الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العـــــــــــــــالي والبحث العلمي
جامعة الشهيـــــــــــد حمه لخضر – الـــــــــوادي
كلية التكنولـــــــــــوجيا

قسم الري والهندسة المدنية

مذكرة تخـــــــــــرج

لنيـــــــــــل شهادة الماستر في الهندسة المدنية

تخصص : مواد الهندسة المدنية

تحت عنوان:

تأثير دمج رمل الكثبان المسحوقة على خصائص الملاط

من اعداد الطلبة

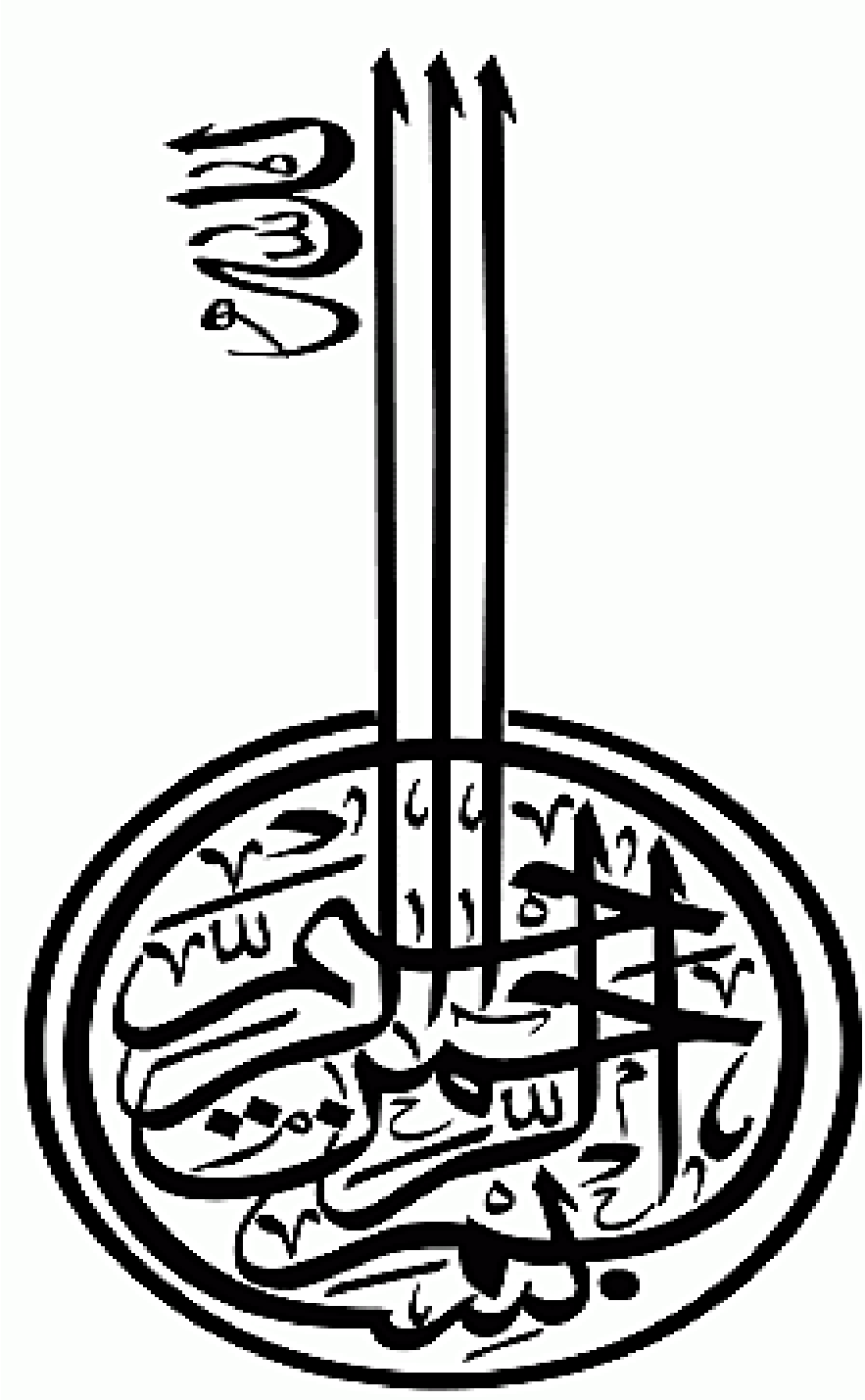
- ✓ نصري أيوب
- ✓ بورقعة طارق
- ✓ عطاالله السعيد

تحت اشراف الدكتور:

العقبي عبد العزيز

لجنـــــــة المنـــــــاقشـــة		
د/ ماني محمد	جامعة الشهيد حمه لخضر – الوادي	رئيسا
د/ جديد طارق	جامعة الشهيد حمه لخضر – الوادي	ممتحنا

الموسم الجامعي: 2020–2021



الاهداء

اهدي عملي الى النور الذي انار دربي

والسراج الذي لا ينطفئ نوره ابدا

والذي بذل جهد السنين من اجل ان اعتلي سلالم النجاح

والدي العزيز " رحمة الله عليه "

والى من اخص الله الجنة تحت قدميها وغمرتني بالحب والحنان

واشعرتني بالسعادة والامان هي حياتي وكل عمري

والدتي العزيزة.

نصري أيوب

rawpixel

الاهداء

أحمد الله مخرج النور بعد الظلام

أحمده ربي رزقني حسن المسير كلمات شكر وامتنان

لمن كانوا لنا مثل الشموع في الليالي المظلمات

أهدي تخرجي لوالدي العزيز الذي سار معي في كل درب وكل طريق لأصعد به الى طريق النجاح

فألف شكر وتحية شكرا أمي الحبيبة صاحبة البيت الدافئ والعين الساهرة والقلب الحنون

شكرا أخي الغالي يا من زرعت لدي روح المثابرة والاجتهاد

لأصل الى ما أصبو إليه.

بورقعة طارق

rawpixel

الاهداء

اهدي تخرجي الي من سهرت وتعبت

وبذلت الغالي والنفيس من اجلي وهي

والدتي العزيزة

حفظها الله والشكر الموصول الى اساتذتي

من مرحله الابتدائية الي مرحله التخرج وجميع اصدقائي

وكل شخص وقف الى جانبي وساعدني.

عطاالله السعيد

rawpixel

شكر و تقدير

نحمد الله عزو جل الذي وفقنا في إتمام هذا البحث العلمي، والذي ألهنا الصحة والعافية والعزيمة.

كل الشكر والتقدير لوالدينا الأعزاء الذين ضحوا كثيرًا من أجل النجاح.

نشكر السيد / **العقبي عبد العزيز** المشرف علينا ليس من باب المجاملة فحسب، بل على مشورته وإرشاداته الثمينة التي جعلت من الممكن تنفيذ هذا العمل.

كما نشكر أعضاء لجنة التحكيم على منحنا شرف قراءة أعمالنا وتزويدنا بمراجعاتهم المفيدة.

نتقدم بالشكر الجزيل إلى جميع أساتذتنا وزملائنا من قسم الهندسة.

ملخص

الهدف الأساسي من هذه الدراسة هو محاولة استغلال رمال الكثبان المتواجدة بكثرة والغير مثمن، والى دمجها في تركيبة الملاط، حيث قمنا بطحن رمال الكثبان بدقة عالية و لتكون في نفس نعومة الاسمنت او اكثر ، و جعلها اضافة معدنية، ثم باستخدام ثلاث تركيبات (10- 15 – 20 ٪) كبديل لوزن الاسمنت، و استخدمنا وسيلة الحفظ (ماء الحنفية) من اجل دراسة تأثير هاته الاضافة على المقاومة الميكانيكية .

اوضحت الدراسة ان دمج رمال الكثبان المسحوقة في منطقة وادي سوف له تأثير مفيد على القوة الميكانيكية، لقد وجدنا ان رمال الكثبان المسحوقة يمكن ان تكون بديلا جيدا كإضافة معدنية في صناعة الاسمنت .

الكلمات المفتاحية : كثبان الرملية المسحوقة ، اضافات معدنية ، ملاط ، قوة ميكانيكية .

Résumé

L'objectif principal de cette étude est d'essayer d'exploiter le sable dunaire abondant et non octogonal, et de l'incorporer dans la composition du mortier, où nous broyons le sable dunaire avec une grande précision et d'être de la même finesse que le ciment ou plus , et en faire un ajout minéral, puis en utilisant trois combinaisons (10-15). – 20%) comme alternative au poids de ciment, et nous avons utilisé la méthode de conservation (eau du robinet) afin d'étudier l'effet de cet ajout sur la résistance mécanique.

L'étude a montré que l'incorporation de sable de dunes concassé dans l'oued aura un effet bénéfique sur la résistance mécanique.Nous avons constaté que le sable de dunes concassé peut être une bonne alternative comme additif minéral dans l'industrie du ciment.

Mots clés : dunes de sable concassées, additifs minéraux, mortier, résistance mécanique.

Summary

The main objective of this study is to try to exploit the abundant and non-octagonal dune sand, and to incorporate it into the mortar composition, where we grind the dune sand with high precision and to be of the same fineness as the cement or more, and make it a mineral addition, then using three combinations (10-15). – 20%) as an alternative to the weight of cement, and we used the preservation method (tap water) in order to study the effect of this addition on the mechanical resistance.

The study showed that the incorporation of crushed dune sand in the Wadi will have a beneficial effect on the mechanical strength. We found that the crushed dune sand can be a good alternative as a mineral additive in the cement industry.

Key words: crushed sand dunes, mineral additives, mortar, mechanical strength

الفهـــــــــرس

الفهرس

المحتويات	الصفحة
الاهداء	
شكر وتقدير	
ملخص	
الفهارس	ب
المقدمة العامة	1
الفصل الأول: البحث المكتبي	
أولا: الاسمنت	03
1/- عموميات	03
2/- تعريف الاسمنت	03
3/- صناعة الاسمنت	03
3-1/الصناعة العالمية	03
3-2/الصناعة الوطنية	03
4/- الترميز	05
5/- تجارب على الإسمنت	06
5-1/- قياس نعومة الإسمنت	06
5-2/- تعيين زمن الشك الابتدائي للإسمنت	06
5-3/- تعيين زمن الشك النهائي للإسمنت	07
5-4/- اختبار مقاومة الإسمنت للشد	07
5-5/- اختبار مقاومة الإسمنت للضغط	07
6/- تصنيف الاسمنت حسب مقاومة الضغط	08
7/- خصائص الاسمنت	09

7-1/- خصائص الاسمنت	09
7-1-1/حجم الحبيبات	09
7-1-2/القوة	09
7-1-3/حرارة التفاعل	09
ثانيا: الملاط	10
1/- تعريف الملاط	10
2/- انواع الملاط	10
2-1/ملاط الاسمنت البورتلاندي	10
2-2/ملاط البوزولان	11
2-3/الملاط الاسمنتي البوليميري	11
2-4/الملاط المضاد للحرائق	11
3/- الاضافات المعدنية	11
3-1/- عموميات	11
3-2/- الإضافات	12
3-3/- أنواع الإضافات المعدنية المختلفة	12
3-4/- استخدام الإضافات في الجزائر	14
4/- الكثبان الرملية	15
4-1/- تعريف الكثبان الرملية	15
4-2/- أسباب استغلال الكثبان الرملية	15
4-3/- أشكال مختلفة من الكثبان الرملي	15
4-4/- الرمال الاصطناعية	16
4-5/- استخدامات الرمال الطبيعية أو الاصطناعية	17
الفصل الثاني: خصائص المواد المستخدمة والاختبارات المطبقة عليه	
1/- مقدمة	19

2/- خصائص المواد المستخدمة	19
3/- الاسمنت Le Ciment	19
4/- الكتلة الحجمية الظاهرية	20
5/- الكتلة الحجمية المطلقة :EN1097-7	20
6/- رمال البناء	21
7/- تجارب على الرمل	22
7-1/- المكافئ الرملي Equivalent de Sable(NF P18 598)	22
8/- الكتلة الحجمية المطلقة Masse Volumique absolue	24
9/- الكتلة الحجمية الظاهرية Masse Volumique(NF P94-064) apparente	25
10/- التحليل الحبيبي بالغربلة Analyse(NF P18-560) granulométrique	27
11/- معامل النعومة Module de finesse(NF P18-540)	27
12/- تجربة المحتوى الدقيق Teneur en fines (NF EN 933-1)	28
13/- نتائج الاختبار لعينة الرمل	28
14/- مسحوق الكثبان الرملية	29
15/- تركيبات الملاط : [NF IN 196-1]	30
15-1/- مكونات الملاط العادي	30
15-2/- التجارب التي تستعمل على الملاط	31
15-3/- تحضير خلطة الملاط	31
15-4/- الاختبارات التي تطبق على عينات الملاط	32
16/- التشغيلية: NF P 18-452	33
16-1/- تجربة التشغيلية [NBN EN 1015-3]	33
16-2/- وصف الجهاز	33

17/- حفظ العينات في الماء	34
18/- التجارب على عينات الملاط : [NF EN 196-1]	34
19/- تصنيف الخرسانة حسب سرعة الصوت	39
19-1/- تجربة معامل امتصاص الماء : [NBN EN 1015-10]	39
الفصل الثالث: النتائج و الاستنتاجات	
أولا: مقدمة	42
ثانيا: اختصارات	42
ثالثا: خصائص الملاط	42
3-1/- تجربة التشغيلية	42
3-2/- تحليل وتفسير النتائج	43
رابعا: الكتلة الحجمية للملاط	44
4-1/ تحليل نتائج الكتلة الحجمية:	45
4-2/- تجربة امتصاص الماء عن طريق الغمر الكلي(Aw):	45
4-3/- التحليل وتفسير النتائج	46
خامسا: نتائج الاختبارات الميكانيكيا	46
5-1/- مقاومة الانحناء	46
5-2/- تحليل نتائج مقاومة الانحناء	47
5-3/- تحليل النتائج	47
سادسا: مقاومة الضغط	49
6-1/- مناقشة نتائج مقاومة الضغط	49
6-2/- نتائج الموجات فوق الصوتي	49
6-3/- تحليل ومناقشة نتائج الموجات فوق الصوتية:	50
6-4/- الاستنتاج	50
الخاتمة العامة	52

قائمة المصادر و المراجع	55

فهرس الأشكال

	الصفحة
الفصل الأول: البحث المكتبي	
الشكل 01: رموز تدل على نوع المنتوج	05
الشكل 02 : قياس النعومة	06
الشكل 03 : جهاز فيكا	06
الشكل 04 : جهاز الشد لعينات الإسمنت	07
الشكل 05 : جهاز مقاومة الضغط	08
الشكل 06 : يوضح خلطة الملاط	10
الشكل07: يوضح الكثبان الرملية	16
الشكل 08 : رمال وادي سوف	16
الفصل الثاني: خصائص المواد المستخدمة والاختبارات المطبقة عليه	
الشكل 09 : كيس الإسمنت المستخدم	19
الشكل 10: الكتلة الحجمية المطلقة للإسمنت	21
الشكل 11: محجر جامعة (الرمال الصفراء)	22
الشكل12: موقع محاجر الرمال الوادي	22
الشكل 13: خطوات عمل تجربة المكافئ الرملي	25
الشكل 14: طريقة إجراء تجربة الكتلة الحجمية المطلقة	25
الشكل 15: صور خطوات تجربة الكتلة الحجمية المطلقة	25
الشكل 16: خطوات تجربة الكتلة الحجمية الظاهرية	26
الشكل 17: الكثبان الرملية التي جمعت بالقرب من سوق بيع الخض (اقمار)	29
الشكل 18: جمع الكثبان الرملية/ رمال الواد.	29
الشكل 19 : يوضح جهاز ديفال الصغير	29

الشكل 20: توضيح المرحلة التحضيرية لرمال الكثبان الرملية المسحوقة	**30**
الشكل 21: تحضير خلطة الملاط	**32**
الشكل **22:** طـــــــــاولة الاهتزاز	**33**
الشكل 23: بعد الإزالة وضع العينات وحفظها في المياه	**34**
الشكل 24 : يوضح جهاز التحطيم بالانحناء	**35**
الشكل 25: جهاز التحطيم الخاصة تجربة الانحناء وطريقة وضع العينة	**35**
الشكل 26 : يوضح آلية التحطيم بالضغط	**36**
الشكل27 : آلة التحطيم الخاصة بتجربة الضغط	**37**
الشكل 28 : قياس الموجات فوق الصوتية	**38**
الشكل29 : جهاز قياس الموجات فوق الصوتية	**38**
الفصل الثالث: النتائج و الاستنتاجات	
الشكل 30: يوضح تغيرات نسبة التشغيلية للملاط	**43**
الشكل 31: التغير في الكتلة الحجمية حسب التركيبة صياغة الملاط	**44**
الشكل32: نتائج مقاومة الانحناء، حسب تركيبات ملاط	**47**
الشكل 33: نتائج مقاومة الضغط حسب تركيبات الملاط	**48**

فهرس الجداول

	الصفحة
الفصل الأول: الجانب النظري	
الجدول 1 : تصنيف الاسمنت حسب مقاومة الانضغاط	**8**
الجدول 2: يمثل تصنيف الإضافات حسب الاستجابة.	**12**
الجدول 3 : يمثل التركيبات الكيميائية لخبث الافران	**14**
الجدول 04 : يمثل استخدام الاضافات في الجزائر	**15**
الفصل الثاني: خصائص المواد المستخدمة والاختبارات المطبقة عليه	
الجدول 05:النتائج الاختبارات	**28**
الجدول 06 : يوضح الكميات المطلوبة في تحضير عينات الاختبار	**32**

الجدول 70 : تصنيف الملاط حسب طاولة الاهتزاز	**34**
الجدول08 : تصنيف الخرسانة حسب سرعة الصوت	**39**
الفصل الثالث: النتائج و الاستنتاجات	
الجدول 09: يوضح تشغيلية و نوع التركيبات المختلفة للملاط	**42**
الجدول 10: يوضح نتائج تطور الكتلة الحجمية للملاط وفقا لتركيبات مختلفة خلال 28 يوم	**44**
الجدول 11: انخفاض الكتلة الحجمية (٪)، من المشبعة إلى الجافة	**45**
الجدول 12: نتائج امتصاص الماء حسب تركيبات الملاط	**46**
الجدول 13 : نتائج مقاومة الانحناء حسب تركيبات مختلفة.	**46**
الجدول 14: يوضح لنتائج مقاومة الضغط لمختلف التركيبات	**48**
الجدول15: يوضح النتائج بالموجات فوق الصوتية.	**49**

المقدمة العامة

المقدمة العامة:

إن استغلال الإضافات المعدنية، سواء في إنتاج الإسمنت البورتلاندي، أو كإضافات خلال مرحلة البناء ، يزيد في نسبة تغطية سوق الإسمنت الوطني، ومن ناحية أخرى مكن اقتصاديًا من خفض تكلفة الصناعة، فإن دمج الإضافات في عملية تصنيع الإسمنت يسمح بتخفيض السعر بشكل كبير، وهو عامل مهم للغاية في سوق الإسمنت. أن استخدام الإضافات مثل الإضافات المعدنية له فائدة كبيرة لهذا السبب الاقتصادي.

من ناحية أخرى، فإن نتائج دمج الإضافات بنسب مئوية متعددة، اوضحت زيادة في المقاومة الكيميائية للإسمنت و تساهم في تحسين الأداء الميكانيكي والكيميائي للخرسانة والملاط.

تقدم الإضافات المعدنية مثل رمل الكثبان حلاً جيدًا لتحقيق هذا الهدف.

✓ **الهدف من العمل :**

الهدف من عملنا هو دراسة تجريبية لتأثيرات الإضافات المعدنية

بتركيبات متغيرة على الخصائص الميكانيكية للملاط .

- و قد قسمنا عملنا هذا الى ثلاث فصول و استنتاج عام :

✓ **الفصل الاول :** مخصص في البحث المكتبي و الذي يتضمن على الاسمنت بشكل عام ، و بشكل استثنائي عن الملاط و الاضافات و دورها في تركيبة الملاط .

✓ **الفصل الثاني :** عرض التجارب عن المواد المستخدمة في تركيب الملاط و كذلك طرق اجراء الاختبارات و الخصائص الفيزيائية و الميكانيكية لهذه المواد.

✓ **الفصل الثالث :** يحتوي على نتائج الاختبارات المجرات على التركيبات المختلفة للملاط ، و كذلك تحليل و تفسير النتائج .

✓ **الاستنتاج العام :** و ينتهي هذا العمل بخاتمة عامة لجميع الاعمال المطبقة .

الفصل الأول:

البحث المكتبي

أولا: الاسمنت

1/- عموميات :

أهم استخدام للاسمنت هو الملاط و الخرسانة حيث يربط المواد الاصطناعية او الطبيعية لتشكيل مواد بناء قوية مقاومة لتأثيرات البيئية العادية .يجب عدم الخلط بين الخرسانة و الاسمنت، فالإسمنت يشير الى المسحوق الجاف المستخدم في ربط المواد الكلية للخرسانة . [1]

2/- تعريف الاسمنت :

الإسمنت هو تلك المادة الرابطة المعدنية الناعمة على هيئة مسحوق لونه رمادي أو رمادي مائل الى الخضرة مصدره الصخور له خواص تماسكيه و تلاصقيه بتفاعله مع الماء يجعله قادرا على ربط مكونات الخرسانة بعضها ببعض وتماسكها سواء كان في الهواء أو تحت الماء إذا فالإسمنت مادة أساسية في عملية البناء عند خلطه بالماء والرمل والحصى يشكل لنا ما يسمى بالخرسانة التي تعتبر واحدة من مواد البناء الأكثر استخداما في كافة أنحاء العالم. [1]

3/- صناعة الاسمنت:

إن الإسمنت المستخدم حاليا هو الإسمنت البورتلاندي بصوره المتعددة لذلك يجب معرفة طرق صناعته وإنتاجه والتعرف على المواد الخام المستخدمة في إنتاجـــــــــــه والمحتوية على الكالسيوم والسيليكا بنسب معينة نظرا لأن سيليكات الكالسيوم هي المكون الأساسي للإسمنت البورتلاندي لذلك فإن المواد الخام المستخدمة في إنتاج الإسمنت والغنية بالكالسيوم هي الحجر الجيري بنسبة 80 % أما الطين نسبته 20 % فهو المصدر الرئيسي للسيليكا المطلوبة في صناعة الإسمنت واللازمة لإنتاج سيليكات الكالسيوم ويحتوي الطين أيضا على بعص أكاسيد الحديد(Fe_2O_3) وأكسيد الألومنيوم (Al_2O_3)

والقلويات والتي تساعد على تكون سيليكات الكالسيوم عند درجات حرارة منخفضة نسبيا ولأنه يلزم دقة في تجانس المواد الخام في الخليط المطلوب لإنتاج الإسمنت قبل معالجتها الحرارية، ولدقة تكوين المركبات المطلوبة في كلنكر الاسمنت يتم تحديد النسب المطلوبة عن طريق التحاليل الكيميائية للمواد لمعرفة عناصر مركبها الكيميائي للوصول إلى المنتج المطلوب من الإسمنت، يتم ذلك بالخطوات الآتية التي تلخص طريقة تصنيع الإسمنت البورتلاندي . [1]

3-1/الصناعة العالمية :

تنمو صناعة الإسمنت العالمية من حيث الإنتاج وحجم الاستهلاك. ومن المتوقع أن يصل حجم الاستهلاك العالمي للإسمنت إلى 4.42 مليار طن في عام 2021، لينمو بمعدل نمو سنوي مركب يبلغ 2.96٪، على مدى الفترة2018–2021. الزيادة السريعة في نشاط البناء تحفز بشكل كبير الطلب على الإسمنت. يتزايد الطلب في السوق على أسمنت صناعة الهندسة المدنية، بسبب زيادة الاستثمار الحكومي في قطاعي الإسكان والأشغال العامة. وهذا يسمح لمصنعي الإسمنت بإنتاج الإسمنت على نطاق واسع وبالتالي زيادة حجم الاستهلاك.

أكبر سوق إقليمية هي الصين، سواء في الإنتاج أو الاستهلاك، وذلك بسبب النمو السريع لقطاع البناء، وبالإضافة إلى ذلك، من المتوقع أيضا أن تنمو آسيا الناشئة (بما في ذلك الهند وإندونيسيا) والشرق الأوسط وأفريقيا(بما في ذلك الجزائر) نموا كبيرا خلال السنوات القليلة القادمة. [1]

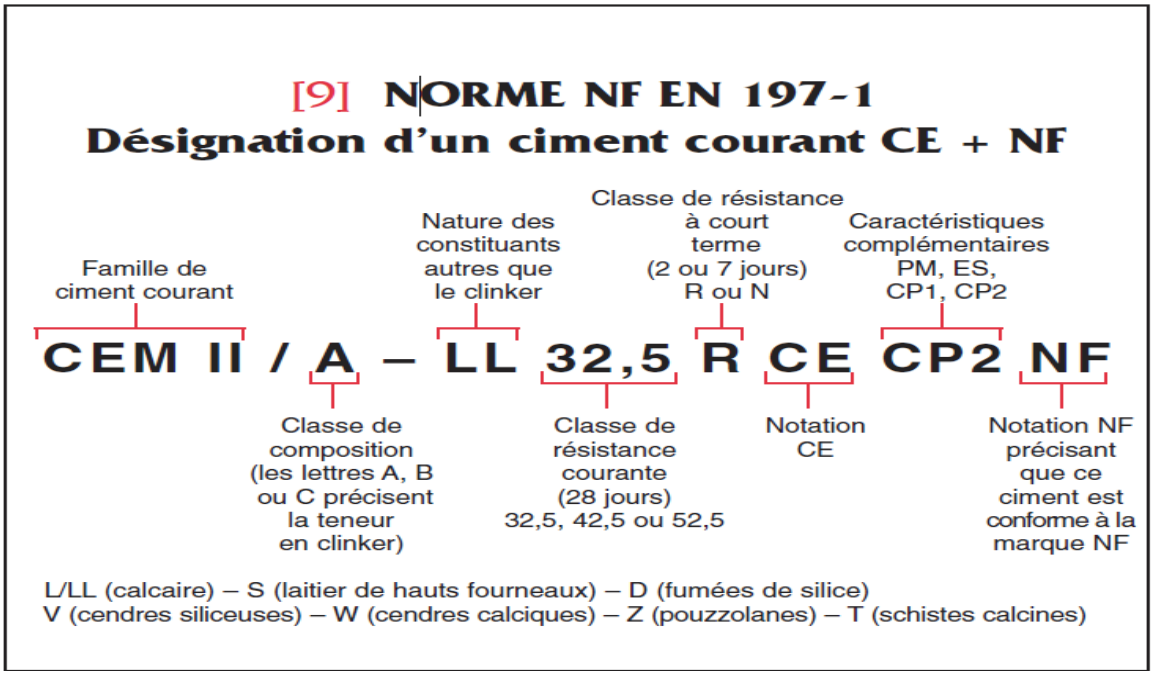
3-2/الصناعة الوطنية :

في الجزائر، أنتجت مصانع الإسمنت العامة والخاصة حوالي 25 مليون طن من الاسمنت في عام 2017، وفقا للإحصاءات الاقتصادية الأخيرة التي نشرتها وزارة الصناعة والمناجم. وقد زاد هذا الإنتاج من 20 مليون طن إلى 25 مليون طن في 2015

و 2017 بفضل استلام العديد من مشاريع الإرشاد أو مصانع الإسمنت الجديدة [2] وبحلول عام 2020، من المتوقع أن ترتفع الطاقة الإنتاجية للبلاد إلى 40.6 مليون طن مع 20 مليون طن للهيئة، و11.1 مليون طن لشركة لافارج هولسيم الجزائر، بالإضافة إلى 9.5 مليون طن للمشغلين من القطاع الخاص. وسيكون هناك فائض قدره 1 مليون طن في السنة من الإسمنت بحلول عام 2020. وتتوخى المرحلة الأولى تصدير 50 ألف طن من الإسمنت الجزائري في الربع الأول من عام 2018 إلى دول غرب أفريقيا، و45 ألف طن إلى أوروبا. [2]

4/- الترميز :

والمقصود بالترميز هي تلك التسميات الموجودة على أكياس الاسمنت لمختلف الشركات الوطنية والعالمية. وكذلك رموز تدل على نوع المنتوج وتصنيفه ونسبه محتوياته ودرجة مقاومته ... إلخ..



الشكل 01: رموز تدل على نوع المنتوج

5/- تجارب على الإسمنت :

يعتبر الاسمنت من أهم عناصر الخلطة الخرسانية له خاصية التفاعل مع الماء.

سنقوم بعرض بعض التجارب على الإسمنت:

5-1/- قياس نعومة الإسمنت :

ان الهدف من التجربة هو قياس معامل النعومة بجهاز بلاين . [3]

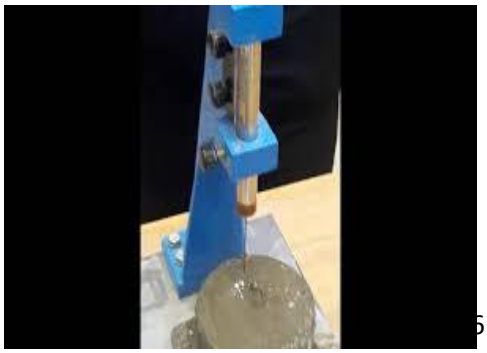
جهاز بلاين بطريقة تقليدية

جهاز بلاين بطريقة آلية

الشكل 02 : قياس النعومة

5-2/- تعيين زمن الشك الابتدائي للإسمنت :

في هذه التجربة نقول بقياس زمن الشك الابتدائي للإسمنت عن طريق جهاز فيكا، وهو الزمن الذي يبدا فيه الاسمنت بالتصلب، و هذا الزمن مقدر ب 45 دقيقة . [3]



الشكل 03 : جهاز فيكا

5-3/- تعيين زمن الشك النهائي للإسمنت :

وهي الفترة التي تمر بين لحظة إضافة الماء إلى الإسمنت الجاف واللحظة التي تترك الابرة أثرا بعجينة الإسمنت بينما لا يظهر الأثر الدائري للجزء المثبت حول الإبرة.

5-4/- اختبار مقاومة الإسمنت للشد :

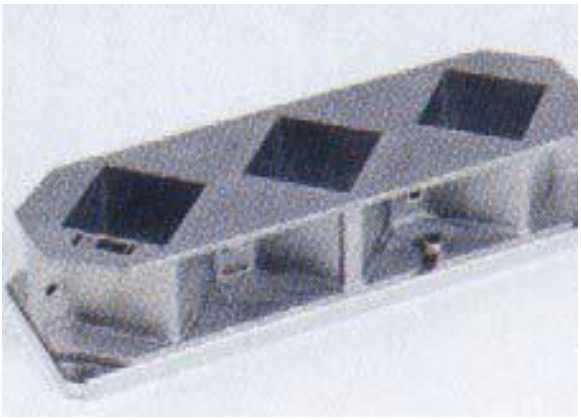
إن الغرض من هذا الاختبار تعيين مقاومة الشد للإسمنت وذلك بوضع العينة في الجهاز لقياس مقاومة الشد، ويجرى هذا الاختبار للمقارنة بين أنواع الإسمنت المختلفة بحيث كلما كانت مقاومة الشد أكبر كلما كان الاسمنت اكثر جودة. [3]

الشكل 04 : جهاز الشد لعينات الإسمنت

5-5/- اختبار مقاومة الإسمنت للضغط :

إن الغرض من هذا الاختبار تعيين مقاومة الاسمنتية للضغط والتي تعتبر أهم الخصائص الإسمنت وذلك بتعريض عينة من مونة لقوى الضغط بجهاز الضغط، و كذألك يتم تحديد مقاومة الإسمنت للضغط للمقارنة بين أنواع الإسمنت المختلفة لتحديد مدى جودتها ومطابقتها للمواصفات [3]

جهاز الضغط لعينات الإسمنت



قوالب عينات المونة (40 ×40×40 ملم)

الشكل 05 : جهاز مقاومة الضغط

6/- تصنيف الاسمنت حسب مقاومة الضغط :

اعتمدا هذا التصنيف على المعيار **EN 196-1**

Classe	Résistance à la compression (MPa) EN 196-1				Retrait à 28 jours	Début de prise	Stabilité
	au jeune âge		à 28 jours		P 15-433	EN 196-3	EN 196-3
	2 jours	7 jours	mini.	maxi.	(µm/m)	(min)	(min)
32,5		(17,5)	/32,5 (30)	≤52,5	≤800	/90	≤10
32,5 R	/13,5 (12)	/ ≤	/32,5 (30)	≤52,5	≤1 000	/90	≤10
42,5	/12,5 (10)		/42,5 (40)	≤62,5	≤1 000	/60	≤10
42,5 R	/20 (18)		/42,5 (40)	≤62,5	≤1 000	/60	≤10
52,5	/20 (18)		/52,5 (50)			/60	≤10
52,5 R	/30 (28)		/52,5 (50)			/60	≤10

الجدول 1 : تصنيف الاسمنت حسب مقاومة الانضغاط [3]

7/- خصائص الاسمنت:

7-1/- خصائص الاسمنت : هنالك خصائص فيزيائية وكيميائية للإسمنت، واعتماداً عليها يتم تحديد ما إذا كان جيداً لاستعماله في الخلطات الإسمنتية أولا ومنها:

7-1-1/- <u>حجم الحبيبات :</u>

يعدّ حجم حبيبات الإسمنت ودرجة نعومته أساسياً للعجينة الإسمنتية، فكلما كانت أصغر وأنعم، توفر مساحةً أكبر لتفاعلها مع الماء وبالتالي زيادة كمية التفاعلات والحصول على قوةٍ أكبر، وبالإمكان ملاحظتها خلال أول أسبوعٍ في عمر العجينة الإسمنتية، بحيث أن الكتلة الحجمية الضاهرية للإسمنت حوالي 800 إلى 1300 كغ/م^3 وكذلك الكتلة الحجمية المطلقة للإسمنت حوالي 2900 إلى 3150 كغ/م3 على حسب نوع الاسمنت. [4]

7-1-2/- <u>القـــــــــوة :</u>

يتم النظر في قوة تحمّل الإسمنت للشد والضغط عبر القيام بعدة اختبارات، وبناء عليها يتم معرفة مراعاة الإسمنت لشروط ومواصفات . [4]

7-1-3/- <u>حـــرارة التفاعل:</u>

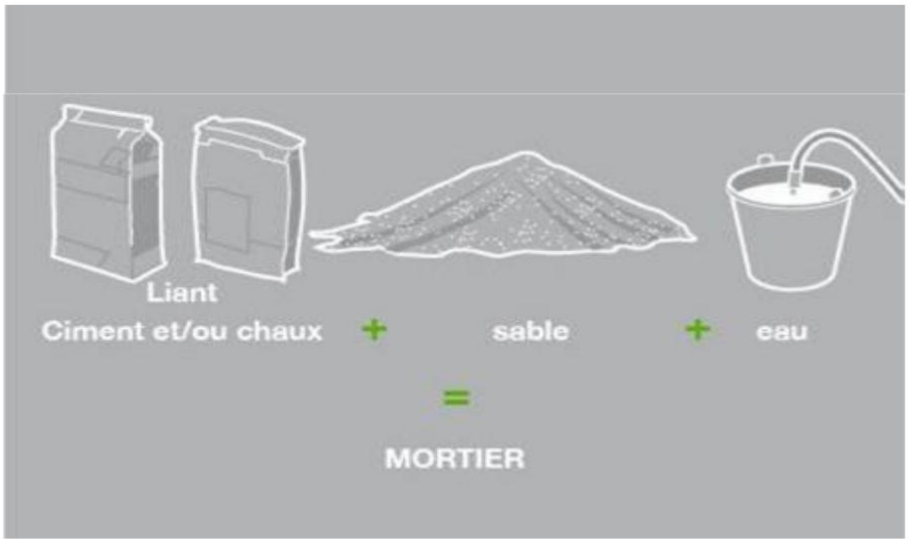
تعرف بأنّها الحرارة المتولدة نتيجة التفاعل بين الماء والإسمنت، وتؤثر عليها نسبة وجود مركبات C3A وC3S، كما تتأثر بكمية الماء، وحجم الحبيبات ودرجة حرارة المحيط أثناء التفاعل. [4]

ثانيا: الملاط

إن متانة أي مبني وقوة تحمله للعوامل الجوية تتوقف على عدة عوامل منها نوع المونة المستعملة ، لذا يجب اختبار نوع المونة بحيث تتناسب معه قوة المواد المستعملة في البناء ، فمثلا إذا استعملت مونة ضعيفة في إنشاء مبني مكون من طوب جيد له قوة تحمل فإن المبني يكون عرضه للتصدع ولا يعمر طويلا .

1/- تعريف الملاط :

الملاط هو مادة بناء تستخدم لربط الطوب أو الحجر ولملء الفراغات بينها. وهو بصورة عامة يصنع على شكل عجينة تصبح صلبة حين تجف . [5]



الشكل 06 : يوضح خلطة الملاط

2/- انواع الملاط : للملاط عدة أنواع منها :

2-1/ ملاط الاسمنت البورتلاندي: ملاط الاسمنت البورتلاندي كثيرا ما يُعرف اختصارا بـــ الملاط الاسمنتي (مؤلف من خليط من الاسمنت البورتالندي العادي (CPA)، و الرمل مع الماء). [5]

2-2/الملاط البوزولان : البوزولان هي مادة جيدة، رماد بركاني رملي، اكتشفت أصال وحُفرت في إيطاليا في بوتسوولي حول جبل فيزوف، وفي عدد من المواقع اخرى تحدث المعماري الروماني القديم فيتروفيو عن أربع أنواع من البوزولان، وهي وُجدت في جميع المناطق البركانية في إيطاليا وبمختلف الالوان : الاسود و الابيض والرمادي والحمر [5]، وعندما يُطحن جيدا ويُخلط مع الجير فإنه يصبح كالسمنت البورتالندي ويصنع ملاط قوي يستطيع أيضا أن يتجمد تحت الماء. [5]

2-3/الملاط الاسمنتي البوليمري : هو المادة المصنوعة عن طريق استبدال جزئي لروابط هيدرات الاسمنت من المونة الاسمنتية التقليدية مع البوليمرات، تشمل الخلطات البوليمرية اللثى أو المستحلبات، إعادة تشتيت مسحوق البوليمر، إذابة البوليمرات، الراتنجات السائلة والمونومرات إن نفوذيتها منخفضة، كما أنها تقلل من حدوث تكسير الانكماش الجاف، والمصممة أساسا لصالح الهياكل الخرسانية [5].

2-4/الملاط المضاد للحرائق : هو ملاط يستخدم عادة لمعظم الفتحات الكبيرة في الجدران والرضيات التي تتطلب أن تكون مقاومِة للحرائق، وهو عنصر الحماية السلبية من الحرائق، الملاط المضاد للحرائق يختلف في الصيغة والخصائص عن معظم المواد الاسمنتية الاخرى و يمكن أن يكون بديلًا للملاط العادي من دون انتهاك قائمة و مستحسنات الاستخدام والامتثال . [5]

3/- الاضافات المعدنية:

3-1/- عموميات: تضيف المحسنات أو المواد المساعدة لمسة فيزيائية واقتصادية معتبرة على الملاط أو الخرسانة مثل التحسين في التشغيلية واستخدام الملاط أو الخرسانة في ظل

ظروف صعبة ، كما أنها تسمح باستعمال أنواع أخرى من المواد في الملاط أو الخرسانة [6] .

3-2/- الإضافات : يمكن أن تكون الإضافات طبيعية أو اصطناعية، قد تتفاعل الإضافات الخاملة أو النشطة كمادة هيدروليكية أو كامنة وهي مقسمة وفقا لاستجابتها كما هو مبين في الجدول أدناه [6]

Type	Réactivité	Matériau
Hydraulique	Fortement réactif	Ciments spéciaux-chaux hydraulique
Hydraulique Latent		Laitier granule-cendres volantes riche en calcium (calciques)
Pouzzolanique	Fortement réactif	Fumée de silice
	Moyennement Réactif	Cendres volantes pauvre en calcium,pouzzolanes naturelles (verrevolcanique, tufs volcanique, trasse phonolithe, terres a diatomées
	Faiblement réactif	Scories cristallines
Inerte	Non réactif	Fillers (farine calcaire,…) fibres, pigmentscolorants, matières expansives,dispersions synthétique

الجدول 2: يمثل تصنيف الإضافات حسب الاستجابة. [6]

3-3/- أنواع الإضافات المعدنية المختلفة :

أ/- **البوزولان:** وتستخدم لإنتاج الإسمنت المركب، و هي المواد البوزولانية الطبيعية أو الاصطناعية الغنية بالسيليكا و الالومينا و القادرة على التفاعل مع الجير في وجود الماء . [7]

ب/- **تأثير البوزولان** : يعطي للخرسانة الخصائص التالية:

- ✓ **في الحالة الطازجة** :تحسين قابلية العمل، واللدونة، واحتباس الماء والتجانس الجيد، وهذا التأثير يؤدي إلى انخفاض كبير في التكسير.

- ✓ **في الحالة المتصلبة:**

- تحسين التماسك الداخلي، فضلا عن زيادة في ضغط عجينة الاسمنت. وينتج عن الانخفاض الناتج في المسامية وزيادة المقاومة النهائية مع انخفاض طفيف في الانكماش والزحف [7]

- تحسين المقاومة للكبريتات وأنواع أخرى من العدوان الكيميائي.

- حماية من التآكل.

- انخفاض عام في محتوى هيدروكسيد الكالسيوم في الخرسانة، وغالبا ما تحتوي المياه الطبيعية على ثاني أكسيد الكربون الحر.

- يهاجم هيدروكسيد الكالسيوم الموجود في عجينة الإسمنت عن طريق تشحيمه. والنتيجة هي زيادة في المسامية وبالتالي انخفاض عام في المقاومة.

ب/- خبث الافران:

المنتج الفرعي لتصنيع الحديد و تبريده فجأة عن طريق رش المياه، هو مادة هيدروليكية عند تفعيلها. يحتوي تكوينها الكيميائي على أكسيد الكالسيوم بنسب تتراوح بين 40٪ إلى

50٪، والسيليكا بين 25 و 35٪، الألومينا بين هذه العناصر هي نفسها تقريبا مثل الكلنكر. [8]

ج/- التركيب الكيميائي لخبث الافران :

OXYDES	Laitier français	Laitier nord U S A	Laitier algérien
S_iO_2	(29-36)%	(33-42)%	(38-42)%
AI_2O_3	(13-19)%	(10-16)%	(8-12)%
CaO	(40-43)%	(36-45)%	(48-52)%
Fe_2O_3	(4)%	(0.3-20)%	(2.0)%
MgO	(6)%	(3-12)%	(4.7)%
S	(1.5)%	(7-17)%	(0.15)%

الجدول 3 : يمثل التركيبات الكيميائية لخبث الافران [9]

3-4/- استخدام الإضافات في الجزائر:

إن صناعة الإسمنت ذات أهمية قصوى بالنسبة للجزائر كجميع البلدان النامية. لكن من بين الطرق الفعالة لزيادة إنتاج الإسمنت استخدام إضافات رخيصة للغاية ومتاحة بكميات كبيرة في الجزائر، مثل الحجر الجيري والبوزولين الطبيعي، يعطي الجدول فكرة عن الإضافات المستخدمة في مصانع الإسمنت الجزائرية. [10]

Entreprise	Cimenterie	Ajouts Utilisés
	Ain Touta	Pouzzolane
	Ain El Kebira	

ERCE	Hamma Bouziane	
	H'djar Essaoud	Laitier
	Tebessa	
ERCC	Meftah	pouzzolane/ Calcaire
	Raiss Hamidou	Poussière
	Sour EL Ghozlane	Calcaire/Tuf
ECDE	Chlef	Calcaire
ERCO	Beni Saf	Pouzzolane
	Zahana	
	Saida	

الجدول 04 : يمثل استخدام الاضافات في الجزائر

4/- الكثبان الرملية :

4-1/- تعريف الكثبان الرملية :

تعتبر رمال الكثبان من أكثر الانواع تواجدا خاصة في منطقتنا الصحراوية و المعروفة بالعرق الشرقي و يشمل جزء كبير من الجزائر و ليبيا ، و هي عبارة علي صخور رملية بيضاء نقية تحتوي علي نسبة عالية من السيليكا و تتميز بكونها متماثلة و متجـــانسة من حيث الشكل و يتراوح حجم حبيباتها من 08 ميكرون إلي غاية 168 ميكرون حيث تعتبر هذه الميزة غير مرغوب فيها لهذا النوع في الخلطة الخرسانية و هذا بسبب مجاله الحبيبي المحدود جدا . [11]

4-2/- أسباب استغلال الكثبان الرملية :

إن رمال الكثبان هي مادة متوفرة بشكل كبير في الجزائر. هذه المادة غير مستغلة تقريبا، على الرغم من خصائصها الجيدة . إن إدخال هذه المواد الجديدة في البناء، يمكن

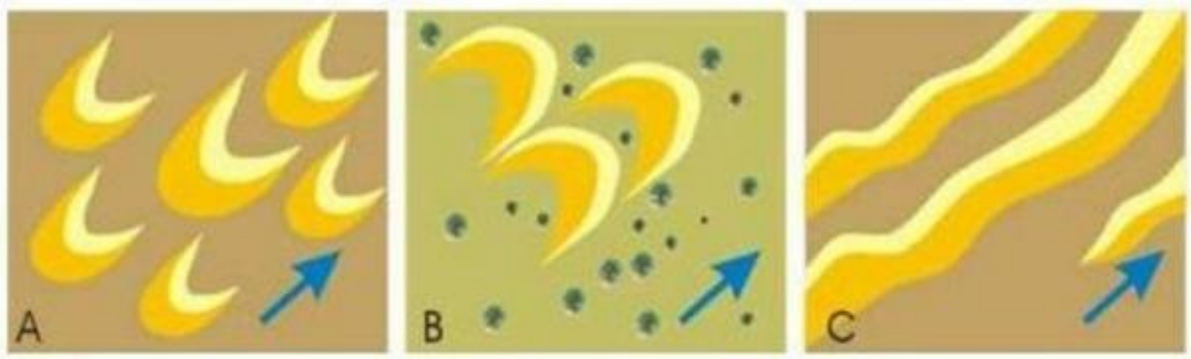
أن يخفف من المساحة، و يساهم في تنمية مناطق جنوب الجزائر الغنية جدا برمال الكثبان الرملية. [11]

4-3/- أشكال مختلفة من الكثبان الرملية:

الكثبان الرملية تأتي في شكلين : [12]

أ/- **البركهان** :

هو كثيب على شكل هلال، ملتصق بالريح. وهي تولد حيث إمدادات الرمال منخفضة وتحت الرياح في اتجاه واحد



الشكل07: يوضح الكثبان الرملية

ب/- **الكثبان المكافئة** :

هي كثيب ديسيمتري على شكل حدوة حصان ،وليست متنقلة .

الشكل 08 : رمال وادي سوف

4-4/- الرمال الاصطناعية :

هي رمال ناتجة عن طحن و سحق كتل الخبث المنصهر في أفران صناعة الفولاذ، كذلك الخبث المحبب الخاضع للتبريد السريع في صناعة الفولاذ و لقد أجريت العديد من الدراسات الحديثة و التجارب على خرسانة الرمل المركبة من هذا النوع من الرمـــال وبينت هذه الاخيرة بأن لها خصائص ميكانيكية مماثلة لخرسانة الرمل المركبة بالرمل الطبيعي . [13]

4-5/- استخدامات الرمال الطبيعية أو الاصطناعية :

تستخدم الرمال الطبيعية والاصطناعية في صناعات البناء والتشييد وتعتبر مكون أساسي للملاط والخرسانة ، حيث أن الرمال تقوم بالزيادة من قابلية تشغيل الملاط أو الخرسانة بجعلها أكثر كثافة، ولكن يجب اتخاذ تدابير خاصة للرمال الاصطناعية من الخبث، والتي يمكن أن تغير الروابط. [14]

الفصل الثاني:

خصائص المواد المستخدمة

والطرق التجريبية

1/- مقدمة:

الهدف الرئيسي من هذا الفصل هو الكشف عن خصائص المواد الداخلة في تركيبة الملاط (رمل ،اسمنت، ماء)، مع اختلاف النسب في الكميات اثناء الخلط.

بالإضافة الى ذلك نقوم بشرح الاختبارات التجريبية المجرات عن هذه المواد التي يجب اتباعها للوصول الى غايتنا .

2/- خصائص المواد المستخدمة :

إن توصيف المواد المستخدمة عملية أساسية قبل كل شيء ؛ وتتعلق هذه الخطوة بجميع مكونات الملاط التي تشكل جزءا من دراستنا التجريبية :

أسمنت CEM I 42.5 R ، رمال البناء ، رمال الكثبان الرملية المسحوقة ، ماء الحنفية .

3/- الاسمنت Le Ciment :

الاسمنت هو رابط هيدروليكي بشكل مسحوق معدني ناعم جاف رمادي اللون يتصلب فيمتلك بذلك خواصا تماسكيه وتلاصقيه بالتميه أي بوجود الماء، مكونا بذلك عجينة تتصلب تدريجيا في الهواء وحتى في الماء .

الاسمنت المستخدم في هذا العمل هو " اسمنت البسكرية " حيث قمنا باستعمال :

- **اسمنت بورتلاند CEM I 42.5R**

الشكل 09 : كيس الإسمنت المستخدم

4/- الكتلة الحجمية الظاهرية :

أ/- المواد المستخدمة:

- ✓ اناء بحجم معروف v.
- ✓ الاسمنت.
- ✓ ميزان.

ب/- خطوات التجربة :

- ✓ وضع الاناء بحجم معروف v على الميزان
- ✓ صب كمية كافية من الاسمنت في الاناء باستخدام ملعقة.
- ✓ نقوم بوزن الاسمنت و الاناء

ج/- التعبير عن النتائج:

الكتلة الحجمية الظاهرية في (g/cm^3)، تعطى من الصيغة: $\rho_{app} = M/V$

5/- الكتلة الحجمية المطلقة :EN1097-7

أ/- الاجهزة:

- ✓ ميزان دقيق

ب/- المواد المستخدمة :

- ✓ اسمنت
- ✓ اناء + ماء
- ✓ ميزان دقيق

الشكل 10: الكتلة الحجمية المطلقة للإسمنت

ج/- خطوات التجربة :

- ✓ نأخذ عينة من الاسمنت و نزنه
- ✓ نسكب العينة في اناء مدرج يحتوي على كمية من الماء حجمها V_0
- ✓ نقرا الحجم الجديد V_1
- ✓ نحسب حجم العينة V=V1-V0

د/- التعبير عن النتائج:

- يتم إعطاء الكتلة الحجمية المطلقة من الصيغة:$P_{abs}=M2/vL$

6/- رمال البناء:

في المرحلة الثانية بدأنا عملنا على رمال البناء في منطقتنا (وادي سوف) و استعملنا في دراستنا رمل جامعة (الرمال الصفراء).

الشكل 11: محجر جامعة (الرمال الصفراء)

✓ **موقع محاجر الرمل:**

الشكل12: موقع محاجر الرمال الوادي

7/- تجارب على الرمل :

7-1/- المكافئ الرملي Equivalent de Sable(NF P18 598) :

وضعت تجربة قياس المكافئ الرملي موضع التنفيذ في الولايات المتحدة الامريكية عام 1052 من قال العالم "هفيم" لدراسة خواص التربة وهي تجربة مستعملة بكثرة وتهدف إلى تعين نسبة الشوائب للمواد العضوية والطينية والعناصر الناعمة جدا الموجودة مع الرمل . [15]

تنفصل العناصر العضوية والناعمة جدا عن الرمل وتطفو على سطح السائل المستعمل في غسل الرمل ولحساب قيمة المكافئ الرملي نقيس نسبة على المجموع الكلي للمواد هما في الشوائب لنحصل على نسبة مئوية فعلية لكمية الرمل النظيف.

$$ES= H2/H1 * 100$$

أ/- الادوات المستعملة :

- ✓ اسطوانات بلاستيكية
- ✓ قضيب معدني
- ✓ مجموعة سيفون
- ✓ حاوية معدنية
- ✓ قمع
- ✓ مؤقت
- ✓ هزاز ميكانيكي

ب/- خطوات العمل : نمرر عينة من الرمل على المنخل رقم 5 mm ونقسمها إلى ثلاث كميات في كل كمية 120غ في علب معدنية، بعد تجفيفها في فرن التجفيف هدرجة حرارة 112° حتى الوصول إلى الوزن الثابت.

نملئ الاسطوانات الثلاثة والتي تكون شفافة مدرجة وقطرها الداخلي 3.2 cm وارتفاعها 43 cm بمحلول كلوريد الكالسيوم حتى الارتفاع، 10 cm نسكب عينة الرمل المجازة من علبة القياس باستخدام القمع ثم يدق أسفل الاسطوانة على الطاولة برفق عدة مرات لإخراج الفقاعات الهوائية. [15]

تترك الاسطوانة لمدة 10دقائق (ينقع الرمل) ثم يغلق الانبوب بسدادة، بعد انتهاء المدة يوضع على هزاز ميكانيكي ونرجها 90 دورة خلال 30 ثانية، بعد الانتهاء ندخل أنبوبة نحاسية يمر عبرها المحلول السابق ونغسل جوانب الانبوب وصولا إلى القاع مع

إمالة الانبوب وتدويره وترفع عندما يصل ارتفاع المحتوى إلى 38cm ثم يترك الخليط 20دقيقة (يترسب) كما هو موضح في الشكل:

في بداية الرج

بعد 20 د من الراحة

التحريض على أنبوب الاختبار في 90°

الشكل 13: خطوات عمل تجربة المكافئ الرملي

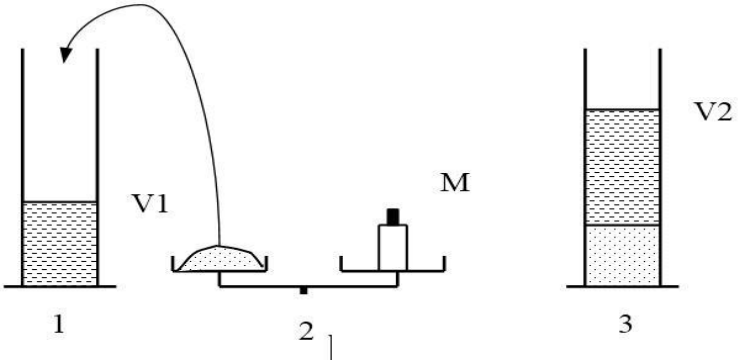
بعد مرور مدة الترسيب نقرأ ونسجل المنسوب الاعلى للمزيج الغضاري وتعتبر قراءة الغضار أو الطين أما قراءة الرمل فندخل القضيب المعدني والذي في نهايته السفلى مخروط ارتكاز للاستناد على طبقة الرمل وفي نهايته العليا اسطوانة ذات وزن معياري و بينهما حلقة قياس ونسجل النتائج بأخذ القيمة المتوسطة .

8/- الكتلة الحجمية المطلقة Masse Volumique absolue :

هي الكتلة في وحدة الحجم للمادة بدون الفراغات الموجودة بين الحبيبات .

أ/- طريقة إجراء التجربة :

- ✓ ملئ الاسطوانة المتدرجة بحجم V1 من الماء (كما هو موضح في الشكل)
- ✓ وزن كتلة من الركام M ثم إدخالها في أنبوب الاختبار، مع إزالة فقاعات الهواء بضرب أنبوب الاختبار برفق على راحة اليد.
- ✓ قراءة على أنبوب الاختبار الحجم الجديد الذي تم الحصو عليه V2 ويجب أن تؤخذ قراءات الحجم في الجزء السفلي من هلالة الماء.



الشكل 14: طريقة إجراء تجربة الكتلة الحجمية المطلقة

الشكل 15: صور خطوات تجربة الكتلة الحجمية المطلقة

9/- الكتلة الحجمية الظاهرية Masse Volumique apparente(NF P94-064) :

هو وزن كتلة الحجم من المادة وتشمل فراغات الحبيبات وبينها وهو قسمة وزن الركام على الحجم الذي يشغله هذا الركام والهدف من هذه التجربة تعين الكتلة الحجمية الظاهرية للرمل.

أ/- **طريقة إجراء التجربة :** الميزان الالكتروني نزن اناء معلوم الوزن والحجم وبجهاز خاص نملا جزئه العلوي والذي يشبه القمع و مغلق من الاسفل بالرمل والحاوية الصغيرة تثبت في الاسفل ثم نفتح القمع فينز الرمل حتى تمتلئ الحاوية وبواسطة مسطرة ننزع الرمل الفائض على الحاوية نعيد التجربة اربع مرات ثم نزن في كل مرة الكل (امل+الكأس) ونسجل النتائج:

الشكل 16: خطوات تجربة الكتلة الحجمية الظاهرية

10/- التحليل الحبيبي بالغربلة Analyse granulométrique (NF P18-560) :

يقصد باختبار التدرج الحبيبي فصل المقاسات المختلفة من الركام بعضها عن بعض، أي التوزيع الحجم لحبيبات الركام . ويكون ذلك باستخدام التحليل بالمناخل بواسطة مجموعة من المناخل مرتبة حسب مقاس فتحتها وموضوعة فوق بعضها البعض بحيث يكون أكبرها مقاسا من الاعلى [16]

أ/- **الهدف من التجربة :** تهدف تجربة التحليلي الحبيبي إلى تعين تدرج حبيبات التربة حتى مقياس الرمل الناعم .

ب/- الادوات المستعملة :

- ✓ المناخل
- ✓ ميزان الكتروني
- ✓ فرن.

ج/- طريقة العمل : نحضر عينة من الرمل تزن حوالي 1000 غ، ثم بعدها يتم تمرير هذه العينة بواسطة مجموعة من الغرابيل المتتالية من الخشن إلى الدقيق بعد هزها يدويا نقوم بتحديد وزن التربة المتبقية على كل منخل ونحسب النسبة المئوية لكل جزء متبقي وذلك بقسمة هذا الوزن على الوزن الاجمالي للعينة .ثم يتم حساب النسبة التراكمية للتربة المتبقية على المناخل . ونسجل النتائج المتحصل عليها .

11/- معامل النعومة Module de finesse(NF P18-540):

يستخدم معامل نعومة الرمل لمعرفة مدى نعومة أو خشونة الرمل وتحديد المنخل الذي يمر منه والمنخل الذي يقف عنده ، حيث أن أصغر هذه المناخل لا يقل قطره عن 0.08 مم ، مع العلم أن هذه المناخل يتم ترتيبها من الاصغر إلى الاكبر كالتالي :

0.08 - 0.16 – 0.315 – 0.63– 1.25 – 2.5 - 5 مم ، ومن ذلك يتم إيجاد معامل الانحناء الذي يحدد لنا مدى تجانس التربة ومعامل النعومة . [17]

ويعتبر معيار النعومة عن الحجم المتوسط لحبيبات معيار الركام و هو لا يدل على مدى تدرج الركام من عدمه، و يستخدم معيار النعومة في بعض طرق تصميم الخلطات الخرسانية. [18]

أ/- طريقة الحساب :

لحساب معامل النعومة نقوم بجمع النسب المئوية المتبقية في المناخيل المستعملة باستثناء المنخل الخير (0.08مم) ثم نقوم بقسمتها على 100

$$Mf = \sum Rc / 100$$

حيث : Rc : المتبقي المجمع ب (%) للغرابيل (5 , 2.5 , 1.25 , 0.63 , 0.315 , 0.16

ب/- تأثيرات معامل النعومة :

يوثر معامل النعومة تأثيرا كبيرا على الملاط أو الخرسانة ، فكلما كانت قيمة المعامل صغيرة دل ذلك على زيادة كمية المواد الناعمة بالخلطة ، وزيادة المواد الناعمة في الخلطة يؤدي لظهور تشققات ، وإذا كانت قيمته كبيرة خارج المجال فإن ذلك يؤدي لظهور فراغات بالخرسانة ، وذلك لعدم وجود الملاط . [19]

12/- تجربة المحتوى الدقيق Teneur en fines (NF EN 933-1):

أ/- **الهدف من التجربة:** الهدف من هذه التجربة هو معرفة نسبة المحتوى الدقيق للرمل .

ب/- **خطوات العمل :** نحضر عينة من الرمل الجاف تزن حوالي 500غ، ثم بعدها يتم غسل هذه العينة بواسطة الماء على الغربال (مم 0.08) ، ثم بعدها نقوم بجمع ما تبقى في الغربال ووضعه في الفرن لكي يجف جيدا ، ثم نقوم بوزن الرمل الجاف ونسجل النتائج : يتم حساب المحتوى الدقيق وفق العلاقة التالية :

$$Tf = m1 - m2/m1 \times 100$$

13/- نتائج الاختبار لعينة الرمل(الكيميائية) :

Composant		Valeur
		Djamaa
		Sable jaune
Insolubles	Insoluble (%)	95.5
sulfates	CaSO4 / 2H2O (%)	2.08
	SO4 -- (%)	1.16
carbonates	(%) CaCO3 (%)	0.87

الجدول 05 .نتائج الاختبارات .

14/- مسحوق رمل الكثبان :

أ/- **جمع الرمال :** قمنا بجمع كمية من الرمل (الغزال الذهبي / وادي سوف) .

ب/- موقع جمع الكثبان الرملية:

الشكل 17: الكثبان الرملية التي جمعت بالقرب من سوق بيع الخض (اقمار)

الشكل 18: جمع الكثبان الرملية/ رمال الواد.

ج/- عملية طحن الرمال : اخذنا كمية من الرمل الى المخبر من اجل عملية الطحن باستخدام جهاز ديفال الصغير.

الشكل 19 : يوضح جهاز ديفال الصغير

قمنا بغربلة الرمل المسحوق بغربال 0.08مم ، و الغرض منها الحصول على مسحوق دقيق جدا من نفس نعومة الاسمنت او اكثر [TAF 09]

أ) الكثبان الرملية تحت المجهر

ب) الكثبان الرملية

Broyage

ج) شكل من الجسيمات الدقيقة

د) الكثبان الرملية

الشكل 20: توضيح المرحلة التحضيرية لرمال الكثبان المسحوقة

15/- تركيبات الملاط : [NF IN 196-1]

وفقا لخطة العمل التي وضعت سابقا؛ ستكون التركيبات المختلفة التي يتعين إجراؤها على النحو التالي:

15-1/- مكونات الملاط العادي :

- ✓ الرمل
- ✓ الإسمنت
- ✓ ماء بنسبة E/C= 0.5

يتكون الملاط الجديد من نفس مكونات الملاط العادي، مع إضافة رمل الكثبان المسحوقة كبديل لوزن الإسمنت، ونستخدم اربع تركيبات :

- ✓ **التركيبة 1:** اضافة 10٪ رمل الكثبان المسحوق.
- ✓ **التركيبة 2:** اضافة 15٪ رمل الكثبان المسحوق.
- ✓ **التركيبة 3:** اضافة 20٪ رمل الكثبان المسحوق.
- ✓ **التركيبة 4:** اضافة 0٪ رمل الكثبان المسحوق.

15-2/- التجارب التي تستعمل على الملاط :

- ✓ صنع عينات 4x4x16 سم
- ✓ قياس التشغيلية بعد الخلط مباشرة
- ✓ اختبار امتصاص في 28 يوما
- ✓ اختبار بالموجات فوق الصوتية في 28 – 60 يوم
- ✓ اختبار مقاومة الانحناء 7- 28 – 60 يوم
- ✓ اختبار مقاومة الضغط 7 – 28 – 60 يوم

15-3/- تحضير خلطة الملاط :

- ✓ وضع الرمل
- ✓ وضع الاسمنت
- ✓ صب الماء
- ✓ الخلط مع اضافة كمية من مسحوق الكثبان الرملية

مكونات		ملاط(شاهد)	ملاط(مختلط)		
			10 %	15 %	20 %
	رمل(g)	6300	6300	6300	6300
	اسمنت(g)	2100	1890	1785	1680
	رمل مسحوق	0	210	315	420
E/C=0.5	ماء(g)	1050	1050	1050	1050
كتلة كل خلطة		9450	9450	9450	9450

الجدول 06 : يوضح الكميات المطلوبة في تحضير عينات الاختبار

وزن الرمل

وزن الاسمنت

الشكل 21: تحضير خلطة الملاط

15-4/- الاختبارات التي تطبق على عينات الملاط :

- 03 عينات تحطيم الانحناء و الضغط في 07 ايام
- 03 عينات تحطيم الانحناء و الضغط في 28 يوم
- 03 عينات تحطيم الانحناء و الضغط في 60 يوم
- 03 عينات الموجات فوق صوتية في 28 – 60 يوم

- 03عينات امتصاص الماء بخاصية الغمر28 يوم

16/- التشغيلية: NF P 18-452

تعتبر التشغيلية احد الخصائص الفيزيائية النوعية للملاط، وهي عبارة عن وسيلة لمعرفة قابلية التشغيل، و يتطلب الملاط العادي كمية عادية من الماء وهذا يترجم بالنسبة E/C حيث ان هذه النسبة في الحالة العادية تقارب 0.5 هذه الخاصية تعود الى نعومة الخليط الكبيرة .

16-1/- تجربة التشغيلية : [NBN EN 1015-3]

نقوم بوضع الملاط في طاولة الاهتزاز (الجهاز) ثم نلاحظ قيمة الهبوط ، ومن هذه القيمة نستخرج نوعية الملاط، حيث يصنف الملاط حسب التشغيلية الى ثلاث أصناف :

- ملاط صلب .
- ملاط مرن.
- ملاط مرن جدا.

16-2/- وصف الجهاز :يسمى الجهاز الذي يستعمل لفحص التشغيلية (طاولة الاهتزاز) ، وهو اختبار تجريبي يُستخدم للتحقق من تناسق الملاط من خلال تحديد قيمة انتشار وتناسق الملاط المختلط

الشكل **22:** طـــــــــــاولة الاهتزاز

نوعيـــــــــة الملاط	القيمة بـــــــ mm
ملاط صلب	<140
ملاط مرن	140≤V<200
ملاط مرن جدا	200<

الجدول 07 : تصنيف الملاط حسب طاولة الاهتزاز

17/- حفظ العينات في الماء:

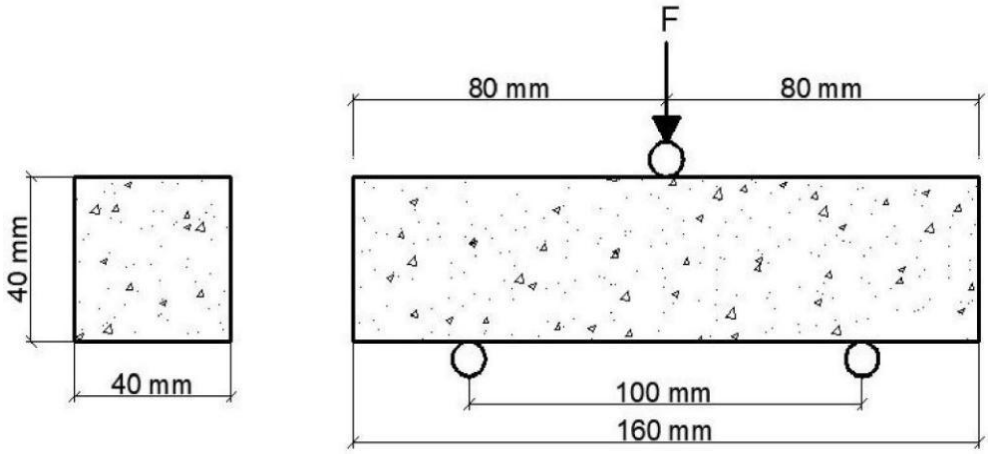
- يتم حماية العينات قبل إزالته بواسطة لوحة زجاجية
- تمت إزالة القوالب بعد 24 ساعة،
- تخضع عينات الاختبار لعملية وضع العلامات والوزن.
- تم وضع عينات الاختبار في الماء

الشكل 23: بعد الإزالة وضع العينات وحفظها في المياه

18/- التجارب على عينات الملاط : [NF EN 196-1]

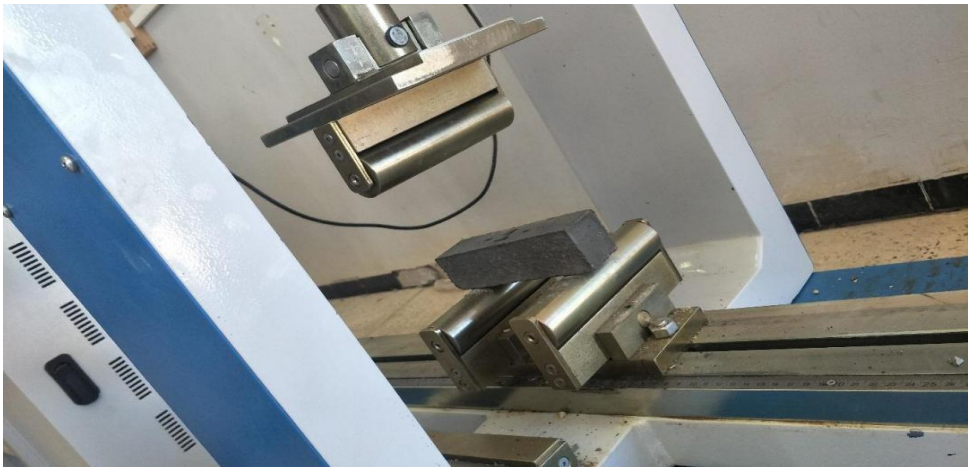
أ/- تجربة التحطيم بالانحناء :

تتم تجربة الانحناء على عينات لها مقطع 4×4 سم و طول 16 سم ، البعد بين المسندين 10 سم، الالة مزودة بمسندين أسطوانيين من الاسفل ثابتين تستند عليهما العينة ومسند علوي اسطواني ليطبق القوة وسط العينة وتقرأ الحمولة مباشرة من الجهاز.



الشكل 24 : يوضح جهاز التحطيم بالانحناء

التجربة تجرى بواسطة آلة التحطيم الخاصة بتجربة الانحناء لعينة من الملاط ذات أبعاد(4×4× 16) ، والصوة التالية توضح كيفية وضع العينة في الجهاز .



الشكل 25: جهاز التحطيم الخاص بتجربة الانحناء وطريقة وضع العينة

التجربة تجرى بواسطـــــــة آلة التحطيم من نوع U-test قدرة هذه الالة على الضغط تصل إلى 120 KN وبواسطة سرعة انتقال منتظمة وتقرأ مباشرة قوة الضغط ب KN .

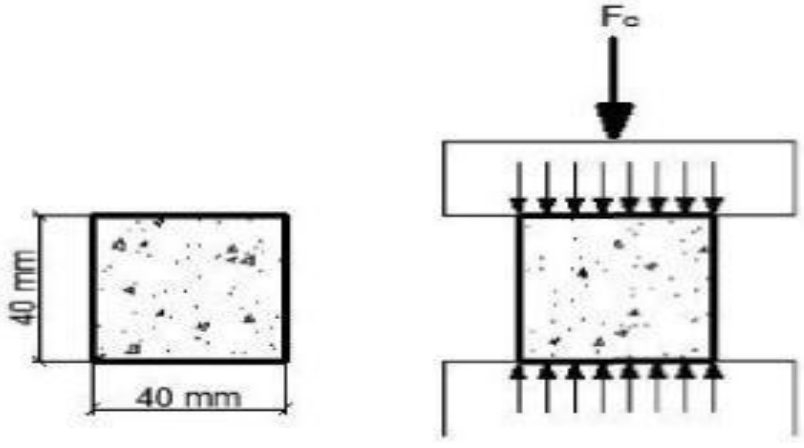
- مقاومة الانحناء تحسب العلاقة التالية :

$$Rt= 1{,}5.Ff.l\,/b3$$

حيث :

- Rt : مقاومة الانحناء ب MPa
- Ff : قوة تحطيم العينة عند الانحناء N
- l : البعد بين المسندين mm
- b : ضلع العينة الذي يساوي 40 مم

ب/- تجربة التحطيم بواسطة الضغط :هذه التجربة منصوص عليها حسب القاعدة EN 196-1 .وتكون بواسطة جهاز ضغط المواد الصلبة وتكون على عينات (40*40mm) توضع هذه العينة ما بين صفيحتين معدنيتين صلبتين كما هو موضح في الشكل:



الشكل 26 : يوضح آلية التحطيم بالضغط

- مقاومة الضغط تحسب بالعلاقة التالية :

$$Rc=FC\ /A$$

حيث :

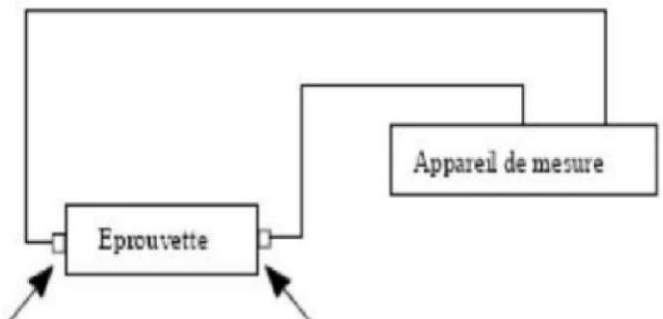
- Rc : مقاومة الضغط MPa
- Fc : قوة تحطيم العينة عند الضغط N
- A : مساحة المقطع العرضي للعينة mm^2

التجربة تجري بواسطة الة تحطيم من نوع U-test قدرة هذه الالة على الضغط تصل الى 2000 KN و بواسطة سرعة انتقال منتظمة وتقرا مباشرة قوة الضغط KN و اجهاد الضغط MPa.

الشكل27 : آلة التحطيم الخاصة بتجربة الضغط

ج/- تجربة الموجات فوق الصوتية:

هذه التجربة منصوص عليها حسب القاعدة [NF P 18-418] وتهدف الى التعرف على بعض خصائص الخرسانة المتصلبة دون اللجوء إلى إجراء أخذ عينا ودون تحطيم.



الشكل 28 : قياس الموجات فوق الصوتية

تستعمل هذه الطريقة في مجال الملاط للحصول على النتائج التالية :

- قيمة مقاومة الملاط للضغط.
- قياس معاير المرونة للملاط.
- مدى تجانس الملاط.
- اكتشاف الفجوات بالملاط.
- تحديد درجة تلف الملاط .
- قياس عمق طاقة الملاط.
- مراقبة تطور قيم مقاومة الملاط للضغط

الشكل29 : جهاز قياس الموجات فوق الصوتية

د/- مبدا التجربة : في هذه الطريقة يتم احداث نبضات عبارة عن موجات فوق صوتية لتسري خلال عينة الملاط و يتم تعيين انتقالها ،حيث وجد ان سرعة النبضات خلال جسم صلب يعتمد على كثافة المادة المختبرة و خواص المرونة لها

هـــ/- خطوات التجربة :

- يتم ضبط الجهاز مع جزء المعايرة المرفق مع الجهاز قبل بدا الاختبار على العينة.
- يتم قياس المسافة L التي تسيرها النبضات (أي طول المسافة)
- يوضع المرسل Emetteur و المستقبل Récepteur على العينة وأن يكون الاتصال تام بين سطحي المرسل والمستقبل وسطح .
- عند وضع المرسل والمستقبل على العينة يستمر هذا الوضع حتى تثبت القراءة وإذا تأرجحت النتائج بين قراءتين يؤخذ المتوسط.
- تقرا من خلال الجهاز السرعة V ب m/s والزمن المستغرق T بـــ µs.

19/- تصنيف الخرسانة حسب سرعة الصوت :

نوعيـــــــــة الملاط	السرعـــــة **V** بـــــــ **m/s**
خرسانة ذات مقاومة ضعيفة	2500≤V<3200
خرسانة ذات مقاومة متوسطة	3200≤V<3700
خرسانة ذات مقاومة عاليـــــة	3700≤V<4200
خرسانة ذات مقـــــاومة عالية جدا	V≥4200

الجدول08 : تصنيف الخرسانة حسب سرعة الصوت

19-1/- تجربة معامل امتصاص الماء : [NBN EN 1015-10]

هذه التجربة تحسب المسامية الداخلية في الحبيبات وهي تعرف بكونها الفرق بين الوزن الرطب للعينة على الوزن الجاف وتعطى بالعلاقة التالية :

$$Ab = (Ma - Ms/Ms) \times 100$$

حيث :

- Ab : معامل امتصاص الماء %

- Ma : كتلة العينة قبل التجفيف
- Ms : كتلة العينة بعد التجفيف

الفصل الثالث

النتائج و الاستنتاجات

أولا: مقدمة

في هذا الفصل نقدم النتائج التي تم الحصول عليها خلال تنفيذ اختبارات الملاط التجريبية مع تركيبات مختلفة، ملاط الاسمنت، ملاط الاسمنت مع إضافات من الرمال الكثبان الرملية المسحوقة كبديل لوزن الإسمنت في ثلاثة معدلات(10٪ – 15٪ و 20٪) ملاط الاسمنت.

سنحاول مناقشة وتحليل هذه النتائج.

ثانيا: اختصارات

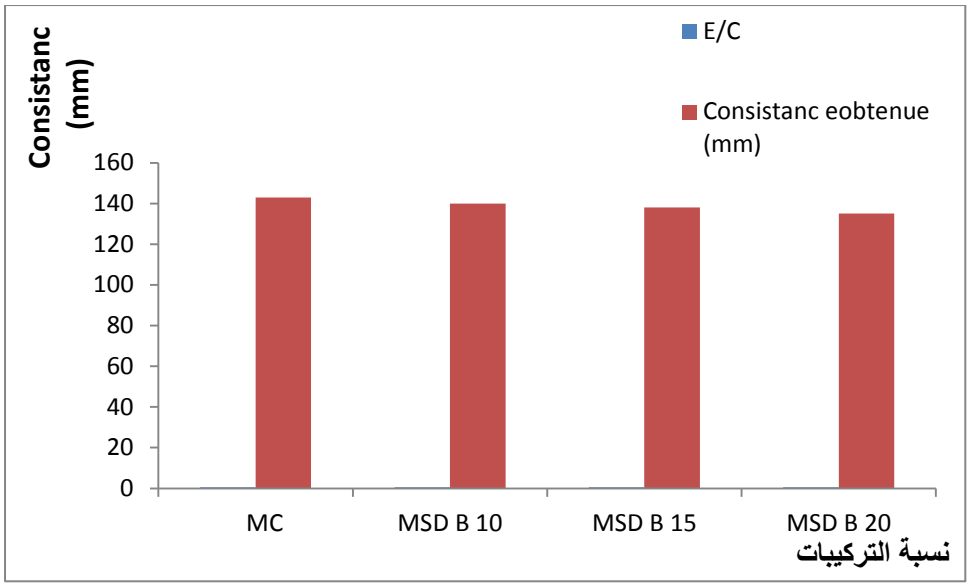
- **SDB:رمل** الكثبان المسحوق
- **ED:** مياه الحنفية
- **MC:** الملاط الشاهد
- **MSDB 10:** الملاط الشاهد مع اضافة 10٪ من رمل الكثبان المسحوق.
- **MSDB 15:** الملاط الشاهد مع اضافة 15٪ من رمل الكثبان المسحوق.
- **MSDB 20:** الملاط الشاهد مع اضافة 20٪ من رمل الكثبان المسحوق.

ثالثا: خصائص الملاط

3–1/– تجربة التشغيلية: تم تحديد انتشار الملاط باستخدام طاولة الاهتزاز [NBN EN 1015-3] .

الصيغة	التشغيلية	نوع [NBN EN 1015-3]
MC	143	ملاط مرن
MSDB 20	140	ملاط مرن
MSDB 15	138	ملاط مرن
MSDB 10	135	ملاط مرن

الجدول 09: يوضح تشغيلية و نوع التركيبات المختلفة للملاط



الشكل 30: يوضح تغيرات نسبة التشغيلية للملاط

3-2/- تحليل وتفسير النتائج:

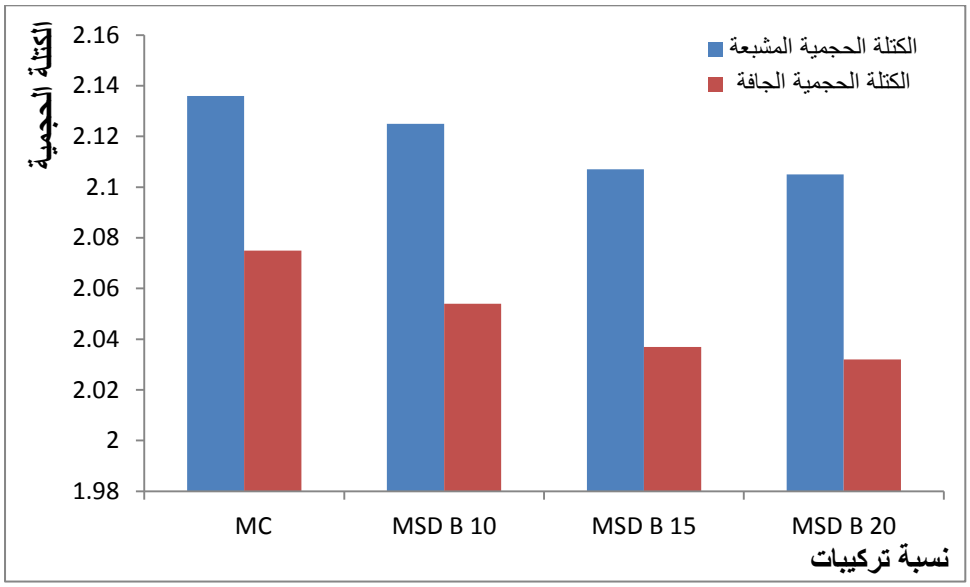
نلاحظ من خلال النتائج المجرات على الملاط على طاولة الاهتزاز وجود تأثير عند إضافة رمل الكثبان المسحوقة (تناقص)، يرجع انخفاض انتشار الملاط عند الزيادة في نسبة مسحوق الكثبان من خلال التناقص في السطح مع الكمية المستخدمة مما يؤدي الى الزيادة في الطلب على المياه اثناء عملية الخلط .

في هذه الحالة E/C التي تساوي 0.5 نلاحظ انخفاض معقول في قيمة الانتشار، قيمة انتشار الملاط MC (الشاهد) هي 143ملم وهي أقصى قيمة.

رابعا: الكتلة الحجمية للملاط

الصيغة	الكتلة الحجمية (g/cm^3)	
	الوسط (ED)	
	مشبع (MVs)	جاف (MVs)
MC	2.136	2.075
MSDB 10	2.125	2.054
MSDB 15	2.107	2.037
MSDB 20	2.105	2.032

الجدول 10: يوضح نتائج تطور الكتلة الحجمية للملاط وفقا لتركيبات مختلفة خلال 28 يوم



الشكل 31: التغير في الكتلة الحجمية حسب التركيبة صياغة الملاط

للمزيد من التوضيح، تم تلخيص النسبة المئوية للانخفاض في الكتلة الحجمية المشبعة والجافة.

الصيغة	نسبة انخفاض الكتلة الحجمية (٪)
	الوسط (ED)
MC	2.93
MSDB 10	3.47
MSDB 15	3.32
MSDB 20	3.59

الجدول 11: انخفاض الكتلة الحجمية (٪)، من المشبعة إلى الجافة

4-1/ تحليل نتائج الكتلة الحجمية:

- ✓ نلاحظ من خلال النتائج التي تم الحصول عليها تناقص في الكتلة الحجمية عند إضافة نسبة من الرمل المسحوق.
- ✓ من النتائج المتحصل عليها نلاحظ أن الملاط MC والملاط MSDB10 أعطت أفضل النتائج .
- ✓ نلاحظ انخفاض في الكتلة الحجمية من المشبعة إلى الجافة حيث أن الملاط الشاهد لديه نسبة كتلة حجمية جيدة 2.93٪ بين المشبعة والجافة.

4-2/- تجربة امتصاص الماء عن طريق الغمر الكلي(Aw):

تم الحصول على النتائج امتصاص الماء عن طريق الغمر الكلي موضحه في الجدول التالي:

الصيغة	Absorption par immersion(%)	
	الوسط (ED)	
	60 أيام	28 أيام
MC	5.234	6.115
MSDB 10	4.919	6.685
MSDB15	5.664	7.018
MSDB 20	4.887	6.725

الجدول 12: نتائج امتصاص الماء حسب تركيبات الملاط

4-3/- التحليل وتفسير النتائج:

نلاحظ أن الملاط الشاهد لديه أقل نسبة امتصاص للماء بالمقارنة مع التركيبات الأخرى يعود ذلك ان تركيبة الشاهد تحتوي على نسبة دقائق قليلة بالمقارنة مع تركيبات الأخري (دقائق أكبر) مما يزيد حجم شعيرات الامتصاص، كذلك تحتوي على نسبة قليلة من الفراغات والمسامات التي تحدث دخول كميات قليلة من المياه لتملأ تلك الفراغات والمسامات.

خامسا: نتائج الاختبارات الميكانيكيا

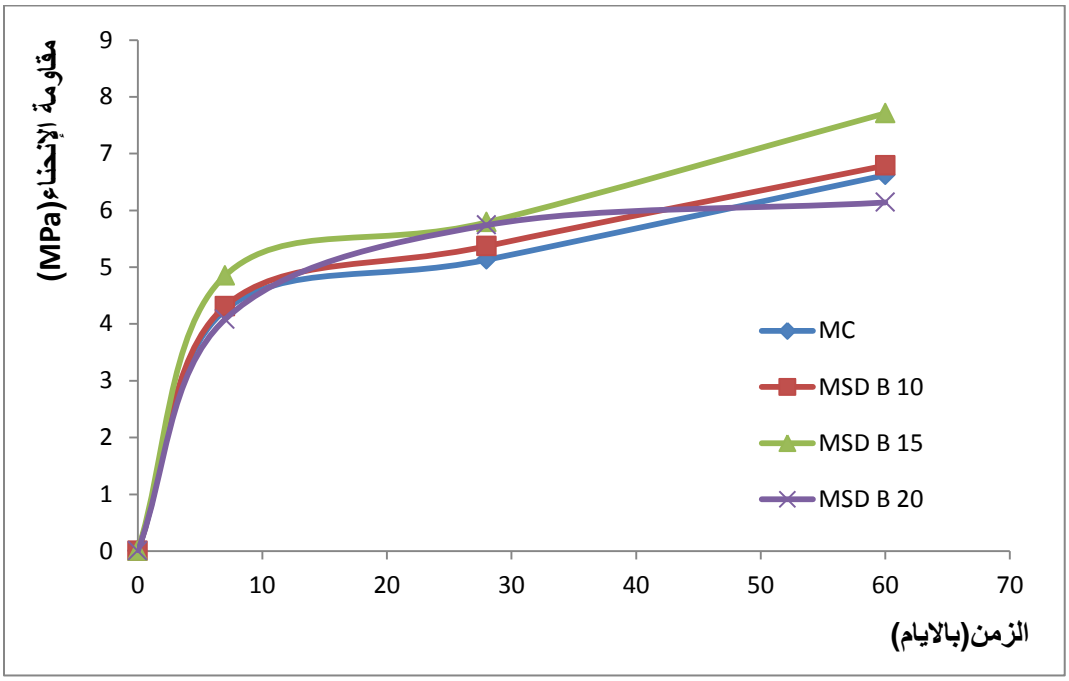
5-1/- مقاومة الانحناء :

الصيغة	مقاومة الشد عن طريق الانحناء (MPa)		
	الوسط (ED)		
	60 يوم	28 يوم	07 أيام
MC	6.62	5.13	4.24
MSDB 10	6.79	5.37	4.31
MSDB 15	7.31	5.79	4.85
MSDB 20	6.14	5.74	4.08

الجدول 13 : نتائج مقاومة الانحناء حسب تركيبات مختلفة.

5-2/- تحليل نتائج مقاومة الانحناء:

في هذا القسم، سوف نحلل تأثير الإضافات المستخدمة، من رمال الكثبان الرملية المسحوقة (SDB) على مقاومة الانحناء، في مياه الحنفية (ED)،



الشكل32: نتائج مقاومة الانحناء، حسب تركيبات ملاط

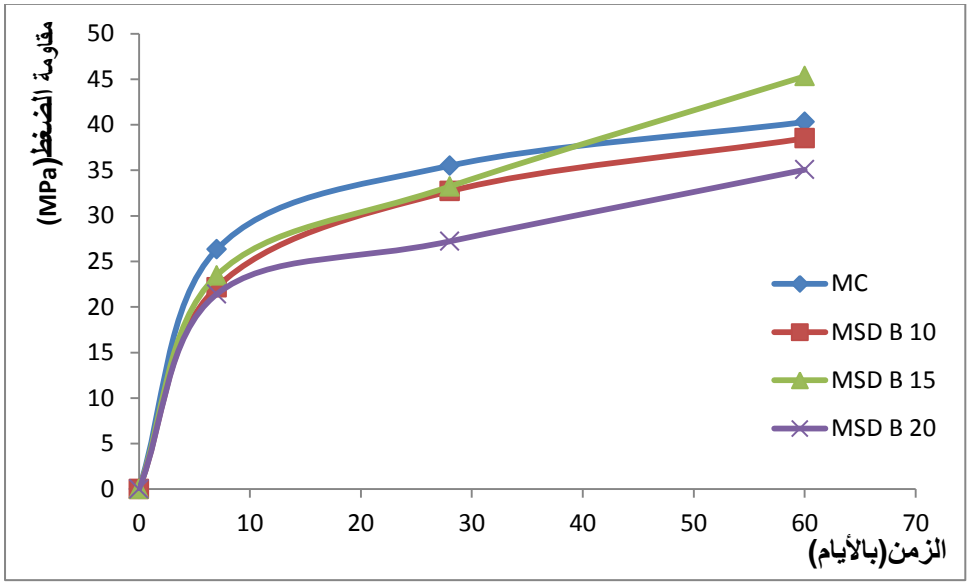
5-3/- تحليل النتائج :

- نلاحظ في هذه الفترة من 7 أيام إلى 60 يوما، إن الملاط MC، مقارنة مع الملاط MSDB15، يعطي مقاومة انحناء أفضل.
- بالمقارنة التركيبة MSDB10 مع تركيبة الشاهد MC، حيث في 7 أيام تكون نسبة الزيادة 1.65٪، وفي 28 يوما تصل إلى 4.67٪؛
- في 60 يوما، تعمل SDB على تطوير بعض الخصائص الفيزيائية و الميكانيكية، وبالتالي تصل نسبة المقاومة إلى 10.42٪ MSDB15.

سادسا: مقاومة الضغط

الصيغة	مقاومة الضغط (MPa)		
	الوسط (ED)		
	60 يوم	28 يوم	07 يوم
MC	40.30	32.76	26.30
MSDB 10	35.06	33.22	23.45
MSDB 15	45.31	35.50	21.40
MSDB 20	38.50	27.20	22.15

الجدول 14: يوضح لنتائج مقاومة الضغط لمختلف التركيبات



الشكل 33: نتائج مقاومة الضغط حسب تركيبات الملاط

6-1/- مناقشة نتائج مقاومة الضغط:

- نلاحظ زيادة في مقاومة الضغط مع مرور الزمن حسب التركيبات المختلفة للملاط المحفوظة في الماء.
- نلاحظ أن تركيبة **MSDB15** مقاومة الضغط اكبر من تركيبات أخري(**MSDB 10،20 MSDB**).
- تعود الزيادة في مقاومة الضغط لتركيبة اكبر من تركيبات الأخرى إلى النقصان في الفراغات الملاط و الزيادة في التراصية.
- التركيبة MSDB15 زادت نسبة مقاومة بالمقارنة مع الشاهد MC خلال الفترة الزمنية من 28 إلى 60 يوما وهذا يعود إلى أنه تحتوي على نسبة قليلة من الفراغات على عكس تركيبة الشاهد وذلك بزيادة نسبة من الرمل المسحوق في تركيبة MSDB15 مما أصبحت ذات تراصية عالية مما جعل مقاومة الضغط تزداد.

6-2/- نتائج الموجات فوق الصوتية:

تهدف موجات فوق الصوتية إلى قياس وحساب معدل الموجات فوق الصوتية، وكذلك تصنيف حسب النوعية.

الصيغة	تسمع بالموجات فوق الصوتية (m/s)	
	الوسط (ED)	
	60 يوم	28 يوم
MC	4200.7	4170.3
MSDB 10	4190.5	4164.7
MSDB 15	4280.7	4120.1
MSDB 20	4180.1	4080.2

الجدول15: يوضح النتائج بالموجات فوق الصوتية.

6-3/- تحليل ومناقشة نتائج الموجات فوق الصوتية:

- من خلال النتائج المجرات على العينات نلاحظ ما يلي:
- نلاحظ أن جميع القياسات لعينات كانت أكبر من 4000 m/s حيث تصنف جميع العينات أنها ذات مقاومة عالية.

6-4/- الاستنتاج :

بعد الانتهاء من هذا الفصل والعثور على نتائج خلال مراحل التجارب وبعد تحليلها وتفسيرها سواء بالإيجاب او السلب، نستنتج أن هناك تأثيرا واضحا لرمل الكثبان المسحوق حسب التركيبات المختلفة للملاط ودلك بتحسين الخصائص الفيزيائية والميكانيكية لهدا الأخير.

الخاتمة العامة

الخاتمة العامة

تهدف الدراسة إلى استكشاف تاثير رمال الكثبان المسحوقة الموجودة في منطقتنا وادي سوف بكثرة و تأثيرها على خصائص الملاط ومساهمتها في تحسين الأداء الميكانيكي والكيميائي لهدا الأخير.

استنادا إلى النتائج الموجودة في هذه الدراسة، يمكننا أن نستنتج ما يلي:

- أظهرت الكتلة الحجمية للملاط التي تم اختبارها، أن الانتقال من حالة مشبعة إلى حالة جافة هو من نسبة قريبة جدا لجميع التركيبات، مع ميزة ملاط الشاهد (MC) ثم تليها (MSDB10)، تظهر هذه النتائج أهمية الاختلاف في نسب الإضافات (مسحوق رمل الكثبان).

- وقد أظهرت نتائج اختبارات الغمر الكلي، بوضوح أن تأثير رمل الكثبان المسحوق على النفادية (SDB) هو عموما في وقت متأخر، فمن الملاحظ أن 28يوما (MC) يعطي أفضل.

- في تجربة معامل الامتصاص أظهرت النتائج خلال 60 يوما، التركيبة(MSDB15) أعطت أفضل معامل.

- أظهرت نتائج مقاومة الانحناء التأثير الإيجابي لرمل الكثبان المسحوق (SDB)، في 7 أيام من تركيبة الشاهدة MC بالمقارنة مع الملاط MSDB10، ومع مرور الوقت في 28 يوما زادت بنسبة 1.31٪ وفي 60 يوما، كان هناك تحسن كبير في نسبة المقاومة ب 4.74٪ بفضل تطوير بعض الخصائص الفيزيائية الميكانيكية من SDB.

- في مقاومة ضغط تأثير الإضافات لتركيبة (SDB) يظهر في 60 يوما نسبة المقاومة

وأكدت نتائج الاختبار بالموجات فوق الصوتية أن جميع العينات ذات مقاومة عالية.

✓ **التوقعات والتوصيات:**

في ضوء النتائج التي درسناها و التي عملنا عليها تجاربنا، نوصي ببعض وجهات النظر:

استخدام رمال الكثبان الرملية المسحوقة (SDB) بنسبة 10٪ من وزن الإسمنت مفيد جدا سواء من وجهة نظر الأداء أو على الجانب الاقتصادي. يمكن أن يقدم بديلا جيدا كإضافة معدنية .

قائمة المصادر و المراجع

قائمة المصادر والمراجع

1/. قايد حسام دين .دراسة مقارنة لرمال البناء المختلفة بمنطقة الجنوب الشرقي (ولاية ورقلة)

2 -**[GIC 18]** Le Groupe Industriel des Ciments d'Algérie, revue 2018.

3/. بورني يونس . محاضرة مادة مواد بناء MDC جامعة الوادي الموسم الجامعي 2020/2020.

4/.https://mawdoo3.com/%D8%AE%D8%B5%D8%A7%D8%A6%D8%B5_%D8%A7%D9%84%D8%A5%D8%B3%D9%85%D9%86%D8%AA

5/. https://fr.wikipedia.org/wiki/Mortier_(mat%C3%A9riau)

6/. "خواص المواد واختباراتها – الدكتور أ السيد "

7/. **[LOG 19]** LOGBI Abdelaziz, effet des ajouts minéraux actifs et inertes sur les propriétés physiques, mécaniques et chimiques du mortier, thèse de doctorat université Kasdi Merbah Ouargla, 2019

8/. **TAG 04]** TAGNIT et P-C NKINAMUBANZIB,.Les ajouts cimentaires et le développement durable.Département de génie civil, Université de Sherbrooke, 2004

9/. **[BEL 14]** BELHOCINE Aida et NAGOUDI Nadjat **«É**tude expérimentale d'un mortier avec ajouts Minéraux**»** Mémoire de master Université KASDI Merbah – Ouargla, 2014.

10.توفيق شنقارة . تأثير الإضافات المعدنية على متانة وخصائص الملاط

11. مريقة إبراهيم . المساهمة في تحسين خصائص خرسانة رمل المحاجر بواسطة التصحيح الحبيبي (مذكرة تخرج ماستر)جامعة الوادي 2019

[CHA 06] R. CHAID**, «** Formulation, caractérisation et durabilité ./12 des BHP aux ajouts cimentaires locaux**»** Thèse de doctorat d'état en génie civil ENP décembre 2006

13/ .مريقة إبراهيم . المساهمة في تحسين خصائص خرسانة رمل المحاجر بواسطة التصحيح الحبيبي (مذكرة تخرج ماستر) جامعة الوادي 2019

14/. Site Web ooreka https://construction-maison.ooreka.fr/astuce/voir/617185/les-differents-types-de-sable

15/ .دراسة أعدت لنيل شهادة الماجستير في الهندسة المدنية بموضوع : البحث عن تقنية جديدة لتنظيف الرمل في سوريا وتحسين آدائها في البيتون كلية تشرين , من إعداد المهندسة ديمة إبراهيم2009 .

16/. خواص وإختبارات المواد عملي–

17/. ضو عمار , بن عمارة ابراهيم . المساهمة في تحسين خصائص خرسانة الرمل باستعمال موارد رملية جديدة في واد سوف(مذكرة تخرج لنيل ماستر)جامعة الوادي 2019

18/.CHERAIT A , NAFA Z . Elément de materiaux de consteuction et essais s.l : collection le livre de genie civil OPU , 2007

19/ . محمد عبد القادر . من موقع بيت الاختصاصwww.specialtes.bayt.com

[**TAF 09**] TAFRAOUI Ahmed**,** Contribution à la valorisation du sable de dune de l'erg occidental (Algérie). Application aux nouveaux bétons, thèse de doctorat de l'université de Toulouse,2009

[NF EN 196-1] Norme française Détermination des résistances mécaniques, 1995 - indice de classement P15-471

[NBN EN 1015-3] Norme belge **«** Consistance du mortier frais à la table à secousses **»** 2007.

[NF P 18-418] Norme française auscultation sonique, mesure du temps de propagation des ondes sonique, 1989.

[NBN EN 1015-10] Norme belge, Masse volumique apparente sèche du mortier durci**,** 1999.