ملموسة مكافئة يحفز:

- انخفاض في المدى الحبيبي الذي يزيد من المسافات بين الحبيبات.

- يتم استبدال المجاميع الكبيرة من الخرسانة بالرمال من نفس السطح محددة، مما يعني أن يتم استبدال المجاميع الكبيرة بكتلة أقل من المجاميع الكبيرة. يتم تقليل القدرة الحرارية في هاون الخرسانة المكافئة بينما يتم الاحتفاظ بحرارة الترطيب المنتجة. وهذا يعني ارتفاع درجات الحرارة المتقدمة للملاط الخرسانية المكافئة. ونتيجة لذلك ، فإن ردود فعل المقابس أكثر حرارة مما هي عليه في الخلائط الخرسانية.

- أظهرت الاختبارات على أكثر من 100 خرسانة و 1200 قذيفة هاون ملموسة مكافئة وجود ارتباطات جيدة بين انتشار الخرسانة ذاتية الطرح وهاون الخرسانة المكافئ (شوارتزنتروبر وكاثرين،2000).

بالإضافة إلى طرق الصياغة المذكورة، هناك العديد من الطرق التجريبية الأخرى وشبه التجريبية المستخدمة في صياغة الخرسانة التقليدية التي يمكن تكون مناسبة لصياغة الخرسانة الذاتي والخرسانات السائلة [60].

4. بروتوكول خلط ملاط ذاتية الدمك: (Protocole de mélange des MAP)

الخلط له تأثير كبير على خصائص قذائف الهاون. يمكننا أن نقول هو ضروري، وذلك بحيث يتم تشتيت الرمل بانتظام والإسمنت بشكل جيد موزعة بين وحول جميع الحبوب.

يتم العمل وفقا للخطوات التالية:

- إعداد جميع المعدات اللازمة لإجراء الاختبارات؛

- قبل البدء في الخليط، يجب تنظيف خلاط.
- إعداد ووزن كميات المكونات (الاسمنت والماء والرمل،adjuvant , السيراميك) باستخدام مقياس.
- وضع المكونات بالترتيب: الرمل والإسمنت والإضافات في الخلاط وتشغيل الخلاط لمدة 15 ثانية للخلط الجاف.
- أضف تدريجيا الماء.
- تشغيل الخلاط مر ثانية لمدة 45 ثانية.
- أضف تدريجيا الماء ممزوج superplastifiant
- تشغيل الخلاط للمرة ثالثة لمدة 4 دقائق

شكل رقم(11.III) يوضح الخلاط مستعمل

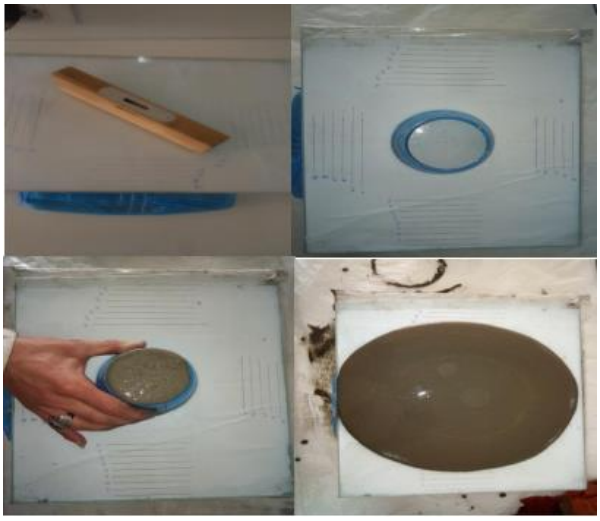
- نرفع الغطاء وننظف دراع الخلاط
- نأخذ الملاط ونضعه في القوالب.

الخلاط الذي استخدمناه في عملنا، هو خلاط هاون من قطعة واحدة سعة ثلاثة لترات.

5. اختبار السلوك في الحالة سائلة:

1.5. اختبار المخروط المصغر:

تتمثل مراحل الاختبار بهذه المراحل:



شكل رقم(12.III) يوضح طريقة تجربة المخروط المصغر

جدول رقم(9.III) انتشار المخروط المصغر

العينات	انتشار المخروط المصغر (سم)
	D
ب س 100%	25
رك 100%	24.25
خ س.رك 40/60	25.75
الشاهد(الرمل)	24.5

2.5. اختبار انسياب الملاط في القمع: (TEST V-Funnel)

شكل رقم (13.III) يوضح طريقة تجربة انسياب الملاط في القمع

جدول رقم (10.III) زمن هبوط اختبار انسياب الخرسانة في القمع

العينات	زمن الهبوط (ثواني)
ب س 100%	7
خ س.رك 40/60	6
رك 100%	3
الشاهد(الرمل)	11

3.5. إعداد عينات الاختبار:

لإعداد العينات، قمنا بما يلي:

- إعداد سلسلة من القوالب وفقا للأبعاد المناسبة للعينات، كل قالب معدني مع ثلاث خلايا.
- تنظيف وتزييت القوالب

شكل رقم (14.III) يوضح القالب

- وضع القوالب على طاولة.
- املأ القوالب ملاط ذاتية الدمك ، وقم بتنفيذها في طبقتين. يجب أن تكون مصبوبة في أقرب وقت ممكن.

شكل رقم (15.III) يوضح طريقة الصب في القوالب

- تتم إزالة الملاط الزائد عن طريق التسوية مستوية بمسطرة معدنية. ثم يتم تنعيم سطح العينات.

شكل رقم(16.III)يوضح القالب بعد الصب

شكل رقم(17.III) يوضح العينات بعد نزعها من القوالب

ثم يتم وضع العينات في الماء مدة 28 يوم

6. اختبار في الحالة الصلبة:

1.6. اختبار بالموجات فوق الصوتية:(Essais ultrason)

تكون الطريقة من قياس سرعة انتشار الموجات فوق الصوتية معبر الخرسانة باستخدام مولد وجهاز استقبال، يمكن إجراء الاختبارات على العينات في المختبر أو في العمل.

جهاز الموجات فوق الصوتية يجعل من الممكن قياس وقت مرور الموجات بالموجات فوق الصوتية طولية من خلال الخرسانة، هذه المرة مبين عرض رقمي.

جهاز الموجات فوق الصوتية يجعل من الممكن قياس زمن مرور بالموجات فوق الصوتية طولية من خلال الخرسانة، هذه المرة مبين عرض رقمي [61].

شكل رقم (18.III) جهاز الموجات فوق الصوتية.

يتكون جهاز الموجات فوق الصوتية من الأجهزة الكهربائية التي تتميز ب:

- يمكن قراءة عرض رقمي أو وقت الانتشار للموجات المقاسة (µs).
- اثنان تحقيقات: جهاز إرسال واحد والآخر جهاز استقبال التردد.
- كبلين لربط الأمواج.
- أنبوب اختبار الأسطوانية للمعايرة (42.5µs).
- الطعام المسؤول (البطارية).

يتم توصيل المجستين بمحطات الجهاز باستخدام كابل.

يتم معايرة الجهاز، ويتم طلاء وجهي أنبوب الاختبار المعاير فازلين.

نحن نستنتج السرعة المساوية (مسافة/زمن) معبرا عنها في أغلب الأحيان (كم / ثا).

ويتكون هذا الاختبار أساسًا عن طريق أحداث نبضات وموجات فوق صوتية تتوغل من خلال الجزء المختبر ويتم تعيين زمن انتقالها حيث وجد ان سرعة النبضات خلال جسم صلب يعتمد على كثافة المادة المختبرة وخواص المرونة لها.

ويعتمد هذا الاختبار أساسًا على قياس وقت السفرT من نبضة الموجات فوق الصوتية من 50 إلى 54 كيلو هرتز، التي ينتجها محول صوتي كهربائي، يتم تثبيته على سطح واحد من عضو الخرسانة تحت الاختبار وتلقيه من قبل محول مشابه تم الاتصال به السطح في الطرف الآخر.

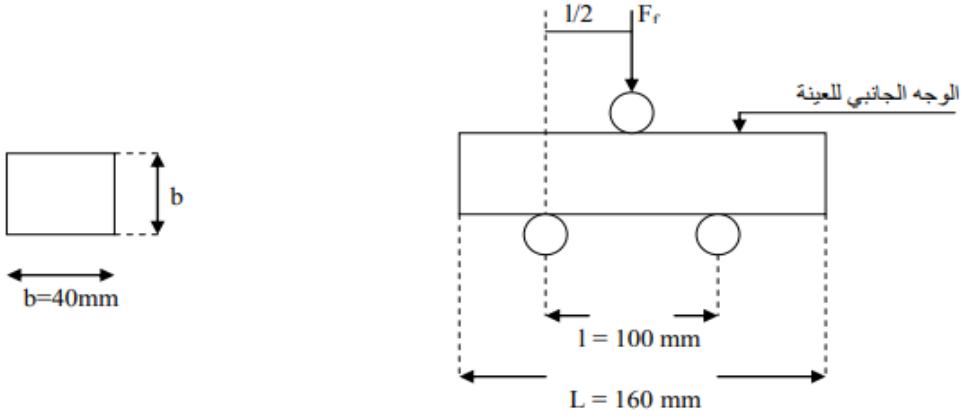
وكلما زاد معامل المرونة وكثافتها ونزاهتها، كلما كانت سرعة النبض أعلى وتعتمد سرعة النبض فوق الصوتي على الكثافة والخصائص المرنة للمواد التي يتم اختبارها.

سرعة النبض

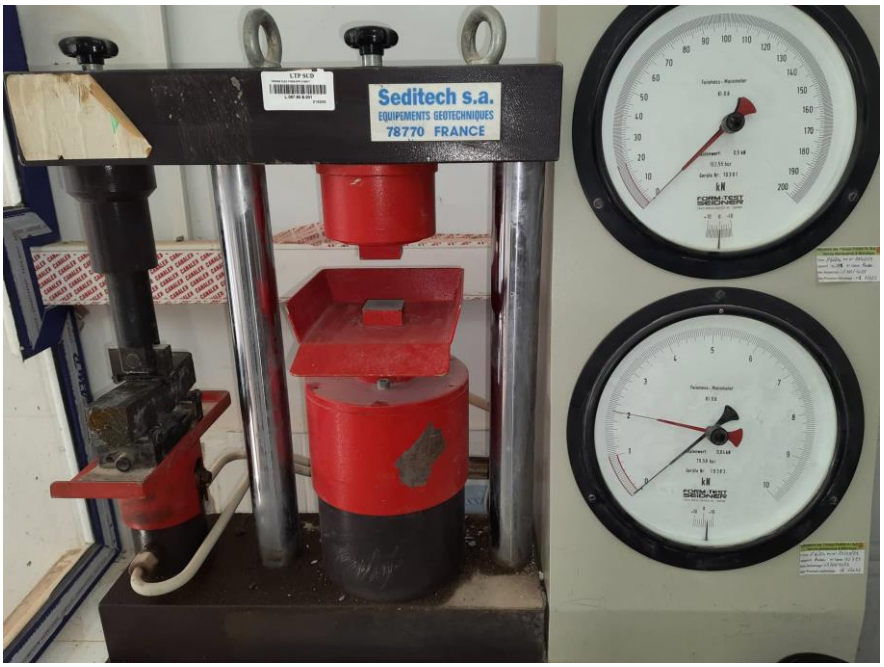
- > 4.0 كم / ثانية - (جيد جدًا إلى ممتاز)
- 3.5 - 4.0 km /s - (قد تكون مسامية جيدة إلى جيدة للغاية)
- 3،3 - 3.5 km /s - (يشتبه في أنه مرضٍ ولكن فقدان النزاهة).
- < 3.0 km /s - (يوجد ضعف وفقدان النزاهة)

2.6. تجربة المقاومة بالانحناء:(traction par flexion)

تتم تجربة الانحناء على العينات لها مقطع مربع 4x4 سم وطول 16 سم , البعد بين المسندين 10سم كما يتم تنفد الانحناء بواسطة الة الانحناء بثلاث نقاط, الالة مزودة بمسندين أسطوانيين من الاسفل ثابتين تستند عليهما العينة و مسند علوي اسطواني كذلك منطبق وسطهما متحرك بواسطة محرك الالة ليطبق القوة على العينة وتقرا الحمولة مباشرة من الالة هذه التجربة منصوص عليها حسب القاعدة EN 196-1 [62].



شكل رقم (19.III) يوضح الية المقاومة الانحناء



شكل رقم (20.III) يوضح الة المقاومة الانحناء

مقاومة الانحناء تحسب بالعلاقة التالية:

$$R_f = \frac{150.F_f.l}{b^3}.$$

R: مقاومة الانحناء (MPa)

F_f: قوة تحطيم العينة عند الانحناء

l: البعد بين المسندين ب (mm)

b: جزء العينة الذي يساوي 40mm

L: طول العينة الكلي [63].

3.6. تجربة مقاومة الضغط:(Résistance à la Compression)

هذه التجربة المنصوص عليها حسب القاعدة EN 196-1 [62]. وتكون بواسطة جهاز ضغط المواد الصلبة وتكون على نصف العينة هذا النصف المتأتي من تجربة تحطيم العينة بالانحناء بمقطع ذي أبعاد 40x40 mm توضع هذه العينة ما بين صفيحتين معدنيتين صلبتين حيث تتموضع هذه ألخيرة على بعد 1cm من الحواف الجانبية كما هو موضح في الشكل.

شكل رقم(21.III) يوضح آلية التحطيم بالضغط

شكل رقم(22.III) يوضح آلة التحطيم بالضغط

مقاومة الضغط تحسب بالعلاقة التالية:

$$Rc = \sigma c / b^2 ..$$

Rc: مقاومة الضغط ب (MPa)

σc: قوة تحطم العينة عند الضغط ب(N)

b: :جزاء العينة الذي يساوي 40 mm [63].

4.6. تجربة امتصاص الماء(coefficient d'absorption d'eau)

تجربة امتصاص الماء بواسطة الخاصية الشعرية هي التجربة التي تعطينا معلومات عن قدرت امتصاص الماء من طرف الخرسانة. حيث أنها تتضمن قياس كتلة الماء التي تم امتصاصها من قبل العينة [64].

يتم تنفيذ التجربة بناء على توصيات AFREM-AFPC'l ، [65] على عينات خرسانة الرمل .

وهي من أهم مميزات الخرسانة بصفة عامة ، التي تدلل على مدى كتامة المادة من عدمه ، ونستطيع القول أنها تعطي لمحة عن الفراغات والمسامات داخل الجسم الخرساني ، حيث أن امتصاص الخرسانة لكثير من الماء قد يؤدي لحدوث عدد من المشاكل داخل الجسم الخرساني ، منها المساعدة على دخول المواد الضارة [66]وتجربة امتصاص الماء تجرى كما يلي [67].

أخذ العينات وهي جافة

. توضع على مسندين حاملين

. تغمر بقدر 5 .mmويبقى الجزء العلوي في الهواء الطلق .

يقاس الوزن خلال الزمن كما يلي ، في 6 د ،12 د ، 30 د ، 1 سا ، 4 سا، 8 سا، 24 سا، 48 سا .

يحسب حجم الفراغات من خلال حساب وزن الماء الممتص .

ويحسب معامل الامتصاص المتعلق بالوزن والزمن بالعالقة [68]:

$$AC\% = (MSAT - MSEC / MSEC) \times 100$$

AC : معامل الامتصاص

MSAT : كتلة العينة بعد الامتصاص

MSEC : كتلة العينة الجافة

ويحسب معامل الامتصاص المتعلق بالزمن ومساحة العينات مغمورة في الماء أيضا بالعالقة [69].

$$Ca\% = (MSAT - MSEC / A) \quad (kg/m2)$$

Ca : الامتصاص معامل

MSAT :كتلة العينة بعد الامتصاص(Kg)

MSEC :كتلة العينة الجافة(Kg)

A : مساحة سطح العينة(m^2)

شكل رقم(23.III) يوضح تجربة امتصاص الماء

الفصل الرابع:

عرض النتـــــــائـــــــج

الفصل الرابع: عرض النتائج

تمهيد:

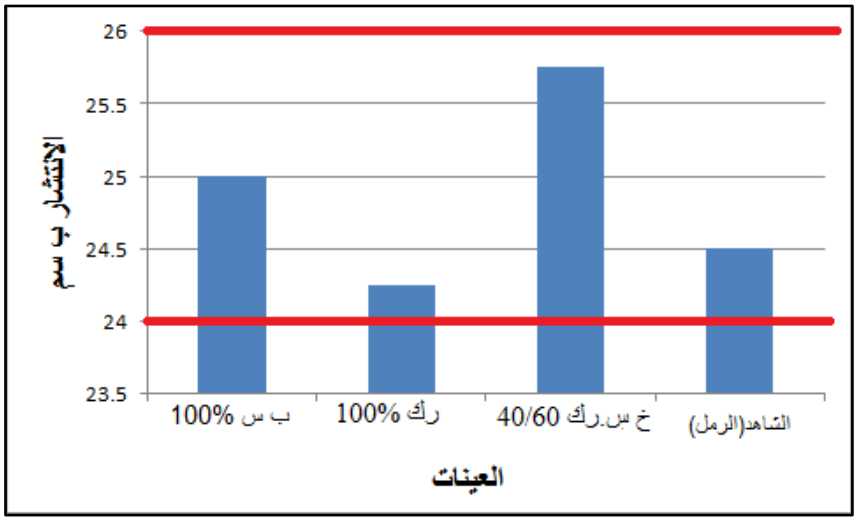
في هذا الفصل، نقدم نتائج العمل التطبيقي المنجز في المخبر، و المتمثل في دراسة الخصائص الميكانيكية للملاط ذاتي الدمك باستعمال نفايات السيراميك و رمل الكثبان من أجل رؤية تأثير الحشو على خصائص الملاط ذاتي الدمك في الحالة الطازجة و المتصلبة، مقارنة مع نتائج الملاط باستعمال رمل الوديان (الشاهدة). تم التطرق لعرض النتائج على مرحلتين:

- في المرحلة الأولى عرضت نتائج الحالة السائلة (اختبار الانتشار و تحديد وقت التدفق).
- في المرحلة الثانية عرضت نتائج الحالة الصلبة (اختبار الموجات فوق الصوتية, الانحناء والضغط).

1. نتائج الاختبارات في الحالة الطازجة:

1.1 اختبار المخروط المصغر:

النتائج المتحصل عليها عند القيام بتجربة المخروط المصغر تم عرضها في الشكل رقم (1.IV) الموضح أسفله، والشكل رقم (1.IV) يظهر تغير قطر الانتشار لمختلف الخلطات حسب نوع الرمل المستعمل.

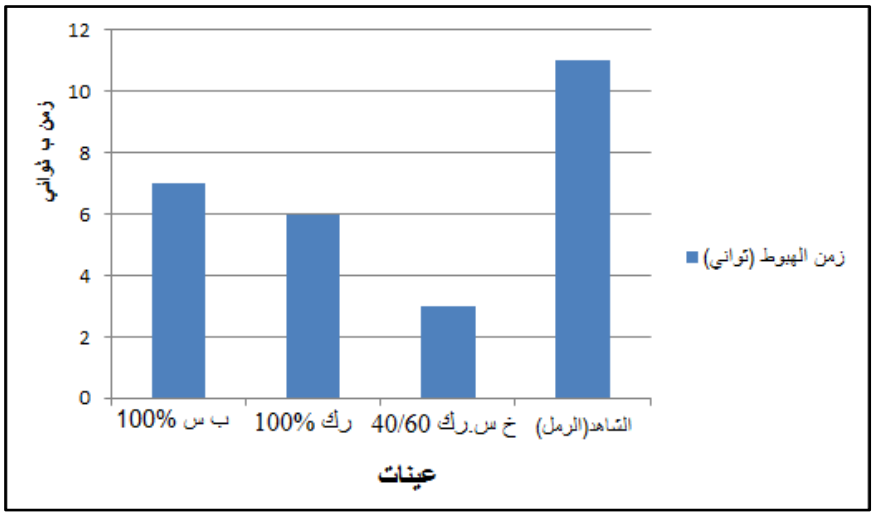


شكل رقم (1.IV) اعمدة بيانية لتجربة المخروط المصغر

من خلال الشكل (1.IV) نلاحظ أن أقطار الانتشار لمختلف العينات المنجزة باختلاف نوع الرمل المستعمل كانت كلها داخل المجال المجدد من طرف (EFNARC) والذي هو بين 24سم و 26 سم. الزيادة المسجلة في قطر الانتشار للعينة الثانية و الرابعة و هما على الترتيب (ب س 100% و خ س.رك 40/60) ناتج على استعمال الملدن و الذي بدوره يسهل عملية السيلان للملاط وكذلك إضافة حشو الحجر الجيري الذي بدوره ينقص الاحتكاك بين الحبيبات ويساهم في عملية سيلان الخليط.

2.1 اختبار انسياب الملاط في القمع:

النتائج المتحصل عليها عند القيام بتجربة انسياب الملاط في القمع تم عرضها في الشكل رقم (2.IV) الموضح أسفله. والشكل رقم (2.IV) يظهر تغير انسياب الملاط في القمع لمختلف الخلطات حسب نوع الرمل المستعمل.



شكل رقم (2.IV) اعمدة بيانية لتجربة انسياب الملاط في القمع

تظهر النتائج المتحصل عليها أن اغلب قيم الانسياب متقاربة حيث كانت كلها داخل المجال المعتمد من طرف (EFNARC) و المحدد بين 7 ثواني و 11 ثانية.

الزيادة المسجلة في زمن انسياب الملاط في القمع للعينة الشاهدة ناتج على استعمال الملدن بنسبة أقل من العينات الأخرى أما أقل زمن للانسياب فسجل مع العينة الثانية (خ س.رك 40/60) وهذا راجع لإستعمال الملدن بنسبة أعلى من العينات الأخرى وكذا إضافة حشو الحجر الجيري مع رمل الكثبان و اللذان بدورهما أنقصى الاحتكاك بين الحبيبات وساهما في تقليص زمن الانسياب.

2. نتائج الاختبارات في الحالة الصلبة:

1.2. اختبار الموجات فوق الصوتية:

النتائج المتحصل عليها عند القيام باختبار الموجات فوق الصوتية معروضة في الشكل رقم (3.IV) الموضح أسفله. والشكل رقم (3.IV) يظهر نتائج اختبار الموجات فوق الصوتية لمختلف الخلطات حسب نوع الرمل المستعمل.

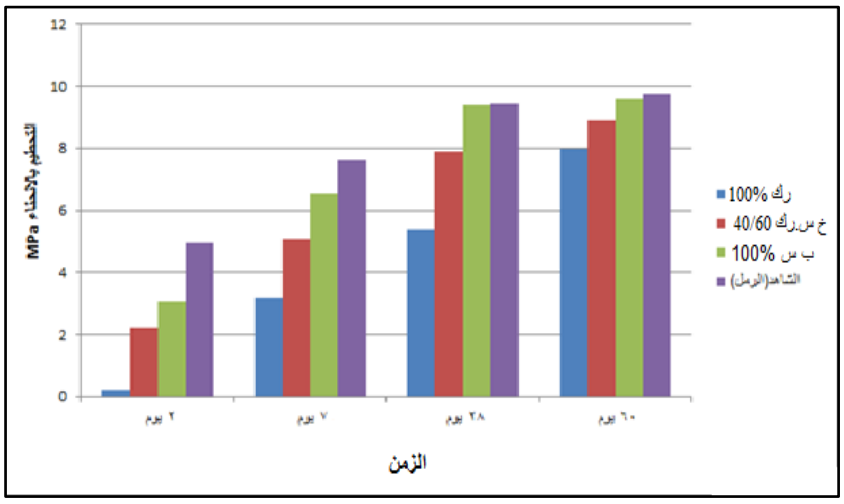
شكل رقم (3.IV) اعمدة بيانية لاختبار الأمواج فوق الصوتية.

نلاحظ أن نتائج اختبار الموجات فوق الصوتية بالنسبة للملاط المحضر برمل الكثبان سجلت ضعفا كبيرا لكل الفترات أي يومين،7أيام 28 يوم و 60يوما وكانت كلها أقل من 3 كم/ث مما يوحي بان الخليط ذو مسامات، أما باقي الخلطات فقد سجلوا تحسنا واضحا عند 7 أيام.

بعد مرور 28 يوم إلى 60 يوم دلت النتائج على أن اختبار الموجات فوق الصوتية أعطى أحسن النتائج واظهرت أن الخليط ذو نوعية جيدة جدا و متماسك وبنسبة مسامات ضئيلة جدا.

2.2 تجربة المقاومة الانحناء:

النتائج المتحصل عليها عند القيام بتجربة المقاومة الانحناء تم عرضها في الشكل رقم (4.IV) الموضح أسفله. والشكل رقم (4.IV) يظهر تغير نتائج تجربة المقاومة الانحناء لمختلف الخلطات حسب نوع الرمل المستعمل.



شكل رقم (4.IV) اعمدة بيانية لتجربة انسياب المقاومة الانحناء

نلاحظ أن مقاومة الانحناء سجلت انخفاضا في كل العينات لمختلف الفترات مقارنة بالعينات الشاهدة حيث لاحظنا انه بعد يومين من الغمر في الماء تناقصت العينات بالنسب التالية 38%,55%و 95% لعينات ب س100%,خ س.رك40/60و رك100%على التوالي و بعد سبع ايام من الغمس سجلنا كذلك تناقصت العينات بالنسب التالية 14%, 34% و 58% لعينات ب س100%, خ س.رك40/60و رك100% وبعد 28 يوم من الغمس يتوضح لنا تناقصت العينات بالنسب التالية 1.7%, 16% و 34% لعينات ب س100%, خ س.رك40/60و رك100%بعد 60 يوم كذلك نلاحظ تناقصت العينات بالنسب التالية 0.5%, 9% و 18% لعينات ب س100%, خ س.رك40/60و رك100% .

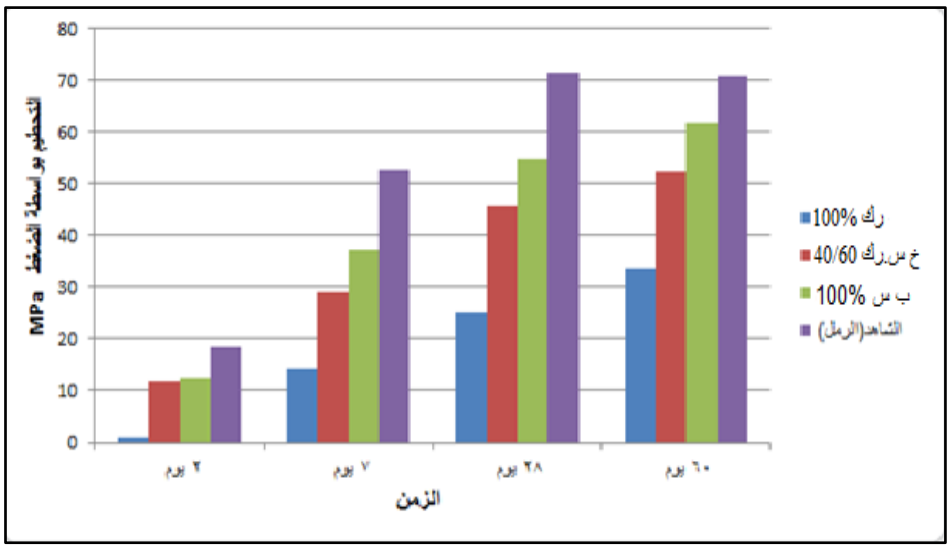
مناقشة نتائج مقاومة الانحناء:

بالنسبة للعينات التي تحتوي على بقايا سيراميك (ب س100%)ورمل الكثبان(رك100%), هذا راجع لتركيبة بقايا سيراميك(ب س100%) التي تحتوي على الكثير من العناصر الدقيقة التي تسد اغلب الفرغات.

بالنسبة للعينات التي تحتوي على بقايا سيراميك(ب س100%) ومقارنتها ب خليط سراميك و رمل الكثبان (خ س.رك40/60) نلاحظ تراجع في المقاومة وذلك بسبب العناصر الدقيقة الزائدة على حجم الفرغات المفروض ان تشغله هذه العناصر حيث بقية لوحدها مع العلم ان مساحتها السطحية واسعة جدا مما يتطلب زيادة في كمية الاسمنت لترابطها مع بعضها البعض.

3.2. تجربة مقاومة الضغط:

النتائج المتحصل عليها عند القيام بتجربة مقاومة الضغط تم عرضها في الشكل رقم (5.IV) الموضح أسفله. والشكل رقم (5.IV) يظهر تغير نتائج تجربة التحطيم بواسطة الضغط لمختلف الخلطات حسب نوع الرمل المستعمل.



شكل رقم (5.IV) اعمدة بيانية لتجربة انسياب التحطيم بالضغط

نلاحظ ان مقاومة الضغط سجلت انخفاضا في كل العينات لمختلف الفترات مقارنة بالعينات الشاهدة حيث لاحظنا انه بعد يومين من الغمر في الماء تناقصت العينات بالنسب التالية 32%, 37% و 94% لعينات ب س100%, خ س.رك40/60و رك100% على التوالي و بعد سبع ايام من الغمس سجلنا كذلك تناقصت العينات بالنسب التالية 29%, 45% و 73% لعينات ب س100%, خ س.رك40/60و رك100% وبعد 28 يوم من الغمس يتوضح لنا تناقصت العينات بالنسب التالية 23%, 35% و 64% لعينات ب س100%, خ س.رك40/60و رك100%بعد 60 يوم كذلك نلاحظ تناقصت العينات بالنسب التالية 12%, 25% و 53% لعينات ب س100%, خ س.رك40/60و رك100% .

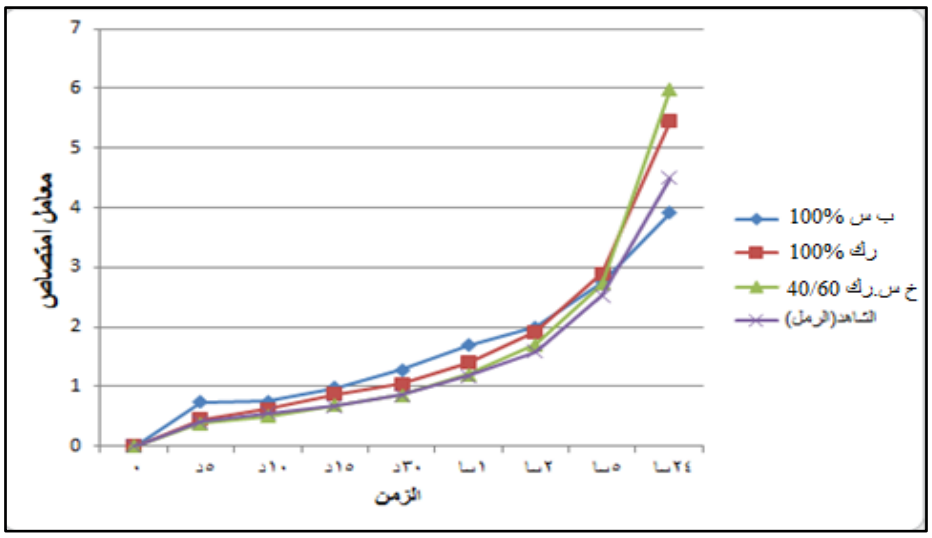
بالنسبة للعينات التي تحتوي على بقايا سيراميك(ب س100%)ورمل الكثبان(رك100%), هذا راجع لتركيبة بقايا سيراميك(ب س100%) التي تحتوي على الكثير من العناصر الدقيقة التي تسد اغلب الفرغات.

بالنسبة للعينات التي تحتوي على بقايا سيراميك(ب س100%) ومقارنتها ب خليط سراميك و رمل الكثبان (خ س.رك40/60) نلاحظ تراجع في المقاومة وذلك بسبب العناصر الدقيقة الزائدة على حجم الفرغات المفروض ان تشغله هذه العناصر حيث بقية لوحدها مع العلم ان مساحتها السطحية واسعة جدا مما يتطلب زيادة في كمية الاسمنت لترابطها مع بعضها البعض.

4.2 تجربة امتصاص الماء(الخاصية الشعرية):

النتائج المتحصل عليها عند القيام بتجربة امتصاص الماء تم عرضها في الشكل رقم (6.IV) الموضح أسفله.

والشكل رقم (6.IV) يظهر تغير نتائج تجربة امتصاص الماء(الخاصية الشعرية) لمختلف الخلطات حسب نوع الرمل المستعمل.



شكل رقم (6. IV) منحنى تجربة امتصاص الماء

نلاحظ ان نسبة الامتصاص بالنسبة للعينات ب س100%, خ س.رك40/60 و رك100%والشاهد (رمل الوديان) متقارب في معظم الازمنة الا عند مرور 24 ساعة حيث نلاحظ معامل الامتصاص بالنسبة ل خ س.رك 40/60,رك100% اكثر ب 21%,32% من الشاهد (الرمل) ونلاحظ ان معامل الامتصاص بالنسبة ل ب س100% اقل ب 12% من الشاهد (الرمل)ويبدو أن هذا يرجع إلى حجم الجسيمات وطبيعة هذه الحشوات ومساحة سطحها المحدد.

خـــــــاتـــــمة

خاتـمة:

الهدف الأساسي من هذا العمل، هو المساهمة في تثمين واستغلال نفايات السيراميك المتولدة من الأدوات الصحية الخزفية (المنتجات المزججة) التي يشيع استخدامها في الحمامات والمطابخ مثل المراحيض والخزانات وأحواض الغسيل و التي امتلكت وأصبحت غير قابلة للاستعمال بعد تحويلها عن طريق التحطيم و الغربلة إلى ركام خشن كبديل لرمل الوديان في الملاط ذاتي الدمك. تشير نتائج هذه الدراسة التجريبية إلى أنه يمكن استخدام نفايات السيراميك كبديل للركام الطبيعي في الملاط، حيث يمكننا استخلاص الاستنتاجات التالية:

- أظهر الركام الخزفي نفس خصائص الرمل العادي – الوديان- في الحالة السائلة حيث كانت كل من قيم الانتشار والتدفق داخل المجال المحدد من طرف – EFNARC-.
- على الرغم من أن استخدام الركام الخزفي أعطى مقاومة للضغط أقل من مقاومة العينة الشاهدة إلا أن القيم المتحصل عليها تعتبر جد مقبولة مقارنة بالمقاومة المحصل عليها باستعمال رمل الكثبان وهذا لا يقلل من خصائص المقاومة.
- أعطت مقاومة الشد لعينات السيراميك نتائج أفضل من الرمل المزيج ورمل الكثبان، حيث كانت جد قريبة من قيم مقاومة الشد للملاط الشاهدة.

توصيـــات:

يتطلب التطبيق العملي لنفايات السيراميك في إنتاج الملاط والخرسانة مزيدًا من التحقيقات حيث أن المعلومات المتاحة بشأن استعمال نفايات السيراميك في إنتاج الملاط والخرسانة غير كافية .وفيما يلي بعض التوصيات للبحث في المستقبل:

مطلوب مزيد من الدراسة لتحليل السلوك الميكانيكي والمتانة طويل المدى للخرسانة والملاط المصنوع من ركام نفايات السيراميك. الخصائص المطلوب التركيز عليها مثل العزل الحراري والصوتي، والزحف، والمتانة، وقوة الترابط، ومقاومة الحريق.

يجب دراسة تأثير الأوساط العدوانية على الملاط والخرسانة المصنوعة من ركام نفايات السيراميك في الأمد الطويل.

قائمة المراجع

[1] P.K. Mehta " Concrete: Structure, Properties and Materials (first ed.)", Prentice-Hall (1986)

[2] M.C. Collivignarelli, et al « **The production of sustainable concrete with the use of alternative aggregates: a review ,** Sustainability, 12 (19) (2020) p. 7903 .

[3] F. Andreola, L. et al « Recycling of industrial wastes in ceramic manufacturing: state of art and" glass case studies, Ceram. Int., 42 (12) (2016), pp. 13333-13338

[4]H. Siddesha "**Experimental studies on the effect of ceramic fine aggregate on the strength properties of concrete"** Int. J. Eng. Sci. Technol., 1 (1) (2011), pp. 71-76

[5] https://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.084881295405&partnerID=10&rel=R3.0.0

R.M. Senthamarai, « **Concrete with ceramic waste aggregate"** Cement Concr. Compos., 27 (9) (2005) pp. 910-913,

[6] N. Ay, M. Ünal " **The use of waste ceramic tile in cement production"** Cement Concr. Res., 30 (3) (2000), pp. 497-499,

[7]aci237r07,amierican concra

[8] K. Turk1, P. Turgut1, M. Karatas2, A. Benli3 ; Mechanical Properties of Self-compacting Concrete with Silica Fume/Fly Ash,2010.

[9] Ouchi, Nakamura, Osterson, Hallberg, and Lwin, Application of Self-Compacting Concrete in Japan, Europe and the United States, 2003.

[10] BIBM, CEMBUREAU, ERMCO, EFCA, EFNARC, the European Guidelines for Self-Compacting Concrete Specification, Production and Use, 2005.

[11] Guneyisi E, Gesoglu M, Ozbay E. Effects of marble powder and slag on the properties of self compacting mortars. Materials and Structures 2009; 42: 813-826.

[12]**OKAMURA H.ET AL,** *"self-compacting high performance concrete" Proceeding of the fifth sec vol.3, pp.2381-2388, 1995*

[13]. Merniz Mohamed, « étude de l'influence de la nature et les dimensions des fibres sur les propriétés rhéologiques et mécaniques des bétons autoplaçants (BAP) », mémoire master, université Mohamed Boudiaf à M'sila, 2015.

[14] Mme Ben akili Sarah, «caractérisation expérimental des bétons autoplaçant obtenus par ajout des déchets de construction ", thèse de magister université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou 2009.

[15] Petersson.O, Billberg.P, Van.B.K, "A model for self-compacting concrete", Proceedings of RILEM International Conference on Production Methods and Workability of Fresh Concrete, Paisley, Ecosse, 1996

[16]Petersson.O, Billberg .P, "Investigation on blocking of self-compacting with different maximum aggregate size and use of viscosity agent instead of filler" ,Proceedings of the First

International RILEM Symposium on Self-Compacting Concrete, Stockholm, Suède, pp. 333-344, 1999.

[17]Billberg.P, "Self-compacting concrete for civil engineering structures – the Swedish experience", Report 2: 99, Swedish Cement and Concrete Research Institute, Stockholm, 1999.

[18] Turcry.P, " Retrait et fissuration des bétons autoplaçants : Influence de la formulation", Thèse doctorale, université de Nantes, 2004.

[19]Ozawa.K, Tangtermsirikul.S, Maekawa. K, "Role of powder materials onthe filling capacity of fresh concrete", Proceedings of the 4th CANMET/AI Conference on Fly Ash, Silica Fume, Slag and Natural Pozzolans in Concrete,Istanbul, Torque, pp. 121-137, 1992

[20]Banfill PFG "Structure and Rheology of Cement-Based Systems", Materials Research Society Symposium Proceeding,1993, Vol. 289, pp. 149-166.

[21]-Oh S.G., Noguchi T., Tomosawa F. (1999), «Toward mix design for rheology of self compacting concrete»,

Proceedings of the First International RILEM Symposium on Self-Compacting Concrete, Stockholm,

Suède, pp. 361-37

[22] NF EN 197-1, « ciment, composition et critères », l'association française de normalisation, Février 2001.

[23] Khélifa.R, « influence des ciments à base d'ajouts minéraux sur les propriétés mécaniques des mortiers et des bétons », thèse de magister, université Mentouri de Constantine, 11 Juillet 2001.

[24] CIM béton, « le ciment et ses applications », 10émé édition, a principe Paris, Juillet 2001.

[25] NF P 15-010, Guide d'utilisations des ciments, Octobre 1997.

[26] Hanaa Fares. «Propriétés mécaniques et physicochimiques De bétons autoplaçants exposés à une température élevée», thèse de doctorat en Génie Civil, université de Cergy- Pontoise, le 07 Décembre 2009.

[27] Collection Technique CIM béton, Fiches techniques, Tome 2 ", Les bétons : formulation, Fabrication et mise en oeuvre ", Édition octobre 2006.

[28] Boudchicha Abdelaziz, « utilisation des additions minérales et des adjuvants fluidifiants pour l'amélioration des propriétés rhéologiques et mécanique des bétons», thèse doctorat, université Mentouri à Constantine, Décembre 2007

[29] Chatra Yassine, « effet des fillers de calcaire sur le comportement d'un béton auto plaçant (BAP) à base des matériaux locaux », mémoire master, université Mohamed Boudiaf

à M'sila, juin 2016.

[30]Turcry.P, Loukili. A, "Différentes approches pour la formulation des bétons autoplaçants : incidence sur les caractéristiques rhéologiques", Forum des associations AFGC/AUGC/IREX : innovation et développement en génie civil et urbain - nouveaux bétons, Toulouse, 30-31 mai 2002

[31] KASMI ZIN EDDINE, «Propriétés mécaniques et rhéologiques des bétons autoplaçant fibrés exposés à haute température", thèse de magister université de Mohammed Boudiaf-M'sila 2014.

[32] Projet National de Recherche CERIB, " béton autoplaçant BAP " France,Article de presse du BTP,12 Octobre 2001.

[33] ZHU et GIBBS, « Use of different limestone and chalk powders in self-Compacting concrete », Cement and concrete research, vol 35, pp1457-1462, 2005.

[34]Ali Bouzidi, « généralité sur les adjuvants », cours en génie civil, université M'Hamed Bouguerra Boumerdes, Décembre 2016.

[35] Domone P.L, Jin J. Properties of mortar for self-compacting concrete. Proceedings of First International RILEM Symposium on Self-Compacting Concrete, Å. Skarendahl and Ö. Petersson (Editors), Stockholm, Sweden, 1999; 109-120

[36]Guneyisi E, Gesoglu M, Ozbay E. Effects of marble powder and slag on the properties of self compacting mortars. Materials and Structures 2009; 42: 813-826.

[37]BOUALI Khaled « Elaboration et caractérisation thermomécanique des mortiers à base d'ajouts de déchets de briques réfractaires », mémoire de magister (spécialité: Génie des Matériaux) Option Physique et Mécanique des Matériaux UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES 2013/2014.

[38]. Okamura H. and Ouchi. M., "Self-compacting concrete, development, present use and future", In Proceedings of the First International RILEM Symposium of Se lf-Compacting Concrete; RILEM,1999

[39]. Okamura H., Ozawa K., and Ouchi M., "Self-compacting concrete." Structural Concrete, (1):3_17,March2000

[40]Okamura H. and Ouchi M., "Self-Compacting Concrete", Journal of Advanced Concrete Technology Vol. 1, No. 1, 5-15, April (2003).

[41] Koller, 2004- Traitement des pollutions : Eau, Air, Déchets, Sols, Boues, Ed. Dunod, Paris, 424p.

[42] A.D.E.M.E., 2000-Le traitement biologique : Enquête sur les installations de traitement des déchets ménagers et assimilés en 2000, Ed. A.D.E.M.E. Paris.13p.

[43] législation Algérienne. «La loi N 01-19 du 12 décembre 2001relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets».

[44] S.P.E, 1997- Société pour la protection de l'environnement, les déchets dangereux, histoire, gestion et prévention édition GEORG, dossier de l'environnement, paris 1997. 125p.

[45] Gestion des déchets : Catégories des déchets et leur nomenclature - Modifié le 10/12/2012 visé le 25/04/2016,http://www.wikiterritorial.cnfpt.fr/xwiki/wiki/econnaissances/view/NotionsCles/LagestiondesdechetsLescategoriesdesdec hetsetleurnomenclature#H1.LesdiffE9rentescatE9goriesdedE9chets.

[46] Paradis O, Poirier M, saint-pierre L, 1983. Ecologie un monde à découvrir. Ed. HRW. Itée Montréal.371p.

[47] Bourmatte Nadjoua, «Granulats recyclés de substitution pour bétons hydrauliques ». Thèse de Doctorat, Université des frères Metouri Constantine 12 Mars 2017.

[48] M. Nicot Pierre, « Interactions mortier-support : éléments déterminants des performances et de l'adhérence d'un mortier ». Thèse de doctorat, Université de Toulouse 7 octobre 2008.

[49] Bourema Moufida, «Etude des caractéristiques d'un BHP à base de déchet de brique rouge à l'état frais et durci», Mémoire de master en génie civil, Université de 20 Aout 1955-Skikda, 11 Juin 2015

[50] L. Alviset, « Matériaux de Terre Cuite ». Techniques de l'Ingénieur" 1994.

[51] Ajroun Redouane, «Effet de l'incorporation de briques réfractaires dans le ciment portland ». Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de licence p. 40 2013- 2014.

[52] R. Delebecque, « Éléments de Construction "Bâtiment" ». Edition Delagrave1990.

[53] Tafraoui, A. Contribution à la valorisation du sable de dune de l'erg occidental. Algérie.

[54] Safi Brahim, «Procédés et mise en forme des matériaux : Les produits céramiques ». Université de Boumerdes.

[55]https://hyatok.com/%D9%85%D9%83%D9%88%D9%86%D8%A7%D8%AA_%D8%A7%D9%84%D8%B3%D9%8A%D8%B1%D8%A7%D9%85%D9%8A%D9%83?fbclid=IwAR1uDMsQoPB739Bl-J7pQiJS4JZeSTXlwDUBRODEFIoR-dVNuVh2Jvurq5Y

[56] EN 1070.6

[57] Norme experimentale publiee par l'AFNOR, remplace la norme NF P 18-560 d'octobre 1978 (DIRR 108512)

[58] A. Komar, «Matériaux et Elément de Construction ». Edition MIR 1978

[59] NF P 18-59

[60] NF 15-461

[61] K. Daddy KABAGIRE MODÉLISATION ÉXPÉRIMENTALE ET ANALYTIQUE DES PROPRIÉTÉS RHÉOLOGIQUES DES BÉTONS AUTOPLAÇANTS Thèse présentée pour

obtenir le grade de docteur de l'Université de Sherbrooke Sherbrooke (Québec) Canada Janvier, 2018

[62] DREUX.G ET FESTA.J: « Nouveaux guide du béton et de ces constituants », Ed. Eyrolles, 1998.

[63] NF EN 196-1 Méthodes d'essais des ciments partie 1 : Déterminations des résistances mécaniques Aout 1995.

[64] KETTAB, R. "Contribution à la valorisation du sable de dunes", Thèse de doctorat, ENP, Algérie, 2007.

[65] MELAIS, F. Z. "durabilite des betons de sable fibres dans les differents milieux agressifs « effets de la nature des fines d'ajouts et fibres ». Thèse de doctorat 3ème Cycle. Université Badji Mokhtar - Annaba. 2016.

[66] AFPC-AFREM, 1997

[67] Tafraoui, A. Contribution à la valorisation du sable de dune de l'erg occidental. Algérie.

[68] Jian, L. "Etude expérimentale de la perméabilité relative des matériaux cimentaires et simulation numérique du transfert d'eau dans le béton". Autre. Thèse de doctorat Ecole Centrale de Lille Français, 2011.

[69] [Abdou, K. " Influence des fibres métalliques sur les variations dimensionnelles et pondérrales d'une matrice cimentaire " Thèse de doctorat Université Mentouri- Constantine. 2007 .