تأثير استخدام الرمل الكلسي في تحسين الخلطات البازلتية الإسفلتية

د.م ماجد أسعد

أستاذ مساعد قسم هندسة النقل والمواصلات

كلية الهندسة المدنية –جامعة دمشق

م. وداد سليمان

مهندسة في المؤسسة العامة للمواصلات الطرقية

مديرية المخابر والبحوث الطرقية

ملخص البحث:

1. تأتي أهمية البحث من أمكانية استخدام مواد طبيعة متوفرة في الجمهورية العربية السورية والتي يمكن استخدامها في الخلطات الإسفلتية في إنشاء شبكة الطرق وخاصة في المناطق القريبة من تلك المواد علاوة على الأثر الاقتصادي الممكن تحقيقه باستعمال الحصويات القريبة المتوفرة والمتمثلة (بعمليات النقل –سعة السيارة -أجور النقل – استهلاك الوقود والزيوت-اهتلاك الإطارات –العمر الفني للمركبات –زمن النقل –اهتلاك الطرق –وغيرها من العوامل الأخرى – كذلك الأثر البيئي المتمثل في التخفيف من تلوث البيئة الناجم عن استهلاك الوقود واستصلاح الأراضي وازدياد المساحة الزراعية .

2. الكثير من الباحثين تناولوا موضوع البازلت في دراساتهم في الفترة الأخيرة وتطرقوا لمجالات كثيرة لاستخدامه ولكن تأتي أهمية البحث من خلال نتائج التجارب التي تم التوصل إليها من خلال خلط الرمل الكلسي مع الحصويات البازلتية – التي تم إحضارها من مقلع تيما في السويداء والتي تتصف بالجودة والمواصفات الفنية العالية –هذه التجارب التي حسنت بشكل ملحوظ نتائج الخلطة الإسفلتية المستخدمة في طبقة الاهتراء التدرج الأول حسب المواصفات الفنية للطرق والجسور 2002م حيث تم تخفيض الفراغات الهوائية والني تعتبر إحدى أسباب تخرب الطريق في حال تجاوزت الحدود المطلوبة في المواصفات الفنية بالإضافة إلى حفاظها على المواصفات الفنية الأخرى .

Effect of Using Lime Sand to improve Asphalt Basalt Mixes

Name: wedad Suleiman

Job: engineer

Address: ministry of Transport
public establishment for road communication

Dept.of road researches and labs

Dr .Eng Majed Assad

assist.prof.department of transportation

Faculty Of Civil Eng –Damascus University

abstract: This researched is very important because we can using natural materials there is in Syria and we can using its in road net, special in the regain that near from this materials , also we can get economical effect when we us this materials which available in this regain ex. (transport cost, ,using oil ,age of car

And environment effect, Time of transport -maintenance road.

That is good things.

This research well be important from during the experiment so we can mix lime sand with basalt aggregates who prepared from teama in sweada, this materials is very good and high specifications that well be improve the asphalt mixes in asphalt layer like allowed by AASHTO and well be make the air voids between the rang and we know the air voids is main reason for deformation road .

1- مقدمة: introduction

- لمحة عن تاريخ الطرق :

سجل أول استخدام للإسفلت في الطرق في حضارة بابل عام 725قبل الميلاد عندما استخدم لرصف شوارع الاحتفالات بعد خلطه بالطوب المحروق ,ثم اكتشف إسفلت من الحجر الرملي بسويسرا عام 1720م وعلى الجانب التنفيذي شيد أول طريق أسفلتي في فرنسا عام 1825م ثم تلا ذلك تشييد طريق آخر بلندن وفي نيو جرسي بأمريكا عام 1870م

وقد ربط الرومان إمبراطوريتهم بشبكة مكثفة من الطرق التي تتفرع من العاصمة روما, ومنذ ذلك التاريخ وحتى ظهور البترول تعددت استخدامات الإسفلت في أرصفة الطرق ويتم العمل على تصميم طبقات الرصف الإسفلتية المختلفة.

2- مبررات البحث:research reasons

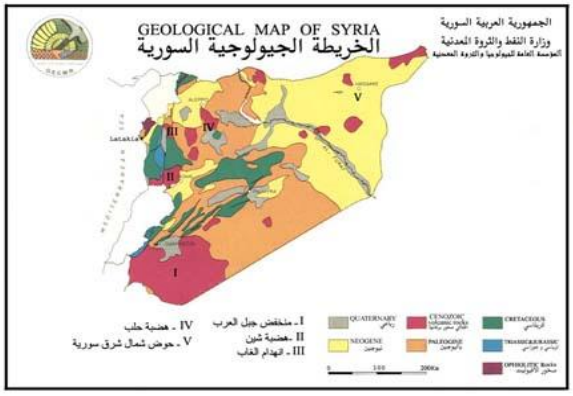
تعرف المهمة الأساسية لقطاع النقل على صعيد الاقتصاد الوطني في تامين النقل والانتقال للبضائع والركاب حيث يقوم بدور الربط بين مراكز الإنتاج ومراكز والاستهلاك والتصدير والاستيراد وحركة العبور للبضائع والأشخاص بين التجمعات السكانية بعضها البعض حيث ويربط هذا القطاع مع القطاعات الاقتصادية علاقة متبادلة حيث أن أي تنمية في القطاعات الاقتصادية يجب أن تسبقها تنمية في قطاع النقل فهو مؤشر حضاري –وحيوي محدد للتطور الاقتصادي والاجتماعي .

بالعودة إلى شبكة الطرق والبني التحتية في القطر العربي السوري باعتبارها جزء أساسي من قطاع النقل نلاحظ مع تزايد النمو السكاني في البلد والحاجة إلى توسيع هذه الشبكة لتواكب هذا النمو والتزايد في حركة الانتقال كان لابد من الاهتمام بالموارد الحصوية الطبيعية (المصدر الأولي)الذي يستخدم في إنشاء وتحسين شبكة الطرق وتوسيعها والتي يكون لها الأثر الاقتصادي والبيئي في الوقت ذاته

ومن هنا كانت فكرة الاهتمام بالثروة البازلتية المنتشرة بشكل واسع في أراضي الجمهورية العربية السورية وبخاصة في المنطقة الجنوبية كما هو واضح الشكل {1}

حيث ينطلق هذا البحث من إمكانية الاستخدام لهذه الصخور البازلتية في أعمال الطرق.

وقد تم إحضار المواد البازلتية الخاصة بالبحث من مقلع تيما في السويداء وإجراء التجارب اللازمة للمواد لاستخدامها في الخلطات الإسفلتية .



الشكل {1} خريطة سوريا الجيولوجية

3- التعرف بالصخور البازلتية :
Basalt Rocks:

تعتبر الصخور البازلتية من أقدم الصخور التي عرفها الإنسان وأكثرها انتشاراً، حيث شرع في الاستفادة منها منذ العصر البرونزي أي منذ حوالي أربعة آلاف سنة، حيث استخدمها في بناء الأبنية القديمة والأوابد التاريخية وأساسات المباني الكبيرة مثل الجسور والقلاع والحصون والكنائس والمعابد والمسارح ونحت التماثيل وغيرها.
البازلت صخر شائع ومعروف في العالم حيث تشكل الصخور البازلتية ثلث القشرة الأرضية. الشكل{2}

الشكل {2}صور لصخر بازلتي

و الصخور البازلتية عبارة عن صخور مهلية بركانية تدفقية ذات منشأ ناري وقاعدية التركيب (SiO2 – 46-52 %)، دقيقة التبلور والتحبب، سريعة الجريان نتيجة لزوجتها المنخفضة، كما في الشكل {3} وتتميز بألوانها الداكنة والمائلة إلى السواد وبنية نسيجية ناعمة مؤلفة من بلورات البلاجيوكلاز والأليفين والبيروكسين والزجاج البركاني.

4- البازلت basalt: هو صخر ناري اندفاعي طفحي، اسمه باللغة اليونانية مأخوذ من إقليم باسان أو باشان وهو جبل العرب اليوم، المكون من هضاب وجبال من البازلت. وهو صخر اندفاعي أسود اللون أو رمادي داكن يتكون من الصخور النارية المصهورة الصاعدة من أعماق تراوح بين 10- 100 كم تحت سطح الأرض على هيئة ماغما MAGMA ذائب يتجمد على سطح الأرض وبتبريده تتشكل لأبات LAVAS أو أغشية من الحمم أو البراكين المخروطية. وهو صخر قاس مصمت متماسك في الغالب ويحتوي على تجاويف نتيجة انطلاق الغازات منه .

الشكل {3 }صور اللابات

يختلف البازلت عن الصخور النارية مثل الغرانيت والغابرو وغيرها من الصخور الباطنية بوصول الماغما الحاوي على البازلت إلى سطح الأرض عن طريق الفتحات والفوهات البركانية والانفجارات وعن طريق تدفق الحمم من شقوق وصدوع القشرة الأرضية فيتبرد بالتماس مع الهواء في حين يتبرد الغرانيت وأمثاله من الصخور المعروفة بالنارية بمعزل عن الهواء داخل الأرض فتكون البلورات في الصخر الاندفاعي السطحي دقيقة وناعمة .
كما في الشكل {4}

الشكل {4}صور حجر البازلت

5- الاستخدامات النموذجية للبازلت :
Typical Using Of Basalt:

تستخدم الصخور البازلتية في المجالات عديدة نذكر منها:

1- المجال الإنشائي:

- استخدامه في السكك الحديدية كطبقة بالإست تحت القضبان الحديدية .
- -إنتاج قضبان بديلة مقوية في أعمال الخرسانة والبناء.
- -بلاط لرصف الشوارع والأرصفة وأطراف الطرقات.
- -صخور مطحونة وحصويات للخرسانة والجسور والسدود وأحجار البناء والجدران الحاملة.

2- المجال المعماري:

- أكساء واجهات المباني الخارجية والأرضيات والسلام وأعمال الديكور والزخرفة المختلفة.

3 - المجال الصناعي:

- صناعة عوازل التوتر العالي والحرارات العالية وعوازل الصوت والضجيج.
- صناعة الملابس والمواد المقاومة للنار والحرائق.
- -معالجة مخلفات الصناعات المختلفة وإزالة أضرارها البيئية.
- -وقاية المنشآت الصناعية والكيماوية من الاهتراء والتلف.
- -يستخدم البازلت في تقوية المواد المركبة مثل البوليستر والصمغيات والبلاستيك المستخدمة في صناعة هياكل السيارات وأسطح القوارب.
- -صناعة الخيوط والألياف البازلتية ذات الاستخدامات الصناعية الواسعة.
- -صناعة اللباد البازلتي والصوف الصخري.
- تبطين المنشآت الصناعية بالبازلت كما هو في الشكل {5}.

الشكل {5}

6- الميزات الفنية للبازلت : يتميز البازلت بمواصفات فنية عاليه تتمثل بمايلي :

- المتانة العالية.
- القساوة العالية .
- المقاومة العالية للاحتكاك كذلك مقاومة هذا الصخر للحموض والقلويات وكذلك للصقيع والحريق والحت والتآكل والامتصاص وعوامل الطبيعة وتغير اللون
- يتميز هذا الصخر بعازليه عالية للحرارة والرطوبة والإشعاعات .

7- خطة البحث: plan of research

البحث كما هو واضح بحث تجريبي لذلك تم وضع خطة للتجارب المخبرية وفق الأتي :

- تم استحضار المواد اللازمة للبحث من محافظة السويداء- مقلع تيما - حيث توجد الكسارات التي تقوم بتكسير الحجر البازلتي إلى مواد خشنة ومواد ناعمة وهو مايلزم لتحضير الخلطات الإسفلتية
- تم إجراء التجارب اللازمة على الصخر البازلتي (في المخبر المركزي للمؤسسة العامة للمواصلات الطرقية) لتحديد إمكانية استخدامه في الخلطات الإسفلتية
- التجارب المخبرية تقسم إلى قسمين : قسم من التجارب تجرى على المواد الحصوية تتمثل في صلاحية المواد للخلطة من خلال اختبار المواصفات الفنية للمواد واهم هذه التجارب :
  - ❖ المكافئ الرملي
  - ❖ التدرج الحبي للمواد
  - ❖ الوزن النوعي للمواد الخشنة والمواد الناعمة
  - ❖ تجربة الاهتراء
  - ❖ حدود اتربرغ
- التجارب المخبرية على المجبول الإسفلتي وتتمثل :
  - ❖ كثافة مارشال للعينات الإسفلتية
  - ❖ ثبات مارشال
  - ❖ الفراغات الهوائية في الخلطة
  - ❖ الفراغات المليئة
  - ❖ نسبة البيتومين الأصولية
- تم تحضير 15 قالب مارشال حسب التدرج المقترح وهو التدرج الأول من طبقة الاهتراء حسب المواصفات الفنية للطرق والجسور المأخوذ من المواصفات العالمية الاشتو وذلك بتحضير ثلاث قوالب مارشال لكل نسبة من نسب البيتومين المقترح وهذه النسب هي (4-4,5 -5-5,5-6)كما هو معروف إن قالب مارشال النموذجي عبارة عن قالب اسطواني الشكل قطره 4,5انش وارتفاعه 2,5انش كما هو واضح في الشكل {6} .

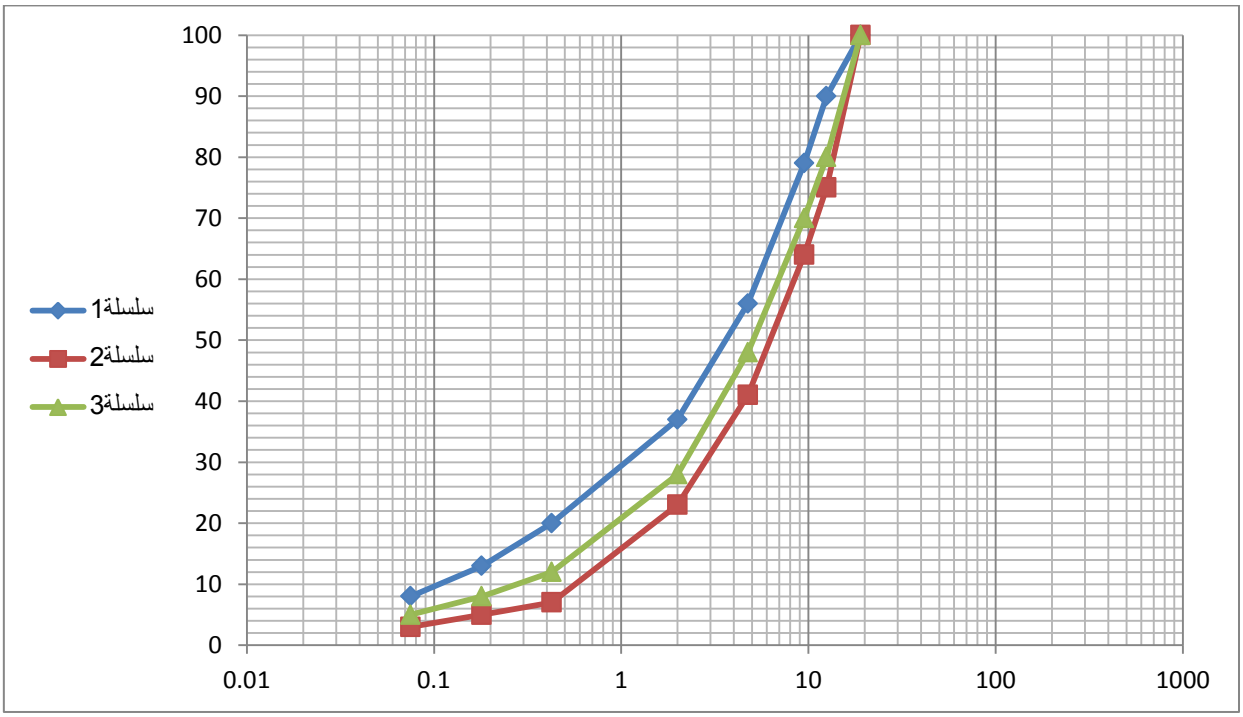
الشكل رقم {6}

نوع الاختبار حسب AASHTO	الشروط الفنية AASHTO	نتيجة الاختبار
المكافئ الرملي %	حد أدنى 45	83
الاهتراء(لوس أنجلوس)%	حد أعلى 35	26
حدود أترب رغ	-	لايوجد
الوزن النوعي للمواد المارة من المنخل رقم 4	-	2.85
نسبة التشرب %	-	2
الوزن النوعي للمواد المحجوزة على المنخل رقم 4	-	2.89

الجدول [1] مواصفات المواد البازلتية

- تصميم الخلطات الإسفلتية تم من خلال اختيار التدرج الأول لطبقة الاهتراء حسب المواصفات الفنية AASHTO وتم اختيار الخلطة المقترحة كما في الشكل

الرسم البياني للخلطة الإسفلتية المقترحة (تدرج أول –طبقة الاهتراء) حيث يمثل اللون الأزرق الحد الأعلى للحزمة واللون الأحمر الحد الأدنى للحزمة واللون الأخضر يمثل الحد المقترح



الشكل {8}التدرج الحبي للخلطة التصميمية

قياس المنخل انش	أبعاد المنخل مم	الحد الأعلى	الحد الأدنى	الخلطة المقترحة
¾	19mm	100	100	100
½	12.5mm	90	75	80
3/8	9.5mm	79	64	70
No.4	4.75mm	56	41	48
No.10	2mm	37	23	28
No.40	0.425mm	20	7	12
No.89	0.18mm	13	5	8
No.200	0.075mm	8	3	5

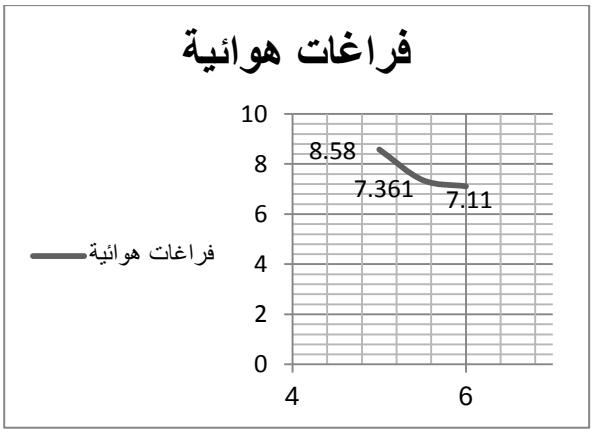
- **بعد اختيار التدرج تم العمل على تجهيز القوالب ودق هذه القوالب في جهاز دق قوالب مارشال في المخبر المركزي للمؤسسة العامة للمواصلات الطرقية والوصول إلى نتائج خلطة مارشال وتحديد نسبة البيتومين الأصولية كما يوضحها الجدول رقم**

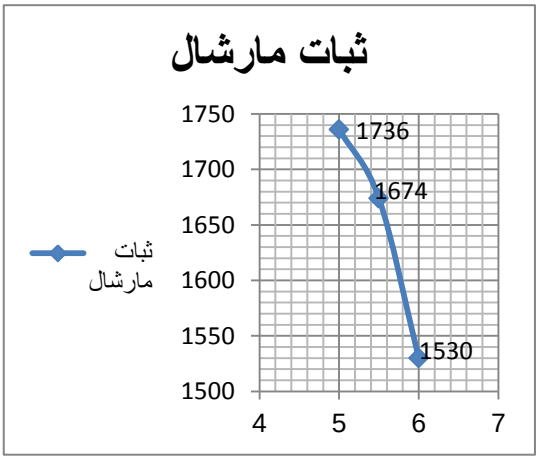
الجدول [2] نتائج تصميم خلطة مارشال (حصويات بازلتية مع رمل بازلتي)

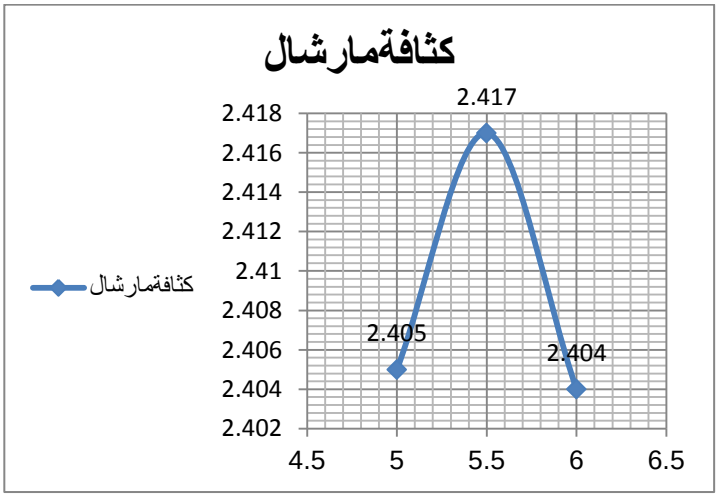
نوع الاختبار	المواصفات الفنية حسب AASHTO	النتيجة
نسبة البيتومين الأصولية %	4-6	5.5
كثافة مارشال غ/سم^3	-	2.417
ثبات مارشال كغ	حد أدنى 1100	1674
فراغات هوائية %	3-5	7.361
فراغات مليئة %	-	63.68
السيلان FLOW(مم)	2-4	3.3

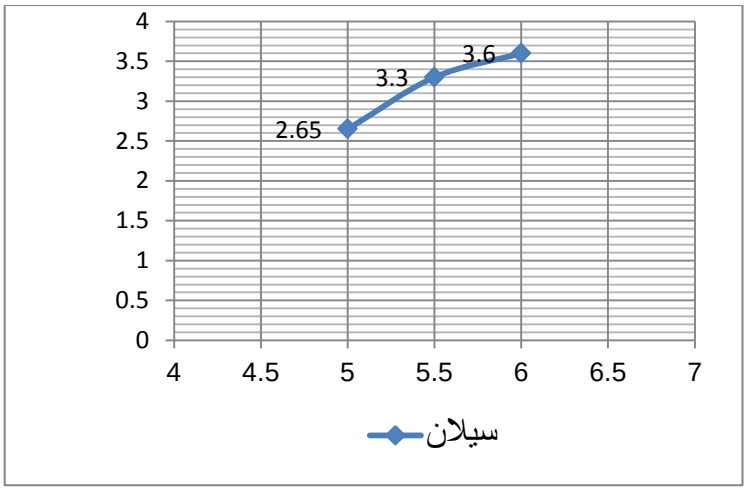
جهاز كسر قوالب مارشال

المخططات البيانية لنتائج خلطة مارشال (حصويات بازلتية ورمل بازلتي):









- بعد الاطلاع على نتائج الخلطة السابقة والتي تبين من خلال خلط البحص البازلتي مع الرمل البازلتي أن نسبة الفراغات الهوائية تجاوزت الحدود المسموح بها وهذا مؤشر سيء لأداء الخلطة على الاتوستراد حيث أن الفراغات الهوائية التي تزيد نسبتها عن الحدود المسموح بها في المواصفات الفنية تسمح بدخول الماء إلى نسيج الخلطة وبالتالي التعرض لحادثة الصقيع والذوبان وحدوث التعري (stripping) نتيجة تشكل طبقة رقيقة من الماء بين الحصويات و البيتومين واما نقصان هذه الفراغات الهوائية سيؤدي إلى الفوران والانزلاق وبالتالي أيضا أداء سيء للخلطة على الطريق .

لذلك تم العمل على اقتراح تصميم خلطة إسفلتية من خلال خلط البحص البازلتي مع الرمل الكلسي أي استخدام نواعم كلسيه للوقوف على تأثيره في الخلطة .

- تم إحضار الرمل الكلسي من مقلع حسيا
- تم إجراء التجارب المخبرية اللازمة لتحديد مواصفات الرمل المستخدم وكانت النتائج حسب الجدول [3]

نوع الاختبار حسب AASHTO	الشروط الفنية	نتيجة الاختبار
المكافئ الرملي %	حد أدنى 45	60
حدود أترب رغ	-	لايوجد
الوزن النوعي للمواد المارة من المنخل رقم 4	-	2.565

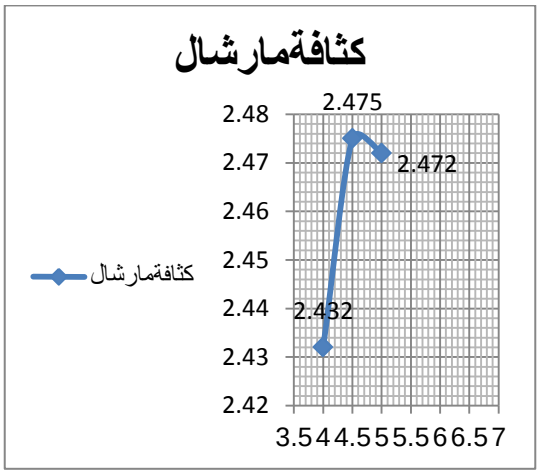
الجدول [3] مواصفات الرمل الكلسي المستخدم

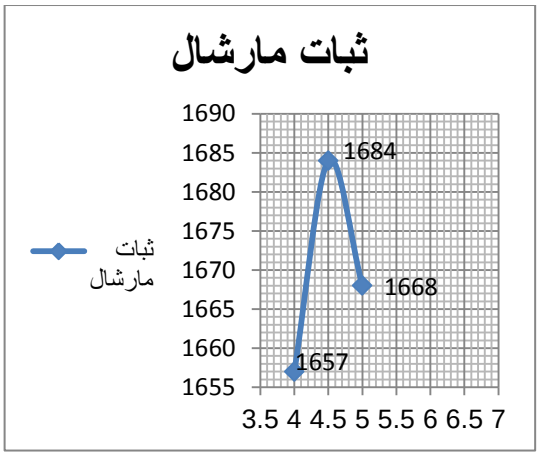
- بعد التأكد من مطابقة الرمل المستخدم للمواصفات الفنية تم تصميم الخلطة النموذجية وتحضير 15 قالب مارشال من حصويات بازلتية ورمل كلسي وذلك بتحضير ثلاث قوالب مارشال لكل نسبة من البيتومين على التوالي (5,5-5-4,5-4-3,5) مع إضافة بودرة 5% بشكل ثابت كماهو في الجدول [4]

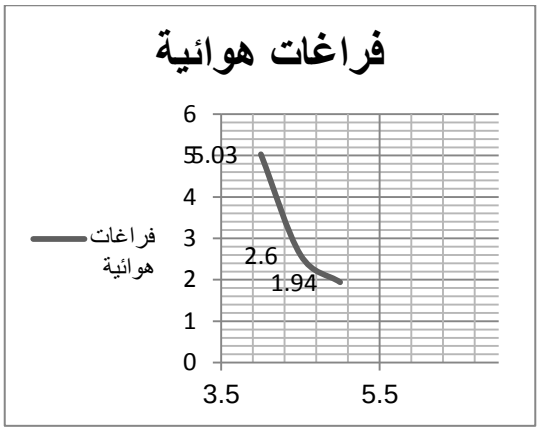
نوع الاختبار	المواصفات الفنية حسب AASHTO	النتيجة
نسبة البيتومين %	4-6	4. 43
كثافة مارشال غ/سم^3	-	2.413
ثبات مارشال كغ	حد أدنى 1100	1788
فراغات هوائية %	3-5	4
فراغات مليئة %	-	65.2
السيلان FLOW(مم)	2-4	2.5

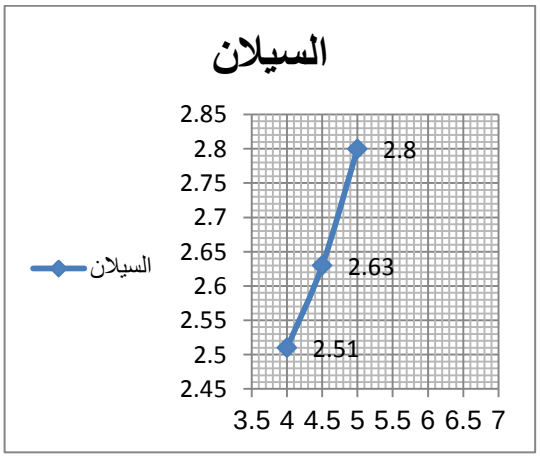
الجدول[4]يبين نتائج خلطة مارشال (حصويات بازلتية مع رمل كلسي)

المخططات البيانية لنتائج خلطة مارشال (حصويات بازلتية مع رمل كلسي)









صورة تبين قالب مارشال (بحص بازلتي مع رمل كلسي)

صورة جهاز دق قوالب مارشال

8- نتائج البحث والتوصيات التي تم التوصل إليها من خلال الدراسة:

- **البازلت المتوفر في الجمهورية العربية السورية يعد ثروة اقتصادية كبيرة جداً وخاصة انه يتميز بمواصفات فنية عالية ولكن علينا أن نأخذ بعين الاعتبار أن الصخور البازلتية تختلف من مكان إلى أخر من حيث المواصفات والجودة حتى ممكن إن تختلف ضمن المقلع الواحد لذلك لابد من الاهتمام بالعمل المخبري وان يكون مواكب مع المواد المستخرجة من المقلع للتأكد من المواصفات الفنية ومدى قابليتها للاستخدام .**
- **البازلت المستخدم في الدراسة أعطى نتائج أفضل عند خلطه مع الرمل الكلسي بشرط إن يكون الرمل المستخدم ذات مواصفات فنية جيدة حسب الشروط المنصوص عليها في دفتر المواصفات .**
- **التأكيد على ضرورة التكسير الجيد للمواد الحصوية لمل له من دور كبير في تصميم الخلطات الإسفلتية والتقليل من هدر المواد نتيجة التكسير الغير نظامي.**
- **متابعة الدراسة والاهتمام من خلال دراسة إمكانية اقتراح خلط مواد أخرى تحسن من أداء الخلطة الإسفلتية باستخدام البازلت.**

المراجع:

1- Ministry Of Petroleum And Mineral Resources, the General Establishment Of Geology And Min Resources, Citing Online Available For

www.geoglogy-sy.org.accessed2009

2- البازلت مادة أولية لصناعات في سوريا ابتكارات القرن 21، المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية 2010 م

نظم , AASHTO ,ASTM للأعمال الخلطات الإسفلتية .

3- المواصفات الفنية للطرق والجسور 2002م – وزارة النقل- المؤسسة العامة للمواصلات الطرقية – مديرية المخابر والبحوث الطرقية .

4- كتاب الطرق الأستاذ عبد الكريم الحلبي -الجزء الأول (TOME1) ROUTES .

5-بتروغرافية الصخور النارية والمتحولة –الجزء العملي –جامعة دمشق –كلية العلوم .