

دراسة مخبرية أولية من أجل استثمار إسفلت كفريّة الطبيعي في الأغذية السطحية للطرق المحلية

* الدكتور عزام سعود

** الدكتور كمال الريم

*** بشار صقر

(تاريخ الإيداع 27 / 5 / 2009. قُبِلَ للنشر في 1/9/2009)

□ ملخص □

يقوم هذا البحث بدراسة إمكانية استخدام الإسفلت الطبيعي المكون من صخور كفريّة الإسفلتية (الغرافيون) في خلطات المجلول الإسفلتي الحار لاستخدامه في الأغذية السطحية للطرق المحلية بدلاً من استخدامه بالرصف التقليدي فقط .

الفكرة الأساسية من هذا الاستثمار تكمن في الاستفادة من الإسفلت المنتشر ضمن الصخر الإسفلتي، وبالتالي تقليل كمية الإسفلت النفطي المضاف لهذا المجلول عبر الاستعاضة عنه قدر الإمكان بإضافة الصخور الإسفلتية الطبيعية (الغرافيون الإسفلتي) المتوفرة محلياً في محافظة اللاذقية قرب كفريّة .

وللوصول إلى ذلك تم إجراء تجارب على خلطات مخبرية تنتوع فيها النسب المضافة من الغرافيون والإسفلت النفطي ، ومن ثم استخلاص المنحنيات المعبرة عن كل من (الثبات والانسياب والكثافة ونسبة الفراغات الهوائية ونسبة الفراغات المليئة) للمجلول الإسفلتي بدلالة عيار المواد الرابطة ووفقاً لنسب الغرافيون المضاف، واستناداً لتلك المنحنيات تمكنت الدراسة من الوصول إلى نسب اقتصادية لمكونات الخلطة تسمح باستخدام المجلول المقترح في تزفيت الطرق المحلية من الصنف (ب) وفقاً لنظام (AASHTO) .

الكلمات المفتاحية : إسفلت طبيعي - كفريّة - طرق محلية - تزفيت الطرق - طريقة مارشال - ثبات - انسياب - كثافة - فراغات هوائية - فراغات مليئة بالبيتومين

* مدرس - قسم هندسة الإدارة والتشييد - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

** مدرس - قسم هندسة الإدارة والتشييد - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

*** طالب دراسات عليا (ماجستير) - قسم هندسة الإدارة والتشييد - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

Etude expérimentale préliminaire pour l'exploitation de l'asphalte naturelle de Kfarya dans le goudronnage des routes locales

Dr. Azzam Saoud *

Dr . K . AL-Rim **

Basher saker ***

(Déposé le 27 / 5 / 2009. Accepté 1/9/2009)

□ Résumé □

Cette recherche a pour but de voir la possibilité d'utiliser l'asphalte naturelle , crée par les roches asphaltiques (gravillon) , comme couvertures superficielles des routes locales au lieu de l'employer seulement comme macadam traditionnel .

L'idée principale de cet exploitation est de profiter de l'asphalte imprégnée dans les roches asphaltiques de Kfarya par la diminution de la quantité d'asphalte pétrolieré .

L 'étude a été faite à partir des essais sur mélanges de proportions différentes de gravillons et d'asphaltes pétrolières .

Les courbes obtenues nous permettent de désigner la stabilité , le ruissellement , la densité , la proportion des espaces et la durée de melée de goudrons en fonction des proportions de gravillons ajoutés .

A partir des resultants nous obtenons les proportions économiques des éléments des mélanges afin de l'utiliser dans le goudronnage des routes locales de catégorie (B) et selon le système (AASHTO)

Mots clés : Asphalte naturelle , Kfarya , routes locales, goudronnage les routes méthode de marshal , stabilité , ruissellement , densité , vidées bitume .

*Enseignant au département Aménagement et Ingénieur de la construction , Faculté du génie civil , université de tichrine , Lattaquié , Syrie .

** Enseignant au département Aménagement et Ingénieur de la construction , Faculté du génie civil , université de tichrine , Lattaquié , Syrie .

*** Etudiant en Master au département Aménagement et Ingénieur de la construction , Faculté du génie civil , université de tichrine , Lattaquié , Syrie .

مقدمة:

يشكل قطاع النقل والمواصلات البنية التحتية لعملية التنمية في القطر العربي السوري، إذ بلغت مخصصاته المالية من الخطة الخمسية التاسعة (232) مليار ليرة سورية ، كما يشكل النقل الطرقي على الشبكة الطرقية في القطر العربي السوري (80) % من حركة النقل الداخلي . [1]

إن هذه المؤشرات دفعت الحكومة إلى رفع سوية الشبكة الطرقية عبر تحديث الشروط والمواصفات الفنية المعتمدة لأعمال الطرق والجسور، ودعم البحث العلمي وعقد المؤتمرات العلمية بهدف:

- الاستفادة من الخبرات العلمية والفنية المتوفرة في وزارة المواصلات والجامعات السورية من أجل تطوير شبكات الطرق المحلية .

- التوسع في بناء طرق جديدة من مختلف الدرجات لتخدم مختلف النشاطات الاقتصادية .

- الاستفادة من الموارد الطبيعية المحلية المتوفرة في القطر ، والاقتصاد في مواد بناء الطرق .

واستجابة لتلك التوجهات يأتي هذا البحث هادفاً إلى :

المساهمة في دراسة إمكانية استخدام صخور كغرية الإسفلتية الطبيعية (القسم الخشن: الغرافيون Gravillon) في الأغشية السطحية للطرق بدلاً من استخدامه بالرصف التقليدي فقط (بوصفه واحداً من الموارد الطبيعية المهمة في القطر العربي السوري) .

توجد الصخور الإسفلتية الطبيعية في بلدنا في منطقة كغرية بمحافظة اللاذقية وهي صخور كلسية مشبعة بمادة البيتومين (تتراوح نسبة البيتومين فيها بين 9 % - 12 %) من وزن الكتلة الصخرية) ، وتعد سوريا واحدة من عشرة بلدان فقط في العالم يوجد فيها إسفلت طبيعي .. [2]، إلا أن استثماره المحلي يبقى متواضعاً ومقتصراً على أعمال العزل وبعض أعمال الرصف على البارد وذلك إذا ما قورن باستثماره في العديد من الدول المتقدمة في هذا المجال .

حيث يستخرج محلياً من المقالع (بواسطة التفجير) ثم يكسر إلى كتل صغيرة، و يطحن بعدها إلى ثلاثة قياسات:

- مطحون ناعم (0 - 5) ملم يستخدم لأعمال العزل المائي بطريقة إيسبل الفرنسية

- مطحون خشن (5 - 17) ملم يسمى غرافيون (1) يستخدم في أعمال الرصف على البارد

- مطحون خشن (17 - 25) ملم يسمى غرافيون (2) (يتم تصديره للخارج)

وقد بينت الدراسات والتجارب العالمية على أن الإسفلت الطبيعي يتباين في النسبة والتركيب بين منطقة جغرافية وأخرى بحسب نوعية الإسفلت المتشرب وبحسب التركيب الفلزي للصخور التي تحوي هذا الإسفلت المتشرب ، وهذا ما يستدعي إجراء دراسة خاصة لكل نوع ولكل مقلع من الإسفلت الطبيعي. كما بينت تلك الدراسات أنه بالإمكان الحصول على مزايا هامة للخلطات التي يدخل في تركيبها الإسفلت الطبيعي وبالتالي يمكن استثمارها لأهداف خاصة، مثال ذلك : [3]

- استخدم إسفلت ترينداد الطبيعي في تزييت مطارات (كياتاك في هونغ كونغ - وبوربانك في كاليفورنيا - وكيندي في نيويورك) وتزييت حلبة نورمبرج لسباق السيارات العالمي في ألمانيا ...

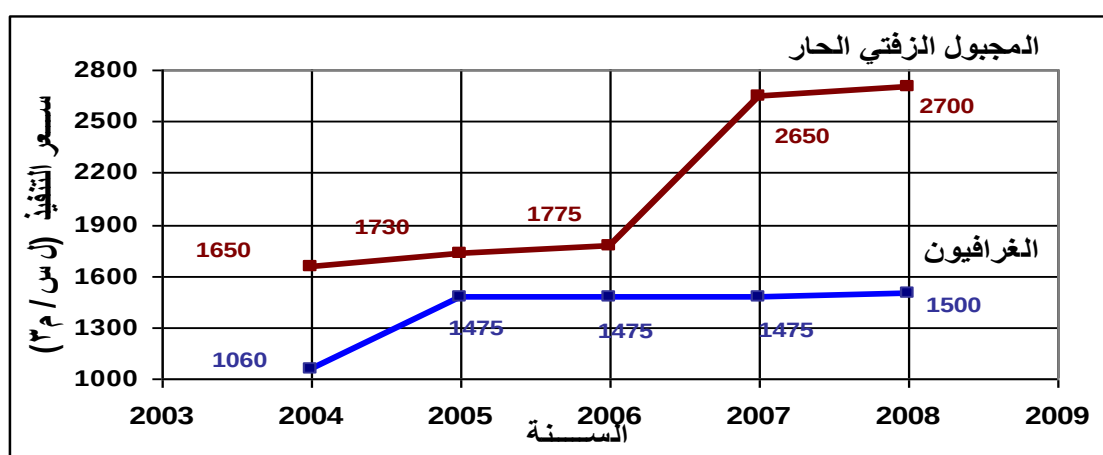
وبالإطلاع على التجربة الفرنسية باستثمار الإسفلت الطبيعي (وفقاً لدراسات معهد الإسفلت في باريس Office des Asphaltes Paris) نلاحظ بشكل واضح النقطتين التاليتين [4] :

- (1) اعتماد البحوث الفرنسية على إضافات محلية مثل (مطحون الفحم الحجري _ رمال محلية ...)
 - (2) التنوع الكبير لخلطات الإسفلت الطبيعي (L' asphalte Naturelle) وبالتالي تنوع استخداماتها
- مثل :

- الخلطات الإسفلتية المخصصة للعزل المائي (Les asphaltes pour étanchéité) .
- الخلطات الإسفلتية المخصصة لأماكن السير الخفيف ولها أنواع مختلفة وتستخدم لأرضيات المستودعات والكراجات وطرق المدن الصناعية وبعض الطرق المحلية داخل المدن ..
- (Les asphaltes gravillonné pour revêtement de circulation)
- الخلطات الإسفلتية المخصصة للطرق السريعة (Les asphaltes coulés routiers) غالبية خلطات هذا النوع تعتمد على الحصويات والرمل والإسفلت النفطي، ومضاف لها بودرة الصخر الإسفلتي أو بودرة الفحم الحجري .

و في بلدنا أجريت عدة تجارب مخبرية محلية لاستثمار إسفلت كفريه الطبيعي في الأغشية السطحية للطرق (لاسيما تجارب الشركة العامة للطرق والجسور) وبقيت محدودة ودون تطبيق استثماري .. [5]، [2] ، إلا أن ارتفاع أسعار النفط وتأثيرها الكبير على تكلفة المجلول الإسفلتي الحار رفع من أهمية الإسفلت الطبيعي ودفع إلى متابعة البحث العلمي [6] من أجل استثمار الغرافيون بشكل مشابه للمجلول الإسفلتي الحار بدلا من استخدامه بالرصف التقليدي فقط، بحيث يشكل (رديفاً) استثمارياً للمجلول الإسفلتي الحار .

وإذا انطلقنا من الناحية الاقتصادية وقمنا برسم منحني بياني لكل من : سعر (المجلول الإسفلتي الحار) وسعر (رصف غرافيون كفريه على البارد) وذلك استنادا إلى جداول تحليل الأسعار المعتمدة من قبل مديرية الخدمات الفنية في اللاذقية خلال السنوات الخمس الأخيرة ، حصلنا على مؤشر كبير للأهمية الاقتصادية لاستثمار الإسفلت الطبيعي في المجلول الزيتي (شكل 1) فالتزايد في سعر المجلول الإسفلتي الحار يعود إلى الارتفاع المتزايد لسعر الإسفلت النفطي الداخل في تركيبه ، ذلك أن الدولة تستورد من الأسواق العالمية أكثر من (60 %) من حاجتها من مادة الإسفلت .



(الشكل 1) : تزايد سعر تنفيذ كل من المجلول الإسفلتي الحار ورصف الغرافيون على البارد

(علماً أن سعر المجلول الزيتي مدعوم من قبل الدولة)

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف البحث إلى اقتراح خلطة إسفلتية انطلاقاً من استخدامنا لمطحون الحجر الإسفلتي (الغرافيون 1) مع استخدام مواد مضافة (حصوية أو مذبية)، وذلك بإجراء التجارب المخبرية المناسبة ومقارنة النتائج مع الشروط الفنية للمجبول الزيتي التقليدي المستخدم للطرق المحلية (للتصنيفين ب، ج).

مع العلم أن هذا البحث يشكل المرحلة الأولى (مرحلة العمل المخبري) من دراسة أوسع (لبحث ماجستير قيد الإنجاز) بعنوان: التقييم التكنولوجي والاقتصادي لاستخدام إسفلت كفريه الطبيعي في الأغشية السطحية للطرق المحلية في محافظة اللاذقية.

وتأتي أهمية هذا البحث من الانعكاسات الاقتصادية الإيجابية على الدولة والمجتمع في حال استخدام الإسفلت الطبيعي المستخرج محلياً، ليساعد في تخفيف العبء الناتج عن استيراد الإسفلت النفطي من الأسواق العالمية. كما أن هذا البحث يفتح الباب أمام بحوث جديدة، تمكن من الاستفادة من الخصائص المميزة للإسفلت الطبيعي في خلطات جديدة تستخدم لأغراض وأعمال إنشائية خاصة على غرار استخداماته في الدول المتقدمة تكنولوجياً.

مشكلة البحث:

إن الفكرة الأساسية من استخدام مطحون الصخر الإسفلتي الطبيعي (الغرافيون) في المجبول الإسفلتي الحار هو الاستفادة من البيتومين المتشرب ضمن الصخر الإسفلتي بهدف تقليل كمية الإسفلت النفطي المضاف إلى الخلطة البيتومينية، (أي إن المنطلق الأساسي للنموذج الجديد للخلطة البيتومينية هو منطلق **اقتصادي** والهدف منه تخفيض كلفة المجبول، الإسفلتي المستخدم في مشاريع الطرق عبر تقليل كمية الإسفلت النفطي المضاف لهذا المجبول والاستعاضة ما أمكن عن هذه الكمية باستخدام مطحون الصخور الإسفلتية الطبيعية /الغرافيون/ المتوفرة محلياً).

لقد قامت الشركة العامة للإسفلت والرخام بإجراء تجارب متعددة على إسفلت كفريه، بهدف فصل

البيتومين عن الغرافيون ودراسة خصائص كل منهما، وقد أعطت دراساتها النتائج التالية: [1]، [2]

أ- خصائص البيتومين (بعد الفصل بين البيتومين والغرافيون):

1. الزوجة حسب سيبولت - فيورول (37) ثانية وفقاً لاختبار AASHTO T- 72
2. نسبة الفاقد بالنقطير عند 360° 9.5 % وفقاً لاختبار AASHTO T- 78
3. درجة الغرز للمتبقي 270 وفقاً لاختبار AASHTO T- 49
4. درجة حرارة الليونة (40° - 60°) م وفقاً لاختبار AASHTO T- 50

ب- خصائص الصخر البيتوميني (بعد الفصل بين البيتومين والغرافيون):

1. الصخر من النوع الكلسي نسبة فحمات الكالسيوم حوالي (97%)
2. تبلغ نسبة الفاقد بالاهتراء لأغلب هذه الصخور الكلسية حسب اختبار لوس أنجلوس (39%)

- نستخلص من قراءة النتائج السابقة ما يلي:

- 1 - إن انخفاض اللزوجة ونسبة الفاقد بالتقطير تشيران إلى أن الإسفلت الطبيعي المستخلص مصاب بالشيخوخة (ضياح خواصه الرابطة بفعل تأكسده مع الهواء الخارجي) [7] ، ولا يمكن الاعتماد على خصائصه الحالية في خلطات المبول الإسفلتي الحار دون إضافة إسفلت نفطي مساعد .
 - 2 - إن ارتفاع نسبة الفاقد بالاهتراء تشير إلى أن الصخور الإسفلتية قليلة القساوة ولا يمكن الاعتماد عليها كلياً بتزفيت الطرقات دون إضافات . (إذ يجب ألا تتجاوز نسبة الفاقد بالاهتراء الـ (35 %)) لأجل الطرق المحلية .
- وبالتالي فإن استثمار الغرافيون بصناعة المبول الإسفلتي الحار يتطلب استخدام مواد محسنة للمواصفات الاستثمارية : حصويات جيدة وإسفلت نفطي ..

طرائق البحث ومواده:

يهدف العمل المخبري إلى الوصول للنسبة المثالية بين مكونات المبول الإسفلتي المؤلف من الحصويات والإسفلت النفطي مضافاً إليه الغرافيون ، ولتحقيق ذلك تجري تجارب على خلطات مخبرية تمثل ذلك المبول الإسفلتي ، ثم نرسم المنحنيات المعبرة عن خصائص المبول تبعاً لنسب المواد المضافة (إسفلت نفطي وغرافيون) ، إذ نقوم (ضمن المرحلة الواحدة من العمل التجريبي) بتغيير متصاعد لنسبة الإسفلت النفطي المضاف إلى العينات المخبرية . كما نقوم (عند الانتقال من مرحلة إلى أخرى) بتغيير نسبة الغرافيون المضاف لهذه العينات ضمن مجال قدره (10 % - 90 %) وبتدرج (10%) . واستناداً لذلك وضمن كل مرحلة نرسم المنحنيات التالية المعبرة عن خصائص المبول الإسفلتي :

- منحني يعبر عن تغير كثافة المبول الإسفلتي بدلالة نسبة المواد الرابطة .
- منحني يعبر عن تغير الثبات للمبول الإسفلتي بدلالة نسبة المواد الرابطة .
- منحني يعبر عن تغير انسياب المبول الإسفلتي بدلالة نسبة المواد الرابطة .
- منحنيات تغير النسب المئوية للفراغات المليئة بالبيتومين بدلالة نسبة المواد الرابطة .
- بالإضافة لمنحني الفراغات الهوائية بدلالة نسبة المواد الرابطة .

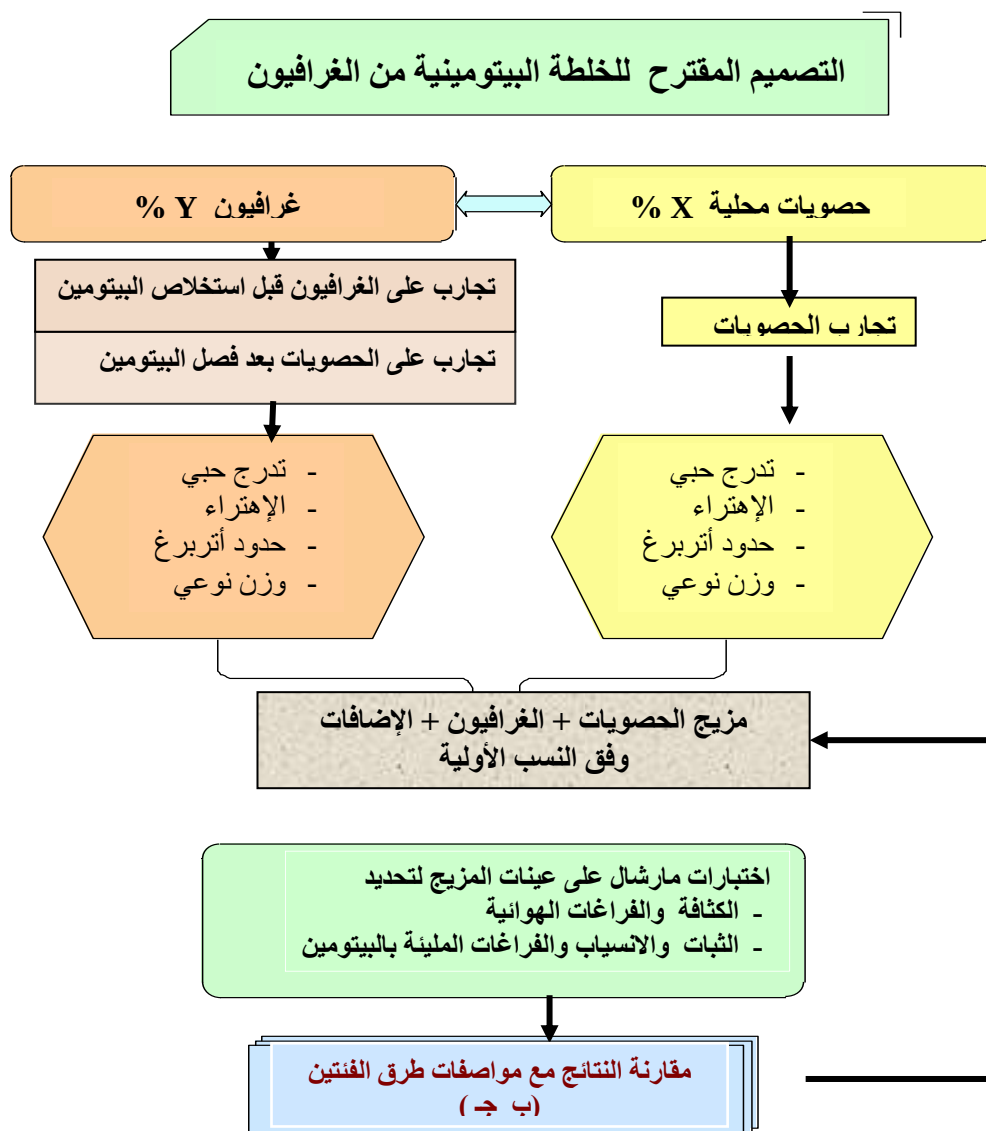
و يبدأ البحث من تحديد متطلبات النوعية للمواد الداخلة في تركيب المبول الإسفلتي الجديد (المضاف إليه الإسفلت الطبيعي) ، وتحديد المواصفات الفنية التي ينبغي أن تحققها عينات مخبرية تمثل هذا المبول على أرض الواقع . وتشكل هذه المتطلبات ثوابت العمل المخبري في مرحلته الأولى ، وهي :

- 1- مواصفات المواد الحصوية المضافة وأهمها : (الوزن النوعي - الفاقد بالاهتراء - التدرج الحبي - المكافئ الرملي) .
- 2- مواصفات الإسفلت النفطي المضاف، وأهمها : (الغرز - الاستطالة - اللزوجة) .
- 3- مواصفات الخلطة البيتومينية (وتحدد من خلال عدد من التجارب على عينات مخبرية) وأهمها :
 - الثبات و الديمومة و الفراغات الهوائية والكثافة والتغليف للمواد الحصوية بالبيتومين
 - الانسياب : (التشوه الأعظمي الذي يطرأ على العينات قبل أن تنكسر)

ونستند في دراستنا هذه إلى المواصفات القياسية المعتمدة من وزارة المواصلات السورية، وبالتحديد نعتد مواصفات الجمعية الأمريكية لمسؤولي الطرق السريعة (AASHTO) : (American Association of State Highway and Transportation Officials).

- أما نسب الخلط بين المكونات فتتمثل بمتغيرات العمل المخبري ، حيث يهدف العمل المخبري إلى تحديد النسب المثالية بين تلك المكونات تمهيداً لإخضاعها في دراسة لاحقة لتقييم اقتصادي وتكنولوجي .

أما مراحل العمل المتبعة لتصميم الخلطة البيتومينية المقترحة فهي موضحة بالشكل التالي : شكل (2)



الشكل (2) : المخطط المنهجي لتصميم الخلطة البيتومينية المقترحة باستخدام الغرافيون

أ- المرحلة الأولى :

أولاً : نفترض قيم نسب الخلط التي سيبدأ بها العمل المخبري (أي نسبة الغرافيون إلى الحصويات ونسبة الإسفلت المضاف) :

1- نسبة الغرافيون (50) %

2- نسبة الإسفلت النفطي المضاف (2.75) % : حيث تم البدء بهاتين النسبتين لأنهما تتوسطان الحدود (العليا والدنيا) لنسب الخلط الممكنة منطقياً . فهي بالنسبة للغرافيون تتوسط المجال (10 - 90) % . وبالنسبة للإسفلت النفطي المضاف تتوسط المجال (0.5 - 5) % وزناً .

ثانياً : تجري التجارب المخبرية اللازمة على المواد المكونة للمجبول الإسفلتي (الحصويات والغرافيون والإسفلت النفطي) وذلك لانتقاء مواد موافقة للمواصفات الفنية المعتمدة .

لقد تم (في هذا البحث) إجراء التجارب المخبرية في مخابر كلية الهندسة المدنية في جامعة تشرين، وحصلنا على النتائج التالية :

1- الحصويات Agregats :

- مصدر الحصويات : اعتمدنا في البدء حصويات محلية من مقالع (عين الشرقية) .

أ - التدرج الحبي : اعتمدنا تدرج التصنيف (أ) لطبقة الاهتراء حسب اختبار AASHTO - T 30 - 77 .

ب - الفاقد بالاهتراء بلغ (17.7 %) بجهاز لوس أنجلوس حسب اختبار AASHTO - T 96 - 77 .

د - الوزن النوعي الكلي (الإجمالي) (2.59) كغ/سم³ حسب اختبار AASHTO - T 85 - 77 .

هـ - الوزن النوعي الظاهري (الصلب) (2.67) كغ/سم³ حسب اختبار AASHTO - T 85 - 77 .

2- مطحون الإسفلت الطبيعي (الغرافيون Gravillon) :

- الغرافيون المعتمد في البحث قياس (5-17) ملم ، وهو المستخدم محلياً في أعمال الرصف التقليدي ، وقد

تم إحضاره من مقلع الأزرق والذي يشكل مع مقلع البربورة المصدرين الرئيسيين للغرافيون في مكامن كفريّة الإسفلتية ، وتبلغ نسبة الإسفلت المتشرب في صخورهما أكثر من (11.9) % . [1]

وبإجراء التجارب المخبرية على عينات محضرة حصلنا على :

أ - نسبة الإسفلت المتشرب ضمن الغرافيون بلغت (12) % وزناً (بجهاز استخلاص البيتومين)

ب - خصائص الغرافيون المستخلص منه الإسفلت :

1 - الفاقد بالاهتراء للغرافيون بلغ (39) % حسب AASHTO - T 96 - 77

2 - الوزن النوعي (الإجمالي) للغرافيون (2.02) g/cm³ حسب AASHTO - T 85 - 77

3 - الوزن النوعي (الصلب) للغرافيون (2.42) g/cm³ حسب AASHTO - T 85 - 77

4 - المكافئ الرملي للغرافيون (89.8) % حسب AASHTO - T 176 - 73

ج - الوزن النوعي (الإجمالي) للغرافيون قبل استخلاص الإسفلت (2.09) حسب AASHTO - T 85 - 77

هـ - الوزن النوعي (الصلب) للغرافيون قبل استخلاص الإسفلت (2.2) حسب AASHTO - T 85 - 77

3- الإسفلت النفطي المضاف - المصدر بانياس - الصنف (60/70) - الوزن النوعي : 1.03 غ/سم³

أما أهم متطلبات النوعية للمواد (حصويات و غرافيون) وفقاً للمواصفات المعتمدة فهي كما يلي :

نوع الاختبار	المتطلبات (الطبقة الاهتراء البيتومينية)
الفقد بالاهتراء حسب اختبار AASHTO – T 96 – 77	لا يزيد على 35 %
المكافئ الرملي حسب اختبار AASHTO – T 176 – 73	لا ينقص عن 45 %
كمية الحصويات التي يقل وزنها النوي عن 1.95 غ/سم ³	لا تزيد عن 1% من وزن الحصويات

ثالثاً - العينات الممثلة للخلطة البيتومينية : من أجل تصميمها اعتمدنا اختبار مارشال (Marshall) الذي يحدد لنا المواصفات الأساسية للخلطة الإسفلتية (ثبات ، انسياب ، كثافة ، ديمومة) ، واعتمدنا بالعمل على مطرقة مارشال تطبيق (50) طريقة على العينات . و للتوجه نحو النسب المثلى تلزمنا في هذه المرحلة المعايير التالية :

- **الثبات :** يطلب ألا يقل عن القيمة (9 kn) لطرق الفئة (ب) (هذه الفئة هي مجال تطبيق البحث)
 - **الانسياب :** يطلب أن يقع ضمن المجال mm (2 – 4) لكافة الفئات
- بإجرائنا لتجربة مارشال على ثلاث عينات مخبرية تحقق المواصفات السابقة حصلنا على النتائج التالية :

جدول (1) النتائج المخبرية لتجربة مارشال على ثلاث عينات ضمن المرحلة الأولى
(50 % غرافيون + 50% حصويات عين الشرقية)

المرحلة 1 (إسفلت نفطي 2.75%)										
العينه n	إسفلت مضاف %	الوزن في الهواء	الوزن مشبع بالهواء	الوزن مشبع في الماء	متوسط السماكة	الثبات المقاس	عامل التصحيح	الانسياب mm	الثبات kn	الكثافة ρ
1	2.75	1105	1127	591	6.47	12.66	1	2.64	12.66	2.06
2	2.75	1119.4	1143	602	7.05	14.56	0.85	2.25	12.38	2.07
3	2.75	1104.4	1129	592	6.88	14.1	0.89	3.03	12.55	2.06
متوسط القيم										2.06
										12.53
										2.64

إن القيم الناتجة لكل من الثبات والانسياب والكثافة (وفقاً لنسبة الإسفلت المضاف) هي قيم مقبولة استناداً للمواصفات القياسية (AASHTO) لذا نقوم بتكرار التجربة بعد تخفيض نسبة الإسفلت النفطي المضاف، وذلك بهدف تحديد اتجاه تغيير عيار الإسفلت المضاف ضمن العمل التجريبي .

وبتطبيق تجربة مارشال على عينات مخبرية لها ذات المواصفات السابقة مع استخدام نسبتي من الإسفلت النفطي (2.5 % ، 2.25 %) نحصل على النتائج التالية :

جدول (2) النتائج المخبرية لتجربة مارشال على أربع عينات إضافية ضمن المرحلة الأولى
(50 % غرافيون + 50% حصويات عين الشرقية)

المرحلة 1 (إسفلت نفطي 2.25 - 2.5 %)										
العينة n	إسفلت مضاف %	الوزن في الهواء	الوزن مشبع بالهواء	الوزن مشبع في الماء	متوسط السماكة	الثبات المقاس	عامل التصحيح	الانسياب mm	الثبات kn	الكثافة ρ
4	2.5	1111	1139.6	597	7.09	13.84	0.85	4.01	1.76	2.05
5	2.5	1120	1142.4	600	6.95	15.73	0.87	2.11	13.69	2.07
متوسط القيم										2.057
6	2.25	1098	1125	589	6.89	14.5	0.88	2.52	12.76	2.05
7	2.25	1112	1136.6	597	6.93	16.54	0.88	2.28	14.56	2.06
متوسط القيم										2.055

لقد حصلنا في الجدول (2) على قيم مقبولة للثبات والانسياب والكثافة، تسمح لنا في المرحلة الثانية بتخفيض نسبة (الغرافيون) لتصبح (40 %) ، أما الإسفلت النفطي فسنضيفه إلى العينات الجديدة بنسب تبدأ من (1.5 %) حتى (3 %) وبتزايد قدره (0.5 %)

ب - المرحلة الثانية :

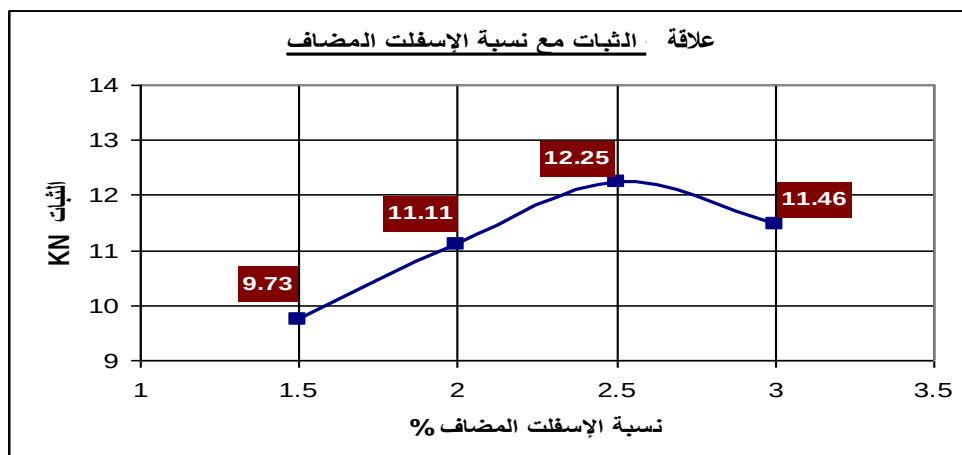
نطبق اختبار مارشال على عينات مخبرية بالنسب الجديدة المذكورة سابقا ، مع الحفاظ على مواصفات الحصويات والغرافيون والإسفلت النفطي المضاف، كما كانت بالمرحلة الأولى دون أدنى تغيير . (حيث أضفنا لكل ثلاث عينات نسبة واحدة من الإسفلت النفطي، وأخضعناها للاختبار، ثم أخذنا متوسطات القيم الثلاث لنتائج الاختبار) . بعد ذلك نضع النتائج النهائية بجدول التقييم التالي :

جدول (3) : النتائج المخبرية لتجربة مارشال ضمن المرحلة الثانية :

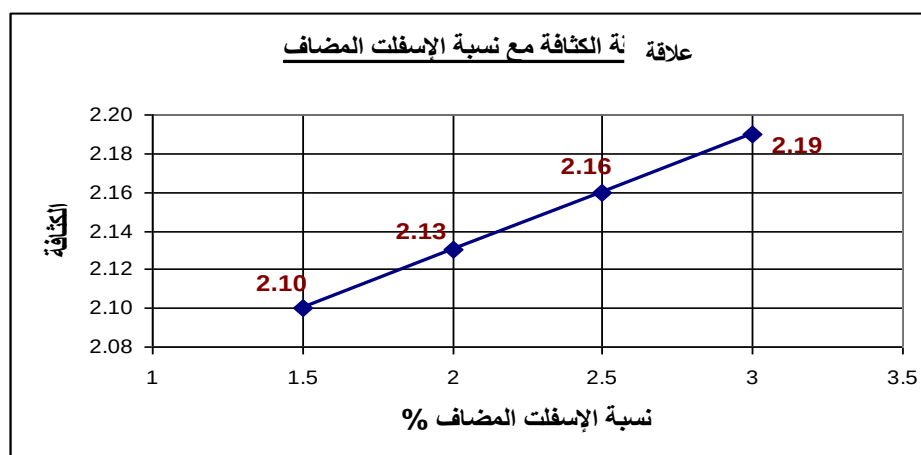
(40 % غرافيون + 60% حصويات عين الشرقية)

المرحلة 2 تجربة الثبات والانسياب حسب : Marshall									
40 % Gravillon + 60% Agregat + (1.5 - 3) % Bitume de petrol									
الإسفلت النفطي 70/60 - الغرافيون خشن (1) الإسفلت المنتشر (12%) - مصدر الحصويات عين الشرقية									
نتائج التجارب على العينات المخبرية					متطلبات الاختبار حسب : AASHTO T 245-87				
الإسفلت النفطي	الانسياب mm	الثبات Kn	الكثافة Kg/cm3		الانسياب mm	الثبات لفئات الطريق التالية			
						أ	ب	ج	
1.5 %	2.85	9.73	2.10		4 - 2	11	9	7	
2 %	2.91	11.11	2.13		4 - 2	11	9	7	
2.5 %	3.15	12.25	2.16		4 - 2	11	9	7	
3 %	3.19	11.46	2.19		4 - 2	11	9	7	

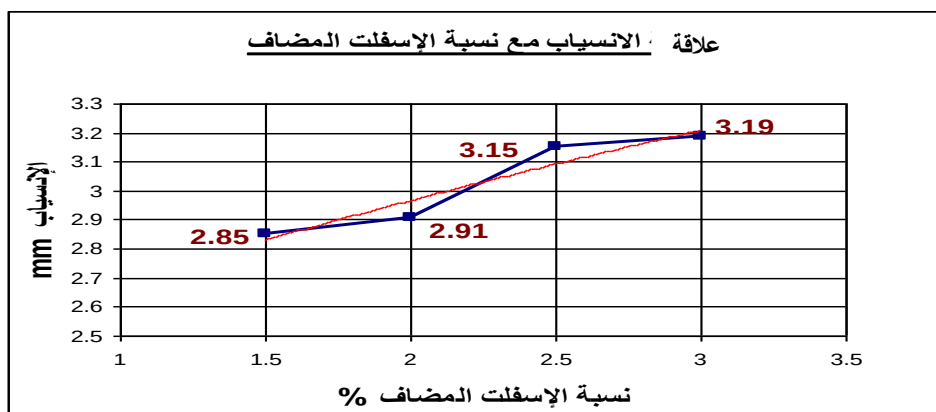
ويرسم المنحنيات البيانية لنتائج المرحلة الثانية (الثبات والانسياب والكثافة نتوصل للمؤشرات التالية :



الشكل (3) : منحني يعبر عن تغير ثبات العينات المرصوفة بدلالة عيار المواد الرابطة (40 % غرافيون + 60 % حصويات عين الشرقية)



الشكل (4) : منحني يعبر عن تغير كثافة العينات المرصوفة بدلالة عيار المواد الرابطة (40 % غرافيون + 60 % حصويات عين الشرقية)



الشكل (5) : منحني يعبر عن تغير انسياب العينات المرصوفة بدلالة عيار المواد الرابطة (40 % غرافيون + 60 % حصويات عين الشرقية)

النتائج والمناقشة:

1- لوحظ بعض الشذوذ في مسار منحنى الانسياب مقارنة بمنحنيات الانسياب لخلطات المبول الإسفلتي الحار التقليدية ، وللتأكد من السبب تم السعي في المرحلة التالية لرفع درجة الدقة في تمثيل كافة العينات للتركيب الحبي ذاته .

2- حصلنا في هذه المرحلة على قيم مقبولة للثبات والانسياب والكثافة تسمح لنا في المرحلة الثالثة بتخفيض نسبة (الغرافيون إلى الحصويات) لتصبح (30 %) ، أما الإسفلت النفطي فسضيفه إلى العينات الجديدة وفق النسب السابقة ذاتها نبدأ من (1.5 %) حتى (3.5 %) وبتزايد قدره (0.5 %) :

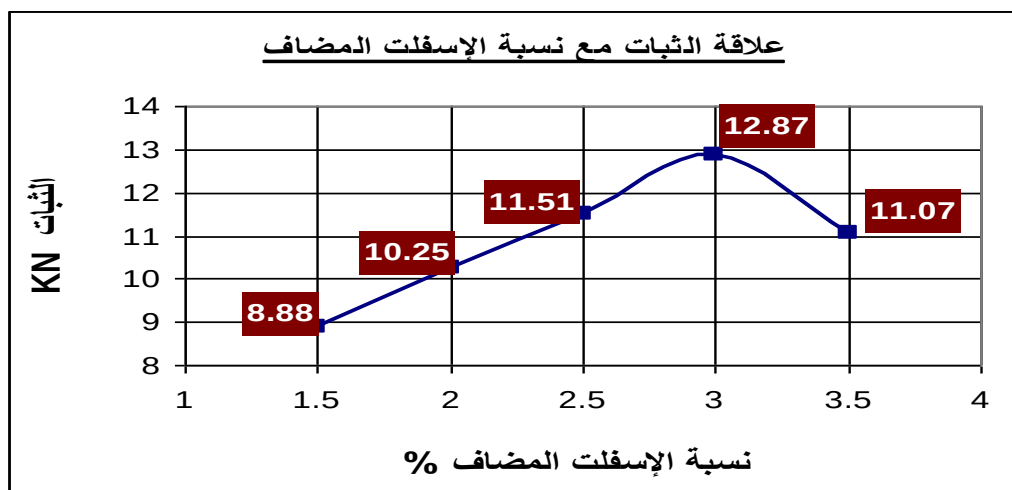
نطبق اختبار مارشال على عينات مخبرية بالنسب الجديدة المذكورة سابقاً ، مع الحفاظ على مواصفات الحصويات والغرافيون والإسفلت النفطي المضاف ، كما كانت بالمرحلة الثانية دون أدنى تغيير . (حيث أضفنا لكل ثلاث عينات نسبة واحدة من الإسفلت النفطي وأخضعناها للاختبار ثم أخذنا متوسطات القيم الثلاث لنتائج الاختبار) ، بعد ذلك نضع النتائج النهائية بالجدول التالي :

جدول (4) : النتائج المخبرية لتجربة مارشال ضمن المرحلة الثالثة :

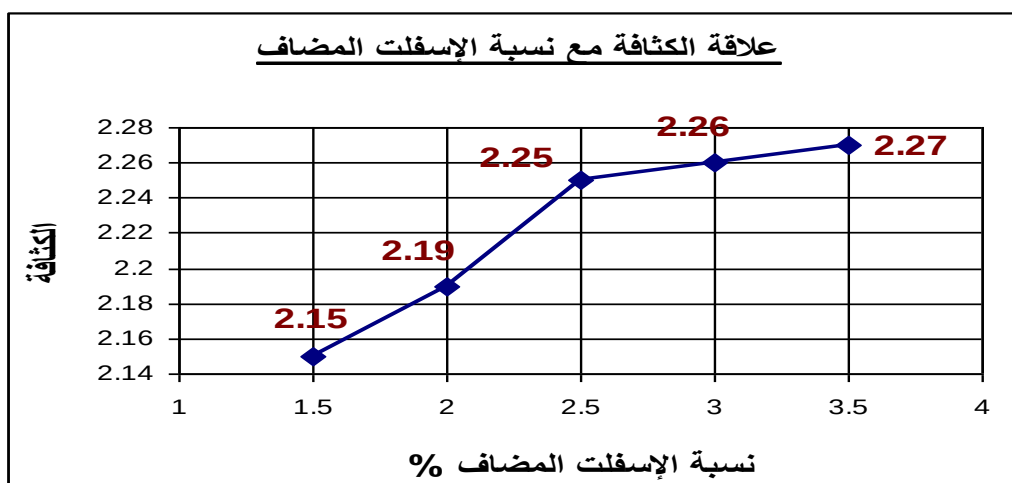
(30 % غرافيون + 70 % حصويات عين الشرقية)

المرحلة 3 تجربة الثبات والانسياب حسب Marshall						
30 % Gravillon + 70 % Agregat + (1.5 - 3.5) % Bitume de petrol						
الإسفلت النفطي 70/60 -- الغرافيون خشن نوع (1) - الإسفلت المتشرب (12 %) -- مصدر الحصويات عين الشرقية						
نتائج التجارب على العينات المخبرية				متطلبات الاختبار حسب AASHTO T 245-87		
الإسفلت النفطي %	الانسياب mm	الثبات Kn	فراغات هوائية %Va	فراغات مليئة %Vfb	فراغات الحصويات %Vma	الكثافة Kg/cm3
1.5	2.34	8.88	10.8	47.2	20.4	2.15
2	2.56	10.25	8.4	56.4	19.2	2.19
2.5	2.8	11.51	5.4	70.2	17.3	2.25
3	2.95	12.87	4.2	75	17.6	2.26
3.5	3.43	11.07	3.9	80.5	17.7	2.27

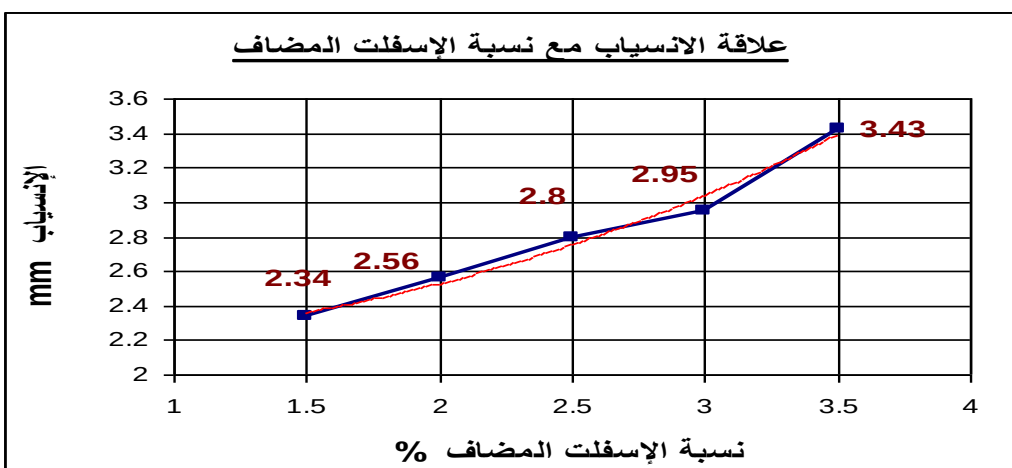
وبرسم المنحنيات البيانية لنتائج المرحلة الثالثة (الثبات والانسياب والكثافة والفراغات الهوائية والفراغات بالمواد الحصوية والفراغات المليئة بالبيتومين) نتوصل للنقاط التالية :



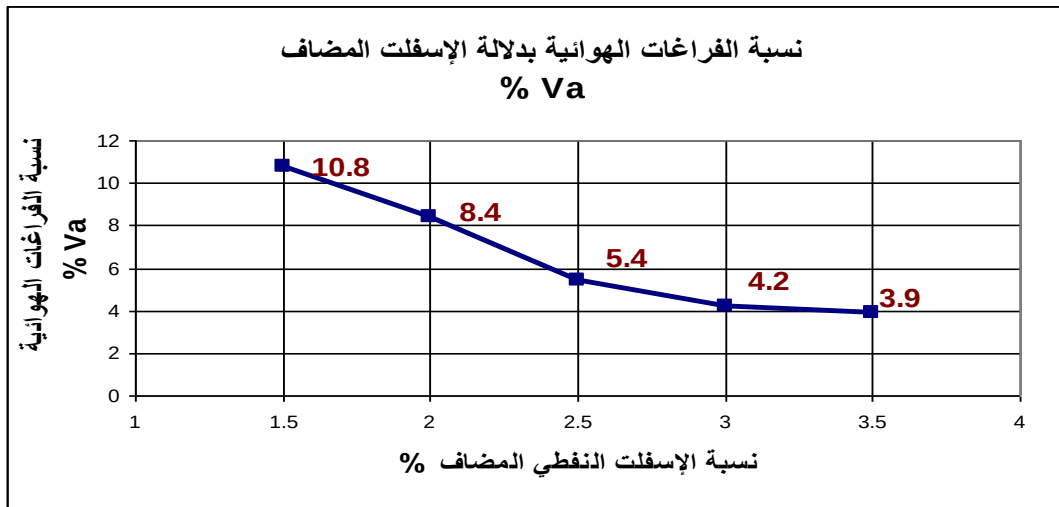
الشكل (6) : منحن يعبر عن تغير ثبات المجبول الزيتي بدلالة عيار المواد الرابطة (30 % غرافيون + 70 % حصويات عين الشرقية)



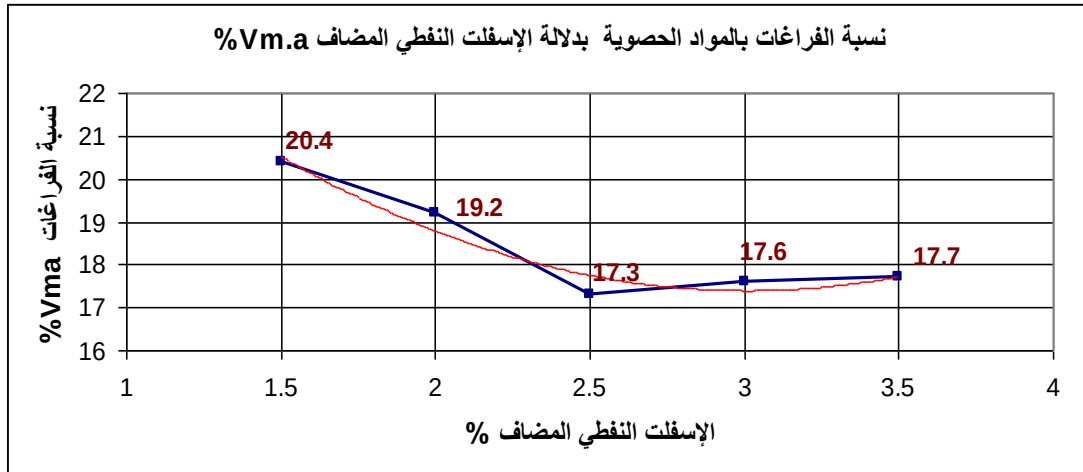
الشكل (7) : منحن يعبر عن تغير كثافة المجبول الزيتي بدلالة عيار المواد الرابطة (30 % غرافيون + 70 % حصويات عين الشرقية)



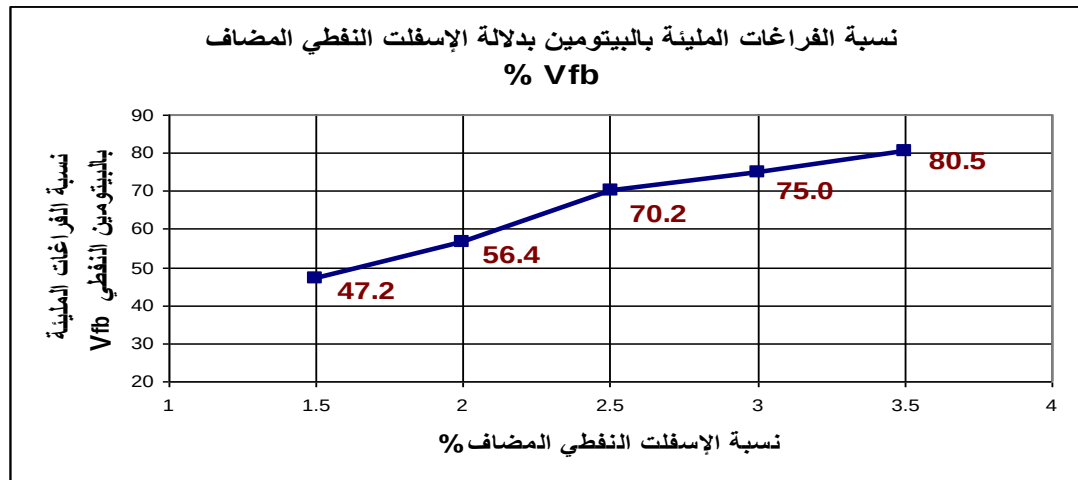
الشكل (8) : منحن يعبر عن تغير الانسياب للمجبول الزيتي بدلالة عيار المواد الرابطة (30 % غرافيون + 70 % حصويات عين الشرقية)



الشكل (9) : منحني يعبر عن تغير نسبة الفراغات الهوائية بدلالة عيار المواد الرابطة (30 % غرافيون + 70 % حصويات عين الشرقية)



الشكل (10) : منحني يعبر عن تغير نسبة الفراغات بالمواد الحصوية بدلالة عيار المواد الرابطة (30 % غرافيون + 70 % حصويات عين الشرقية)



الشكل (11) : منحني يعبر عن تغير نسبة الفراغات المليئة بالبيتومين بدلالة عيار المواد الرابطة (30 % غرافيون + 70 % حصويات عين الشرقية)

3- لوحظ انعدام التغليف المطلوب لحصويات العينات المضاف إليها النسبة % (1.5) من الإسفلت النفطي وهذا يجعلها مرفوضة .

4- العينات المضاف إليها إسفلت نفطي ضمن المجال (2.5 - 3) % هي عينات مقبولة وفقاً لاختبارات الثبات والانسياب والكثافة والتغليف والفراغات الهوائية والفراغات المليئة بالبيتومين .

الاستنتاجات والتوصيات:

1- مما سبق نلاحظ أن نسبة الغرافيون إلى الحصويات والبالغة (30 %) هي النسبة المثالية من الناحية الاقتصادية المبدئية مقارنة بالنسب التي تحوي كميات أكثر من الإسفلت الطبيعي (الغرافيون) نظراً لتحقيقها المواصفات القياسية المعتمدة من قبل وزارة المواصلات و بكمية اقتصادية من الغرافيون .

2- ضمن نسبة الغرافيون المذكورة سابقاً (30 %) نجد أن نسبة الإسفلت النفطي المضاف إلى الخلطة والواقعة ضمن المجال (2.5 % حتى 3 %) هي النسبة المثالية من الناحية الفنية وذلك استناداً إلى مؤشرات الثبات والانسياب والكثافة والفراغات الهوائية والفراغات المليئة بالبيتومين .

3- ينطلق البحث في المراحل الثلاث السابقة من اعتبار أن خصائص ومواصفات الحصويات والغرافيون هي من ثوابت معادلات الخلط ، وذلك عبر اختيار حصويات لها الأوزان النوعية والتراكيب الحبية المطلوبة بالمواصفات ، إلا أن التراكيب الفلزية تختلف بين مقلع وآخر من مقالع الحصويات، كما أن نسبة الإسفلت المتشرب ضمن الغرافيون تختلف بين مقلع وآخر، حيث أن النسبة (12%) من الإسفلت المتشرب ضمن الغرافيون المستخدم بالمراحل الثلاث السابقة هي النسبة الغالبة بمقلع الأزرق (المقلع الرئيسي المعد للاستثمار) ولكن هناك بعض المواقع الثانوية تحوي نسباً من الإسفلت المتشرب أعلى من (12%) لذلك يوصى بالتوجه نحو دراسة إحصائية لنسب الإسفلت المتشربة ضمن الغرافيون في مقالع كفرية وكذلك لمواصفات المواد الحصوية المتوافرة ضمن محافظة اللاذقية، وذلك بغية تيسير متابعة البحث في خلطات إسفلت كفرية طبيعي . (علماً أن القسم الثاني من بحث الماجستير الذي نعمل فيه حالياً يقوم بإكمال دراسة التجارب السابقة باستخدام مصدر ثانٍ من الحصويات، ومصدر ثانٍ من غرافيون كفرية، يحوي نسبة أعلى من الإسفلت المتشرب ضمنه ، وهو خارج نطاق هذه المقالة المرفوعة للنشر).

المراجع:

- 1- الشروط والمواصفات الفنية العامة لأعمال الطرق والجسور، وزارة المواصلات ، دمشق ، الجمهورية العربية السورية، 2002 .
- 2 - العش مروان - استخدام المطحون الإسفلتي / الغرافيون/ في خلطات المجبول الإسفلتي على الساخن، المؤتمر السوري الدولي الأول للطرق ، الشركة العامة للطرق والجسور، دمشق 2006.
- 3- م . ألفا محمد - د. سعود أندراوس - استخدام إسفلت البشري في الخلطات الإسفلتية ، مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية - المجلد الحادي والعشرون - العدد الأول 2005، 95-117 .
- 4 - CLAUDE , J.; CHARRETON , R. *L'asphalte matériau de toujours* , Office des Asphaltes , Techno Natan International , PARIS, 1988
- 5- م . يوسف أحمد - استثمار الإسفلت الطبيعي في سوريا ، ندوة في خامات الإسفلت الطبيعي في سوريا ، وزارة النفط ، الشركة العامة للرخام والإسفلت ، اللاذقية 2006 .
- 6- د . الريم كمال- مقترحات تطوير استثمار منتجات كفريّة لتصلح كطبقات اهتراء للطرق المختلفة ، تقرير فني رقم 102 ، جامعة تشرين ، كلية الهندسة المدنية ، اللاذقية 2005.
- 7- د . سعود أندراوس - د. سطاتس محمد راتب- مواد البناء واختبارها ، الطبعة الرابعة ، مطبعة دار الكتب ، دمشق 1990.