الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية العلوم التطبيقية

قسم الهندسة المدنية و الري

مذكرة التخرج لنيل شهادة ماستر مهني

شعبة: الهندسة المدنية

تخصص: دراسة ومراقبة المباني والطرق

بعنـــــــــــــــــــــــــــــــــــــوان:

دراسة تجريبية لتأثير رمال الكثبان على رص الخرسانة الإسفلتية بواسطة تجربة PCG

من إعداد الطالبتان:

- ✓ سهام بن سالم
- ✓ وفاء خنور

أمام اللجنة المتكونة من:

✓ قبايلي نبيل	أستاذ محاضر "ب" (جامعة ورقلة)	رئيسا
✓ بازين ربيعة	أستاذة "أ" (جامعة ورقلة)	مناقشا
✓ بن طاطاعيسى	أستاذ مساعد "أ" (جامعة ورقلة)	مشرفا

السنة الجامعية 2020/2019

شكـــــــر وتقدير

الحمدلله الذي أنار لنا درب العلم والمعرفة وأعاننا على أداء هذا الواجب ووفقنا الى انجاز هذه المذكرة في مثل هذه الاوقات يتوقف السراع ليفكر قبل ان يخط الحروف ليجمعها في كلمة...تتبعثر الأحرف عبثا ان نحاول تجميعها في سطور كثيرة تمر في الخيال ولا يبقى لنا في نهاية المطاف الا قليلا من الذكريات وصور تجمعنا برفاق كانو الى جانبنا

فواجب علينا شكرهم ووداعهم ونحن نخطو خطوتنا الاولى في غمار الحياة ونتقدم بالشكر الجزيل الى كل من أشعل شعلة في درب عملنا والى من وقف على المنابر واعطانا من حصيلة فكره لينير دربنا..

ثناء وشكر معتبر الى كل من أفادنا في انجاز هذه المذكرة من قريب او بعيد

نقدم هذا العمل مع جزيل الشكر للجميع ونسأل الله الهداية والتوفيق.

الاهداء

إلى من بلغ الرسالة وأدى الأمانة ونصح الأمة.

إلى كل من يؤمن بان العلم نور وسلاح نواجه به الجهلاء.

إلى كل من يجاهد في سبيل البحث العملي .

إلى نبع العطاء ونبض المحبة ورمز الحياة.

إلى أمي سندي الأول والاخير التي كانت ولا تزال تدفعني الى الامام كلما نظرت الى الخلف.

إلى من قاسمونا حلو الحياة ومرَها.

إلى اخوتي وأخواتي واحبابي الاعزاء.

إلى كل العائلة الكريمة تقدير واحتراما لهم.

إلى كل أستاذ جعله الله سببا لي في وصولي إلى هذا المستوى.

إلى كل الزملاء والزميلات إنارة الله دربكم.

أهدي لكم هذا العمل.

سهام بن سالم

الملخص:

تعتبر الخرسانة الاسفلتية من اهم العناصر المكونة لجسم الطريق و ذالك كونها المادة الاساسية الوحيدة فى تكوين طبقة السير ونظرا لهاته الاهمية فان اغلب الابحاث و الدراسات التجريبية ترتكز بنسبة كبيرة على دراسة خصائص هاته المادة من اجل تحسينها و من اهم هاته الخصائص خاصية قابلية الرص و التشكيل و التى يتم اختبارها بتجربة مكبس القص الدوراني.

فى هاته الدراسة التجريبية قمنا باختبار قابلية الرص و التشكيل للخرسانة الاسفلتية و ذالك بادخال نسب مختلفة من رمال الكثبان من اجل معرفة الى اى مدى يمكن ان يحسن رمل الكثبان على قابلية الرص للخرسانة الاسفلتية. و من خلال هاته الدراسة التجريبية فان النتائج المحصل عليها كانت الى حد ما مشجعة حيث كانت بعض النسب و التى تتراوح من 10 الى 25 فى المئة من نسبة رمل الكثبان فى الخرسانة الاسفلتية ذات رص جيد مقارنة بالتركيبة المرجعية.

الكلمات المفتاحية: الخرسانة الإسفلتية ، رمال الكثبان،PCG , ،الرص.

Résumé :

Le béton bitumineux c’est le matériau les plus importants dans la constitution du corps de chaussée, car il est le seul matériau de base dans la formation de la couche de roulement. Compte tenu de cette importance, la plupart des recherches et des études expérimentales reposent largement sur l'étude des propriétés de ce matériau, pour l'améliorer. Qui est testé en expérimentant avec l essai de la une presse à cisaillement giratoire PCG.

Dans la présent étude, nous avons testé la capacité de compactage et de formation du béton bitumineux en introduisant différents pourcentages en sable de dune afin de déterminer dans quelle mesure le sable de dune pourrait améliorer la capacité de compactage du béton bitumineux. Et à travers cette étude expérimentale, les résultats obtenus ont été dans une certaine mesure encourageante, car certains pourcentages allant de 10 à 25% du pourcentage en sable de dune dans le béton bitumineux ont des bonnes compacités en comparaissant à la composition de référence.

Mots clés: béton bitumineux, sable de dune, PCG, compactage

الاهداء.....

التشكرات.....

الملخص.....

فهرس العناوين.....

قائمة الجداول.....

قائمة الصور.....

قائمة الأشكال.....

مقدمة عامة.....

الفصل الأول: عموميات عن طرق

I.1 المقدمة: **1**

I.2 تعريف الطريق: **1**

I.2.1 التقسيم الإداري: 1

I.2.2 التقسيم التقني: 2

I.3 مكونات الطريق: **2**

I.4 قارعة الطريق (الرصيف): **4**

I.4. 1 تعريف قارعة الطريق (الرصيف): 4

I.4. 2 أنواع قارعة الطريق: 4

I.4.3 مكونات الأرصفة المرنة: 5

I.5 الخلاصة: **7**

الفصل الثاني: الخرسانة الإسفلية

II.1المقدمة: **9**

II.2 تعريف الخرسانة الإسفلتية: **9**

II. 2. 1 متطلبات الخرسانة الإسفلتية: .....10.....

3.II أنواع الخرسانة الإسفلتية: **.....10.....**

3.II .1 الخرسانة الإسفلتية الباردة: .....10.....

3.II .2 الخرسانة الإسفلتية الساخنة: .....10.....

3.3.II الخرسانة الإسفلتية الناعمة: .....11.....

4.3. II الخلطة الإسفلتية المسامية: .....11.....

4.II مكونات الخرسانة الإسفلتية: **.....11.....**

4.II. 1 المواد الحصوية: .....11.....

4.II .1.1 خواص المواد الحصوية: .....12.....

4.II. 2 البودرة (فيلر): .....13.....

4.II 3. الرابط الاسفلتي: .....13.....

4.II .3. 1 خواص الرابط الاسفلتي .....14.....

4. 4.II المواد المضافة: .....14.....

5.II مراحل تصميم الخرسانة الإسفلتية **.....14.....**

6.II طرق تصميم الخرسانة الإسفلتية: **.....15.....**

7.II الخلاصة: **.....16.....**

الفصل الثالث: رص الطرقات

III. 1 المقدمة: **.....18.....**

2.III تعريف رص الطريق(ضغط): **.....18.....**

1.2.III أنواع الضواغط : .....18.....

III .3 الهدف من الرص(الضغط): **.....19.....**

1.3.III فوائد رص الطريق: .....19.....

III .4 العوامل المؤثرة على الرص: **.....19.....**

5.III آليات والعتاد المستعمل في الطرقات: **.....20.....**

III .6 الخلاصة : **27**

الفصل الرابع: خصائص المواد المستعملة

1.IV المقدمة: **29**
2.IV المواد المستخدمة: **29**
1.2.IV خصائص الركام: 29
IV1.1.2. تجربة التدرج الحبيبي: 29
IV. 2.1.2 تجربة التدرج الكيميائي: 31
IV .3.1.2 تجربة ميكردوفال ولوس انجلس: 32
4.1.2.IV تجربة مكافئ الرمل: 33
IV .5.1.2 الكثلة الحجمية: 34
6.1.2.IV تجربة أزرق الميثالين: 35
2.2.IV خصائص الاسفلت المستخدم: 36
3.IV الخلاصة: **36**

الفصل الخامس:الدراسة التجريبية للعينات

1.V المقدمة: **38**
.2 التكوين الحبيبي:V **38**
V .3 وصف المخاليط المختلفة: **38**
4.V تحديد محتوى الرابط: **44**
5.V تجربة مكبس القص الدوراني (pcg) (NF EN 12697-31): **45**
1.5.V مبدأ التجربة: **45**
V. 6 نتائج التجربة: **46**
1.6.V التركيبة الاولى SD 0% 46
2.6.V التركيبة الثانية:chaud+SD 48
3.6.V التركيبة الثالثة:SD10% 49

4.6.V التركيبة الرابعة:SD25% .....50.....

5.6.V التركيبة الخامسة:filler+SD .....51.....

7.V مناقشة النتائج المتحصل عليها: **.....53.....**

الخلاصة العامة **.....54.....**

المراجع **.....55.....**

قائمة الجداول

الجدولIV .1 نتائج تجربة التدرج الحبيبي .....30.....

الجدولIV .2 نتائج تجربة التدرج الكيميائي .....31.....

الجدولIV .3 نتائج تجربة ميكردوفال ولوس انجلس .....32.....

الجدولIV .4 نتائج تجربة مكافئ الرمل .....34.....

الجدولIV .5 نتائج تجربة الكثلة الحجمية الظاهرية .....34.....

الجدولIV .6 نتائج تجربة الكثلة الحجمية المطلقة .....35.....

الجدولIV.7 نتائج تجربة أزرق الميثالين .....36.....

الجدولIV.8 نتائج الاختبارات على الإسفلت المستخدم .....36.....

الجدولV .9 نتائج تجربة التدرج الحبيبي للتركيبةSD0% .....39.....

الجدولV.10 نتائج تجربة التدرج الحبيبي للتركيبةChaud+SD .....40.....

الجدولV.11 نتائج تجربة التدرج الحبيبي للتركيبة SD10% .....41.....

الجدولV.12 نتائج تجربة التدرج الحبيبي لتركيبةSD25% .....42.....

الجدولV .13نتائج تجربة التدرج الحبيبي للتركيبةfiller+SD .....44.....

الجدولV.14 نتائج تجربةPCGعلى التركيبةSD0% .....47.....

الجدولV.15 نتائج تجربةPCGعلى التركيبةchaux+SD .....49.....

الجدولV.16 نتائج تجربةPCGعلى التركيبةSD10% .....50.....

الجدولV.17 نتائج تجربة PCGللتركيبةSD25% .....51.....

الجدولV.18 نتائج تجربةPCGعلى التركيبةSD+filler 52

قائمة الصور

الصورةI .1 الطريق 1
الصورةII.2الخلطة اللإسفلتية 9
الصورةII.3البودرة(الفيلر) 13
الصورةII .4 مادة البيتومين 13
الصورةII .5 جهاز مارشال 16
الصورةIII .6 الضواغط المترادفة 20
الصورةIII .7 مدحلة الطرق احادية الإسطوانة 21
الصورةIII .8 مدحلة الطرق الهوائية 22
الصورةIII .9 مدحلة حفر الخندق 22
الصورةIII .10 بكرات الطرق المزدوجة 23
الصورةIII .11 مصانع الاسفلت 23
الصورةIII .12 آلات الطحن 24
الصورةIII .13 المسويات 25
الصورةIV. 14 توضح تجربة التدرج الحبيبي 29
الصورةIV .15توضح جهاز تجربة لوس انجلس 32
الصورةIV .16 توضح جهاز تجربة ميكرودوفال 33
الصورةIV .17 توضح جهاز الرج 33
الصورةIV .18 توضح تجربة الكثلة الحجمية الظاهرية 34
الصورةIV .19 توضح تجربة الكثلة الحجمية المطلقة 35
الصورةIV .20 توضح تجبة أزرق الميثالين 35
الصورةV .21 جهاز PCG 45

قائمة الأشكال

الشكل I.1 رسم توضيحي لمكونات الطريق 2

الشكل I.2 رسم توضيحي لجانب وقارعة الطريق 3

الشكل I.3 رسم توضيحي لمكونات الأرصفة المرنة 7

الشكل IV .4 منحنى التدرج الحبيبي لكل من رمل 0/3وحصى3/8و8/15 31

الشكل IV .5 منحنى حجم الجسيماتSD0% 39

الشكل IV .6 منحنى حجم الجسيمات للتركيبةchaux+SD 40

الشكل IV .7 منحنى الجسيمات للتركيبSD10% 41

الشكل IV .8 منحنى حجم الجسيمات للتركيبة SD25% 43

الشكل IV.9منحنى حجم الجسيمات للتركيبةfiller+SD 44

الشكل V .10 مبدأتجربة القص الدوراني 46

المقدمة العامة

بشكل عام ، تشكل شبكة الطرق للبلد أحد الموروثات التي له أهمية قصوى في تطويرها ، يوفر الطريق الرابط بين مجالات الاقتصاد التكميلي والإنتاج والاستيراد والتصدير و الاستهلاك داخل الدول ولكن أيضًا بين الدول .كما أنه يوفر وصلات أهمية إنسانية واجتماعية لا تقدر بثمن لأنها تسمح بإقامة التبادلات الثقافية والاجتماعية والسياسية والإدارية والتي تبين أيضًا أنها واحدة من المروج لأي تطوير.

يثبت التحسن في خصائص أسطح الطرق المرنة ضروري في مواجهة النمو في حركة المرور وزيادة حمولة مركبات ، من خلال إدخال تقنيات جديدة وعمليات تعديل الخلائط الاسفلتية ؛ هذا يشكل محور بحث مدروس للغاية في جميع أنحاء العالم في السنوات الأخيرة.

يقوم المهندسون والباحثون بأبحاث لتطوير التقنيات باستخدام المواد المحلية في مجال إنشاء البنية التحتية للطريق من أجل تقليل تكلفة المشاريع.

لذالك جاء هذا البحث كمحاولة من تحسين السلوك الميكانيكي للخرسانة الاسفلتية باستغلال رمال الكثبان الرملية الموجودة بكثرة في أغلب مساحة الصحراء بخلطها مع مكونات الخرسانة الاسفلتية ومعرفة تأثير الرمل على رص الخرسانة الاسفلتية بواسطة تجربة ال pcg.

السؤال الذي يمكن أن نطرحه: هل تؤثر رمال الكثبان الرملية على رص الخرسانة الاسفلتية بواسطة تجربة ال pcg.

تتكون هذه الرسالة من جزأين هما : الجزء النظري والجزء التجريبي .

الجزء النظري يتكون من ثلاثة فصول :

الفصل الأول يتيح لنا تقديم عموميات عن الطريق: تعريفه ومكوناته....الخ .

الفصل الثاني تقديم عموميات على الخرسانة الاسفلتية: التعريف و المكونات...الخ وكذالك طريق تصميمها.

الفصل الثالث :رص الطريق والآليات المستعملة في انجاز الطريق.

الجزء التجريبي يتكون من فصلين وهما:

الفصل الأول: يتناول خصائص المواد المستعملة.

الفصل الثاني:يتناول تحديد منحنيات المخاليط والنتائج المتحصل عليها وتفسيرها عند تطبيق تجربة ال pcg.

الفصل الاول:

عموميات عن الطرق

1.I المقدمة:

نقدم فى هذا الفصل مفاهيم عامة عن الطرق و مكونات الطرق سواءا من الجانب الجيومترى او الجانب الجيوتقنى. و هذا حتى نعرف الى اى مدى تكون اهمية الخلطة الاسفلتية و دروها فى بناء الطرق.

2.I تعريف الطريق:

الطريق هو مسلك بري للمواصلات يسمح بربط مجموعة من نقاط الأرض ببعضها البعض وهو السبيل الوحيد الذي باستطاعته تحقيق استمرارية الوصل في عمليات النقل بين مسالك اتصال

الصورةI .1 الطريق

تنقسم الطرق الى قسمين كالتالي:

1.2.I التقسيم الإداري: وينقسم الى أربعة أقسام :

- الطرق البلدية: هذه الطرق توجد داخل حدود البلدية وتربط بين البلدية وأخرى.
- الطرق الولائية: هي الطرق التي تضمن المواصلات داخل حدود الولاية حيث يتم انجازها من الميزانية المضافة للولاية .
- الطرق الوطنية: يتم إنجاز مثل هذا النوع من الطرق بأهمية الاتصال بين الولايات وتمتاز هذه الطرق بكثرة المواصلات فيها ويتم إنجازها من طرف ميزانية الدولة.
- الطرق السريعة: طرق وطنية ذات صنف خاص تكون خصائصها كالتالي:

✓ لاتحتوي على تقاطع الطريق.

✓ ممنوعة على الراجلين والدراجات العادية والعربات المجرورة.

✓ خاصة بالحركات السريعة.

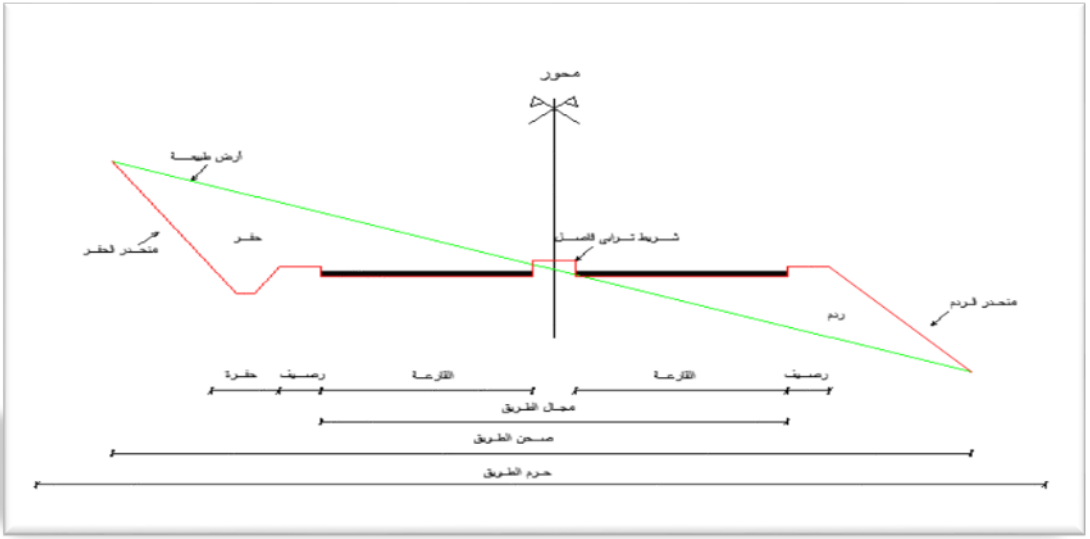
2.2.I *التقسيم التقني:*

يتوقف هذا التقسيم على السرعة المسموح بها في السير على تلك الطرق حيث تنقسم إلى خمسة أقسام :

- النوع الاستثنائي: هذا النوع من الطرق له تخطيط هندسي سهل يسمح بإستعمال السرعة الكبيرة حيث تكون سرعة المرجعية 120 كلم / سا.
- الطرق من الدرجة الأولى: هذا النوع له تخطيط سهل منقطع في بعض الأحيان بمفارق الطرق أو بطرق آخرى السرعة المرجعية 100 كلم / سا.
- الطرق من الدرجة الثانية: هذا النوع من الطرق له تخطيط سهل متكون من قطع مستقيمة ومنحنيات أين تكون السرعة المحددة مقدرة بـ 80 كلم / سا.
- الطرق من الدرجة الثالثة: هذا النوع من الطرق له تخطيط صعب متكون من ميل أو ميول صاعدة و أخرى نازلة أين تحدد السرعة بـ 60 كلم / سا.
- الطرق من الدرجة الرابعة: هذا النوع من الطرق لة تخطيط صعب جداً حيث يسمى بطريق جبلي تحدد سرعة السيير فيه بـ 40 كلم / سا.[1]

3.I مكونات الطريق:

يتكون الطريق من عناصر عامة وأخرى خاصة(ثانوية)



الشكل 1.I رسم توضيحي لمكونات الطريق

ـ العناصر العامة:

- حرم الطريق (emprise) :هوالعرض الكلي للأرض المستعملة للطريق.
- صحن الطريق (assiette): هو جزء من حرم الطريق خاص بإنجاز الطريق.
- مجال الطريق(plate forme) :هي مساحة الأرض التي تحتوي على القارعة التي تمرعليها السيارات و الجوانب و الشريط الفاصل التربة في حالة طريق مزدوجة.
- القارعة(chaussée) :هي الجزءالأساسي من مجال الطريق حيث تكون مهيأة ومعبدة خصيصا لسير السيارات وتحمل أثقالها.
- الجوانب (accotements) :يوجد في أطراف القارعة شريطين غير معبدين مهيأين لسير المارة وأحيانا لاستقبال السيارات وإيقافها بشكل مؤقت في حالة الضرورة.
- حاجز الأمان (glissière de sécurité):هو عبارة عن قسم مرتفع، يوجد في الحد الخارجي للجانب نجده دائما في حالة الردم، دوره حماية مستخدمي الطريق. يوضع خاصة لما ترتفع القارعة على الأرض بمسافة تفوق 1.50 متر .يكون مكون من عناصر معدنية مقاومة تتصدى للسيارات في حالة انزلاقها.

الشكل 2.I رسم توضيحي لجانب وقارعة الطريق

ـ العناصر الثانوية:

- الخندق (fosse):هي قناة تكون على طول كل جوانب الطريق(في حالة الحفر) ويستعمل لتصريف مياه الأمطار.
- المنحدر (talus):هو خط التوازن للتربة، ميل المنحدر غالبا يساوي في حالة الحفر 1/1 وفي حالة الردم 3/2.
- الحافات (bordures):هي عبارة عن فاصل مصنوع من الخرسانة أو من حجر مفصل يوضع على طول القارعة.
- المنزلقة الأمنية: تتكون من صفيحة فولاذية مجنبة سمكها يتراوح بين 3 مم و 4 مم مثبتة في قوائم معدنية دورها منع خروج العربات من القارعة في حالة وقوع حوادث أو انزلا قات.

- الايقافات: هي فراغات مهيأة على الجوانب وهذا إما لتجنب تلاقي سيارتين في الطريق أو لتحرير سير السيارات و إيقافها بشكل مؤقت أو لتفادي خطورة التجاوز.
- القنوات العرضية: هي عبارة عن قنوات تكون على عرض الطريق لتسهيل عملية تصريف المياه.
- غرفة المياه: عبارة عن حفرة مبنية من الخرسانة تحت الخنادق مخصصة لجمع المياه ثم إفراغها عن طريق القنوات العرضية.[2][1]

4.I قارعة الطريق (الرصيف):

لكي تؤدي القارعة (الأرصفة) دورها كما ينبغي يعني ضمان سير سريع و مريح و آمن ينبغي أن تكون لها مقاومة كبيرة وسطح متجانس (مساحة منتظمة كليا)ولهذا يتطلب إنجاز القارعات مجموعة من الطبقات مكونة من مواد مختلفة تبني بترتيب معين من الأسفل نحو الأعلى ، لكل منها سمك و دور.

4.I. 1 تعريف قارعة الطريق (الرصيف):

بالمعنى الهندسي:السطح المطور للطريق التي تدور عليه السيارات.

بالمعنى الهيكلي: مجموعة من الطبقات المتراكبة بواسطة مواد مختلفة.

يتمثل دورها في :

ـ تحمل سيرحركة السيارات والشاحنات بمختلف انواعها.

ـ توزيع الأحمال الميكانيكية على التربة الداعمة ، مهما كانت الظروف المحيطة.[3]

4.I. 2 أنواع قارعة الطريق:

هناك ثلاثة انواع من الأرصفة

أ ـ الأرصفة المرنة:

عبارة عن هياكل تتكون من طبقات مكونة من مواد مرنة مقاومة لقوى الشد، وتكون غالبا الطبقات العلوية أكثر صلابة ومقاومة من الطبقات السفلية تبنى هذه الأرصفة من مواد صخرية صلبة كالحصى .

تستخدم الرصف المرنة في رصف كافة الطرق العامة لما لها مميزات عديدة نذكر منها:

- اعطاء الراحة التامة لمستخدمي الطرق بما لها من نعومة كاملة وعدم وجود فواصل متكررة كما هي موجودة في الرصف الصلبة.
- مقاومة التفتت الناتج من عجلات السيارات والشاحنات والعوامل الجوية.
- منع دخول الماء إلى الطبقات التي تحت السطح.
- رخيص التكلفة مقارنة مع الرصف الصلبة.

ب ـالأرصفة شبه صلبة:

هي الأرصفة الغير مرنة التي تنجز من الارصفة مجرية تدعى أحجارالتبليط وتستعمل فقط في الطرق ذات كثافة عالية للمواصلات .

ج ـ الأرصفة الصلبة:

هي عبارة عن هيكل يتكون من طبقات خرسانية ذات مرونة عالية تبنى هذه الطبقات على قاعدة الأساس الصلبة ذات السمك20سم على الأقل، اذ تقوم بتوزيع الحمولات على الأساس سمك الطبقات 20سم للطرق العادية و25سم للطرق السريعة. [4]

3.4.I مكونات الأرصفة المرنة:

يتكون الرصيف المرن من تراكب عدة طبقات وهي كالتالي:

❖ الطبقة السطحية :

تكون من أفضل نوعية من مواد من حيث القدرة على التحمل ينتقل تأثير الحمولات المرورية من خلال هذه الطبقات إلى التربة الطبيعية التي يفترض أن تكون قدرتها على التحمل عالية نسبياً حيث يتم دمكها بشكل جيد لتحسين مواصفاتها.

تتكون من خليط من الحصى و الإسفلت السائل وتوضع فوق طبقه الأساس

والهذف منها هو:

- توزيع الأحمال بشكل الجيد.
- تقليل نفاذ الماء إلى الطبقات السفلية .
- تأمين السطح لكي يكون مقاوم للتزحلق.
- تأمين سطح انسيابي أثناء مرور السيارات والشاحنات.
- تأمين عدم تشقق السطح.

- مقاومة تأثير الحث البري من مرور السيارات والشاحنات.
- تأمين ثبات عالي تحت تأثير مختلف الظروف المناخية والمرورية.

❖ الطبقة الأساسية:

وهي الطبقة التي يرتكز عليها سطح الطريق وتتولى بشكل رئيسي نقل وتوزيع الأحمال الناتجة عن المرور إلى الطبقات السفلة كما أنها تساعد على حماية سطح الطريق من الخراب الناتج عن انتفاخ وهبوط التربة الأصلية وعن تسرب المياه الجوفية لذا يجب أن تتمتع هذه الطبقة بخواص جيدة من حيث المتانة و المقاومة وكلما زاد الترابط و الاحتكاك بين حبيباتها كلما زادت قوة تحملها على توزيع الأثقال ولكي يتحقق هذا بشكل جيد يشترط في طبقة الأساس المواصفات التالية :

- لا تحتوي على المواد الناعمة و المواد اللينة الزائدة على الحد.
- تحتوي على تدرج حبيبي جيد.
- لا يتجاوزحد الميوعة فيها25% ومعامل اللدونة6%.
- ان لا تزيد نسبة المار من الغربال رقم200 على 10%.
- ان لا تتجاوز نسبة التآكل للحبيبات على50%.
- تدمك دمكا جيدا.

❖ الطبقة ما تحت الأساس:

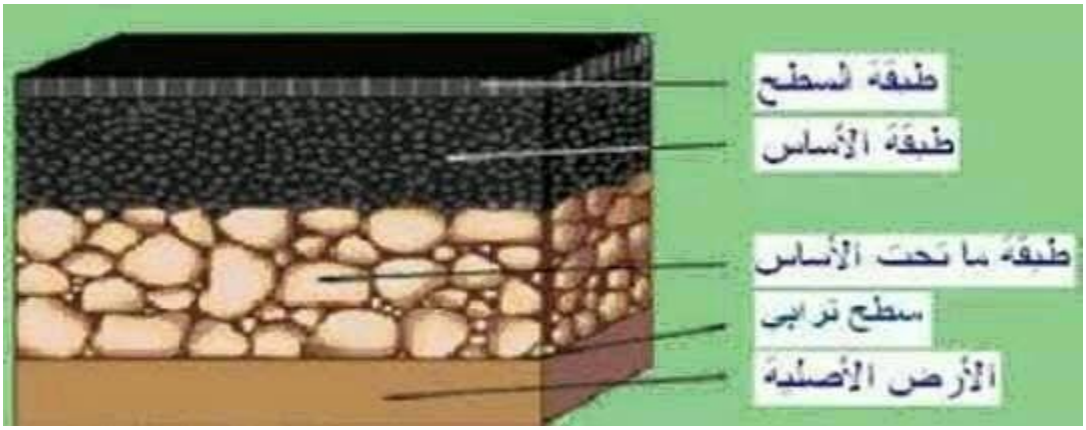
و هي الطبقة التي توضع بين الأساس و التربة الأصلية و تتكون عموما من مواد ذات خواص و مواصفات اقل جودة من مواد الأساس و أعلى جودة من التربة الأصلية و تساعد هذه الطبقة على تقوية التربة الاصلية و على نقل الاحمال إليها و كذلك على حماية طبقة الأساس من تدفق المياه الجوفية إليها و يشترط في طبقة الأساس المواصفات التالية :

- ان تكون نسبة المواد الناعمة و المواد اللينة فيها قليلة.
- ان تحتوي على تدرجحبيبي مناسب بحيث تبقى مستقرة.
- ان لا تتجاوز حد الميوعة فيها25% ويكون معامل الليونة قليل.
- ان لا تتجاوز نسبة التآكل للحبيبات فيها على50%.

الهذف منها:

- حماية طبقة السطح الترابي من تأثير المياه والثلج والرطوبة و..الخ.

- توزيع الأحمال التي يتعرض لها سطح الطريق والطبقات السفلية كمرور المركبات
- التوفير في التكاليف مواد الرصف المستخدمة اذ هي أقل جودة وارخص ثمنا من المواد التي تعلوها.
- تمنع امتزاج مواد سطح الترابي مع مواد طبقة الأساس.
- اعطاء قوة للسطح الترابي خاصة بعد دمكه جيدا.[5][4]



الشكل 3.I رسم توضيحي لمكونات الأرصفة المرنة

5.I الخلاصة:

الرصيف المرن هو الاحسن والجيد من حيث التكلفة.

الفصل الثاني

الخرسانة الاسفلتية

1.IIالمقدمة:

يعتبر الرصف بالخرسانة الاسفلتية أفضل انواع الرصف بالاسفلت،ويستعمل لرصف الطرق الجيدة وتكون بسمك من 5سم في حركة الطرق ذات المرور الخفيف إلى 10سم في حركة المرور الثقيل جدا.

2.II تعريف الخرسانة الإسفلتية:

عبارة عن كتلة من الركام المتدرج المغلف بالإسفلت العادي أو المعدل تتخللها فراغات هوائية تستعمل في رصف أسطح الطرقات و المطارات و المواقف و الساحات الصناعية و الميادين كما تستخدم في تبطين القنوات ، و يشكل الركام عناصر الهيكل الإنشائي للخلطة أما الإسفلت فيربط العناصر ببعضها البعض.[6]

وتسمى ايضا بالخرسانة البيتومينية تكون عبارة عن مزيج غني بالبيتومين(الاسفلت) تستخدم بشكل رئيسي في ارتداء الدورات، هي تمثل الجزء الرئيسي من طبقات الطرق.

الفئات الحبيبية للخرسانة الإسفلتية المحتفظ بها هي :

BB 0/8 ;BB 0/14 ;BB 0/14 [7]

الصورة2.IIالخلطة اللإسفلتية

II. 2. 1 متطلبات الخرسانة الإسفلتية:

- **الثبات:** القدرة مقاومة التشوه الناتج عن الحمولات المرورية.
- **المتانة:** القدرة على مقاومة على العوامل البيئية مع مرور الزمن.
- **المرونة:** القدرة على التجاوب مع القوى المؤثرة دون الانكسار [5]

3.II أنواع الخرسانة الإسفلتية:

هنالك أنواع عديدة من الخرسانة الإسفلتية تختلف إما بالمكونات أو التدرج الحبيبي أو بطريق الخلط و التحضير أو بالغرض المطلوب منها.

1.3.II الخرسانة الإسفلتية الباردة:

تُستخدم الخرسانة الإسفلتية الباردة في أعمال ترميم الطرق في حالة وجود الحفر و المطبات التي تتكون في أسطح الطرق ، كما يمكن استخدامه كطبقة رابطة أو طبقة سطحية في حالة الطرق الثانوية ، ويلزم عمل طبقة دهان للسطح في هذه الحالة (حالة استخدامها كطبقة سطحية) لوجود فراغات في السطح ، نظراً لأن الإسفلت السائل هو الذي يستخدم في هذا النوع من الرصف ويكون تدرج المواد مفتوح في هذه الحالة لكي يسمح بتبخر المذيب الموجود في الإسفلت .

ـ مميزات الخرسانة الإسفلتية البارد:

استخدام المواد المحلية مع معدات بسيطة بالمقارنة بالخلطة الساخنة وكذلك عدم الحاجة إلى تسخين الركام مما يوفر التكاليف وتعتبر ملائمة لأعمال الصيانة و الترميمات وتغطية الطرق ذات المرور الخفيف.

ـ عيوب الخرسانة الإسفلتية الباردة:

سطح غير ناعم ويلزم تغطية بطبقة دهان.

2.3.II الخرسانة الإسفلتية الساخنة:

تستخدم الخرسانة الإسفلتية الساخنة في رصف الطبقات السطحية للطرق المهمة السريعة سواء كانت داخل المدن أو الطرق الخارجية، وهذه الخلطة أثبتت أنها تتحمل أثقل أنواع المرور في حالة تصميمها وتجهيزها جيداً ثم وضعها على طبقة أساس مناسبة.

ـ عيوب الخرسانة الإسفلتية الساخنة:

- ✓ زيادة تسخين الخلطة.
- ✓ برودة الخلطة.
- ✓ النقص في الإسفلت.

- ✓ زيادة نسبة الركام.

3.3.II الخرسانة الإسفلتية الناعمة:

يعتبرمن الأنواع المفضلة للاستخدام داخل المدن ،وهو يستعمل مثل الإسفلت المصبوب كطبقة سطحية على طبقة رابطة من الخرسانة الإسفلتية أو على طبقة أساس من الركام الصخري طبقاً للمواصفات المطلوبة و تتكون الخلطة من الرمل بنسبة تتراوح بين (85-80)% وحبيبات الرمل من (2-0.09) مم، والبودرة بنسبة تتراوح بين (20-15)% حبيباتها أقل من 0.09مم.

4.3.II الخلطة الإسفلتية المسامية:

تتصف بارتفاع مساميتها و نفاذيتها للماء حيث تتكون الخلطة من نسبة عالية من الركام الخشن ونسبة قليلة من المواد الناعمة تخلط مع اسفلت نسبته بين 5%- 6% وهذا يعطي للخلطة نسبة فراغات مرتفعة تسمح بنفاذية المياه و يفضل استخدام ه ذه الخلطات خاصة في المناطق الماطرة و في طبقات الرصف الخاصة بالمواقف. [9] [8]

4.II مكونات الخرسانة الإسفلتية:

تتكون الخرسانة الإسفلتية من المواد التالية: المواد الحصوية و الرابط الإسفلتي، بودرة ومواد مضافة.

4.II. 1 المواد الحصوية:

تعتبر المواد الحصوية المكون الأساسي و الأكبر بطبقات رصف الطرق فهي المكون الأساسي في تكوين الخلطة الإسفلتية كما أنها تستعمل دون أي رابط في طبقات الرصف وعلى خواص المواد الحصوية تتوقف بشكل رئيسي في مقاومة طبقات الرصف للإجهادات الميكانيكية الناتجة عن حركة السير و الإجهادات الحرارية الناتجة عن التغيرات الجوية و بتالي مقاومة جسم الطريق للتشوهات و لهذا تعتبر معرفة خواص المواد الحصوية ذات أهمية بليغة و تشكل المواد الحصوية 95 % من تركيب الخلطة الإسفلتية، تتراوح أبعاد حبيبات الحصى بين (50ملم)و(0.075ملم) تتصنف عادة الى:

أ- الحصى الخشن: الحبيبات المحجوزة على الغربال رقم 4 (4.75 ملم).

ب - الحصى الناعم: حبيبات المارة من الغربال رقم 4 (4.75 ملم) والمحجوز على الغربال رقم 200 (0.075 ملم).

1.1. 4.II خواص المواد الحصوية:

- **الصلابة**: ان تكون مقاومة للتكسر و للتفتت أثناء الخلط ويدعى إختبار الصلابة بإختبار التأكل وتجربة تأكل لوس أنجلوس هي أكثر أستخداما وكلما كانت قيمة معامل لوس صغيرة كلما كانت الحصويات المستعملة ذو مقاومة أعلى و تنص المواصفات على أنه يجب أن لا تزيد قيمتها عن 25 % بالنسبة لطبقة السطحية.

- **النظافة:** أن يكون الحصى خالي من المواد الطينية او مواد غريبة.

- **المتانة**: مقاومة التفتت بسب تغير العوامل البيئية (تعاقب دورات الرطوبة و الجفاف و دورات الحرارة و البرودة)، ويدعى اختبار المتانة بتجربة الصدم.

- **شكل الحبيبات**: تتنوع أشكال الحبيبات الحصوية بين الطويلة أو الرقيقة أو المكعبية أو المستديرة و في أعمال الطرق يتم استبعاد الحصويات الرقيقة والطويلة و المستديرة و يتم إستعمال الحصويات حادة الأطراف المكعبية لتأمين الاحتكاك و تنص المواصفات على ألا تتجاوز قيمة دليل التطاول و دليل التسطح 15 % .

- **الملمس:** التضاريس الدقيقة لسطح حبيبات الركام. يحدد الملمس معامل الاحتكاك الداخلي المطلوب للثبات كما يحدد معامل الاحتكاك الخارجي المطلوب لمقاومة الانزلاق. [10]

- الصورة 4.II الحصويات -

II.4. 2 البودرة (فيلر): الحبيبات الدقيقة او الغبار المار من الغربال200(0.075 ملم)

الصورةII.3البودرة(الفيلر)

II.4. 3 الرابط الاسفلتي: مادة لزجة شبه صلبة أو سائلة من أصل نفطي. يتم تصنف الرابط الإسفلتي شبه الصلب حسب درجة صلابته إما بمقاومة الغرز (Penetration)أو باللزوجة (Viscosity)أو بدرجة الأداء (Performance)عند ظروف تحميل و حرارة و معالجة بيئية محددة، أما الرابط الإسفلتي السائل فيصنف بدرجة اللزوجة أو بالتدفق (Flow) وسرعة التصلب و نوع المذيب.[6]

الصورةII .4 مادة البيتومين

II.4.3.1 خواص الرابط الاسفلتي: بالرغم من أن الرابط الإسفلتي لا يشكل سوى حوالي 5% من وزن الخلطات الإسفلتية و 10% من حجمها، فإنه يلعب دوراً أساسياً في أداء تلك الخلطات. الدور الرئيسي للرابط الإسفلتي في الخلطات الإسفلتية هو ربط حبيبات الركام بعضها ببعض و منحها القدرة على مقاومة قوى الشد و القص الناتجة عن التأثيرات الخارجية و عزل حبيبات الركام بمنع وصول الماء و المواد الضارة إليها.

تشمل خواص الرابط الاسفلتي في:

- **الزحف:** القابلية للحركة تحت الضغط و يعتمد على درجة الحرارة و فترة التحميل.
- **اللزوجة:** نسبة ضغط القص إلى سرعة القص عند درجة حرارة معينة.
- **المرونة:** القابلية للسحب دون الانفصال.
- **اللدونة الحرارية:** تتغير اللزوجة بتغير الحرارة(علاقة عكسية).
- **التصلب:** تغير التركيب الكيميائي بسبب التأكسد عند التعرض للحرارة و الهواء أو فقدان المذيب.
- **الإسترخاء:** القدرة على تقليص الإجهاد الداخلي بالاستطالة أو الانفعال.

II.4.4 المواد المضافة: هي عبارة عن مواد معدنية أو لدائن بلاستيكية أو أحماض أمينية تستعمل لتحسين خواص الرابط الإسفلتي أو تحسين التصاقه بالركام و منع التقشر و التأكسد. [6]

II.5 مراحل تصميم الخرسانة الإسفلتية: يمر تصميم الخرسانة الإسفلتية بغض النظر عن الطريقة المتبعة بعدة مراحل أهمها :

ا-المرحلة الأولى: اختيار المواد الداخلة في تركيب الخلطة , الركام , المواد المضافة,الرابط الإسفلتي.

ب ـ المرحلة الثانية: أخذ عدد كافي من العينات المماثلة من جميع المواد و فحصها للتحقق من مطابقة المواد المختارة للمواصفات و إمكانية دمج الركام للحصول على التدرج المطلوب.

ج ـ المرحلة الثالثة: خلط الركام مع نسب متباينة من الربط الإسفلتي و حساب الخواص الحجمية و فحص مؤشرات القوة إن وجدت و عرضها بيانيا لاختيار المثلى للرابط الإسفلتي.

د- المرحلة الرابعة: إعداد الخلطة عند النسبة المثلى للرابط الإسفلتي و التحقق من مطابقتها للمواصفات.

ه ـ المرحلة الخامسة: تنفيد مقطع تجريبي للتأكد من إمكانية انتاج الخلطة بالخلاطة و إمكانية فردها (فرشها) ودكها حسب المواصفات دون إتلافها.

ز- المرحلة السادسة: انجاز الطريق. [6]

6.II طرق تصميم الخرسانة الإسفلتية: [6]

هناك عدة طرق لتصميم الخلطة الإسفلتية لكن من أشهرها وأكثر استعمالا وانتشارا في جميع أنحاء العالم طريقة مارشال(marshall) لسهولتها وتجربتها الغنية التي تدعمها، والهدف منها تحديد ثبات وانسياب عينة المدموكة من الخلطة الإسفلتية وتحديد نسبة الإسفلت المثلى.

الأدوات والأجهزة المستخدمة:

قالب دمك اسطوانى قطره (101.6) ملم وارتفاعه (63.5) ملم مع قاعدة وطوق تطويل.
مطرقة دمك وزنها (4.54) كلغ بارتفاع سقوط (45.5) سم.

رافعة لاستخراج العينة من القالب بعد دمكها.
حلقة كسر العينة.
حلقة معايرة.
جهاز تحميل بمعدل (50) ملم كل دقيقة.
محددات قياس.
حمام مائى.
ميزان حرارى.
فرن تسخين.
جهاز خلط.

الصورةII .5 جهاز مارشال

7.II الخلاصة:

يتكون الأسفلت من الرمال والحصى والبيتومين.لصياغة الأسفلت المناسب عدة معايير يجب أن تؤخذ في الاعتبار مثل حركة المرور والظروف المناخية والمواد الموجودة وخصائصها.

الفصل الثالث:

رص الطرقات

III. 1 المقدمة:

عرف الفنيون المتخصصون في بناء الطرق أن ضغط ليس كافيًا. وليس من الضروري فقط ضغط التربة ومواد الطرق ، بل من الضروري أيضًا تحسين البنية الداخلية للقاعدة وطبقات التوصيل لتجنب التدهور اللاحق لدورة الارتداء بسبب حركة المرور على وجه الخصوص كانت ضواغط الإطارات ولا تزال هي الحل لهذه المشكلة. من خلال تطبيق تأثير الضغط عن طريق سطح مرن (الإطار) ، يتم الحصول على تأثير العجن حيث تتناسب العناصر الصلبة للتربة معًا بسهولة أكبر ، مما يؤدي إلى الحصول على جودة الهيكل. تطبيق الأحمال الثقيلة التي تخترق العمق ، يكثف الأرض ويزيد من مقاومة الرصيف من وجهة نظر هيكلية وزمنية. ومع ذلك ، فإن الميل إلى نسيان ما سبق في كثير من الأحيان ينتج عنه ممرات ، بعد فترة وجيزة من فتحها لحركة المرور على الطرق تظهر شقوق وتشققات وانزياح للأرض وجميع أنواع التشوهات التي تقصر إلى حد كبير من عمرها وتزيد من تكلفتها. تكلفتها عن طريق الإصلاحات باهظة الثمن.

III.2 تعريف رص الطريق(ضغط):

هو اعادة ترتيب مكونات الخرسانة الاسفلتية بطرد الهواء وجعلها متجانسة بإستخدام وسائل ميكانيكية تنتج حمولات شاقولية ضاغطة وذالك يزيد من سعة حمولة الطريق.

III.2.1 أنواع الضواغط :

1 ـ الضواغط الثابتة:

ـ بكرات مرادفة ومترادفة:تستخدم في الطبقات الرقيقة .

ـ بكرات على الاطارات: ضغط الجص السطحي ، والطبقات الحبيبية الرقيقة ، وإنهاء الخلطات الاسفلتية.

2 ـ الضواغط الاهتزازية:

ـ بكرات مترادفة اهتزازية:تستخدم في الضغط السطحي للطبقات الحبيبية والضغط الاساسي للطبقة الاسفلتية.

ـ بكرات اهتزازية ذات اسطوانة واحدة:تستخدم في ضغط الطبقات الحبيبية السميكة،والمواد المتامسكة.

ـ بكرات اهزازية بأقدام مدك:تستخدم في ضغط سدود التربة المتماسكة والحصى والصخور.

III .3 الهدف من الرص(الضغط):

الأهداف الرئيسية التي تم تحقيقها خلال تنفيذ أعمال الطرق ، والطبقات الأرضية الفرعية وقواعد الطرق ودورات ارتداء الطرق هي:

زيادة الخصائص الميكانيكية

إزالة التشوهات اللاحقة

ضمان العزل المائي

هناك انخفاض في الحجم ، يبقى وزن المواد الصلبة كما هو تزداد الكثافة الظاهرية[12]

III.3.1 فوائد رص الطريق:

يكشف عن نقاط الضعف في الميدان

يحسن الاكتناز

زيادة الرفع

يتجنب التشوهات اللاحقة

ويزيد من قوة الشد

يقلل الانضغاطية.

III .4 العوامل المؤثرة على الرص:

- الإضافات:
- شكل الحبيبات.
- نوعية الاسفلت.
- العوامل الحرارية.
- نسبة الرابط الاسفلتي.
- سمك الطريق.
- آلة الدمك.

III.5 آليات والعتاد المستعمل في الطرقات:

هناك عدة آلات مختلفة تستعمل في انجاز الطريق نذكر منها:

1. الأسطوانة الضاغطة:

إن مدحلة الطريق التي تسمى أيضًا الضاغطة ، هي آلة ضغط تم سحبها سابقًا بواسطة جر الحيوانات ، وهي الآن مزودة بمحركات ، وتتميز بعجلات أسطوانية ناعمة أو بما يسمى "قدم الغنم" ، وتستخدم لضغط التربة أو أي طبقة أخرى من طريق السير.

.تحتوي بكرات الضغط بشكل عام على أسطوانة فولاذية ناعمة في مقدمة السيارة حيث تعمل الاهتزازت على توحيد المواد المراد ضغطها ،وهناك عدة أنواع:

- الضواغط المترادفة: تحتوي على بكرتين فولاذيتين أملس ، واحدة في مقدمة السيارة والأخرى في الخلف ، يستخدم هذا النوع من مدحلة الطريق لضغط التربة الحبيبية الخشنة.

الصورةIII .6 الضواغط المترادفة

- مدحلة الطريق أحادية الأسطوانة: تسمى أيضًا الأسطوانة المفردة ،يمكن تزويدها ببكرات ناعمة أو أقدام مدك .المزايا الرئيسية من هذه الآلة أنها منخفضة في التكلفة والقوة.

الصورةIII .7 مدحلة الطرق احادية الإسطوانة

- مدحلة الطريق الهوائية: تسمى أيضًا بكرة الإطارات ، وهي عبارة عن ضاغط يتم استبدال اسطوانته المعدنية بسلسلة من الإطارات المركبة على محاور الماكينة،يستخدم هذا النوع من مدحلة الطرق للأسطح الصغيرة إلى المتوسطة.

الصورةIII .8 مدحلة الطرق الهوائية

- مدحلة حفر الخندق: الغرض من ضغط الخندق هو منع الاستقرار بالإضافة إلى اختلاف كبير جدًا في نفاذية التربة.للأعمال المنجزة على الطرق القائمة.

الصورةIII .9 مدحلة حفر الخندق

- بكرات الطرق المزدوجة: هي آلات ضغط صغيرة الحجم موجهة يدويًا ، مما يجعلها أكثر أمانًا للاستخدام في المناطق التي يصعب الوصول إليها.بعرض يساوي أو أقل من 65 سم.

الصورةIII .10 بكرات الطرق المزدوجة

2. مصانع الاسفلت:

تنتج مصانع الأسفلت (أو البيتومين) الذي يغطي غالبية الطرق.هناك أنواع مختلفة: مستمر أو متقطع ، حار أو بارد....الخ.

هناك أيضًا مصانع متنقلة محمولة على شاحنات تتحرك حول مواقع البناء ، خاصةً عندما تكون كبيرة وتقع بعيدًا عن المناطق المبنية.لاحظ أن ما يسمى بالمصانع "المستمرة" تستخدم أسطوانة مجفف خلاطة (TSE) ، بدون برج طلاء بالإضافة إلى ذلك تتم بعض تقنيات الطلاء على البارد.

مصنع الأسفلت هو نظام إنتاج ثابت ومتحرك للتركيبات سريعة الزوال يتطلب تجميع مصنع الاسفلت من أسبوع إلى أسبوعين من العمل.

الصورةIII .11 مصانع الاسفلت

3. آلات الطحن:

آلة الطحن هي آلة تتيح لنا "تجريد" الطرق من أجل استعادتها أو حتى إعادتها بالكامل.
باستخدام أسطوانة دوارة مزودة بأسنان أو معول أو سكاكين ، تقوم آلة الطحن بتكسير مواد الرصف التي يزيد عرضها من متر إلى مترين وعمق يصل إلى 32 سم يتم بعد ذلك إزالة المواد المطحونة بواسطة نظام ناقل (حزام استقبال يغذي نوعًا من الحزام الناقل يسمى "حزام التفريغ") إلى دلو.

تم تجهيز أسطوانة الطحن بنظام رش المياه الذي يقلل من تراكم الغبار ويبرد أعواد الطحن لحياة أطول.

يعتبر الطحن بشكل عام الخطوة الأولى في أعمال الإصلاح على جميع أنواع الطرق (الطرق السريعة والطرق الثانوية والدوارات وما إلى ذلك)يتم استخدامه لتقليل سمك الرصيف قبل تطبيق الأسفلت الجديد.

يمكن تركيب آلات الطحن على عجلات أو على مسارات حسب الطراز.

الصورةIII .12 آلات الطحن

4. المسويات:

الغرض من المسوي هو تجريد الجزء العلوي من الرصيف ، سواء كان أسفلتًا أو خرسانيًا أو أي نوع آخر من الرصف.

يمكن أن يتدخل المسوي في إصلاح الطريق ولكن أيضًا لأنواع أخرى من الأعمال الحضرية:
خنادق الأنابيب ، والألياف الضوئية ، والشبكات المختلفة ،
وإصلاح الطلاءات التالفة... الخ.

الصورةIII .13 المسويات

5. خلاطات بولفي:

آلة تمزج التربة بالجير أو المواد الهيدروليكية لجعلها أكثر كفاءة.يتضمن ذلك خلط 1 إلى 5٪ من المادة الرابطة بشكل وثيق ومتجانس مع 90 إلى 95٪ من التربة المراد معالجتها.

يتكون خلاط بولفي من محرك يقوم مباشرة بتشغيل دوار مجهز بأسنان يتم استبدالها أثناء تآكلها .يدور الدوار الأفقي ما بين 100 و 200 دورة في الدقيقة في الاتجاه المعاكس للتقدم ويخترق التربة إلى عمق 500 مم ، محققًا مزيجًا مثاليًا بين المادة الرابطة (الأسمنت أو الجير) والطين أو الطمي الأرضي.

ـ الصورة III.9 خلاط بولفي ـ

6. الموزعات:

يتم استخدام الموزعات لعمل طبقة التكسير، قبل دورة الارتداء مباشرةللقيام بذلك يستخدمون مواد رابطة ساخنة أو مستحلبات البيتومين.

في الحالة الأولى (مواد رابطة ساخنة) ، غالبًا ما تكون مواد رابطةهيدروكربونية أي تعتمد على الهيدروكربون، أنها تجعل من الممكن ربط الركام مع الحفاظ على بعض المرونة.

تستخدم الموزعات بشكل أساسي لإصلاح وصيانة الأرصفة.

تتكون الموزعة بشكل أساسي من :

- خزان مملوء بمادة رابطة أو مستحلب.
- مسخن يستخدم لتسخين محتويات الخزان .
- منحدر رش مزود بمضخة قياس.

- الصورةIII .10 الموزعات -

7. آلة الرصف:

كما يوحي الاسم ، فإن آلة الرصف هي واحدة من آخر الآلات المستخدمة في بناء الطرق.إنه يضمن وضع مسار التآكل ، المصنوع من مواد مطلية (الركام الممزوج بمادة هيدروكربونية من نوع البيتومين).

الرصيف آلة بطيئة إلى حد ما ، تتحرك بسرعة حوالي 300 م / ساعة ويفسر ذلك حقيقة أنه يضمن ، في ممر واحد فوق منطقة العمل ، التنفيذ الكامل للإسفلت: النشر والتسوية والتنعيم والدمك المسبق، يستقبل الرصف الأسفلت في قادوس باستخدام شاحنة قلابة ، ثم ينشره في طبقة متساوية. [13] [14]

- الصورةIII .10 آلة الرصف -

III .6 الخلاصة :

عملية رص الطريق من أهم الأعمال في إنشاء طبقة السطح، لأنها تزيد في كثافة الخلطة وتقلل من الفراغات فيها وتكسبها مقاومة وثباتا أكثر.

الجانب التطبيقي

الفصل الرابع:

خصائص المواد المستعملة

1.IV المقدمة:

الهذف من هذا الفصل دراسة خصائص المواد المستخدمة في دراستنا،وتحديد خصائص صياغة الخرسانة الاسفلتية شبه حبيبة 14/0 ورمال الكثبان الرملية.

ان الاختبارات التي اجريت في هذه الدراسة تتم على مستوى مختبر الاشغال العمومية للجنوب في ورقلة.

2.IV المواد المستخدمة:

1.2.IV خصائص الركام:

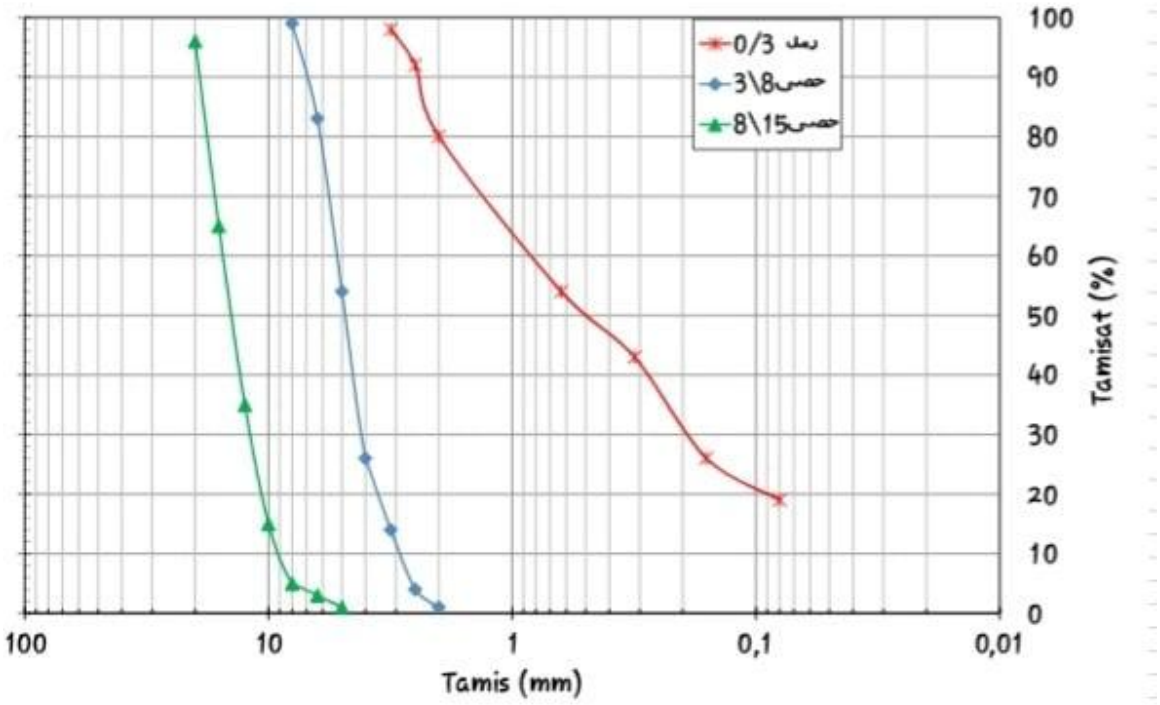
الركام(0/3، 3/8 ،8/15) المستخدمة في دراستنا هي محطة تكسير بني براهيم منطقة حاسي مسعود ورقلة ، ورمال الكثبان الرملية من منطقة سيدي خويلد ورقلة،والمادة الرابطة الاسفلتية من شركة توتال في ورقلة والجير المستخدم منمنطقة ورقلة.

1.1.2.IV تجربة التدرج الحبيبي:

الصورةIV. 14 توضح تجربة التدرج الحبيبي

قطر المنخل (ملم)	النتائج%		
	رمل 0/3	حصى3/8	حصى8/15
20	-	-	96
16	-	-	88
12,5	-	-	65
10	-	-	35
8	-	99	15
6,3	-	83	5
5	-	54	3
4	-	26	1
3,15	98	14	-
2,5	92	4	-
2	80	1	-
0,63	54	-	-
0,315	43	-	-
0,160	26	-	-
0,080	19	-	-

الجدولIV .1 نتائج تجربة التدرج الحبيبي



الشكلIV .4 منحنى التدرج الحبيبي لكل من رمل 0/3وحصى3/8و8/15

IV. 2.1.2 تجربة التدرج الكيميائي:

التجارب	رمل 0/3	حصى 3/8	حصى 8/15
لايتحلل في الماء بنسبة %	32,5	17,6	
نسبة الكبريتات % (SO3)	0,89	0,75	
نسبة الكربونات%	56	77	
نسبة الكلوريدات %	0.09	0.09	

الجدولIV .2 نتائج تجربة التدرج الكيميائي

IV .3.1.2 تجربة ميكردوفال ولوس انجلس:

التجربة	فئة	الحصى 3/8	الحصى 8/15	التوصيات
لوس انجلس %	14/10	24,20		≤25%
ميكردوفال%	14/10	23,51		≤ 20%

الجدولIV .3 نتائج تجربة ميكردوفال ولوس انجلس

نتائج تجربة ميكردوفال لا تلبي التوصيات المطلوبة ولكن لا يزال هناك بعض مقبول،أما بالنسبة لتجربة لوس انجلس فالنتيجة صحيحة.

الصورةIV .15توضح جهاز تجربة لوس انجلس

الصورةIV .16 توضح جهاز تجربة ميكرودوفال

4.1.2.IV تجربة مكافئ الرمل:

اختبار "مكافئ الرمل" هو أحد الاختبارات التي تكشف عن نسبة الشوائب العضوية في التربة ، أي نسبة النظافة.

الصورةIV .17 توضح جهاز الرج

تجربة مكافئ الرمل	النتائج %	التوصيات
رمل 0/3	49,9	≤45%
رمل الكثبان	47,96	≤45%

الجدولIV .4 نتائج تجربة مكافئ الرمل

IV .5.1.2 الكثلة الحجمية:

ـ الكثلة الحجمية الظاهرية:

هي النسبة بين وزن العينة وهي صلبة على الحجم الكلي .

الصورةIV .18 توضح تجربة الكثلة الحجمية الظاهرية

الفئات	رمل الكثبان	رمل 0/3	حصى 3/8	حصى 8/15
النتائج(g/cm^3)	1,42	1,43	1,36	1,42

الجدولIV .5 نتائج تجربة الكثلة الحجمية الظاهرية

ـ الكثلة الحجمية المطلقة:

هي نسبة وزن الحبيبات وهي صلبة على حجم الحبيبات الصلبة.

الصورةIV .19 توضح تجربة الكثلة الحجمية المطلقة

الفئات	رمل الكثبان	رمل 0/3	حصى 3/8	حصى 8/15
النتائج(g/cm^3)	2,57	2,60	2,61	2,61

الجدولIV .6 نتائج تجربة الكثلة الحجمية المطلقة

6.1.2.IV تجربة أزرق الميثالين:

الصورةIV .20 توضح تجبة أزرق الميثالين

التجربة	رمل 0/3	التوصيات
أزرق الميثالين V_B	0,64	1>

الجدولIV.7 نتائج تجربة أزرق الميثالين

IV .2.2 خصائص الاسفلت المستخدم:

الرابط المستخدم في هذه الدراسة عبارة عن بيتومين نقي من فئة 50/40 قادم من صهر في مصنع الأسفلت التابع لمجموعة توتال(TOTAL) في ورقلة،ولقد تمت عليه عدة اختبارات الموضحة في الجدول التالي:

الإختبار	الوحدة	النتائج	التوصيات
الاختراق	1/10mm	43,25	50 - 40
نقطة التليين	°C	54,85	60 - 47
الكثافة	g/cm^3	1,04	1,10 - 1,00

الجدولIV.8 نتائج الاختبارات على الإسفلت المستخدم

من اختبارات التي تم إجراؤها ، يمكننا القول أن الرابط الخاص بنا يتوافق مع الاسفلت النقي فئة 50/40.

3.IV الخلاصة:

تعتبر المواد عالية الجودة من أهم العوامل التي تضمن المتانة الطرق ، والتي ترتبط بشكل أساسي بخصائص كل مادة والتي يتطلب الموافقة على المعايير. لتحديد خصائصها وخصائص المادة يجب إجراء بعض الاختبارات لكل نوع من المواد سواء في المختبر ثم قارن النتائج التي تم الحصول عليها بالقيم التي أوصت بها المعايير.

الفصل الخامس:

الدراسة التجريبية للعينات

1.V المقدمة:

نقدم في هذا الفصل الإعداد التجريبي الذي تم إجراؤه في دراستنا ، والذي يلخص المراحل والاختبارات المختلفة التي نفذت في هذا المشروع البحثي ، وكذلك عرض النتائج لكل الاختبارات على التركيبات الخمسة المختلفة.

2.V التكوين الحبيبي:

لقد اخترنا دراسة الخرسانة الإسفلتية ذات المعايير العالية من الدرجة الحبيبية 14/0 متعلقة بالخليط الذي يتكون من ثلاث فئات حبيبية: 3/0 و 8/3 و15/8 .

3. V وصف المخاليط المختلفة:

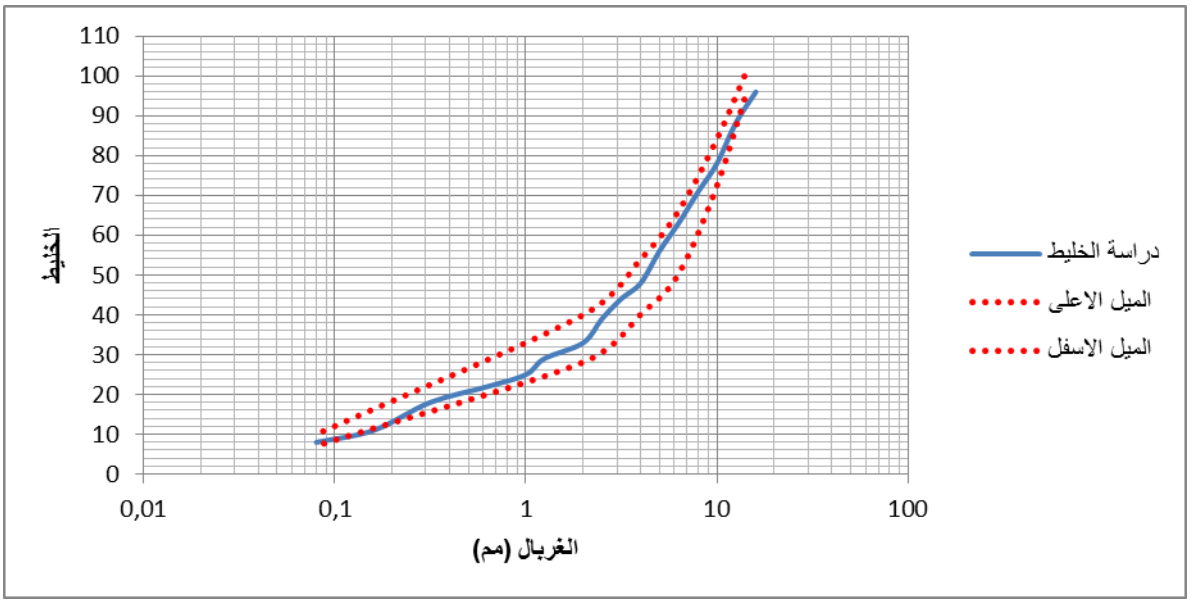
في دراستنا قمنا بعمل خمسة تركيبات مختلفة بحيث نغير من نسبة رمل 0/3 وذالك بنسب متفاوتة مع ادخال الجير وغبرة رمال الكثبان على النحو التالي:

التركيبة الأولى: متكونة من الركام (رمل 0/3، حصى 3/8 و8/15) هذا الخليط المستخدم يجعل من الممكن الحصول على خليط الاسفلت من النوع الخرساني الاسفلتي العادي.ونرمز لها بالرمز SD 0% لعدم ادخال رمال الكثبان في الخلطة.

الغربال	دراسة الخليط%
16	96
12.5	88
10	78
8	71
6.3	63
5	56
4	48
3.15	44
2.5	39
2	33
1.25	29

25	1
22	0.63
18	0.315
11	0.16
8	0.08

الجدول V .9 نتائج تجربة التدرج الحبيبي للتركيبةSD0%



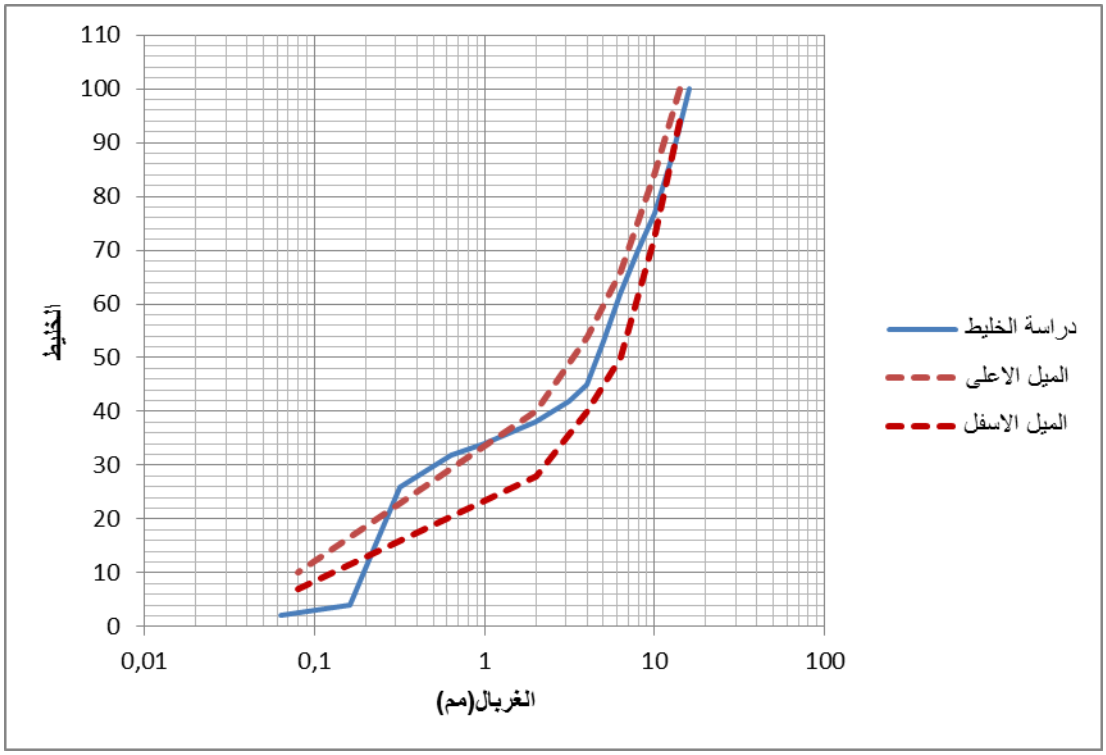
الشكلIV .5 منحنى حجم الجسيماتSD0%

- في التركيبة الثانية غيرنا من نسبة رمل 0/3 وأدخلنا جير ورمال الكثبان ولم نغير من نسبة حصى 3/8و 8/15 ونرمز لها بالرمز Chaux+SD

دراسة الخليط %	الغربال
100	16
87	12.5
77	10
70	8
62	6.3
53	5
45	4
42	3.15

40	2.5
37	2
34	1
32	0.63
26	0.315
4	0.16
2	0.08

الجدولV.10 نتائج تجربة التدرج الحبيبي للتركيبةChaux+SD



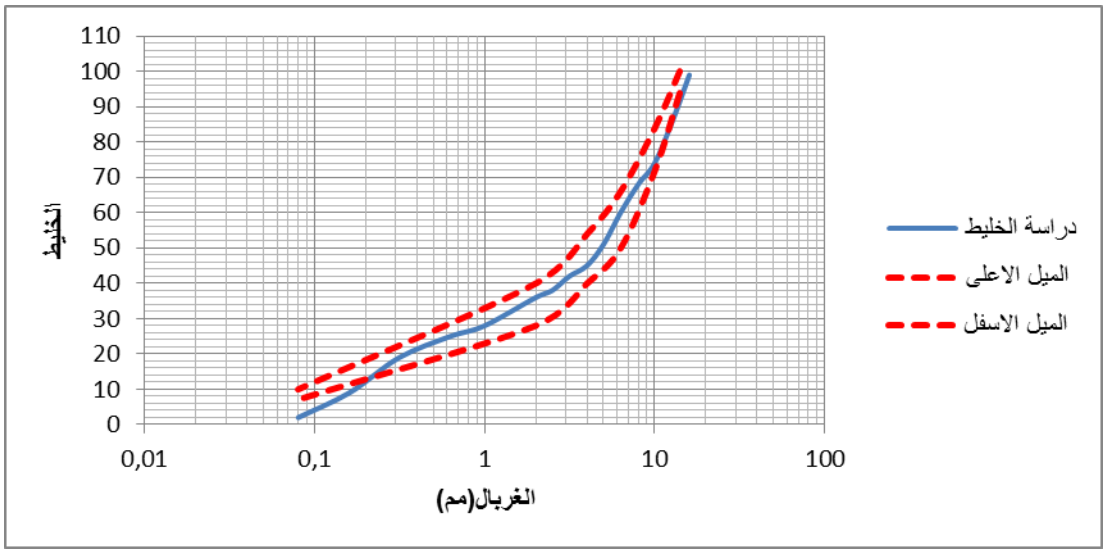
الشكلIV .6 منحنى حجم الجسيمات للتركيبةchaux+SD

- التركيبة الثالثة غيرنا كدالك من نسبة رمل 0/3 وادخلنا رمل الكثبان بنسبة 10% ولم نغير من الحصى 3/8و8/15 ونرمز لها بالرمز SD 10%

الغربال	دراسة الخليط %
16	99
12.5	85

74	10
68	8
60	6.3
51	5
45	4
42	3.15
38	2.5
36	2
28	1
25	0.63
19	0.315
9	0.16
2	0.08

الجدولV.11 نتائج تجربة التدرج الحبيبي للتركيبة SD10%

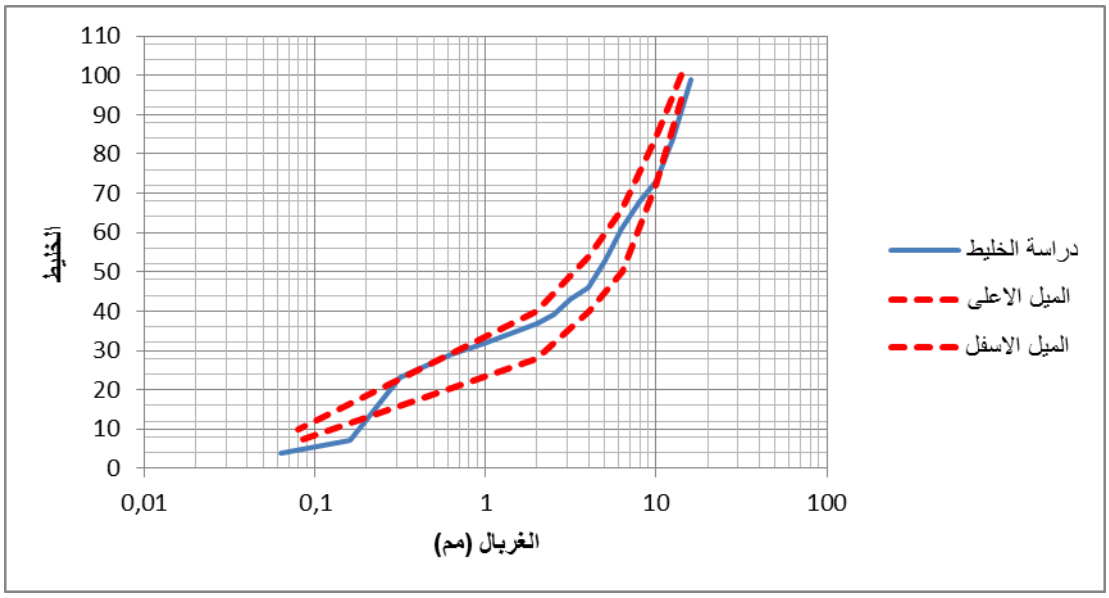


الشكلIV .7 منحنى الجسيمات للتركيب%SD10

- التركيبة الرابعة : غيرنا من نسبة رمل 0/3 برمل الكثبان بنسبة تقدر ب25% ولم نغير من الحصى3/8و8/15.ونرمز لها بالرمز25% SD

الغربال	دراسة الخليط %
16	99
12.5	84
10	73
8	68
6.3	61
5	53
4	46
3.15	43
2.5	39
2	37
1	32
0.63	29
0.315	23
0.16	7
0.063	4

الجدولV.12 نتائج تجربة التدرج الحبيبي لتركيبةSD25%



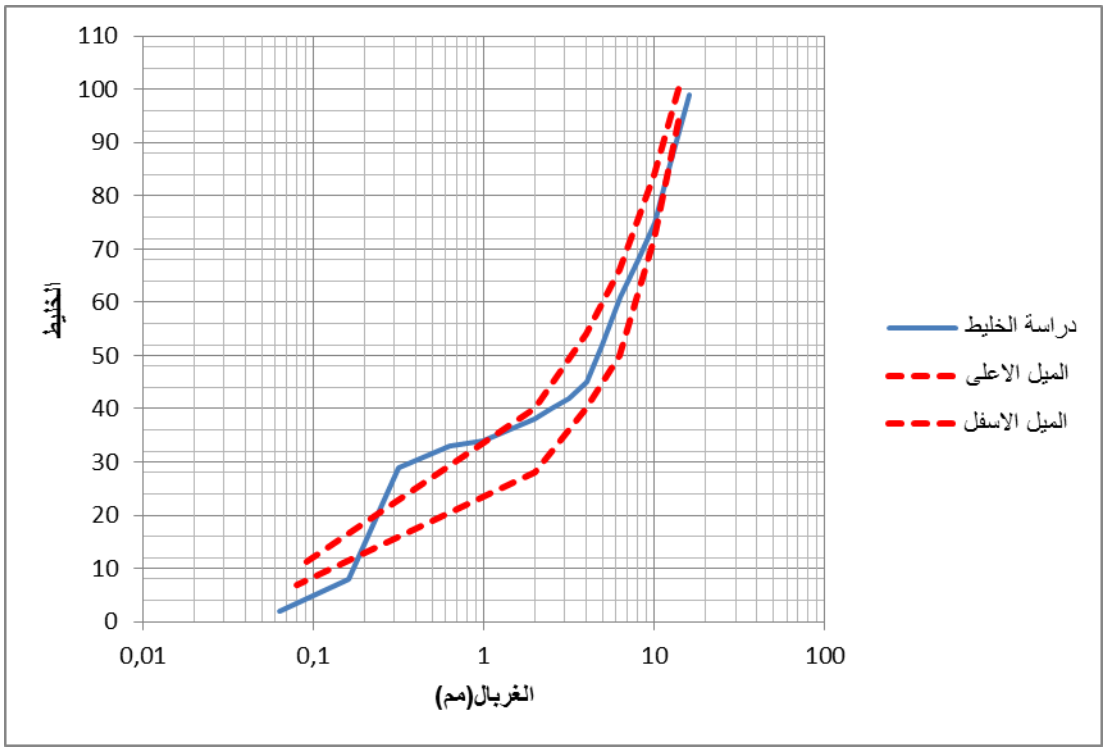
الشكلIV .8 منحنى حجم الجسيمات للتركيبة SD25%

- التركيبة الخامسة: غيرنا من نسبة رمل 0/3 بغبار رمال الكثبان ورمل الكثبان ولم نغير من الحصى3/8و15/8ونرمزلها بالرمز filler+SD

الغربال	دراسة الخليط %
16	99
12.5	86
10	75
8	68
6.3	61
5	52
4	45
3.15	42
2.5	40
2	38
1	34
0.63	33

29	0.315
8	0.16
2	0.063

الجدول V .13نتائج تجربة التدرج الحبيبي للتركيبةfiller+SD



الشكل IV.9منحنى حجم الجسيمات للتركيبةfiller+SD

4.V تحديد محتوى الرابط:

يتم استخلاص محتوى الرابط من مساحة سطح محددة تقابل معامل الثراء الذي k اختياره وفقًا لكمية الحركة

$$\text{محتوى الرابط} = \alpha . K \sqrt[5]{\Sigma}$$

$$\alpha = 2.65/MVR_g$$

MVR: الكثافة الفعلية للركام.

K:وحدة الثروة.

$$\Sigma = 0.25G + 2.3S + 12s + 135f$$

Σ: مساحة سطح تقليدية محددة.

G:نسبة العناصر الأكبر من 6.3مم.

S:نسبة العناصر بين 6.3 و 0.315مم.

s: نسبة العناصر بين 0.315 و0.08 مم .

5.V تجربة مكبس القص الدوراني (pcg) (NF EN 12697-31):

يعتبر ضغط المخاليط الاسفلتية عملية مهمة في تكنولوجيا الطرق ، لأنها تضم متانة الطلاء وتؤثر على خصائصه الميكانيكية ومقاومته للعوامل الفيزيائية في المخبر.

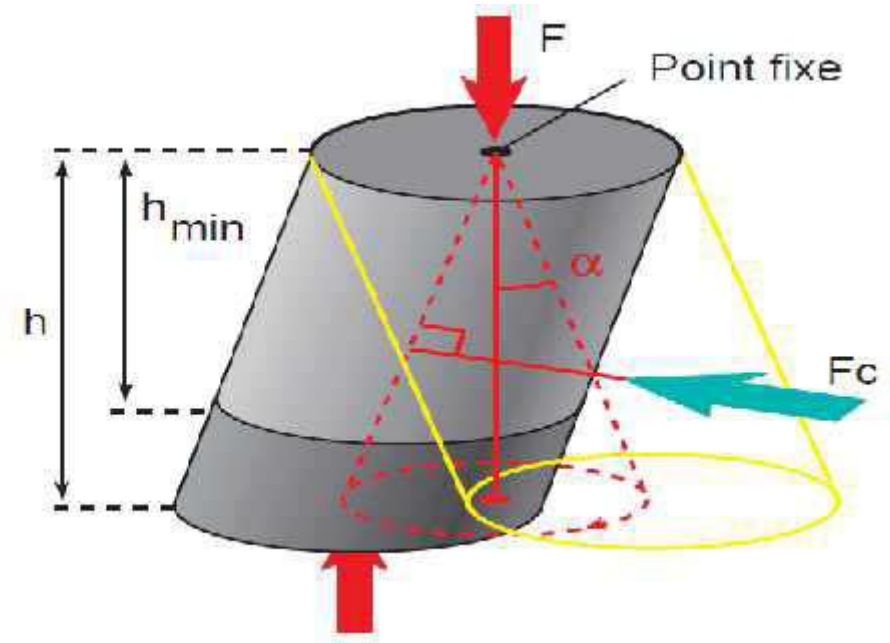
الصورةV .21 جهاز PCG

1.5.V مبدأ التجربة:

تم وضع خليط الهيدروكربون المحضر في المختبر وتمديده وعند درجة حرارة الاختبار (130 درجة مئوية إلى 160 درجة مئوية تقريبًا) في قالب أسطواني بقطر 150 مم أو 160 مم. يتم تطبيق ضغط رأسي قدره 0.6 ميجا باسكال على الجزء العلوي من قطعة الاختبار. في الوقت نفسه ، تميل العينة بزاوية منخفضة من 1 درجة (خارجية) أو 0.82 درجة (داخلية) وتخضع لحركة دائرية. هذه الإجراءات المختلفة تمارس الضغط عن طريق العجن. نلاحظ زيادة في الاكتناز (انخفاض في نسبة الفراغات) كدالة لعدد الدورمع كل دوران ، تنضغط المادة وتنخفض في الحجم. لمتابعة ضغط المادة ، يكفي قياس وتسجيل ارتفاع قطعة الاختبار ،

وعدد التحولات ، وتطور قوة الإمالة F اللازمة للحفاظ على الزاوية ثابت .يتوقف الاختبار تلقائيًا بعد 200 دوران.

وفي تجربتنا تم التوقف بعد80دورة



الشكلV .10 مبدأتجربة القص الدوراني

H_{min}: الحد الأدنى لارتفاع الفراغ بنسبة 0%.

H: الارتفاع الواضح للدوران.

F: القوة المحورية.

Fc:قوة القص.

α: زاوية الميل.

V. 6 نتائج التجربة:

1.6.V التركيبة الاولى SD 0%

شروط الاختبار	
درجة حرارة الضغط	160
زاوية الميل	0.82

سرعة الدوران	30
الضغط	kpa600

MVR (kg/m^3)	H_{min}	قطر القالب (مم)	كثلة العينة(كلغ)	المعامل K
2400	100	100	1.884	2.532

CV	مؤشر الفراغ (%)	الكثلة الحجمية (kg/m^3)	متوسط الارتفاع (مم)	3	2	1	قطعة الاختبار
							درجة الحرارة
				الارتفاع(مم)			الدوران
0.11	12.77	2093.5	114.6		114.555	114.728	5
0.02	10.69	2143.5	112.0		111.987	111.949	10
0.04	9.53	2171.2	110.5		110.573	110.505	15
0.09	8.68	2191.8	109.5		109.57	109.433	20
0.11	8.02	2207.5	108.7		108.807	108.636	25
0.09	7.45	2221.3	108.0		108.117	107.975	30
0.014	6.66	2240.0	107.1		107.244	107.037	40
0.07	6.07	2254.4	106.5		106.511	106.408	50
0.07	5.60	2265.5	105.9		105.989	105.885	60
0.09	**4.90**	**2282.5**	**105.2**		**105.219**	**105.081**	**80**
0.05	4.35	2295.5	104.6		104.587	104.517	100
0.05	3.94	2305.6	104.1		104.131	104.062	120
0.05	3.45	2317. 3	103.6		103.605	103.536	150
0.07	2.87	2331.2	103.0		103.005	102.900	200

الجدول V.14 نتائج تجربةPCGعلى التركيبةSD0%

2.6.V التركيبة الثانية: chaud+SD

شروط الاختبار	
درجة حرارة الضغط	160
زاوية الميل	0.82
سرعة الدوران	30
الضغط	kpa600

MVR (kg/m^3)	H_{min}	قطر القالب (مم)	كثلة العينة(كلغ)	المعامل K
2400	100	100	1.884	3.104

قطعة الاختبار	1	2	3	متوسط الارتفاع(مم)	الكثلة الحجمية (kg/m^3)	مؤشر الفراغ (%)	CV
درجة الحرارة							
الدوران	الارتفاع(مم)						
5	115.82	117.384		116.6	2058.3	14.24	0.95
10	112.637	114.111		113.4	2116.9	11.80	0.92
15	110.885	112.327		111.6	2150.4	10.40	0.91
20	109.711	111.089		110.4	2173.9	9.42	0.88
25	108.807	110.194		109.5	2191.8	8.68	0.90
30	108.151	109.398		108.8	2206.4	8.17	0.81
40	107.037	108.288		107.7	2229.4	7.12	0.82
50	106.162	107.455		106.8	2247.0	6.37	0.86
60	105.604	106.757		106.2	2260.3	5.82	0.77
80	**104.587**	**105.743**		**105.2**	**228201**	**4.91**	**0.78**
100	103.853	105.081		104.5	2279.4	4.28	0.83
120	103.253	104.448		103.9	2311.0	3.71	0.81

0.80	3.10	2325.6	103.2		103.779	102.617	150
0.68	2.32	2344.4	102.4		102.865	101.879	200

الـ

3.6.V التركيبة الثالثة: SD10%

شروط الاختبار	
درجة حرارة الضغط	160
زاوية الميل	0.82
سرعة الدوران	30
الضغط	kpa600

المعامل K	كثلة العينة(كلغ)	قطر القالب (مم)	H_{min}	MVR (kg/m^3)
3.111	1.884	100	100	2400

CV	مؤشر الفراغ (%)	الكثلة الحجمية (kg/m^3)	متوسط الارتفاع(مم)	3	2	1	قطعة الاختبار
							درجة الحرارة
				الارتفاع(مم)			الدوران
0.79	15.74	2022.1	118.7		119,348	118,026	5
0.73	13.52	2075.5	115.6		116.229	115.036	10
0.66	12.20	2107.3	113.9		114.420	113.358	15
0.71	11.23	2130.4	112.7		113.222	112.089	20
0.63	10.50	2148.1	111.7		112.225	111.23	25
0.59	9.89	2162.8	111.0		111.434	110.505	30

0.56	8.98	2184.5	109.9		110.296	109.433	40
0.58	8.24	2202.2	109.0		109.433	108.533	50
0.59	7.62	2217.0	108.3		108.704	107.803	60
0.53	**6.71**	**2239.0**	**107.2**		**107.592**	**106.792**	**80**
0.51	6.02	2255.5	106.4		106.792	106.024	100
0.49	5.48	2268.5	105.8		106.162	105.431	120
0.40	4.75	2285.9	105.0		105.289	104.695	150
0.41	3.89	2306.7	104.0		104.344	103.745	200

4.6.V التركيبة الرابعة:SD25%

شروط الاختبار

ال

درجة حرارة الضغط	160
زاوية الميل	0.82
سرعة الدوران	30
الضغط	kpa600

المعامل K	كثلة العينة(كلغ)	قطر القالب (مم)	H_{min}	MVR (kg/m^3)
2.833	1.884	100	100	2400

CV	مؤشر الفراغ (%)	الكثلة الحجمية (kg/m^3)	متوسط الارتفاع(مم)	3	2	1	قطعة الاختبار
							درجة الحرارة
				الارتفاع(مم)			الدوران
0.28	15.59	2025.9	118.5		118.704	118.231	5

0.21	13.40	2078.3	115.5		115.648	115.306	10
0.15	12.12	2109.2	113.8		113.908	113.667	15
0.11	11.23	2130.4	112.7		112.743	112.569	20
0.02	10.52	2147.4	111.8		111.779	111.745	25
0.02	9.97	2160.8	111.1		111.089	111.055	30
0.00	9.08	2182.1	110.0		109.984	109.984	40
0.02	8.46	2197.0	109.2		109.223	109.257	50
0.02	7.91	2210.3	108.6		108.567	108.602	60
0.04	**7.03**	**2231.4**	**107.6**		**107.524**	**107.592**	**80**
0.05	6.45	2245.2	106.9		106.861	106.930	100
0.05	5.96	2256.9	106.3		106.304	106.373	120
0.12	5.35	2271.5	105.7		105.570	105.743	150
0.12	4.63	2289.0	104.9		104.765	104.938	200

الـ

5.6.V التركيبة الخامسة: filler+SD

شروط الاختبار	
درجة حرارة الضغط	160
زاوية الميل	0.82
سرعة الدوران	30
الضغط	kpa600

المعامل K	كثلة العينة(كلغ)	قطر القالب (مم)	H_{min}	MVR (kg/m^3)
3.934	1.884	100	100	2400

CV	مؤشر الفراغ	الكثلة الحجمية	متوسط الارتفاع(مم)	3	2	1	قطعة الاختبار

							درجة الحرارة
				الارتفاع(مم)			الدوران
	14.01	2063.7	116.3			116.296	5
	11.84	2115.9	113.4			113.426	10
	10.54	2147.1	111.8			111.779	15
	9.59	2169.8	110.6			110.608	20
	8.85	2187.6	109.7			109.711	25
	8.24	2202.2	109.0			108.983	30
	7.36	2223.4	107.9			107.941	40
	6.67	2240.0	107.1			107.141	50
	6.11	2253.3	106.5			106.511	60
	5.24	**2274.1**	**105.5**			**105.535**	**80**
	4.61	2289.3	104.8			104.834	100
	4.16	2300.1	104.3			104.344	120
	3.58	2314.1	103.7			103.710	150
	2.88	2330.8	103.0			102.970	200

الـ

7.V مناقشة النتائج المتحصل عليها:

تبين من خلال النتائج المتحصل عليها انه هناك انخفاض في نسبة الفراغات في كل التركيبات مع زيادة عدد الدورات .

عند الدورة80:

بالنسبة للتركيبة الثانية التي تحتوي على الرمل والجير مقارنة مع التركيبة الأولى (المرجعية) ان هناك زيادة طفيفة في نسبة الفراغات مقارنة مع التركيبات الأخرى(SD10%،SD25%،filler+SD).

عند الدورة200:

بالنسبة للتركيبة الثانية التي تحتوي على الرمل والجير مقارنة مع التركيبة الأولى هناك نقصان في نسبة الفراغات .

بالنسبة للتركيبة الخامسة التي تحتوي على غبار رمال الكثبان ورمال الكثبان مقارنة مع التركيبة نجد ان هناك زيادة طفيفة في نسبة الفراغات .

بالنسبة للتركبتين الثالثة والرابعة مقارنة مع التركيبة الأولى نجد ان نسبة الفراغات زادت.

تبين ان الخرسانة الاسفلتية التي تحتوي الجير ورمال الكثبان هي التركيبة الاحسن من حيث نسبة الفراغات عند الدورة الاخيرة 200.

الخلاصة العامة

لاتجاه الحالي هو تكييف تكنولوجيا الطرق مع استخدام المواد على وجه الخصوص الرمال وخاصة رمال الكثبان الرملية المتوفرة بكثرة في أغلب مساحة الصحراء

مما يجعلنا في كيفية استغلاله في مجال الطرقات حيث قمنا بخلطه مع مكونات الخرسانة الاسفلتية بشرط الحصول على خصائص ميكانيكية مقبولة .

قمنا انطلاقا بمعرفة الخصائص الفيزيائية والميكانيكية لمكونات الخرسانة الإسفلتية

- ❖ الرمل المستعمل في هذه الدراسة هورمل الكثبان لمنطقة سيدي خويلد .

وحسب الملاحظات والنتائج المتحصل عليها من التجارب المعمولة وجدنا انها مقبولة وتسير مع التوصيات اللازمة .

- الهذف من دراستنا قياس تغير نسبة الفراغات بالمقارنة بتغير قوى الفص للتركيبات الاسفلتية.
- نسبة الرص المطلوبة تختلف من نوع إسفلت الى آخر في حالتنا نسبة الفراغات المسجلة عند دورة 80 يجب ان تكون مابين 4-9% أي نسبة الرص 91-96%.
- اذا تم تسجيل نسبة الرص أعلى من 9% فهذا يعني ان الخليط صعب الرص في الورشة وقد يحتاج الى الزيادة في الحمولة.
- اذا إنخفضت تحت 4% فهذا يعني ان الخليط سهل الرص ولا يحتاج الى حمولة كبيرة.

بالنسبة لعملنا انخفضت قابلية الرص بالمقارنة مع التركيبة الأولى (المرجعية) يعني ان اضافة رمل الكثبان له تأثير سلبي لكنه مزال مقبول.

وفي نهاية الدراسة نستطيع القول ان:

- ✓ النتائج مقبولة نوعا ما.

المراجع

[1]: كتاب السنة الثالثة ثانوي شعبة الهندسة مدنية

[2] : https ://ww.almarif.ahlmontada.com//

[3] : مدوري يوسف وزوالي عبد الحفيظ "دراسة فنية لجزء من الطريق لمدينة صفيصف 7كلم"مذكرة ماستر جامعة بجاية

[4]: http://www.startimes.com//

[5]:http://www.facebook.com/engineerclub/

[6]: المهندس المدني المجاز"أراس عبدالله صابر عثمان"،بحث وتصميم الخلطات الإسفلتية للطرق

[7]: دفتر الشروط للخرسانة الإسفلتية"وزارة الأشغال الجزائر"

[8]:حسين اياد،"2016" الأسس النظرية والتطبيقية لتصميم الخلطات الإسفلتية،مذكرة ماستر جامعة ورقلة

[9]: http://www.facebook.com/-batch-plant-and-asphalt-plant-//

[10]:نتاري عادل وبلعموري عماد الدين،"2013"دراسة وإعادة تدوير مخلفات الخرسانة .

[11] :https://www.empbautest.ch/fr/enrobes-et-corottes//

[12] : Httds://corina.fr/technologie/les.fondament-aux-du-compactage-des-chaussee/

http://guide-diretindustry.com/fr//:[13]

http://www.planete-tp-com/routier-html:[14]