تأثير إضافة مخلفات اللدائن على خواص الخلطة الإسفلتية

المحتويات

الملخص: .... 3....

1- المقدمة: 3

2- الجانب العملي: 4

2-1- اختبار الحصويات: 4

2-2- اختبارات الإسفلت: 5

2-3- مخلفات اللدائن: 6

3- عرض ومناقشة النتائج: 8

3-1 – الكثافة..... 8

3-2- نسبة الفراغات الهوائية..... 8

3-3- الثبات..... 9

3-4- المحتوى الإسفلتي الأمثل : 9

3-5- نسبة الفراغات في الحصويات 10

3-6- نسبة الفراغات المملوءة بالإسفلت:..... .. 11

3-7- اختبار الانسياب 11

3-8- مؤشر مارشال 12

الاستنتاجات..... 13

التوصيات..... 13

المراجع 14

فهرس الجداول

جدول 1 نتائج اختبارات الحصويات 5
جدول 2 نتائج اختبارات الإسفلت 6
جدول 3 تحليل منخلي لعينة اللدائن..... 6
جدول 4 المعايير الخاصة بالتصميم بطريقة مارشال لرصف الطرق 7
جدول 5 يوضح قيمة المحتوى الإسفلتي الأمثل 10

فهرس الأشكال

الشكل 1 التدرج الحبيبي للحصويات 5
الشكل 2 يوضح تكسير اللدائن 7
الشكل 3 العلاقة بين المحتوى الإسفلتي والكثافة 8
الشكل 4 العلاقة بين المحتوى الإسفلتي ونسبة الفراغات الهوائية 9
الشكل 5 العلاقة بين المحتوى الإسفلتي والثبات..... 9.
الشكل 6 العلاقة بين المحتوى الإسفلتي ونسبة الفراغات في الركام 11
الشكل 7 العلاقة بين المحتوى الإسفلتي ونسبة الفراغات المملوءة بالاسفلت 11
الشكل 8 العلاقة بين المحتوى الإسفلتي والإنسياب 12
الشكل 9 العلاقة بين المحتوى الإسفلتي ومؤشر مارشال 12

الملخص:

في الوقت الحاضر، ومع تطور أنواع المركبات وأحجامها، والطلب المتزايد على نقل الأفراد والبضائع التي تشكل أحمالاً كبيرة على الطرق التي يمكن أن تؤدي إلى ظهور العديد من المشاكل في الطبقة السطحية من الرصف، لذلك كان الميل إلى محاولة تحسين طبقة الاهتراء وزيادة كفاءتها، وكذلك تحسين أدائها وزيادة مقاومتها للأحمال وذلك بإضافة مواد مختلفة إلى الخلطات الإسفلتية منها البوليميرات، المواد المعدنية، الصوف الزجاجي، المطاط وغيرها من المواد.

في هذه الدراسة تم استخدام مخلفات اللدائن (البولي إيثيلين) إلى الخلطة الإسفلتية كجزء من الحصويات الخشنة، وذلك للتخلص من بعض النفايات والمخلفات، وأيضاً تحسين خواص الخلطة الإسفلتية وتقليل تكلفة إنشاء الطرق. وقد تم إجراء عدد من الاختبارات للحصويات والإسفلت للتأكد من صلاحية استخدامهما، ومن ثم تحضير الخلطة الإسفلتية باستعمال طريقة مارشال حيث تمت المقارنة بين خلطة عادية بدون إضافة المخلفات مع خلطة بالإضافة بنسب متغيرة للإسفلت حيث أظهرت النتائج تحسناً في خصائص الخلطة الإسفلتية المستخدم بها الإضافة أفضل من العادية وخاصة الخلطة عند نسبة الإسفلت 5.66% حيث تم الحصول على أفضل النتائج للخلطة عند هذه النسبة.

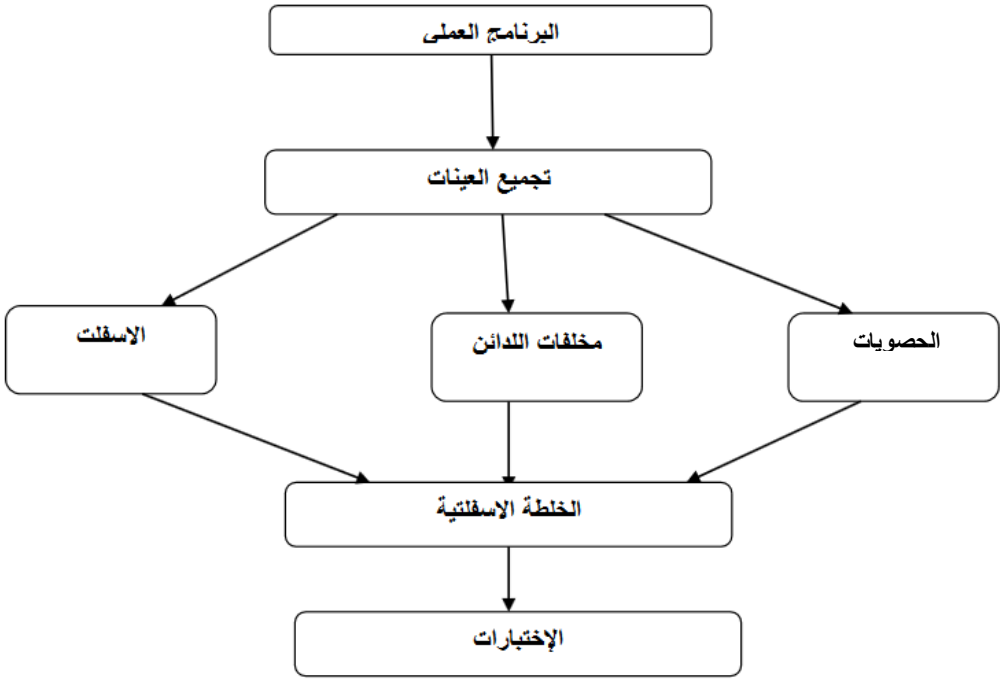
1-المقدمة:

الخلطة الإسفلتية عبارة عن كتلة متماسكة من الحصويات المتدرجة والمغلفة بالإسفلت العادي أو المعدل تتخللها الفراغات الهوائية، تستعمل في رصف الطرق والمطارات والمواقف والساحات الصناعية.

تشكل الحصويات الهيكل الإنشائي للخلطة، أمّا الإسفلت فيعتبر الرابط بين هذه العناصر بعضها ببعض، ويتم إضافة عدة مواد طبيعية أو كيميائية بنسب معينة لتحسين خصائص الخلطات الإسفلتية من حيث المرونة ونسبة الفراغات والمتانة،

وستختص هذه الدراسة بهذا الجانب، وتأثيره على الخلطات الإسفلتية، وأيضاً من الناحية البيئية، فلقد تم في هذه الدراسة إمكانية استخدام مخلفات اللدائن، والاستفادة منها بصورة جيدة في رصف الطرق، حيث تم إضافة مخلفات اللدائن للخلطة الإسفلتية ومن ثم اختبار خواص هذه الخلطة ومقارنتها مع خلطة بدون إضافة، ومنها تحليل النتائج والحصول على نتائج جيدة للخلطة المضافة، وأيضاً من الناحية الاقتصادية باستخدام هذه المخلفات بالتالي نستطيع تخفيض تكلفة صيانة وإنشاء الطرق.

2-الجانب العملي:



2-1- اختبار الحصويات:

الاختبارات التي تم إجراؤها على الحصويات هي، اختبار التهشيم، واختبار الصدم، واختبار لوس أنجلوس.

الجدول (1) يبين نتائج الاختبارات التي أجريت على الحصويات ضمن المواصفات المسموح بها.

جدول 1 نتائج اختبارات الحصويات

الإختبار	النتائج	المواصفة	حدود المواصفة
التهشيم	% 9.98	BS 812:P110	**%30 >**
الصدم	% 19	BS 812:P112	**%30 >**
لوس انجلوس	% 20.42	AASHTO T 96 , ASTM C 131	**%30 >**

الشكل (1) التدرج الحبيبي للحصويات

الشكل 1 التدرج الحبيبي للحصويات

2-2- اختبارات الإسفلت:

أجريت الاختبارات التالية على الإسفلت :

- اختبار الغرز

- نقطة التلين
- نقطة الوميض والاشتعال
- اختبار الاستطالة

وكانت النتائج كالتالي:

جدول 2 نتائج اختبارات الإسفلت

الإختبار	النتائج	المواصفة	حدود المواصفة
الغرز	69 مم	AASHTO T49	60 – 70 مم
نقطة التلين	46.25 مْ	AASHTO T53	44 – 57 مْ
الوميض	260 مْ	AASHO M20 – 70	>180 م
والإشتعال	280 مْ		>240 م
الإستطالة	87 سم	AASHTO T51	> 50 سم

2-3- مخلفات اللدائن:

جدول 3 تحليل منخلي لعينة اللدائن

حجم المنخل (mm)	نسبة المار (%)
9.5	100
4.75	1.55
0.075	0

الشكل 2 يوضح تكسير اللدائن

استخدمت طريقة مارشال لتحضير عينات الخلطة الإسفلتية حيث تمت في هذه الدراسة اختيار 5 نسب للإسفلت من (4–6)% بينما كانت نسبة اللدائن ثابتة حيث تم اختيارها كنسبة من الحصويات الخشنة تحديداً 50% من منخل 4.75 مم، وبعد تجهيز العينات ثم إجراء اختبار الثبات، الانسياب، وتحديد مؤشر مارشال على الخلطة الإسفلتية، وقد تم التحصل على الخواص الهندسية للعينات المجهزة مثل، كثافة مارشال ونسبة الفراغات الهوائية، كثافة الحصويات المرصوصة، نسبة الفراغات في الركام المعدني، نسبة الفراغات في الخلطات الإسفلتية. والجدول (4) يوضح المعايير الخاصة بالتصميم بطريقة مارشال لرصف الطرق.

جدول 4 المعايير الخاصة بالتصميم بطريقة مارشال لرصف الطرق

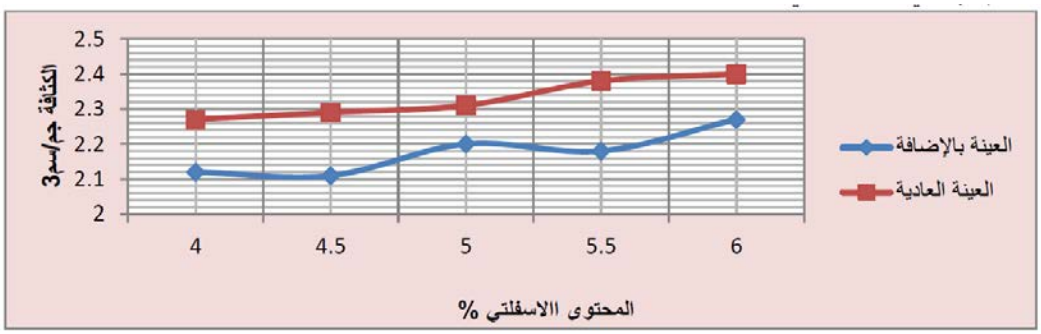
معايير الخلطة	تصنيف المرور		
	خفيف	متوسط	ثقيل
الحد الأدنى لثبات مارشال (كن)	3.3	5.3	8.0
الانسياب (مم)	4.5–2.0	4.0–2.0	3.5–2.0
الفراغات الهوائية (%)	5.0–3.0	5.0–3.0	5.0–3.0

	الحجم الأقصى للركام (مم)	الحد الأدنى للفراغات الركامية (%)
الفراغات في الركام المعدني	25	13
	19	14
	12.5	15
	9.5	16
	4.75	18
	2.36	21
	1.18	23.5

3-عرض ومناقشة النتائج:

3-1 – الكثافة

بشكل عام كلما زاد المحتوى الإسفلتي زادت قيمة نتائج كثافة عينات مارشال في العينات العادية، أمّا عند إضافة اللدائن كانت قيم الكثافة متذبذبة حتى وصلت إلى أعلى كثافة 2.27 غ / سم^3 عند المحتوى الإسفلتي 6% وعند محتوى بيتوميني أكبر 6% لوحظ حدوث انخفاض في الكثافة الشكل (3). والسبب الرئيسي الذي أدى إلى انخفاض الكثافة هو مرونة اللدائن، والتمدد الذي حصل في العينة بعد تمكنها واستخراجها من القوالب نتج عنه زيادة في الحجم وبالتالي انخفاض في الكثافة.

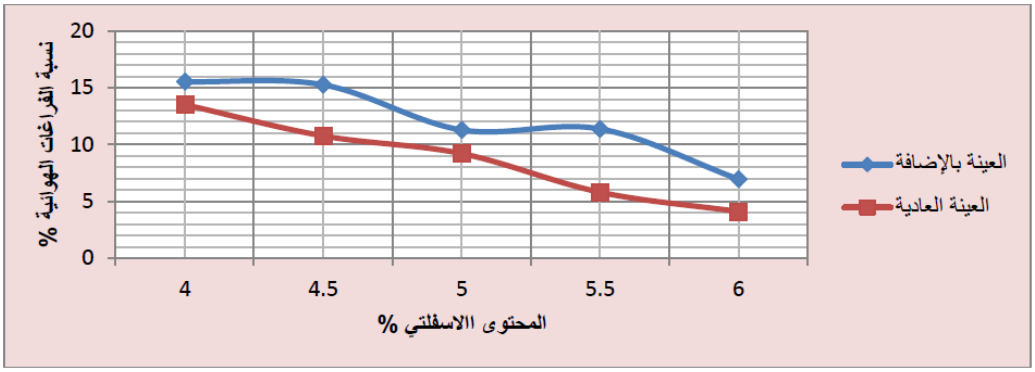


الشكل 3 العلاقة بين المحتوى الإسفلتي والكثافة

3-2- نسبة الفراغات الهوائية

تنتج نسبة الفراغات الهوائية عن حجم الفراغات في العينة مقسوماً على الحجم الكلي للعينة، ومن الملاحظ أن نسبة الفراغات تتناقص بزيادة المحتوى الإسفلتي كانت نسبة الفراغات 15.54% وهي أعلى نسبة فراغات في كل العينات، وكانت أقل نسبة فراغات 6.96% عند محتوى إسفلتي 6%.

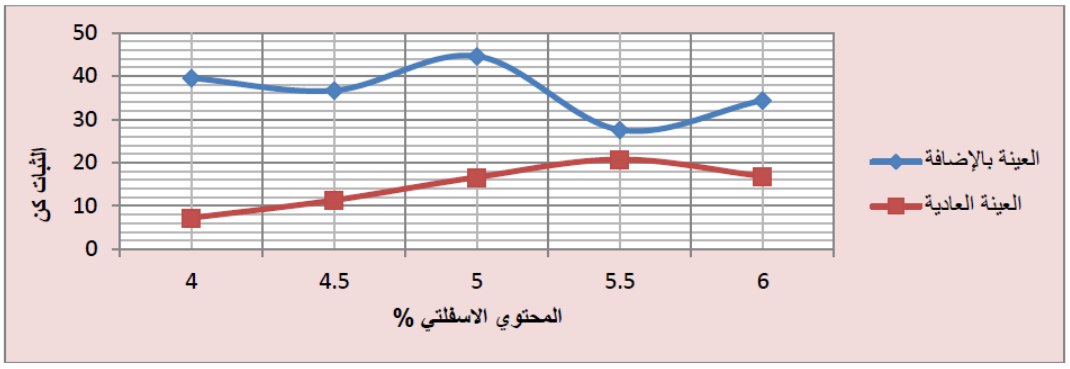
تزداد نسبة الفراغات بعد الإضافة لعدم تجانس اللدائن مع الركام في الخلطة الإسفلتية والتمدد الذي حدث ساعد في خلق هذه الفراغات.



الشكل 4 العلاقة بين المحتوى الإسفلتي ونسبة الفراغات الهوائية

3-3- الثبات

يعبر عن الثبات بمدى مقاومة الخلطات للأحمال المسلطة عليها، يزداد ثبات مارشال للعينات العادية بزيادة المحتوى الإسفلتي إلى حد معين ثم تبدأ بالانخفاض، وعند اختبار العينات وجد أنه بإضافة اللدائن حدث انخفاض وارتفاع في قيم الثبات المسجلة حيث كانت أعلى قيمة 44.54 كن كما هو مبين في الشكل (5) نظراً لاختلاف القيم حيث كان تأثير إضافة اللدائن على الخلطة تأثيراً كبيراً على الخلطة الإسفلتية وكانت داخل حدود المواصفات.



الشكل 5 العلاقة بين المحتوى الإسفلتي والثبات

3-4- المحتوى الإسفلتي الأمثل :

يتم تحديد نسبة الإسفلت التي تحقق أعلى كثافة وأعلى ثبات (قوة) وفراغات هوائية عند منتصف المواصفات، أي إذا كانت المواصفات للفراغات الهوائية (3-5)%

تكون النقطة التي يتم تحديد نسبة الإسفلت عندها تشكل الفراغات الهوائية 4%. وتأخذ متوسط القراءات الثلاثة، وتكون هذه القيمة هي المحتوى الإسفلتي الأمثل للخلطة الإسفلتية.

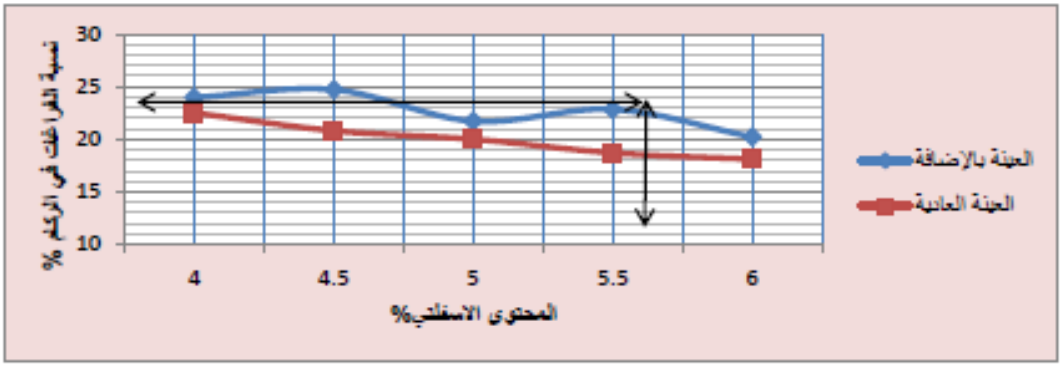
من نتائج العلاقات السابقة استنتجنا قيمة المحتوى الإسفلتي الأمثل بدلالة الثبات والكثافة وكانت قيم نسبة الفراغات أعلى من قيم المواصفات (3-5)% أخذنا نسبة الفراغات 6% كما هو ملاحظ في الجدول الذي يوضح قيمة المحتوى الإسفلتي الأمثل

جدول 5 يوضح قيمة المحتوى الإسفلتي الأمثل

الخاصية	النتائج	المحتوى الاسفلتي الأمثل %
الكثافة	2.27 جم/سم^3	%6
نسبة الفراغات الهوائية	%6	%6
الثبات	44.54 كن	%5
متوسط المحتوى الاسفلتي الأمثل%		%5.66

3-5- نسبة الفراغات في الحصويات

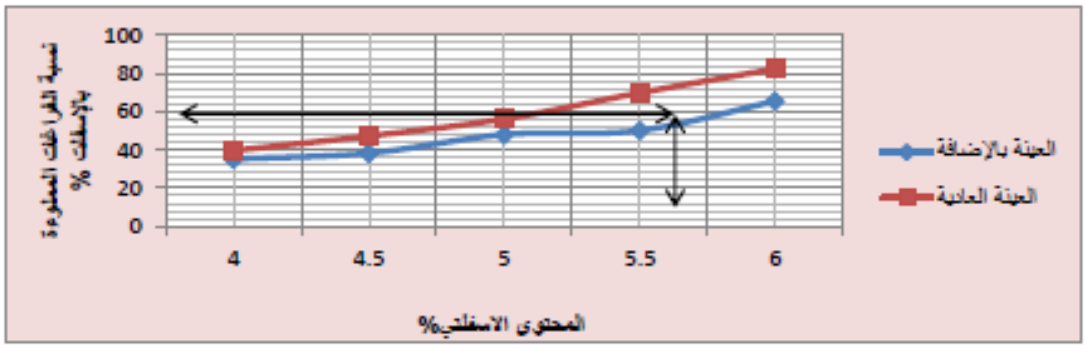
تعتبر الفراغات في الركام المعدني من أهم الخواص التي تؤخذ في الاعتبار عند تصميم الخلطة الإسفلتية، ونلاحظ من النتائج التي حصلنا عليها أن قيمة الفراغات في الركام المعدني تتناقص بزيادة المحتوى الإسفلتي كما هو موضح بالشكل 6، السبب الرئيسي لهذا التناقص أن الإسفلت يقوم بملء هذه الفراغات. وكانت أفضل نسب الفراغات في الركام هي التي تقابل أفضل محتوى بيتومين هي 22.6%



الشكل 6 العلاقة بين المحتوى الإسفلتي ونسبة الفراغات في الركام

3-6- نسبة الفراغات المملوءة بالإسفلت:

تزداد نسبة الفراغات المملوءة بالبيتومين تدريجياً بزيادة المحتوى الإسفلتي بعينة مارشال كما هو موضح في الشكل /7/ حيث إن إضافة اللدائن أعطت نسبة أقل للفراغات المملوءة بالإسفلت نتيجة تغلغلها بين حبيبات الركام وملؤها للفراغات في الخلطة الإسفلتية، أفضل نسبة فراغات مملوءة بالإسفلت التي تقابل المحتوى الإسفلتي الأمثل كانت عند نسبة 54.5%.

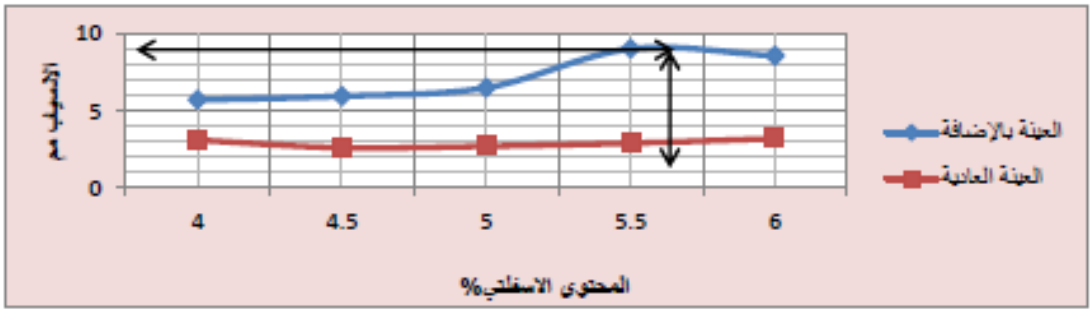


الشكل 7 العلاقة بين المحتوى الإسفلتي ونسبة الفراغات المملوءة بالإسفلت

3-7- اختبار الانسياب

تعطي قيمة انسياب مارشال فكرة على الإزاحة التي تحدث للخلطة الإسفلتية نتيجة تأثير الأحمال عليها ونلاحظ أنه كلما زاد المحتوى الإسفلتي زاد الانسياب وكانت جميع القيم أعلى من المواصفات المنصوص عليها وذلك بسبب أن المواد التي تمت إضافتها للخلطة الإسفلتية أكسبت العينات مرونة عالية، وليس لها القدرة على

مقاومة الأحمال، والشكل 8 يوضح قيم اختبار الانسياب، وكانت أفضل قيمة انسياب عند محتوى بيتوميني الأمثل 9.2 %



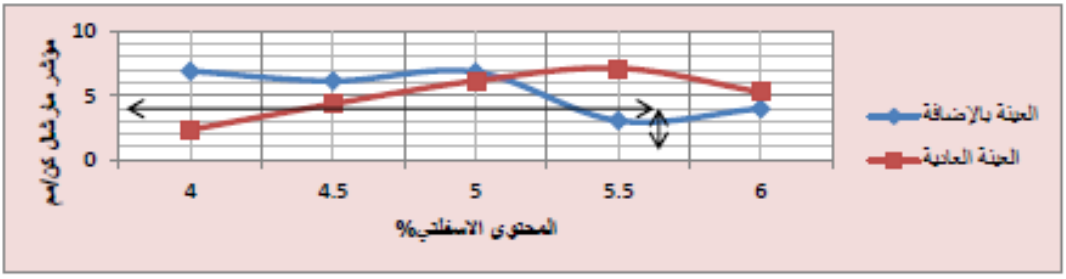
الشكل 8 العلاقة بين المحتوى الإسفلتي والانسياب

3-8- مؤشر مارشال

من خلال النتائج التي تم الحصول عليها من اختبار مارشال (الثبات – الانسياب) يمكن الحصول على مؤشر مارشال لكل عينة تم اختبارها باستخدام العلاقة التالية:

$$MQ = \frac{stability}{flow}$$

من خلال النتائج الموضحة بالشكل 9 يزداد مؤشر مارشال للعينات العادية تدريجياً مع زيادة المحتوى الإسفلتي حتى يحدث لها انخفاض عند محتوى إسفلتي 6% ونلاحظ أن الفراق الكبير في قيم مؤشر مارشال للعينات العادية عند محتوى إسفلتي 4 % هي 2.32 كن / مم بينما عند إضافة اللدائن كانت القيمة 6.91 كن / مم



الشكل 9 العلاقة بين المحتوى الإسفلتي ومؤشر مارشال

الاستنتاجات

تأثرت خواص مارشال بالخلطة الإسفلتية عند إضافة مخلفات للدائن (البولي إيثيلين) حيث:

- تقل كثافة مارشال عند إضافة اللدائن مقارنة بالعينات العادية، وذلك بسبب مرونة اللدائن والتمدد الذي حصل في العينة بعد دكها واستخراجها من القوالب
- يزداد الثبات عند إضافة اللدائن مقارنة بالعينات العادية، وهذا الازدياد كان كبيراً جداً بسبب مقاومة اللدائن للضغط الناتج من الأحمال المسلطة
- قلت نسبة الفراغات المملوءة بالإسفلت مقارنة بالعينات العادية، وذلك بسبب تغلغل اللدائن في الفراغات
- تزداد قيمة الانسياب ازدياداً كبيراً مقارنة بالعينات العادية، وذلك بسبب مرونة اللدائن العالية

التوصيات

- استخدام نسب أقل من مخلفات اللدائن أو استخدام نسب مختلفة على مناخل أخرى حيث تم استخدام نسبة 50% من مخلفات اللدائن كنسبة من الركام الخشن على منخل رقم 4.75 وذلك للحصول على نتائج أفضل
- استخدام طريقة super pave لإعداد الخلطة الإسفلتية بدلاً من طريقة مارشال

إعداد المهندس إياس محمد السليمان

-إجازة في الهندسة المدنية اختصاص نقل ومواصلات.

- ماجستير تخطيط اقتصادي واجتماعي.

المراجع

1- AASHTO Designation: T49-74، standard specification for Highway Materials and Methods of Sampling and testing، part 2. American Association of State Highway and Transportation Officials، Washington، DC (1993).

2- AASHTO Designation: T51-74، Standard Specification for Highway Materials and Methods of Sampling and testing، part 2. American Association of State Highway and Transportation Officials، Washington، DC (1993).

3- COOPER،K.E، BROWN، S.F، and POOLEY، G.R،(1985)، The Design of Aggregate Grading for Asphalt Be courses، Proceedings of the Association of Asphalt Paving Technologists، Vi1.54،pp.324-346.