

إستخدام تكنولوجيا إعادة تدوير الإسفلت وإستخدامها في التنمية المستدامة

د. بشير معمر أبراوي* ، د. فؤاد محمد الكوت

Foad.elkut@yahoo.com , Aburawi2018@gamil.com*

جامعة المرقب - كلية الهندسة - قسم الهندسة المدنية - ليبيا

ملخصك

حيث أن التكاليف المتزايدة للمواد الخام والطلب على مواد الرصف الصديقة للبيئة في بناء الطرق والسعي للحفاظ على البيئة فلقد لجئت الصناعات الإسفلتية إلى اعتماد تكنولوجيا بناء الطرق الأكثر أخضراراً ولموازنة التكلفة المتزايدة لمواد الإنشاء. تقدم هذه الورقة دراسة عن هذه التكنولوجيا وهي إعادة تدوير الإسفلت واستخدام الإضافات الإسفلتية لإنتاج خلطات الإسفلت الدافئ والذي يتم انتاجه عن طريق تخفيض درجات حرارة الإنتاج (الخلط والدمك). إن دمج نسبة عالية من الإسفلت المعاد تدويره يؤدي الي انخفاض كبير في استهلاك الطاقة وانبعاثات الغازات الدفينة ونتيجة لاستخدام نسب عالية من الإسفلت المعاد تدويره فانه لا بد من رفع درجات حرارة الإنتاج المستويات عالية للحصول على اللزوجة المطلوبة للخلط مما يؤدي إلى تقليل العمر الافتراضي للإسفلت المعد تدويره وللتغلب على هذه المشاكل فان الإضافات المبتكرة قادرة على التخفيف من شيخوخة الإسفلت مثل إضافات خلطات الإسفلت الدافئ حيث تعتمد قدرة هذه الإضافات على تقليل لزوجة البتومين والتي تؤدي إلى انخفاض درجة حرارة الإنتاج وهناك ثلاثة تصنيفات شائعة من إضافات وهي الإضافات العضوية والكيميائية والبيتومين الرغوي. لذلك يمكن أن يكون دمج الإضافات للإسفلت المعاد تدويره كمادة بديلة للبناء المستدام للطرق.

الكلمات الرئيسية: الإسفلت المعاد تدويره، الإضافات الإسفلتية، خلطات الإسفلت الدافئ، درجات حرارة الإنتاج.

مقدمة:

مع تزايد عدد السكان في العالم يتزايد الطلب على المشاريع التنموية ومع ذلك فإن طرق البناء السائدة حالياً غير مستدامة. وأصبحت كلمة "الاستدامة" سائدة والمقصود بكلمة مستدامة أنها تحفاظ على التوازن البيئي عن طريق تجنب إستنزاف الموارد الطبيعية. ولذلك ومن أجل الاستدامة نحتاج إلى استخدام الموارد الطبيعية بمعدل يلبي احتياجاتنا وكذلك احتياجات الأجيال القادمة. كما أن البيئة مسئولة عن تلوث كميات كبيرة من الهواء والتربة والمياه ومليين الأطنان من المخلفات في مكب النفايات لذلك من الواضح أن هذا الوضع بحاجة إلى التغيير.

البناء المستدام هو استخدام المواد والمنتجات في البناء والتي ستساعد في تقليل استخدام الموارد الطبيعية وزيادة القدرة على إعادة استخدام هذه المواد والمنتجات لنفس الغرض وبالتالي تقليل المخلفات. ولتحقيق بناء المشاريع الخضراء يتطلب وجود متخصصين يمتلكون رؤية طموحة تساعدهم في تصميم مشاريع مستدامة تتميز بكفاءة استهلاك الطاقة وتستخدم مواد صديقة للبيئة.

ولرغبة الملاك بتحسين بيئة مدنهم الجديدة وتوفير الطاقة فيها فقد أرتفع الطلب على مواد البناء الصديقة للبيئة لإستخدامها في تشييد المشاريع الهندسية في بعض المدن من العالم. ونظرًا للطلب المتزايد على الحفاظ على الموارد الطبيعية واستدامتها يتم تقييم بدائل مختلفة للبناء وتطوير البنية التحتية لاختيار أكثر الاستراتيجيات استخدامًا.

في الآونة الأخيرة تكثرت المواد الناتجة من كشط الطرق الإسفلتية وهددت الحياة المدنية والبيئة والصحة العامة. الأمر الذي دفع صناعات السياسات البيئية ومدراء المشروعات في التفكير لتطوير تقنيات جديدة لإعادة تدوير هذه المواد باستخدام طرق موفرة للطاقة.

وتم طرح البديل وهو هذه المواد في بناء البنية التحتية وإعادة التأهيل للطرق الحديثة. حيث تعتبر الطرق واحدة من أهم البنى التحتية التي توفر نقلًا آمنًا وفعالًا للمجتمعات البشرية.

مواد الإسفلت المعاد تدويرها:

إعادة تدوير مواد الإسفلت هو عبارة عن عملية يتم من خلالها إعادة بناء الأرصفة الإسفلتية من خلال إعادة تدوير طبقات الطريق الحالي فالمواد الإسفلتية والأساسية الحالية يتم تفكيكها باستخدام آلة خاصة شكل 1 وتعتبر تقنيات إعادة التدوير في مشاريع الطرق تقنيات حديثة من أجل تعزيز الاستدامة البيئية والمحافظة على موارد الدولة الطبيعية وتقليل تكلفة المشاريع ويوضح الشكل 2 ، 3 شكل مواد الإسفلت المعاد تدويرها وشكل الطريق بعد كشط الإسفلت.



شكل 1 آلة كشط الإسفلت



شكل 3 شكل الطريق بعد الكشط

شكل 2 مواد الإسفلت المعاد تدويرها

حيث تحتاج مشاريع الطرق إلى كميات ضخمة شهرياً من مادة الركام التي يتم الحصول على أغلبها في بعض الدول من خلال الاستيراد بينما توجد كميات هائلة من مخلفات البناء والحفر في مكبات هذه الدول والتي تمثل تحدياً بيئياً ولوجستياً فيها. الأمر الذي يدعو الخبراء والمتخصصين للتحرك بالتعاون مع الجهات المختصة للاستفادة من هذه المخلفات والموارد المتاحة في المشاريع بعد إعادة تدويرها.

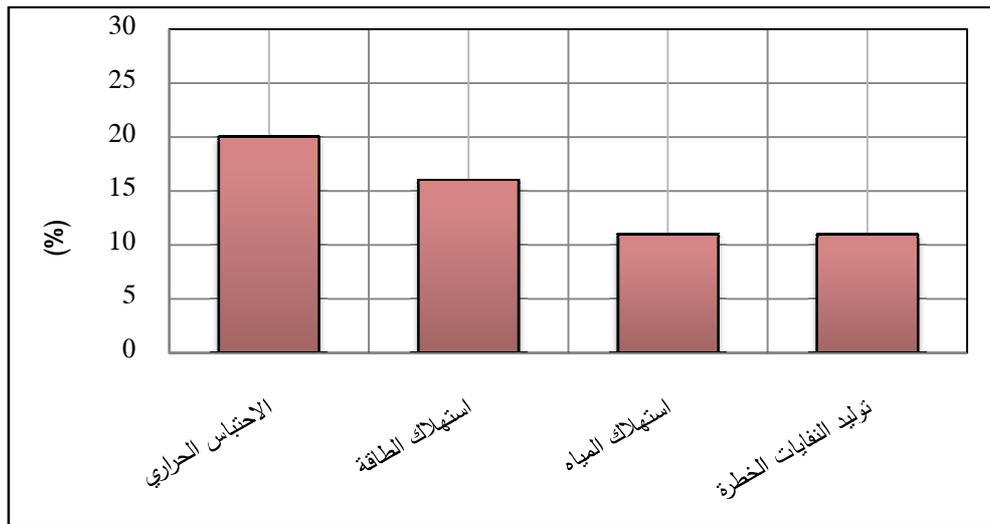
وتسهم مبادرات إعادة تدوير مواد الإسفلت واستخدامها في تنفيذ المشاريع على الخفض المباشر في تكلفة مواد البناء من ركام وبيتومين قد تصل إلى 17% عند استخدام الإسفلت المعاد تدويره دون حساب الانخفاض في التكاليف غير المباشرة مثل تكاليف الاستيراد والنقل وغيره. فمواد الإسفلت المعاد تدويرها هي المواد المنتجة من إزالة الطرق الإسفلتية القديمة. عندما يكون الطريق في حاجة إلى الصيانة فيتم إزالة الطريق القديم تماماً أو إزالة الطبقة الأولى فقط [1].

يرجع تاريخ أول استخدام مواد الإسفلت المعاد تدويرها في أعمال رصف الطرق إلى عام 1915 ومع ذلك بدأ الاستخدام الفعلي لهذه المواد في خلطات الإسفلت الساخن منتصف سبعينيات القرن الماضي بسبب الأسعار المرتفعة للبيتومين وهو المادة الرابطة في الخلطات الإسفلتية بعد المعرفة الجيدة الي انه يمكن أن يؤدي استخدام مواد الإسفلت المعاد تدويرها إلى تقليل تكلفة الرصف بشكل كبير والحفاظ على الطاقة والمساعدة في حماية البيئة.

بالإضافة إلى ذلك خلصت العديد من الدراسات إلى أن خلطات مواد الإسفلت المعاد تدويرها المصممة والمنفذة بشكل صحيح تظهر أداءً مشابهاً لخلطات الإسفلت الساخن. علاوة على ذلك فإن تقنيات مواد الإسفلت المعاد تدويرها من حيث الإنتاج والمعالجة قد تحسنت بشكل كبير في السنوات القليلة الماضية. في حين أن المادة الرابطة في الرصف الإسفلتي هي المادة الأكثر استخداماً في إنشاء الطرق وبالتالي عندما يصل الرصف

الإسفلتي إلى نهاية عمره التصميمي يتم طحن سطح الطريق مما ينتج عنه مواد مطحونه تعرف بمواد الإسفلت المعاد تدويره. تحتوي هذه المواد على المادة الرابطة وهي البيتومين ويتم نقله إلى مصانع الإسفلت لإعادة التدوير. ومن الواضح أنه كلما ارتفعت نسبة استخدام مواد الإسفلت المعاد تدويرها قلت تكاليف تنفيذ الطريق ومع ذلك فإن الحد الأقصى لمقدار مواد الإسفلت المعاد تدويرها المسموح باستخدامه في خلطات الإسفلت الساخن هو حوالي 30% فقط في العديد من الدول. ويرجع ذلك إلى الحد من المخاوف بشأن الخصائص الجوهريه غير المرغوب فيها في مواد الإسفلت المعاد تدويرها مثل البيتومين القديم على الرغم من أن 100% من مواد الإسفلت المعاد تدويرها يمكن استخدامها [2].

يمكن أن يؤدي استخدام مواد الإسفلت المعاد تدويرها في طبقات الاساس والاساس المساعد إلى تقليل الاحتباس الحراري بنسبة 20% واستهلاك الطاقة 16% واستهلاك المياه 11% وتوليد النفايات الخطرة 11%. ويوضح الشكل 4 نسبة التقليل في هذه المشاكل. وبالتالي فإن استخدام مواد الإسفلت المعاد تدويرها يتوافق مع الجهود المبذولة لتطوير طرق مستدامة استناداً إلى مفهوم التصميم الأخضر حيث يرتبط 40% من الاستهلاك العالمي للطاقة الأولية وانبعثات ثاني أكسيد الكربون بإنتاج المواد [3].



شكل 4 نسبة التقليل في المشاكل عند استخدام مواد الاسفلت المعاد تدويرها

وأصبح إنتاج الخلطات الإسفلتية الساخنة عالية الجودة التي تحتوي على مواد الإسفلت المعاد تدويرها بنسبة 25% أو أكثر متاحًا بشكل أكبر. ومع ذلك فقد ذكرت عدة دراسات وتقارير بان متوسط استخدام مواد الإسفلت المعاد تدويرها يقدر بـ 12% في خلطات الإسفلت الساخنة. وأظهرت الأبحاث أن الفائدة الثانوية للمواد الإسفلت المعاد تدويرها هي أن الرصف الذي يحتوي على مواد معاد تدويرها يتقدم ببطء أكثر مقارنةً بالرصفة المنفذة بالكامل من المواد الجديدة.

وقد تكون هناك مشاكل عند استخدام المواد الإسفلت المعاد تدويرها كمادة هندسية مثل التباين بين مصادر هذه المواد اعتماداً على المكان الذي تم استجلابها منه حيث يمكن ان يكون نوع البيتومين مختلف ودرجة التقادم للمواد مختلفة [1]. بالإضافة الي ما يتسبب من مشاكل مع قابلية التشغيل وقابلية الدمك وفي اختيار درجة الحرارة أثناء الخلط والدمك التي غالباً ما تكون عالية جداً [2].

فوائد مواد الإسفلت المعاد تدويرها:

أصبح استخدام مواد الإسفلت المعاد تدويرها جذاباً بشكل متزايد لمؤسسات الطرق الحكومية نظراً لأن تكاليف مادة البيتومين السائل قد تضاعفت أكثر من الضعف في السنوات القليلة الماضية من حوالي 160 دولاراً للطن في عام 2005 إلى 360 دولاراً أو حتى 400 دولار في بعض المناطق في 2008. واستخدام مواد الإسفلت المعاد تدويرها يوفر الموارد الطبيعية والاموال وبالتالي فإن إعادة تدوير مواد رصف الإسفلت القديمة يكون صديقاً للبيئة. ويوجد ملايين الأطنان من مواد الإسفلت المعاد تدويرها المخزنة في شمال شرق الولايات المتحدة مما يجعلها قادرة على تنفيذ عدة مشاريع للطرق [2].

تم استخدام مواد الإسفلت المعاد تدويرها على نطاق واسع في الولايات المتحدة وقدّر متوسط معدل الاستخدام الوطني لعام 2007 لهذه المواد في خلطات الإسفلت الساخنة بـ 12%. وهناك هدفاً لمضاعفة هذا المتوسط خلال السنوات القادمة من 12% إلى 24% [4]. ويتم في الولايات المتحدة إنتاج ما يقرب من 100 مليون طن من مواد الإسفلت المعاد تدويرها سنوياً مع إعادة استخدام حوالي 60 مليون طن في إنشاء الطرق الإسفلتية الجديدة في حين يتم استخدام الـ 40 مليون طن المتبقية في التطبيقات الأخرى المتعلقة بالرصف مثل طبقات الأساس والاساس المساعد. نظراً لأن المواد الإجمالية هي موارد طبيعية غير قابلة للتجديد فإن الفائدة الأساسية لاستخدام مواد الإسفلت المعاد تدويرها هي تقليل الطلب على استخراج مواد جديدة وتساعد على تخفيف الضغوط على مدافن النفايات [3، 5، 6].

في الوقت نفسه خلصت بعض المعامل والتجارب إلى أنه من الممكن إنتاج خلطات اسفلتية تحتوي على 30 إلى 40% وهي نسب عالية من مواد الإسفلت المعاد تدويرها. ومع ذلك فقد سجلت الدراسات أن نسب المواد الإسفلت المعاد تدويرها التي تزيد عن 50% يمكن استخدامها لبناء الطرق باستخدام تقنية خلطات الإسفلت الدافئ. ويرجع استخدام هذه النسب العالية بسبب انخفاض شيوخوخة البيتومين أثناء إنتاج خلطات الإسفلت الدافئ [5]. في أوروبا تم إنتاج خلطات الإسفلت الدافئ بنجاح بنسبة تصل إلى 50% من مواد الإسفلت المعاد تدويره. وفي الولايات المتحدة استخدمت معظم المشاريع خلطات الإسفلت الدافئ التي تحتوي على 20% [7]. وفقاً للبيانات المقدمة من دراسة سابقة فإن زيادة استخدام مواد الإسفلت المعاد تدويرها بنسبة 10% يمكن أن يوفر

تقريباً 4.35 دولارًا للطن الواحد من الخلطات الإسفلتية في عام 2007 وهو ما يعادل 4.57 دولارًا في عام 2010 [8].

استخدام تقنيات خلطات الإسفلت الدافئ:

تم استخدام خلطات الإسفلت الدافئ على نطاق واسع من العالم بهدف توفير الطاقة وتقليل انبعاثات الغازات خلال عمليات الإنتاج دون التخفيض في أداء الخدمة وقد تحقق ذلك مع الإضافات العضوية والإضافات الكيميائية واستخدام تقنيات البيتومين الرغوي ولاستخدام هذه التقنيات توجد مزايا وعيوب. ففي خلال العقدين الماضيين تطور إنتاج الخلطات الإسفلتية فقد تم تحسينها لتحقيق الأهداف الاقتصادية والبيئية وفي الآونة الأخيرة دفع بالمزيد من الاهتمام إلى الحد من استهلاك الطاقة خلال عمليات الإنتاج دون تغيير في خدمة الأداء الميكانيكي لهذه الخلطات الإسفلتية ونتيجة لتزايد الضغوط الدولية للحد من استهلاك الوقود الأحفوري وانبعاثات الغازات الدفيئة مثل غاز ثاني أكسيد الكربون.

وكما هو معروف أن إنتاج خلطات الإسفلت الساخن ينتج عنها استهلاك نسبة كبيرة من الطاقة وانبعاثات للغازات الملوثة. وهذا نتيجة تسخين الركام لتجفيفه وتسخين البيتومين لدرجات حرارة عالية تتجاوز 160 درجة مئوية. إذا يمكن أن نقول أن تخفيض درجات الحرارة عند إنتاج الخلطات الإسفلتية بدون التأثير على القابلية لتشغيل الإسفلت وتحقيق الأداء الميكانيكي يمكننا من الحصول على نتائج جيدة بالنسبة للبيئة والمجتمع بشكل عام.

خلطات الرصف الدافئ:

الفوائد والمزايا لخلطات الرصف الدافئ:

مع الأخذ في الاعتبار تخفيض درجات الحرارة في تطبيق تكنولوجيات خلطات الإسفلت الدافئ هناك العديد من المنافع البيئية. فقد لوحظ بشكل مباشر في الدول الأوروبية والولايات المتحدة أن هناك انخفاض كبير في انبعاثات الغازات الدفيئة الملوثة وهذا يتوقف على نوع التكنولوجيا المستخدمة. إن خفض درجات حرارة الإنتاج يسمح بتخفيض استهلاك الطاقة بنسبة تصل إلى 35% أو أكثر اعتماداً على نوع التكنولوجيا المستخدمة وعلى مقدار التخفيض في درجة الحرارة وبالتالي سوف ينعكس هذا التخفيض في استهلاك الطاقة على التكلفة المرتبطة بالإنتاج وفي ظل ارتفاع أسعار الطاقة فإن التكاليف يمكن أن تكون مثيرة للاهتمام أكثر بكثير نذكر منها:

① تعتبر درجات حرارة الإنتاج (الخط والدمك) المستخدمة في خلطات الإسفلت الدافئ أقل بكثير من درجات الحرارة المستخدمة في خلطات الإسفلت الساخنة.

② نتيجة لتخفيض درجات حرارة الإنتاج في خلطات الإسفلت الدافئ فإن استهلاك الطاقة سوف يكون قليل مقارنة باستهلاك الطاقة عند إنتاج خلطات الإسفلت الساخنة وبالتالي خفض تكاليف الوقود.

- ③ التقليل من انبعاث الغازات الضارة أثناء عمليات إنتاج الإسفلت في محطات الإنتاج وخلال مراحل الإنشاء.
- ④ تقليل انبعاث الغبار نتيجة لانخفاض درجات حرارة الإنتاج وقصر فترة التسخين.
- ⑤ زيادة مسافة النقل لمسافات طويلة.
- ⑥ تحسين ظروف الإنشاء خاصة بالنسبة للعمال وخاصة في الأماكن المغلقة.
- ⑦ زيادة فترة الإنشاء ويستفاد من هذه الميزة عند الإنشاء في الطقس البارد خلال فصل الشتاء وخلال فترة الليل.
- ⑧ دمك اسهل وتقليل الجهد المبذول في عمليات الدمك وخاصة عند استعمال مواد الإسفلت المعاد تدويرها.

عيوب خلطات الرصف الدافئ:

بالرغم من التوسع في استخدام تقنيات خلطات الإسفلت الدافئ في عدد المشاريع إلا انه مازال هناك عدد من المشاكل والتحديات للتغلب عليها للتغلب. هناك بعض المشاكل المتعلقة بالرصف الدافئ منها زيادة تكلفة الإنتاج الأولي بسبب تركيب المعدات الإضافية الخاصة بخلطات الإسفلت الدافئ بالمصانع التي سوف تزيد من تكاليف الإنتاج. ومن ناحية أخرى إن استخدام المواد المضافة سوف يزيد من التكاليف الإضافية لإنتاج خلطات الإسفلت الدافئ. وعلاوة على ذلك هناك خطر بالنسبة للبيئة من انبعاثات الكربون المتصلة بإنتاج المواد المضافة وأيضا هناك بعض الإشارات لبعض المشاكل المصاحبة لاستخدام خلطات الإسفلت الدافئ لها علاقة بالخدمة ومشاكل الرطوبة حيث انه عند استخدام خلطات الإسفلت الدافئ يتم تخفيض نسبة محتوى الإسفلت الأمثل على سبيل المثال. وعلى الرغم من العدد الكبير من تكنولوجيات الرصف الدافئ إلا انه يمكن تصنيف هذه التقنيات في ثلاث مجموعات رئيسية وهي تقنيات الإسفلت الرغوي والإضافات العضوية والإضافات الكيميائية.

الإسفلت المنفوخ الرغوي:

يتم الحصول على رغوة بإضافة كمية صغيرة من المياه للبيتومين الساخن فتعمل على توسيع حجم البيتومين مع تخفيض درجة لزوجته وهذا التوسيع في حجم يفقد تدريجيا مع الوقت ليعود البيتومين إلى خصائصه الأصلية ويوضح الشكل 5 الإسفلت الرغوي.



شكل 5 الإسفلت الرغوي

الإضافات العضوية:

استخدام مواد عضوية ويتم إضافتها إلى البيتومين لخفض لزجته هذا النوع من المواد المضافة بصفة عامة تتكون من سلسلة طويلة من ذرات المواد الهيدروكربونية والتي تكون صلبة في درجة حرارة الغرفة وتتصهر بصفة عامة عند درجة حرارة حوالي 100 درجة مئوية. أكثر المنتجات التجارية مثل sasobit التي تنتج من الغاز الطبيعي. ويمكن القول أن استخدام الإضافات العضوية يمكن أن يخفض من درجة حرارة الخلط من 20 - 30 درجة مئوية عن درجة حرارة الخلط المستخدمة لإنتاج الخلطات الساخنة ويوضح الشكل 6 عدد من أنواع الإضافات العضوية التي تستخدم لأنتاج خلطات الإسفلت الدافئ.



Sasobit®



Rediset

شكل 6 الإضافات العضوية

الإضافات الكيميائية:

هناك أنواع مختلفة من المضافات الكيميائية وتكون مدعمة لتقاوم التجريد الذي يمكن أن يحدث بفعل الرطوبة وتضاف المضافات الكيميائية عادة إلى البيتومين خلال عملية الإنتاج من هذه الإضافات يوجد النوع Evotherm® والنوع Cecabase والشكل 7 يوضح عدد من أنواع الإضافات الكيميائية التي تستخدم لأنتاج خلطات الإسفلت الدافئ بشكل واسع. ويمكن ان تخفض الإضافات الكيميائية درجات حرارة الخلط والدمك حوالي 30 درجة مئوية.



Cecabase RT



Evotherm®

شكل 17 الإضافات الكيميائية

أستخدام خلطات الإسفلت الدافئ والمواد المعاد تدويرها:

لتحسين تكاليف البناء والالتزام بالثورة الخضراء تستكشف العديد من وكالات الطرق السريعة بنشاط استخدام تقنية خلطات الإسفلت الدافئ والمواد المعاد تدويرها. مقارنةً بخلطات الإسفلت الساخن التقليدية فإن تقنية خلطات الإسفلت الدافئ لديها القدرة على تقليل درجة حرارة الإنتاج (درجة حرارة الخلط والدمك) بطريقة فعالة من حيث التكلفة من حوالي 20 درجة مئوية إلى 55 درجة مئوية. بالإضافة إلى ذلك فتعتبر تقنية خلطات الإسفلت الدافئ صديقة للبيئة [9].

يمثل مصطلح خلطات الإسفلت الدافئ التقنيات بما في ذلك مختلف المنتجات والعمليات الخاصة والتي تسمح بدرجة كبيرة بتخفيض درجات حرارة الإنتاج للخلطات الإسفلتية. بالإضافة إلى انخفاض استهلاك الوقود والانبعاثات في محطات الإنتاج وغير ذلك من مزايا استخدام خلطات الإسفلت الدافئ من تسهيل عمليات الدمك وتوصيل الخلطات لمسافات طويلة وفتح حركة المرور في وقت مبكر والتقليل من شيخوخة البيتومين أثناء عمليات الإنتاج [10، 11]. خلصت العديد من الدراسات إلى أن استخدام المواد الإسفلت المعاد تدويرها في خلطات الإسفلت الساخن يمكن أن يساعد في تعويض التكاليف الأولية المتزايدة والحفاظ على الموارد الطبيعية وتجنب مشاكل التخلص منها. علاوة على ذلك فقد ثبت أن خواص مواد الخلطات الإسفلتية المعاد تدويرها المصممة بشكل صحيح قابلة للمقارنة مع خلطات الإسفلت الجديدة.

عندما يتم خلط البيتومين القديم مع البيتومين الجديد فإن البيتومين القديم سيكون له بعض التأثير على درجة البيتومين الناتج من الخلط. إذا تم دمج تقنيات الإسفلت الدافئ في الخلطات التي تحتوي على المواد الإسفلت المعاد تدويرها فمن المتوقع أن تتخفض درجات حرارة الخلط والدمك المثالية للخلطات المعاد تدويرها بمقدار 30 درجة مئوية دون التأثير سلبًا على أداء الخلطات الجديدة [12، 13].

من أجل مواجهة التحديات الناجمة عن زيادة الطلب على الخلطات الإسفلتية الصديقة للبيئة وزيادة تكاليف المواد الخام تم دمج إضافات خلطات الإسفلت الدافئ والمواد الإسفلتية المعاد تدويرها لانتاج خلطات اسفلتية جديدة [14].

تساعد مضافات خلطات الإسفلت الدافئ مثل Zeolite , Advera® و Sasobit® Sasol Wax في التقليل من درجات حرارة الخلط والدمك مع الحفاظ على قابلية التشغيل المطلوبة للخلطات الإسفلتية وتعتبر مواد مضافة مناسبة لتمكين خلطات الإسفلت الساخنة ذات محتويات عالية من مواد الإسفلت المعاد تدويرها [15]. حيث أكدت دراسة تجريبية حديثة أجريت جدوى صنع خلطات اسفلتية بمواد الإسفلت المعاد تدويرها بنسبة 100 % بمساعدة Sasobit® أو الزيوليت [9].

عندما يتم خلط البيتومين المستخلص من مواد الإسفلت المعاد تدويرها مع البيتومين الطازج واستخدامه في الخلطات الإسفلتية الساخنة فإن البيتومين المتقادم يؤثر على الخليط الناتج. وسوف تكون درجات حرارة الإنتاج للخلطات الإسفلتية التي تحتوي على مواد الإسفلت المعاد تدويرها أعلى من درجات حرارة الخلطات الإسفلتية الساخنة التقليدية. وعند استخدام مضافات خلطات الإسفلت الدافئ مثل Sasobit فإنها تقلل من لزوجة البيتومين المخلوط مع البيتومين المستخلص من المواد الإسفلت المعاد تدويرها. ويزيد التفاعل بين Sasobit والبيتومين المتقادم من من درجات حرارة الفشل العالية مما يشير إلى احتمال أقل لحدوث عيوب التخدد. وأثبتت الدراسات أن استخدام خليط من البيتومين الجديد والبيتومين المتقادم يحتوي على Sasobit قد خفض معامل التخدد بنسبة 42% تقريباً ومعامل التصلب عند 12 درجة مئوية بنسبة 35% تقريباً [13, 14].

وفي دراسة اخرى أكدت أن استخدام Sasobit مع مواد الإسفلت المعاد تدويرها أتاح إنتاج خلطة اسفلتية ساخنة عند 125 درجة مئوية مع خصائص مماثلة لتلك التي يتم انتاجها عند 150 درجة مئوية. حيث تم استخدام 35% و 45% من مواد الإسفلت المعاد تدويرها بإضافة 1.5% من Sasobit [2, 14].

الخلاصة:

أن اعتماد مواد البناء الصديقة للبيئة من شأنه أن يساهم في ضبط سوق هذه المنتجات ومنع محاولات تسويق مواد وأنظمة غير متوافقة مع معايير الاستدامة باعتبارها مواد صديقة للبيئة لاسيما وأن كثيرا من الشركات العالمية التي تأتي من الشرق والغرب تسوق منتجاتها باعتبارها صديقة للبيئة بالمخالفة لمواصفاتها ومكوناتها التصنيعية.

تعتبر مواد الإسفلت المعاد تدويرها والمنتجة بخصائص مشابهة للمواد البكر وسيلة ضرورية لطرق الإسفلت صديقة للبيئة والمستدامة. وتعتبر مواد الإسفلت المعاد تدويرها خطوة مهمة في الحد من نفايات البناء والهدم ونفقات الطاقة.

ومع ذلك في معظم الحالات بسبب تصلب البيتومين القديم يتم اضافة بيتومين جديد لتحقيق خواص الخلطة الإسفلتية الجيدة. وتستمد الفوائد الاقتصادية الهامة من فهم آليات الفشل الأساسية للخلطات الإسفلتية المعاد تدويره من أجل إطالة عمر خدمة هذه المواد المستدامة الهامة. تتمثل الميزة الرئيسية لتقنيات خلطات الإسفلت الدافئ في الاستخدام الأكبر المحتمل لمواد الإسفلت المعاد تدويرها نظرًا لزيادة قابلية التشغيل لهذه الخلطات. حيث تؤدي قابلية التشغيل للخلطات المحتوية على مواد الإسفلت المعاد تدويرها ومضافات خلطات الإسفلت الدافئ إلى تخفيض درجة حرارة الإنتاج مع تقليل تقادم البيتومين.

المراجع:

1. Dedene, C.D., Investigation of Using Waste Engine Oil Blended With Reclaimed Asphalt Materials To Improve Pavement Recyclability. 2011.
2. Tao, M. And R. Mallick, Effects of Warm-Mix Asphalt Additives On Workability And Mechanical Properties of Reclaimed Asphalt Pavement Material. Transportation Research Record: Journal of The Transportation Research Board, 2009(2126): P. 151-160.
3. Jamshidi, A., M.O. Hamzah, And Z. Shahadan, Selection of Reclaimed Asphalt Pavement Sources And Contents For Asphalt Mix Production Based On Asphalt Binder Rheological Properties, Fuel Requirements And Greenhouse Gas Emissions. Journal of Cleaner Production, 2012. 23(1): P. 20-27.
4. Lee, H. And T. Ahmed, Investigation of Synergistic Effects of Warm Mix Asphalt And High Fractionated Reclaimed Asphalt Pavement For Safe, Environmentally Sustainable Highway. 2013.
5. Wu, Y., Y. Guo, And X. Zhang. Performance Evaluation of Recycled Asphalt Mixture Using Warm Mix Asphalt Technology. In Geotechnical Special Publication, Emerging Technologies For Material, Design, Rehabilitation, And Inspection of Roadway Pavements-Proceedings of The 2011 Geohunan International Conference. 2011.
6. Blankendaal, T., P. Schuur, And H. Voordijk, Reducing The Environmental Impact of Concrete And Asphalt: A Scenario Approach. Journal of Cleaner Production, 2014. 66: P. 27-36.
7. Oliveira, J., H.M.R.D.D. Silva, And C.M. Jesus, Asphalt Mixtures Produced With 100% Reclaimed Materials. 2011.
8. Leng, Z. And I. Al-Qadi, Comparative Life Cycle Assessment Between Warm SMA And Conventional SMA. ICT-11-090, 2011.

9. O'Sullivan, K.A., The Effects of Warm Mix Asphalt Additives on Recycled Asphalt Pavement. 2009, Worcester Polytechnic Institute.
10. Mo L., L.X., F. X, And W.S. Hurman M, Laboratory Investigation of Compaction Characteristics And Performance of Warm Mix Asphalt Containing Chemical Additives. Construction And Building Materials, 2012. 37: P. 239-247.
11. Sampath, A., Comprehensive Evaluation of Four Warm Asphalt Mixture Regarding Viscosity, Tensile Strength, Moisture Sensitivity, Dynamic Modulus And Flow Number. 2010, The University of Iowa.
12. Kim, H., S.-J. Lee, And S.N. Amirkhania, Rheology of Warm Mix Asphalt Binders With Aged Binders. Construction And Building Materials, 2011. 25(1): P. 183-189
13. Jamshidi, A., M.O. Hamzah, And Z. You, Performance of Warm Mix Asphalt Containing Sasobit®: State-of-The-Art. Construction And Building Materials, 2013. 38: P. 530-553.
14. Liu, J., Evaluation of Warm Mix Asphalt For Alaska Conditions. 2010.
15. Chowdhury, A. And J.W. Button, A Review of Warm Mix Asphalt. 2008, Texas Transportation Institute, The Texas A & M University System.