AL-QADISIYAH JOURNAL FOR ENGINEERING SCIENCES

Vol. 10 , No. 2

ISSN: 1998-4456

تأثير استعمال نسب مختلفة من خرسانة التبليط الاسفلتي المعاد تدويرها على خصائص الخلطات الاسفلتية (الاسفلت غير المعدل و الاسفلت المعدل)

م.م.محمد عزيز حميد الشيباني

وزارة التربية، بغداد ، العراق

Email: mohammedalshaybani@yahoo.com

Received on 17 January 2017 *Accepted on 13 April 2017*

***الملخص**: بصورة عامة وبسبب الاستنزاف المستمر للموارد الطبيعية في العراق برزت الحاجة الى العديد من الدراسات والتي تروم الى تقليل الاستنزاف وذلك بالتوجه لاستخدام مواد معاد تدويرها مما قد يؤدي الى تقليل الكلفة والحفاظ على البيئة. وبالإمكان استخدام المضافات مثل المطاط المحسن (RR) وذلك لتحسين الاداء وزيارة العمر الخدمي للتبليط وتقليل الاضرار المبكرة. الغرض الرئيسي من هذه الدراسة هو دراسة تأثير استخدام المواد المعاد تدويرها (RAP) وكذلك دراسة تأثير استخدام المضاف (RR) على خصائص الخلطة الاسفلتية وتحديد النسبة المثلى من ال (RAP) لتحقيق هدف الدراسة، في الجزء العملي تم استخدام نسب مختلفة من (RAP) هي (١٠%، ٢٠%، ٣٠%، ٤٠%، ٥٠%) من وزن الركام عند عملية تحضير النماذج بالإضافة الى استخدام المضاف (RR) وبنسبة (١٥%) بالاعتماد على دراسة سابقة وتم تقييم أداء الخلطات الإسفلتية باستخدام اختبار مارشال و اختبار الشد غير المباشر وتمت مقارنة نتائج استخدام نسب مختلفة من ال (RAP). من هذه الدراسة نستنتج ان استخدام (٢٠% RAP) كحد اقصى في الخلطات ذات الاسفلت الاعتيادي من الممكن ان تلبي متطلبات المواصفات الخاصة بالطبقة السطحية ولكن من الافضل استخدام نسبة (١٠% RAP) كي نضمن اداء افضل للتبليط الاسفلتي، اما في حالة استخدام الاسفلت المعدل بال (١٥% RR) فتزداد نسبة استخدام ال (RAP) من (٢٠% الى٣٠%) حيث ان نسبة ال (٣٠% RAP) تحقق متطلبات المواصفة ولكن يفضل استخدام نسبة ال (٢٠% RAP) كي نضمن درجة اداء افضل للتبليط. واخيرا اوصت الدراسة بأجراء تجارب على نطاق واسع وان تأخذ في الاعتبار المزيد من حالات خلط المكونات وبظروف مختلفة.*

الكلمات الدالة: الاسفلت، التبليط الاسفلتي المعاد تدويره، الثبات، مقاومة الشد غير المباشر، المطاط المحسن.

INFLUENCE OF USING A VARIOUS PERCENTAGES OF RECLAIMED ASPHALT CONCRETE PAVEMENT ON PROPERTIES OF MIXTURE ASPHALT (UNMODIFY ASPHALT AND MODIFY ASPHALT)

Mohammed Aziz Hameed Al-Shaybani,

Ministry of education, Baghdad. Iraq

Email: mohammedalshaybani@yahoo.com

***Abstract:** In general, because of the constant depletion of natural resources in Iraq, there was a need to numerous studies that may lead to reduce the use of these resources through reuse recycling process which could lead to reduced costs and preservation of the*

Copyright © 2017 Al-Qadisiyah Journal For Enginnering Science. All rights reserved.

AL-QADISIYAH JOURNAL FOR ENGINEERING SCIENCES

Vol. 10 , No. 2

ISSN: 1998-4456

environment. It is possible to use additives such as reclaimed rubber (RR) to improve the performance and extend service life and reduce early distress. The main purpose of this study was to study the effect of using the Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) and also study the effect of using the additive (RR) on the asphalt mixture properties and determine the optimum ratio of the (RAP) to achieve the objective of the study. In practical part was used different percentages of (RAP) is (10%, 20%, 30%, 40%, 50%) by weight of aggregate when preparing models process as well as using the additive (RR) and rate (15%), depending on a previous study. The performance of asphalt mixtures is evaluated by using Marshall test and indirect tensile test the results were compared with using different percentages of (RAP). Results of the study, we can say that the use of (% 20RAP) as a maximum percentage in unmodify asphalt mixtur course the specifications requirements of the surface layer, but it's best to use the percentage (10%RAP) in order to ensure better performance, when use a modified asphalt with percentage (%15RR) the increased (RAP) from (20% to 30%) as the percentage of (30%RAP) achieved the specification requirements but preferred to use the ratio of (20%RAP) in order to ensure the degree of better performance for paving.

Finally, the study recommended to conduct a large scale experiment to take into consideration more cases of mixing components and conditions..

Keywords: Asphalt, Reclaimed asphalt pavement, Stability, Indirect tensile strength, Reclaimed rubber.

١. المقدمـــــــة

تعد مشاريع انشاء الطرق من المشاريع المهمة في اغلب دول العالم ومنها العراق وذات كلفة انشائية مرتفعة وفي ظل الاستنزاف المخيف للموارد الطبيعية والظروف الاقتصادية الصعبة التي يعاني منها البلد لذلك برزة الحاجة الى ايجاد حلول اقتصادية وتقليل استخدام الموارد الطبيعية للمحافظة على البيئة عن طريق العديد من البحوث والدراسات في هذا المجال المهم اما عن طريق تقليل استخدام هذه الموارد او العمل على اعادة تدوير المستخدم منها وجعله صالح للاستخدام مرة اخرى ومن الملاحظ ان هذا الموضوع يأخذ اهمية استثنائية وخاصة في العراق لما يعانيه البلد من ازمات اقتصادية وبسبب هبوط اسعار النفط في الآونة الاخيرة والحروب المستمرة وتوفر كم هائل من مخلفات البناء والطرق وغيرها والناتجة عن طريق هدم المباني القديمة او قشط تبليط الطرق القديمة او المباني و الطرق المدمرة نتيجة الحروب، لذلك من المهم ايجاد حلول وبدائل ومن هذه الحلول امكانية اعادة تدوير ما يقارب من (٧٥%-٩٠ %) من هذه المخلفات واستخدامها مرة اخرى واهم هذه المخلفات هي المخلفات الخرسانية، وفي العقدين الماضيين زاد استخدام التبليط الاسفلتي الناتج من عملية اعادة التدوير (Reclaimed Asphalt Pavement (RAP))وخاصة في الدول المتقدمة كالولايات المتحدة الامريكية حيث يتم استخدام حوالي (٣٣) مليون طن من التبليط الاسفلتي المستصلح سنويا لأغراض إعادة التدوير وهي عبارة عن ٨٠)%) من كميات التبليط الأسفلتي الذي يتم اعادة تدويره التي تم جمعها من قشط تبليط الطرق القديمة. (Holtz and Eighmy ,2000) وكذلك، في عام (١٩٩٥)، تم إنتاج حوالي ((٢٠ مليون طن من خلطات الخرسانية الاسفلتية المعاد تدويرها في اليابان، والتي تمثل حوالي ٣٠)%) من إجمالي إنتاج الخلطات الخرسانية المستخدمة في انشاء الطرق. (Ikeda and Kimura, 1997) في العراق يخلط ناتج قشط التبليط في تربة القاعدة لتزيد من قوة تحملها، بالإضافة إلى استخدامه كطبقة اكساء وبشكل مؤقت لاماكن توقف المركبات والطرق الترابية في المناطق الريفية للحد من تطاير الأتربة، ان عملية إعادة تدوير المخلفات الخرسانية تحددها بعض المحددات من الناحية الاقتصادية لذلك يجب الأخذ بنظر الاعتبار اهمية القيمة الاقتصادية لعملية اعادة التدوير(، ١٩٩٢ Jeffrey).يجب توفر التقنيات اللازمة لإعادة التدوير بالإضافة إلى خواص المادة المراد اعاد تدويرها مع الاعتماد على المواصفات العراقية للطرق والجسور والبقاء ضمن حدود المواصفات للطبقات المختلفة. (SCRB, 2004)) حيث من الممكن إعادة تدوير مخلفات الخرسانية بإحدى الطريقتين، الطريقة الأولى: هي استخدام ناتج عملية التدوير كركام خشن وركام ناعم واعادة استخدامه في انتاج خرسانة جديدة، وهذه العملية تحتاج بالضرورة إلى تكسيره بكسارات حسب حالة المخلفات الخرسانة و من ثمّ استخدامه في عملية انتاج الخرسانة الجديدة. أما الطريقة الثانية: هي استخدام ناتج عملية التدوير في انشاء طبقة أساس الطرق كونه أفضل من استعمال الحصى الخابط. (Besseche et al, 2009) هناك فوائد عديدة من عملية تدوير المخلفات الخرسانية واعادة استخدامها مرة اخرى في مشاريع متعددة, (Copeland and Bukowski, 2001) اهما -:

ا- الحد او التقليل من استخدام الموارد الطبيعية تقلل من استنزافها.

ب-المنفعة الاقتصادية من حيث تقليل كلفة الانتاج .

ج- توفير مصادر اخرى للاستثمار عن طريق انشاء معامل لإعادة تدوير هذه المخلفات والمحافظة على البيئة.

Copyright © 2017 Al-Qadisiyah Journal For Enginnering Science. All rights reserved.

AL-QADISIYAH JOURNAL FOR ENGINEERING SCIENCES

Vol. 10 , No. 2
ISSN: 1998-4456

٢. بيان المشكلة ودافع الدراسة

بسبب الحاجة المتزايدة لشبكات الطرق في اغلب دول العالم منها العراق واغلب دول العالم حيث هناك مشاريع متعددة لتوسيع شبكة الطرق بأنشاء طرق جديدة، لهذا تحتاج الطرق بصور عامة الى صيانة دورية ضرورية للحفاظ على كفاءة الشبكة لاستيعاب حركة الحجوم المرورية بانسيابيه وامان. نظرا للازمة الاقتصادية التي يعاني منها البلد في الوقت الحالي واحتمال استمرارها لفترة قد تصل الى سنوات ولعدم وجود اموال كافية تخصص لأنشاء وصيانة الطرق بصورة مستمرة وارتفاع اسعار الركام الجيد والذي يمثل النسبة الاكبر في انتاج الخرسانة الاسفلتية والاستنزاف الحاد للموارد الطبيعية الجيدة لذلك وجد من الضروري البحث عن وسائل جديدة للصيانة اقل تكلفة وصديقة للبيئة، ظهرت في العديد من دول العالم المختلفة العديد من الاساليب الحديثة لصيانة الطرق بواسطة استخدام تقنيات اعادة تدوير التبليط القديم المتضرر، بحيث قامت كثير من الهيئات المتخصصة في مجال الطرق تحقيق هذا الغرض عن طريق اعادة استخدام التبليط الاسفلتي القديم مرة اخرى بعد عملية الطحن بواسطة معدات خاصة ومن ثم اعادة استخدامها بإضافتها الى المزيج الجديد وبنسب مزج مختلفة ويتم ذلك من خلال اعداد برنامج عمل مختبري يشمل المقارنة بين استخدام الخلطات الاسفلتية الاعتيادية بدون استخدام المواد الناتجة من عملية اعادة التدوير وبدون استخدام الاسفلت المعدل مع الخلطات التي تحتوي على نسب مختلفة من المواد المعاد تدويرها والاسفلت المعدل وتتم المقارنة بالاعتماد على النتائج المختبرية.

٣. اهداف الدراســـــة

الاهداف الرئيسة لهذه الدراسة هي-:

• التحقق من استخدام (RAP) في عملية انشاء الطرق وتحديد النسبة المثلى التي تضاف الى الخلطة الاسفلتية عن طريق اجراء الفحوصات المختبرية اي فحص مارشال وفحص مقاومة الشد غير المباشر .

• دراسة تأثير استخدام المواد المضافة اي استخدام الاسفلت المعدل على خصائص خلطة الخرسانة الاسفلتية وتأثيره على محتوى ال(RAP) في انتاج الخلطات الجديدة.

٤. المواد المستخدمـــــــة

١.٤ الركام(AGGREGATES)

في العراق هناك مصادر عديدة للركام المستخدم في انشاء الطرق، اما في هذه الدراسة تم استخدم الركام الخشن (Coarse Aggregates) والركام الناعم (Fine Aggregates) الذي تم الحصول عليه من معامل الحجارة في محافظة النجف وقد تمت عملية اعادة نخله واعادة خلطه لكي يلبي التدرج المطلوب للطبقة السطحية (Wearing Coarse) نوع (A) وسبب اختيار هذه الطبقة هو أنها الطبقة السطحية لمعظم أجزاء شبكة الطرق في العراق والتي تتعرض دائماً لأعمال الصيانة المتمثلة غالباً في قشط وإعادة فرش نفس الطبقة السطحية لذا يتوقع أن يكون أكثر الطلب على هذا النوع من الخلطات الإسفلتية ويجب ان تكون ضمن المواصفات العراقية للطرق والجسور .(SCRB, 2004))الجدول رقم (١) يوضح الخواص الفيزيائية للركام الخشن والركام الناعم (Physical Properties of Aggregates) المستعمل في الدراسة، اما الجدول رقم (٢) يوضح التدرج الحبيبي للركام (Aggregate Gradation).

جدول رقم (١) يوضح الخصائص الفيزيائية للركام.

الخاصية	رقم المواصفة لل (ASTM)	الركام الخشن	الركام الناعم
الوزن النوعي الكلي (Bulk Specific Gravity)	C-127 C-128	2.53	2.62
الوزن النوعي الظاهري (Apparent Specific) Gravity	C-127 C-128	2.66	2.68
نسبة امتصاص الماء (% Water Absorption)	C-127 C-128	3.15	2.81
اختبار لوس انجلوس % Wear (Los Angeles)	C-131	29 Max 35%	-----
السطح الزاوي (Angularity)	D 5821	94%	-----

Copyright © 2017 Al-Qadisiyah Journal For Enginnering Science. All rights reserved.

AL-QADISIYAH JOURNAL FOR ENGINEERING SCIENCES

Vol. 10 , No. 2
ISSN: 1998-4456

جدول رقم (٢) يوضح تدرج الركام وحدود المواصفة للطبقة السطحية (Wearing Coarse) نوع (A).

الخاصية	الاسمنت البورتلاندي	المواصفات حسب ال(SCRB) (R9/2003)
الوزن النوعي	3.13	----------
نسبة المار من منخل رقم 200	94	70 - 100

٢.٤ المادة المالئة(FILLER)

نوع واحد تم استخدامه من هذه المادة هو الاسمنت البورتلاندي الذي جلب من مناطق شمال العراق بالتحديد منطقة (طازلوجا)، الجدول رقم (٣) يوضح الخصائص الفيزيائية لهذه المادة.

جدول رقم (٣) يوضح الخصائص الفيزيائية للمادة المالئة ال(Filler).

سعة المنخل (ملم)	نسبة المار من مجموع وزن الركام والمادة المالئة	المواصفات القياسية حسب ال(SCRB) للطبقة السطحية نوع (A)
19	100	100
12.5	95	90-100
9.5	83	76-90
4.75	59	44-74
2.36	43	28-58
0.30	13	5-21
0.075	7	4-10
نسبة الاسفلت من مجموع الوزن الكلي	5	4 - 6

٣.٤ الأسفلت(ASPHALT)

تم استخدام نوع واحد من الاسفلت ذو درجة اداء (PG 70-10) (Performance Grade) ودرجة اختراق (Penetration Grade) ((40-50)تم جلبه من مصفى الدورة، الجدول رقم (٤) يوضح الخصائص الفيزيائية لهذا النوع من الاسفلت الذي استخدم في البحث.

٤.٤ المطاط المحسن(RECLAIMED RUBBER (RR))

تم الحصول على المطاط المحسن (RR) المستعمل كمادة مضافة لتحسين خواص الاسفلت من معمل اطارات النجف وهي عبارة عن مادة حبيبية سوداء ذات كثافة نوعية (Specific Gravity) (1.16) ناتجة من عملية سحق الاطارات القديمة واضافة بعض المواد المطاطية لها لتحسين خواصها وهذا النوع يستخدم في عملية اعادة التدوير لإنتاج اطارات السيارات، استخدمت في هذه الدراسة نسبة واحدة هي (RR%15) وبالاعتماد على دراسة سابقة (Al-Bana'a, 2009). تمت عملية خلط المضاف (RR) مع الاسفلت بواسطة استخدام جهاز خلط خاص وتعرف طريقة الخلط هذه بالطريقة الرطبة (Wet Adding Method) حيث تتم عملية خلط الاسفلت مع المضاف قبل عملية تحضير الخلطة الاسفلتية وتتم هذه العملية بإضافة ال (RR) الى الاسفلت ويخلط المزيج وبسرعة لا تقل عن ٢٦٢) دورة في الدقيقة الواحدة) عند درجة حرارة تتحدد من (°C -190°C), (Al-Dubabe, ١٩٩٦)

Copyright © 2017 Al-Qadisiyah Journal For Enginnering Science. All rights reserved.

AL-QADISIYAH JOURNAL FOR ENGINEERING SCIENCES

Vol. 10 , No. 2
ISSN: 1998-4456

جدول رقم (٤) يوضح الخصائص الفيزيائية للإسفلت.

الفحص	الوحدات	درجة الاختراع(40-50)	مواصفات ال(SCRB)
الاختراق ASTM D-5 (25 ^{0}C), 100 gm, 5sec)	1/10 mm	47	(40-50)
اللزوجة الكينماتيكية عند ال ASTM-2170 (135 ^{0}C)	cst	381	--------
قابلية السحب ASTM D-113 (25 ^{0}C, 5 cm/min)	cm	102	>100
درجة الوميض بجهاز كليفلاند المفتوحASTM D-92	^{0}C	332	min. 232
الوزن النوعي عند ASTM D-70 (25 ^{0}C)	------	1.02	(1.01-1.05)

٥.٤ التبليط الاسفلتي الناتج من اعادة التدوير(RAP) ((RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT

ال (RAP) وهو عبارة عن مواد ناتجة من عملية قشط طبقة التبليط الاسفلتي القديم وطحنها بواسطة معامل شيدت لهذا الغرض في العديد من البلدان، تم جلب نموذج من ال(RAP) من اعمال قشط بعض الطرق في محافظة كربلاء وتم عملية طحنها واعادة نخلها و بتدرجات ذات حجوم حبيبية مختلفة لكي تلبي متطلبات التدرج المطلوب لهذه الدراسة، وتمت اضافة مادة ال(RAP) بنسب محددة هي (١٠%، ٢٠%، ٣٠%، ٤٠%، ٥٠%) من وزن الركام لدراسة تأثيرها على خصائص الخلطة الاسفلتية.

٥. الفحوصات المختبرية

في هذا الدراسة تم تطبيق نوعين من الفحوصات المختبرية، النوع الاول هي فحوصات التأهيل للتعرف على خصائص المواد المختلفة المستخدمة في الدراسة ومدى مطابقتها للمواصفات المحددة وكما مبينه في الجداول من رقم (١) الى رقم (٤) والتي تبين ان هذه المواد صالحة ومقبولة الاستخدام لأعداد مزيج الخلطة الاسفلتية. اما النوع الثاني هي الفحوصات الرئيسة المستخدمة لتحديد وقياس خصائص الخلطة الاسفلتية كفحص مارشال (Marshall Test) وفحص مقاومة الشد غير المباشر (Indirect Tensile Strength Test)وكما مبين في الجدول رقم (٥) والجدول رقم (٦).

٥.١ فحص مارشال(MARSHALL TEST)

تم اعتماد طريقة فحص مارشال كطريقة فحص قياسية بواسطة اعتماده من قبل الجمعية الامريكية لاختبار المواد رقم(ASTM D-6927,2006).وطريقة مارشال المذكورة تطبق فقط على مخلوطات التبليط الاسفلتي على الساخن باستخدام الاسفلت الصلب المعروف بدرجة الغرز او اللزوجة، ويمكن اختيار هذه الطريقة في عملية التصميم لأنها معتمدة في العراق، استخدام فحص مارشال لإيجاد المحتوى الامثل للإسفلت المستعمل في تحضير نماذج الخلطة الاسفلتية، باعتماد اربع نسب هي((٥.٥%) (٥%) ،(٤.٥%) ،(٤%)) من المحتوى الاسفلتي لتحديد محتوى الاسفلت الامثل (Optimum Asphalt Contented (O.A.C))واستخدمت الطبقة السطحية نوع (A) ومن نتائج فحص مارشال وجد ان النسبة المثلى للإسفلت هي (٥%) والتي تقابل نسبة فراغات ((٤% Air Voids) (وهذه النسبة تحقق متطلبات المواصفة الخاصة بال (الثبات، الانسياب ونسبة الفراغات الهوائية) والمحدد من قبل الهيئة العراقية للطرق والجسور (SORB) الخاص بقبول تصميم الخلطة الاسفلتية بطريقة مارشال (SCRB, 2004). الشكل رقم (١) بين العلاقة بين الثبات، الانسياب ونسبة الفراغات الهوائية مع النسبة المئوية للإسفلت لإيجاد النسبة المثلى للإسفلت.

٥.٢ فحص مقاومة الشد غير المباشر(ITS) INDIRECT TENSILE STRENGTH TEST))

اختبار مقاومة الشد غير المباشر (ITS) يستعمل لقياس مدى مقاومة الخلطة الاسفلتية للإجهاد المسلط على العينة المختبرية حيث يتم تعريض كل عينة الى الشد غير المباشر(Indirect Tension) بمعدل تحميل (٢ انج في الدقيقة الواحدة (ASHTO, 2005)). يمكن استخدام جهاز مارشال عنطريق تحويره

Copyright © 2017 Al-Qadisiyah Journal For Enginnering Science. All rights reserved.

AL-QADISIYAH JOURNAL FOR ENGINEERING SCIENCES
Vol. 10 , No. 2
ISSN: 1998-4456

لأجراء هذا الفحص وذلك باستبدال رأس الجهاز بشريحتين معدنيتين بعرض (١٢ ملم) وطول (١٠٠ ملم)، وكل شريحة تحميل يجب ان تكون ذات طول مساوي لارتفاع العينة، اجهادات الشد تتولد على المستوى الدائري لعينة الاختبار، ويتم حساب مقاومة الشد (Tensile Strength) من المعادلة التالية :-

$$\text{Indirect Tensile Strength} = \frac{2 \times P}{\pi \times t \times D} \quad \text{.....(١)}$$

حيث-:
P : اقصى حمل (نيوتن).
t : سمك عينة الاختبار (ملم).
D : قطر عينة الاختبار (ملم).

جدول رقم (٥) يوضح نتائج اختبار مارشال لنماذج الخلطات الاسفلتية المتضمنة نسب مختلفة من (RAP) وكذلك يبين تأثير استخدام الاسفلت الاعتيادي الغير معدل والاسفلت المعدل بال(RR).

النموذج	النسبة المئوية لل(RAP)	الثبات (Stability) (KN)	الانسياب (Flow) (mm)	نسبة الفراغات الهوائية بالمخلوط (% Air Void)	الكثافة الحقيقة (Bulk) (gm|cm³)(Density
نماذج الخلطات ذات الاسفلت الغير معدل (control mixture is the conventional mixture without modifier)	0	10.31	2.06	4.11	2.374
	10	8.55	2.55	3.85	2.351
	20	8.19	3.21	3.61	2.312
	30	7.42	3.72	3.14	2.281
	40	6.61	4.18	2.81	2.272
	50	5.93	4.61	2.47	2.268
نماذج الخلطات ذات الاسفلت المعدل ب (RR%15) (modified asphalt concrete mixtures with %15 RR)	0	12.81	2.29	4.19	2.331
	10	10.52	2.75	3.97	2.298
	20	9.49	3.32	3.77	2.271
	30	8.53	3.83	3.21	2.238
	40	7.04	4.42	2.92	2.226
	50	6.27	5.05	2.79	2.221

Copyright © 2017 Al-Qadisiyah Journal For Enginnering Science. All rights reserved.

AL-QADISIYAH JOURNAL FOR ENGINEERING SCIENCES

Vol. 10 , No. 2
ISSN: 1998-4456

جدول رقم (6) يوضح نتائج اختبار مقاومة الشد الغير مباشر(ITS) لنماذج الخلطات الاسفلتية المتضمنة نسب مختلفة من (RAP)وكذلك يبين تأثير استخدام الاسفلت الاعتيادي الغير معدل والاسفلت المعدل بال(RR).

النموذج	النسبة المئوية لل(RAP)	مقاومة الشد الغير مباشر (ITS) (Mpa)
نماذج الخلطات ذات الاسفلت الغير معدل (control mixture is the conventional mixture without modifier)	0	2.231
	10	2.152
	20	1.963
	30	1.708
	40	1.624
	50	1.304
نماذج الخلطات ذات الاسفلت المعدل ب (RR%15) (modified asphalt concrete mixtures with %15 RR)	0	2.492
	10	2.291
	20	2.162
	30	1.925
	40	1.726
	50	1.429

٦. الفحوصات المختبرية نتائج ومناقشة

١.٦ نتائج فحص مارشال (MARSHALL TEST RESULTS)

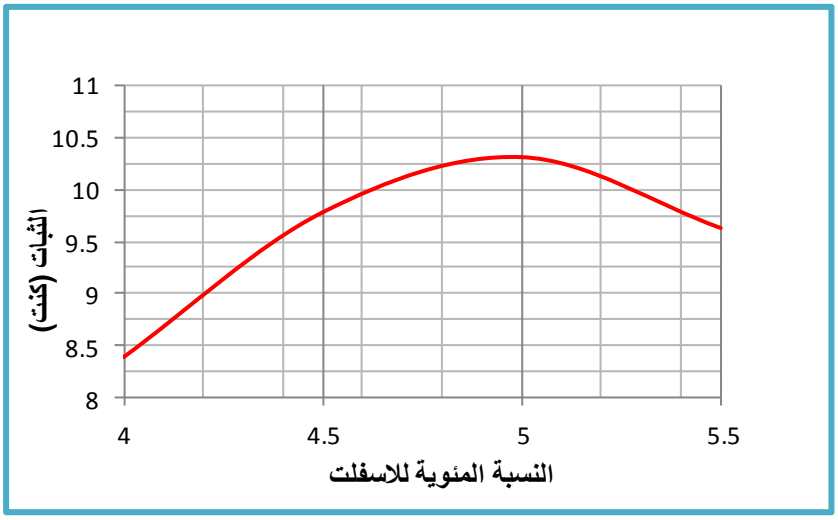
الجدول رقم (5) يوضح نتائج فحص مارشال لنماذج خلطات الخرسانة الاسفلتية.

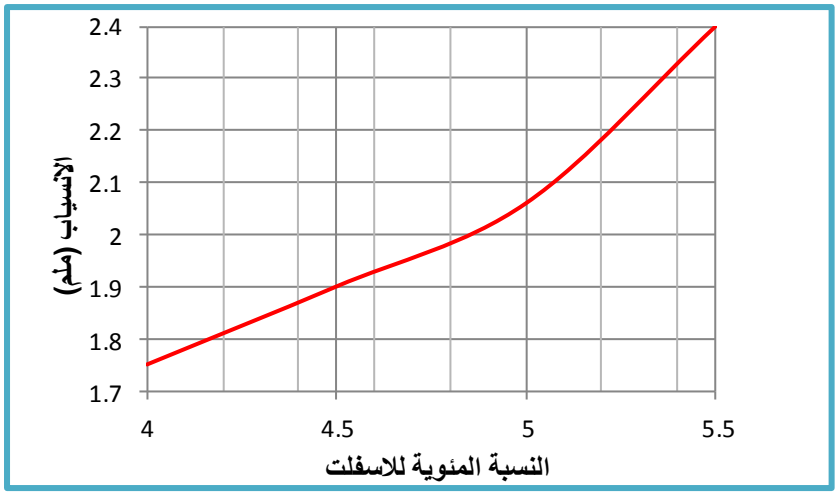
١.١.٦ الفراغات الهوائية (AIR VOIDS)

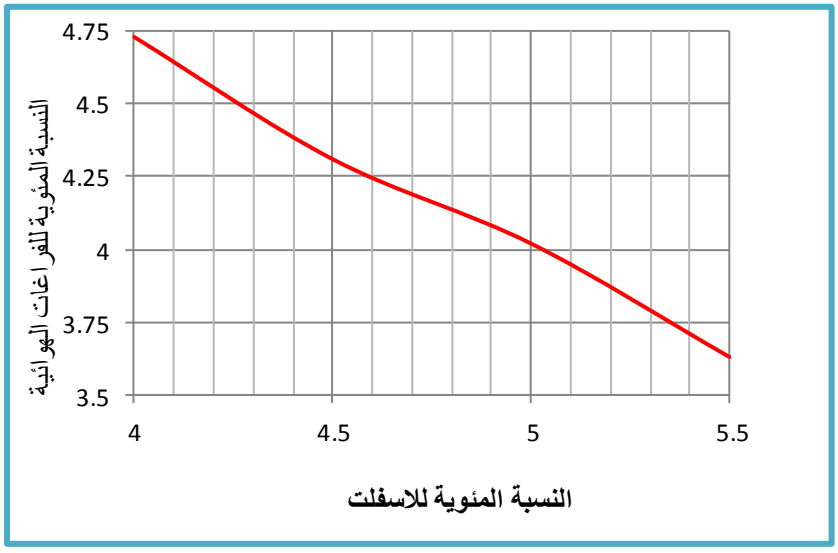
ان نسبة الفراغات الهواء هي من العوامل الهامة التي يجب مراعاتها عند تصميم خلطة الخرسانة الإسفلتية. حددت المواصفات العامة لهيئة الطرق والجسور العراقية (SCRB) نسبة فراغات الهواء من (3% - 5%) من الحجم الكلي للخليط، عندما تكون نسبة الفراغات الهوائية اقل من (3%) تحدث عملية النضح للإسفلت (Bleeding) وخاصة عند ارتفاع درجات الحرارة مما يؤدي الى انخفاض محتوى الاسفلت في التبليط مع مرور الوقت، وهذا الانخفاض في محتوى الاسفلت في التبليط قد يؤدي الى التشققات (Cracking). ومن ناحية اخرى ان زيادة نسبة الفراغات عن ال (5%) يكون التبليط ضعيف او غير مستقر. وبناء على نتائج الفحص المختبري الموضح في الجدول رقم (5)، نلاحظ ان زيادة نسبة (RAP) سيقلل من نسبة الفراغات الهوائية وذلك لان الاسفلت القديم الموجود في المواد المعاد تدويرها والذي يملئ المسامات وبالتالي تقل نسبة الفراغات الهوائية للخليط، بالنسبة للخلطات ذات الاسفلت غير المعدل نلاحظ ان زيادة نسبة (RAP) من (0%) الى (30%) تؤدي الى تقليل النسبة المئوية للفراغات الهوائية من (4.11%) الى (3.14%) أي بحوالي (25%) وعند الاستمرار بزيادة نسبة (RAP) الى (40%) نلاحظ نقصان نسبة الفراغات الى (2.81) اي خروج نسبة الفراغات الهوائية عن المواصفات المحددة من قبل ال (SCRB) والخاصة بالطبقة السطحية والتي تحدد من (3%) الى (5%). اما بالنسبة للخلطات ذات الاسفلت المعدل نلاحظ ان زيادة نسبة (RAP) من (0%) الى (30%) تؤدي الى تقليل النسبة المئوية للفراغات الهوائية من (4.19%) الى (3.21%) أي بحوالي (23%) وعند الاستمرار بزيادة نسبة (RAP) الى (40%) نلاحظ نقصان نسبة الفراغات الى (2.92) اي خروج نسبة الفراغات الهوائية عن المواصفات المحددة من قبل ال (SCRB). الشكل رقم (2) يبين العلاقة بين نسبة الفراغات الهوائية والنسبة المئوية لمادة التبليط الناتج من عملية اعادة التدوير (RAP) و كذلك يبين تأثير استخدام المضاف (RR).

Copyright © 2017 Al-Qadisiyah Journal For Enginnering Science. All rights reserved.

AL-QADISIYAH JOURNAL FOR ENGINEERING SCIENCES
Vol. 10 , No. 2
ISSN: 1998-4456



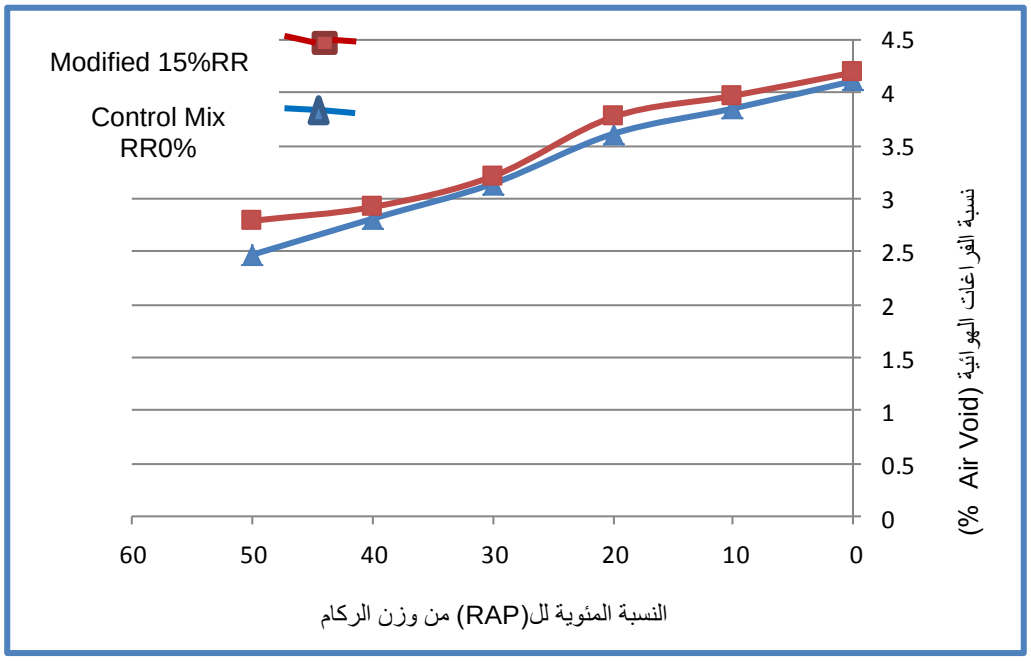




شكل رقم (١) منحنيات تصميم مزيج مارشال لإيجاد نسبة الاسفلت المثلى.

Copyright © 2017 Al-Qadisiyah Journal For Enginnering Science. All rights reserved.

AL-QADISIYAH JOURNAL FOR ENGINEERING SCIENCES
Vol. 10 , No. 2
ISSN: 1998-4456



شكل رقم (٢) العلاقة بين نسبة الفراغات الهوائية والنسبة المئوية لمادة التبليط الناتج من عملية اعادة التدوير (RAP) وكذلك تأثير استخدام المضاف (RR).

٢.١.٦ الثبات (STABILITY)

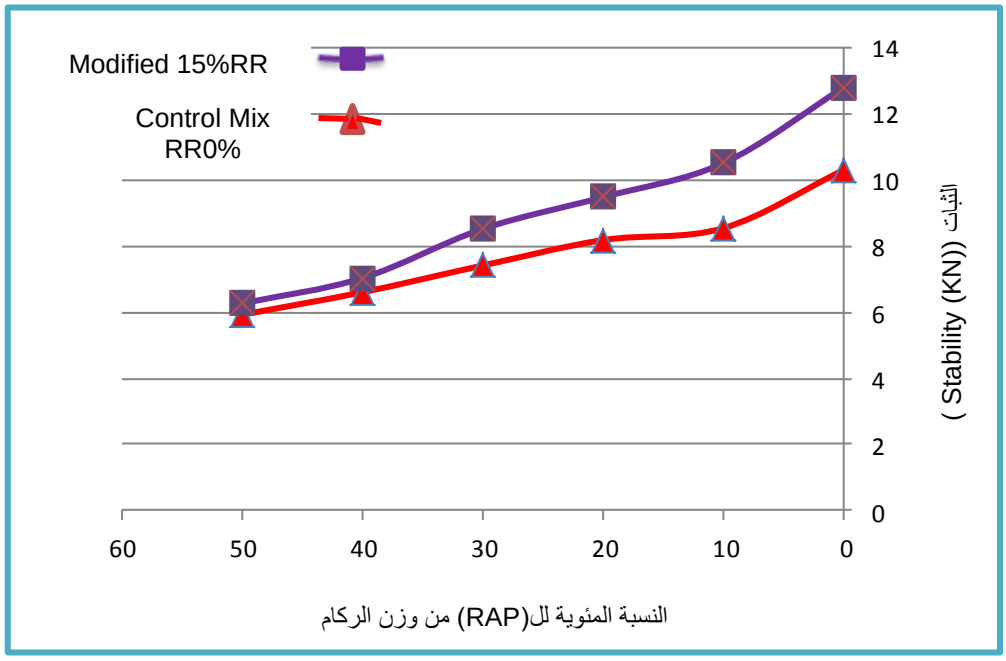
ثبات مارشال(Marshall Stability) هو من الخصائص المهمة للخلطات الاسفلتية وذلك لان ثبات الخلطة الاسفلتية هو مؤشر مهم لمدى مقاومة الخلطة الاسفلتية للعيوب الناتجة عن الاحمال المسلطة والناتجة عن حركة المرور، الجدول رقم (5) يوضح نتائج الثبات لخلطات الاسفلت المختلفة حيث يمكن ملاحظة انخفاض قيمة الثبات مع زيادة نسبة المواد المعاد استخدامها (RAP) اي بالنسبة للخلطات ذات الاسفلت غير المعدل نلاحظ ان زيادة نسبة (RAP) من (0%) الى (20%) انخفاض قيمة الثبات من (10.31KN) الى (8.19KN) أي بنسبة (حوالي 21%) وعند الاستمرار بزيادة نسبة (RAP) الى ال(30%) نلاحظ انخفاض قيمة الثبات الى (7.42) اي بحوالي (28%) اي خروج قيمة الثبات عن المواصفات المحددة من قبل ال (SCRB) الخاصة بالطبقة السطحية والتي تحدد اقل قيمة ثبات ب(8KN). اما بالنسبة للخلطات الاسفلتية ذات الاسفلت المعدل ب (RR %15) نلاحظ عند زيادة نسبة (RAP) من (0%) الى (20%) نلاحظ انخفاض قيمة الثبات من (12.81KN) الى (9.49KN) أي بنسبة (حوالي 25%) وعند الاستمرار بزيادة نسبة (RAP) الى (40%) نلاحظ انخفاض قيمة الثبات الى (7.04) اي بحوالي (45%) اي خروج قيمة الثبات عن المواصفات المحددة من قبل ال (SCRB) التي تحدد اقل قيمة ثبات ب(8 KN). أما تأثير استخدام المضاف (RR) على قيمة الثبات للخلطة نلاحظ انه عند استخدام (RR%15) كنسبة وزنية من الاسفلت وللخلطات الاسفلتية التي تحتوي على نسبة (0%) من (RAP) ان قيمة الثبات تزداد من (10.31KN) الى (12.81KN) اي بحوالي (20%) ولهذا نستطيع القول ان قيمة الثبات للخلطات ذات الاسفلت المعدل بال (RR) اعلى من الخلطات ذات الاسفلت غير المعدل، الشكل رقم (3) يبين العلاقة بين ثبات مارشال (Marshall Stability) والنسبة المئوية لمادة التبليط الناتج من عملية اعادة التدوير (RAP) وكذلك يبين تأثير استخدام المضاف (RR).

٣.١.٦ الانسياب (FLOW)

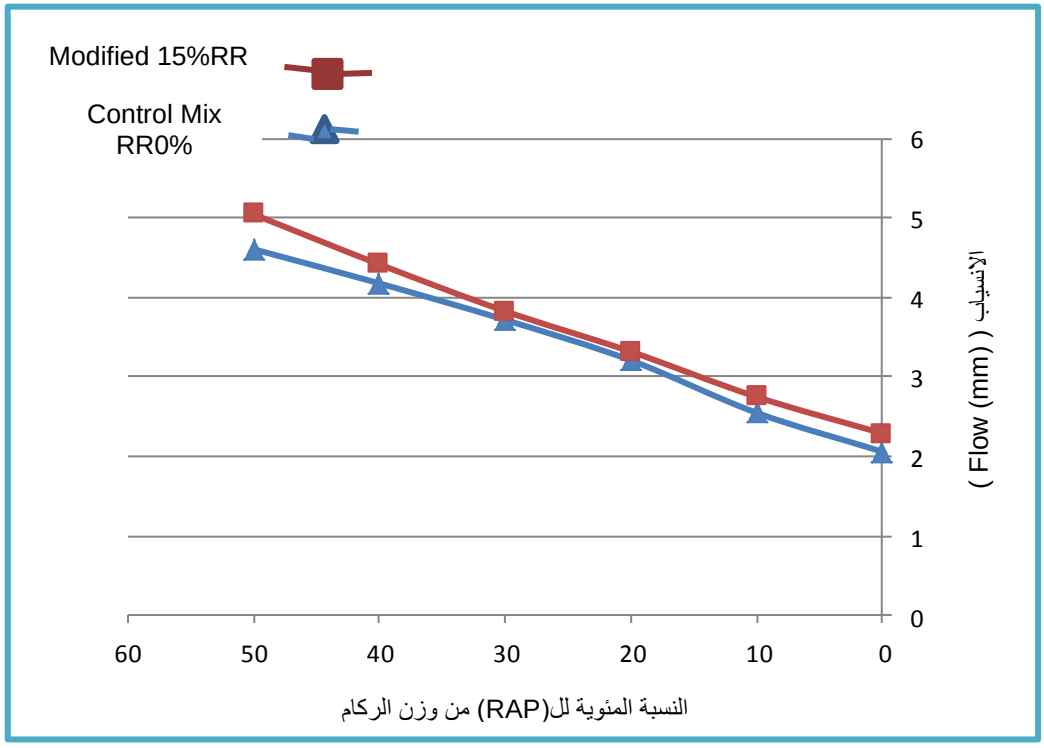
نتائج قيم الانسياب تعطي مؤشر عن مقاومة التشوهات الدائمة (Permanent Deformation)، الجدول رقم (5) يوضح نتائج الانسياب (Flow) لخلطات الاسفلت المختلفة حيث يمكن ملاحظة زيادة الانسياب مع زيادة نسبة المواد المعاد استخدامها (RAP) اي بالنسبة للخلطات ذات الاسفلت غير المعدل نلاحظ ان زيادة نسبة (RAP) من (0%) الى (20%) تؤدي الى زيادة قيمة الانسياب من (2.06mm) الى (3.21mm) وعند الاستمرار بزيادة نسبة (RAP) الى (40%) نلاحظ زيادة قيمة الانسياب الى (4.18) اي خروج قيمة الانسياب عن المواصفات المحددة من قبل ال (SCRB) الخاصة بالطبقة السطحية والتي تحدد من (2mm) الى (4mm). اما بالنسبة للخلطات ذات الاسفلت المعدل بال (RR) نلاحظ ان زيادة نسبة (RAP) من (0%) الى (20%) تؤدي الى زيادة قيمة الانسياب من (2.29mm) الى (3.32mm) وعند الاستمرار بزيادة نسبة (RAP) الى (40%) نلاحظ زيادة قيمة الانسياب الى (4.42) اي خروج قيمة الانسياب عن المواصفات المحددة من قبل ال (SCRB). ان زيادة قيم الانسياب تشير بصورة عامة ان المخلوط يتمتع بلدونة (Plastic)، ومن الممكن ان يتعرض لحدوث التشوهات الدائمة ال(Permanent Deformation) تحت تأثير حركة المرور.

Copyright © 2017 Al-Qadisiyah Journal For Enginnering Science. All rights reserved.

AL-QADISIYAH JOURNAL FOR ENGINEERING SCIENCES
Vol. 10 , No. 2
ISSN: 1998-4456



شكل رقم (٣) العلاقة بين ثبات مارشال (Marshall Stability) والنسبة المئوية لمادة التبليط الناتج من عملية اعادة التدوير (RAP) وكذلك تأثير استخدام المضاف (RR).



شكل رقم (٤) العلاقة بين الانسياب(Flow) والنسبة المئوية لمادة التبليط الناتج من عملية اعادة التدوير (RAP) وكذلك تأثير استخدام المضاف (RR).

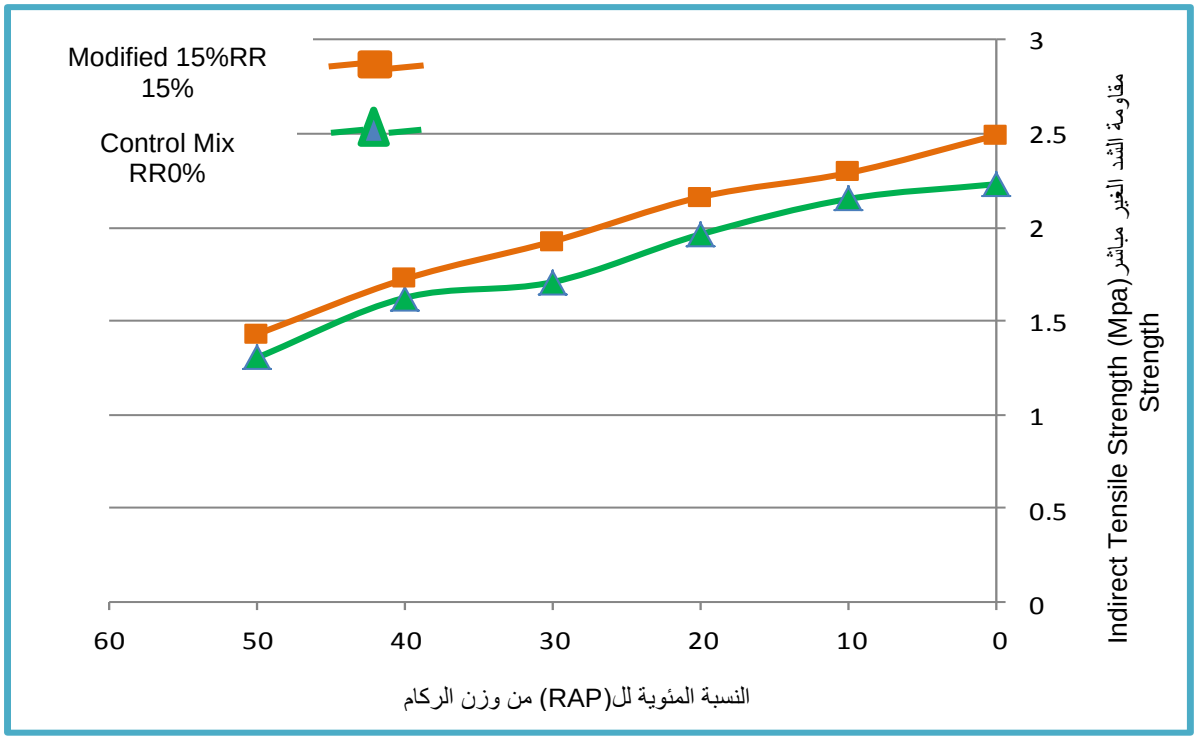
Copyright © 2017 Al-Qadisiyah Journal For Enginnering Science. All rights reserved.

AL-QADISIYAH JOURNAL FOR ENGINEERING SCIENCES
Vol. 10 , No. 2
ISSN: 1998-4456

في حين ان انخفاض قيم الانسياب من الممكن ان تعطي دلالة على ان الخلطة الاسفلتية تحتوي على نسبة عالية من الفراغات اي اعلى من النسبة الطبيعية المحددة، او يحتوي على كمية غير كافية من الاسفلت لمقاومة العوامل الجوية (Durability) واي من هذين السببين قد يؤدي الى حدوث تشققات (Cracking) وعلى المدى البعيد خلال عمر التبليط. الشكل رقم (4) يبين العلاقة بين الانسياب (Flow) والنسبة المئوية لمادة التبليط الناتج من عملية اعادة التدوير (RAP) وكذلك يبين تأثير استخدام المضاف (RR).

٢.٦ نتائج فحص مقاومة الشد غير المباشر (INDIRECT TENSILE STRENGTH TEST RESULTS)

يعتبر هذا الفحص مقياسا مهما لقدرة المزيج على مقاومة التشققات، وبناء على نتائج الفحص المختبري الموضح في الجدول رقم (6) الخاص بنتائج مقاومة الشد غير المباشر(ITS) حيث يمكن ملاحظة انخفاض قيمة ال(ITS) مع زيادة نسبة المواد المعاد استخدامها (RAP) اي بالنسبة للخلطات ذات الاسفلت غير المعدل نلاحظ ان زيادة نسبة (RAP) من (0%) الى (20%) تؤدي الى انخفاض قيمة (ITS) من (2.231KN) الى (1.963KN) أي بنسبة (حوالي 12%) وعند الاستمرار بزيادة نسبة (RAP) الى (40%) نلاحظ انخفاض قيمة (ITS) الى (1.624) اي بحوالي (27%) اما بالنسبة للخلطات ذات الاسفلت المعدل نلاحظ ان زيادة نسبة (RAP) من (0%) الى (20%) تؤدي الى انخفاض قيمة (ITS) من (2.492KN) الى (2.162KN) أي بنسبة حوالي (10%) وعند الاستمرار بزيادة نسبة (RAP) الى (40%) نلاحظ انخفاض قيمة (ITS) الى (1.726) اي بحوالي (30%)، ولهذا نستطيع القول ان قيمة (ITS) للخلطات ذات الاسفلت المعدل بال(RR) اعلى من الخلطات ذات الاسفلت غير المعدل. الشكل رقم (5) يبين العلاقة بين مقاومة الشد غير المباشر (Indirect Tensile Strength) والنسبة المئوية لمادة التبليط الناتج من عملية اعادة التدوير (RAP) وكذلك يبين تأثير استخدام المضاف (RR).



شكل رقم (٥) العلاقة بين مقاومة الشد الغير مباشر (Indirect Tensile Strength) والنسبة المئوية لمادة التبليط الناتج من عملية اعادة التدوير (RAP) وكذلك تأثير استخدام المضاف (RR).

Copyright © 2017 Al-Qadisiyah Journal For Enginnering Science. All rights reserved.

AL-QADISIYAH JOURNAL FOR ENGINEERING SCIENCES

Vol. 10 , No. 2

ISSN: 1998-4456

٧. الاستنتاجات والتوصيات

١.٧ الاستنتاجات

بالاعتماد على نتائج الدراسة يمكن استنتاج التالي:-

١- تقل نسبة الفراغات الهوائية بحوالي (25%) للخلطات ذات الاسفلت غير المعدل بزيادة نسبة (RAP) من (0%) الى (30%) وكذلك تقل النسبة بحوالي (23%) للخلطات ذات الاسفلت المعدل بال (RR)، وتخرج نسبة الفراغات عن حدود المواصفة (SCRB) بزيادة نسبة (RAP) وبالتالي تؤثر على اداء التبليط الاسفلتي.

٢- تنخفض قيمة الثبات بحوالي (21%) للخلطات ذات الاسفلت غير المعدل بزيادة نسبة (RAP) من (0%) الى (20%) وكذلك تقل النسبة بحوالي (25%) للخلطات ذات الاسفلت المعدل بال (RR)، وتخرج قيمة الثبات عن حدود المواصفة (SCRB) بزيادة نسبة (RAP).

٣- زيادة قيمة الانسياب من (2.06mm) الى (3.21mm) للخلطات ذات الاسفلت غير المعدل بزيادة نسبة (RAP) من (0%) الى (20%) وكذلك تزداد قيمة الانسياب من (2.29mm) الى (3.32mm) للخلطات ذات الاسفلت المعدل بال (RR)، وتخرج قيمة الانسياب عن حدود المواصفة (SCRB) بزيادة نسبة (RAP).

٤- تنخفض قيمة الشد غير المباشر (ITS) بحوالي (12%) للخلطات ذات الاسفلت غير المعدل بزيادة نسبة (RAP) من (0%) الى (20%) وكذلك تقل النسبة بحوالي (10%) للخلطات ذات الاسفلت المعدل بال (RR)، وتخرج قيمة الثبات عن حدود المواصفة (SCRB) بزيادة نسبة (RAP).

٥- بصورة عامة وبالاعتماد على نتائج الفحص نجد ان عملية استخدام المضاف (RR) تؤدي الى تحسين اداء التبليط الاسفلتي (الثبات ومقاومة الشد غير المباشر) مما يؤدي الى إمكانية استخدام نسبة عالية من المواد الناتجة من اعادة التدوير ال(RAP) من(20%) بالنسبة للخلطة الاسفلتية ذات الاسفلت الاعتيادي غير المعدل لتصل الى (30%) بالنسبة للخلطات الاسفلتية ذات الاسفلت المعدل ب(RR%15) مما يدل ان عملية استخدام المضاف مفيدة.

٦- إن أكثر المواد الناتجة من مخلفات قشط تبليط الطرق القديمة وكذلك المخلفات الناتجة من هدم المباني القديمة هي عبارة عن خرسانة اسفلتية او اسمنتية تحتوي في الجزء الأكبر منها على ركام بحالة جيدة وهذه الدراسة تبين امكانية اعتبار هذا النوع من المخلفات مواد جيدة يمكن إعادة استخدامها في مشاريع مختلفة والتي تتطلب كميات كبيرة من الركام كمشاريع انشاء الطرق او صيانتها.

٧- ان عملية إعادة تدوير المخلفات الخرسانية لها إيجابيات واضحة على البيئية تتمثل في تقليل الحاجة لمواقع ردم هذه المخلفات وبالتالي تساعد في تقليل التلوث البيئي.

٨- وهناك منافع اقتصادية من ناحية أن الخلطات الإسفلتية تكون أقل تكلفة عند استخدام ركام ناتج من عملية اعادة التدوير بسبب أن نسبة الركام تمثل حوالي (95%) تقريباً من الخليط الأسفلتي، وهذا يؤدي الى تقليل الحاجة إلى ايجاد مواقع جديدة لمقالع الأحجار مما يؤدي إلى زيادة المحافظة على هذه الموارد الطبيعية في البلد او التقليل استنزافها.

٢.٧ التوصيات

١- استخدام نسب أقل من الركام الناتج من عملية اعادة التدوير ال (RAP) في الخلطات الإسفلتية بنسبة (10%) للخلطات ذات الاسفلت غير المعدل و بنسبة (20%) بالنسبة للخلطات ذات الاسفلت المعدل بال (RR) ثم زيادة هذه النسب مستقبلاً بعد أن يتم قبولها واجراء فحوصات اخرى كفحص عجلة المسار (Wheel Track Test) والاطمئنان إليها من قبل الجهات المعنية وخصوصا الهيئة العراقية للطرق والجسور.

٢- النتائج الاولية لهذه الدراسة تشجع وتحث على اجراء دراسات وبحوث مشابهة لتقييم عملية اعادة تدوير مخلفات البناء وخاصة المواد الخرسانية واعادة استعمالها مرة اخرى.

٣- استعمال مواد مضافة اخرى كالستايرين بيوتادين ستايرن (SBS) وغيره من المضافات مما قد يؤدي الى زيادة نسبة المواد الناتجة من اعادة التدوير ال (RAP) في تجهيز الخلطات الاسفلتية التي تستعمل في انشاء الطرق.

REFERENCES

1- **Al-Bana'a, J.R., Isma'ail**, (2009). "*Effect of Polymer Type on The Performance of Modified Asphalt Paving Mixture*" M.Sc, Civil engineering, University of Babylon.

2**- Al-Dubabe I.A.,** (1996) "*Polymer Modification of Arab Asphalt*", Ph.D Thesis, King Fahd University of Petroleum & Minerals (KFUPM), Dhahran, Saudi Arabia.

3**- ASHTO** (2005). AASHTO designation: T322, *Determining the Creep Compliance and Strength of Hot-Mix Asphalt (HMA) Using the Indirect Tensile Device*, The American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D. C., USA.

4**- ASTM D**-6927, (2006). "*Resistance to Plastic Flow of Bituminous Mixtures Using Marshall Apparatus*", American Society of Testing and Materials.

Copyright © 2017 Al-Qadisiyah Journal For Enginnering Science. All rights reserved.

5- **Besseche, T., M. Kroge, and K. McGlumphy**, (2009) "*Full-Depth Reclamation with Engineered in Fairburn, Georgia*", Proceedings of the 88th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., USA.

6- **Copeland, A. and Bukowski, J.,** (2001) " *Asphalt Pavement Recycling with Reclaimed Asphalt Pavement (RAP)*" Federal Highway Administration, USA.

7-**Holtz, K. and Eighmy, T.T.**, (2000) "*Scanning European Advances in the Use of Recycled Materials in Highway Construction*", Public Roads, UK.

8**- Ikeda, T., and Kimura, M.,** (1997) "*Recent Development in Recycling Asphalt Pavements in Japan*", Proceedings of 8th International Conference on Asphalt Pavements, Seattle, Washington, USA.

9- **Jeffrey, M.**, (1992) "*Recycling Asphalt Pavements: Past, Present and Future*" Recycled Materials Resource Center, University of New Hampshire.

10- SCRB/R9, (2004). *General Specification for Roads and Bridges*, Section R/9, Hot-Mix Asphalt Concrete Pavement, Revised Edition. State Corporation of Roads and Bridges**, Ministry of Housing and Construction, Republic of Iraq.**

Copyright © 2017 Al-Qadisiyah Journal For Enginnering Science. All rights reserved.