

# تقنيات الطرق

## المواد الإسفلتية

## الوحدة السابعة : المواد الإسفلتية

### الجدارة:

يدرس المتدرب في هذه الوحدة مواصفات المواد الإسفلتية ويتعرف على أنواع الخلطات وعلى مراحل تحضيرها.

### الأهداف:

بنهاية هذه الوحدة يكون المتدرب لديه القدرة على:

١. معرفة أنواع المواد البيتومينية ومجال استخداماتها.
٢. مواصفات الركام المستخدم في الخلطة الإسفلتية.
٣. أنواع الخلطات الإسفلتية ومواصفاتها.
٤. مراحل تصنيع الخلطة الإسفلتية في الخلطات.

**مستوى الأداء المطلوب:** إتقان المتدرب لهذه الوحدة بنسبة لا تقل عن ٩٥ %.

**الوقت المتوقع لإنهاء الوحدة:** ساعتان.

**العوامل المساعدة:** القيام بزيارة ميدانية لإحدى محطات تصنيع الخلطات الإسفلتية بالمنطقة.

## المواد الإسفلتية

### ٧- ١ أنواع المواد الإسفلتية ومجال استخدام كل منها

الإسفلت هو مادة كربوهيدراتية لاصقة مركبة من الهيدروجين والكربون لونه أسود ويصبح سائلاً إذا تم تسخينه ويعرف كذلك بالبيتومين. وتستعمل المواد البيتومينية عموماً في أعمال السفلتة إما برشها على السطح المراد سفلتته وإما بخلطها بالركام والرمل في خلطات خاصة ثم فرشها على شكل طبقات. كما يستعمل البيتومين كطبقة عازلة لمنع تسرب الماء ونفاذه. ويتم الحصول على المواد الإسفلتية إما من البترول الخام بطريقة التقطير بالتخلخل وإما من مصادر طبيعية مثل بحيرات الإسفلت الصخري ويمكن تقسيمه إلى التالي:

#### ٧- ١- ١ الإسفلت الإسمنتي

يتم الحصول على الإسفلت الإسمنتي من خلال عمليات تقطير الزيت الخام، وينتج عن ذلك أنواع صلبة وأخرى لينة حسب درجة التقطير التي وصل إليها. وتعرف هذه الأنواع حسب درجة الغرز التي يحددها اختبار الغرز وتكون ما بين (٧٠/٦٠) بالنسبة للنوع الصلب وما بين (٣٠٠/٢٠٠) للنوع اللين. ولاستعمال هذا الإسفلت يجب تسخينه على درجة حرارة عالية نسبياً وقد يتطلب الأمر تسخين الحصمة قبل وضع الغسفلت عليها. ويستعمل هذا الإسفلت عموماً في خلطات الإسفلت، أو للرش على سطح قديم أو جديد ثم تغطيته بالحصمة، كما يمكن استعماله كوجه لاصق وفي أعمال المعالجة السطحية.

#### ٧- ١- ٢ الإسفلت السائل

يتم الحصول على الإسفلتات السائلة بإضافة مذيبات مثل البنزين أو الديزل إلى البيتومينات الصلبة في درجة حرارة تتراوح بين ١٥٠ و ٢٠٠ درجة مئوية. وتفاوت درجة حرارة غليان هذا الإسفلت بين ١٢٠ و ١٤٠ درجة مئوية. ومن الطبيعي أنه كلما انخفضت الحرارة وزاد الزمن كلما كان البيتومين أكثر قساوة أو أقل سيولة ولذلك تعطى أرقاماً (تبدأ بسبعين وتصل إلى ثلاثة آلاف) للتعريف بدرجة سيولة البيتومين وتكتب كما يلي:

(SC-200) ، (MC -70) ، (RC-300)

وتعني الرموز السابقة للأرقام ما يلي:

RC: سريع الجفاف

MC: متوسط الجفاف

SC: بطيء الجفاف

فالعبارة (RC-300) تعني إسفلتاً سريع الجفاف ذا درجة لزوجة تساوي (٣٠٠). وينطبق نفس الشيء على العبارة (SC-200) حيث تعني إسفلتاً بطيء الجفاف ودرجة لزوجته (٢٠٠). وتستعمل البيتومينات السائلة عموماً في الخلطات الباردة وفي الرش على سطح الطريق وعلى طبقة الأساس المكونة من الحصمة المخلوطة بالماء وفي أعمال إعادة إكساء الطرق القديمة.

#### ٧-١-٣ الإسفلت المستحلب

يتألف الإسفلت المستحلب من بيتومين وماء ومواد مثبتة لمنع الانفصال يتم خلطها في خلاطة خاصة، وتكون درجة حرارة البيتومين ما بين ١٠٠ و ١٣٠ درجة مئوية ودرجة حرارة الماء المسخن ما بين ٦٠ و ٧٠ درجة مئوية.

ويفضل استعمال هذا النوع من البيتومين في الأيام الماطرة وفي الطقس البارد وعلى الأرض الرطبة حيث يصعب استعمال الأنواع الأخرى. ويستعمل كوجه لاصق أو ختامي أو في الخلطات أو تأسيس أو سد شقوق. وعندما يرش الإسفلت المائي يبدأ الماء بالتبخّر من المستحلب ويبدأ البيتومين بالتصلب.

#### ٧-١-٤ القار

يتم الحصول عليه من التقطير الاتلافي للفحم أو الغاز بإحدى الطرق التالية:

- قار فحم الكوك: وهو قار كاربوني يتم الحصول عليه في أثناء تصنيع فحم الكوك من الفحم البيتوميني.
- قار من غاز الاستصباح: وهو قار كاربوني يتم الحصول عليه في أثناء تصنيع غاز الاستصباح من الفحم البيتوميني.
- قار من الغاز المائي: وهو قار يتم الحصول عليه بتعريض أبخرة الزيت لضغط عال في درجات الحرارة العالية في أثناء تصنيع مزيج الغاز المائي المكربن.

وتتوقف خصائص القار على خصائص الفحم أو الزيت الداخل في إنتاجه وعلى درجة الحرارة ووسائل إنتاجه، وقد يكون في حالة نصف صلب أو في حالة سائل كما هو الشأن بالنسبة للإسفلت البترولي.

## ٧- ١- ٥ اختبارات المواد البيتومينية

تجرى على المواد البيتومينية عدة اختبارات معملية وذلك لتحديد خواصها الهندسية والتأكد من جودتها ومدى صلاحيتها للرصف. وقد تم التطرق لهذه الاختبارات بالتفصيل في الجزء العملي. ومن أهم هذه الاختبارات:

- **تجربة الاحتراق أو الغرز:** تجرى هذه التجربة لمعرفة قوام المادة البيتومينية المطلوب استعمالها في الرصف ويستخدم فيها جهاز الغرز وإبرة قياسية. وتعتبر تجربة الغرز من أهم التجارب في مجال الرصف لتحديد درجة صلابة وقوام المواد البيتومينية.
- **تجربة الاشتعال:** تجرى تجربة الاشتعال لمعرفة درجة الحرارة التي تشتعل عندها الغازات المتصاعدة من المواد البيتومينية وهذا يحدث قبل احتراق المادة نفسها.
- **تجربة تحديد نقطة الطراوة:** الغرض من هذه التجربة هو تعيين نقطة الطراوة للإسفلت في مدى يتراوح من ٣٠ إلى ١٧٥ درجة. فكلما ارتفعت درجة الحرارة ينتقل البيتومين تدريجيا من حالة الصلابة ويصبح أكثر طراوة وأقل لزوجة. وكلما كانت نقطة الطراوة أعلى قلت حساسية البيتومين للحرارة ولذلك تفيد هذه التجربة في مقارنة أنواع الإسفلت المختلفة، وهذا يساعد على تصنيف أنواع البيتومين وتعطينا فكرة عن ميل البيتومين للانسياب عند درجات الحرارة المرتفعة عندما يوضع على الطرق.
- **تجربة المرونة:** تعرف درجة المرونة بقياس المسافة التي تستطيل إليها المادة البيتومينية أثناء شدها بقوة معينة وبسرعة معينة بجهاز المرونة، ويفضل ألا تقل قيمة المرونة عن ٥٠ للحصول على رصف جيد لأن زيادة المرونة تمنع المادة من التشقق في الأجواء الباردة.
- **تجربة اللزوجة الحركية:** تجرى هذه التجربة لتحديد درجة اللزوجة الحركية للمواد البيتومينية المستعملة مثل زيوت الطرق والجزء المتبقي من تقطير الإسفلت السائل وتكمن أهمية هذه التجربة في أنها تبين مدى سرعة صب المواد البيتومينية المستعملة من الأواني الحاوية لها ومدى سرعة تخللها بين الركام وملؤها للفراغات.
- **تجربة الذوبان:** الغرض من هذه التجربة هو معرفة درجة نقاء المواد البيتومينية.

- تجربة التطاير: الغرض من هذه التجربة هو معرفة مقدار الفاقد من الزيوت وخلافه الموجود بالمواد البيتومينية عند تسخينها.
- تجربة الوزن النوعي: تجرى هذه التجربة لمعرفة الوزن النوعي للإسفلت عند درجة حرارة معينة والهدف من التجربة هو معرفة أحسن المواد الإسفلتية.

## ٧- ٢ مواصفات الركام المستخدم في الخلطة الإسفلتية

يتواجد الركام بأشكال متعددة منها المكعب والمستطيل والمستدير ومنها ما يكون سطوحه خشنة ومنها ما يكون سطوحه ملساء ناعمة ويعتمد الشكل على طريقة تحضير الركام، ونوعية الحجر، ونوعية الكسارات، وطريقة العمل. ويمكن تقسيم الركام إلى ما يلي:

- **ركام الأحجار:** وهو الركام الناتج من الصخور المكسرة بالكسارات ومعظمها من الحجر الجيري الذي يسهل كسره بالكسارات. ويكون مدبب الرؤوس، خشن السطوح، عالي الامتصاص للماء، وبأشكال مكعبة ومبسطة. ويعتبر من أهم مكونات الرصف حيث يستعمل كأحد مكونات الخلطة الإسفلتية أو كمادة أساس لطبقة السطح.
- **ركام الوديان:** يتواجد هذا النوع من الركام في الوديان ويكون مستديراً وأملس السطح وليس له رؤوس مدببة وقويا نسبياً.

ويتكون الركام المعدني للخلطات الإسفلتية من الركام الخشن والركام الناعم ومادة الحشو إذا طلب ذلك. يكون الركام الخشن من المواد المتبقية على المنخل رقم ٨ (فتحته ٢,٣٦ مم). ويكون الركام الناعم من المواد المارة من المنخل رقم ٨ ويتكون من الرمل الطبيعي أو من الرمل الصناعي ناتج عن طحن الأحجار أو خبث الأفران أو الحصى أو خليط منها. ويكون رمل التغطية من أي مواد معدنية حبيبية نظيفة وتكون النسبة المارة من منخل رقم ٤ (فتحته ٤,٧٥ مم) ١٠٠٪ وحتى نسبة ٢٪ مارة من منخل رقم ٢٠٠ (فتحته ٠,٠٧٥ مم). وأما مادة الحشو إذا ما استخدمت، فيجب أن تكون جافة تماماً وخالية من الكتل أو أي مواد متحجرة ولا يزيد دليل لدونتها عن ٤. ويمكن أن تتكون الحشوية المعدنية من تراب صخري أو تراب الخبث أو الجير المطفي أو الإسمنت المائي أو الرماد الخفيف المتطاير.

ويشترط في الركام أن يكون منتظماً ومكسراً للحجم المطلوب وصلباً وقاسياً ونظيفاً ومطابقاً للمواصفات المطلوبة. وأقوى أنواع الركام هو النوع المكعب ذو الرؤوس المدببة والسطوح الخشنة وهذا النوع يتوفر في ركام الكسارات إلا أنه يعاني من صعوبة التشغيل. أما الركام الأملس فإن تشغيله أسهل

ولكن ترابطه أقل بسبب ضعف الاحتكاك بين الحبيبات. وأما الركام المستطيل والمفلطح فإنه قليل القوة وسيئ في التشغيل ويتطلب مزيداً من الإسفلت عند استعماله في الخلطة الإسفلتية. ويجب أن يكون خالياً من المواد الطينية والمواد النباتية الأخرى والشوائب، ويجب إجراء الاختبارات اللازمة على الركام للتأكد من ذلك. ومن أهم هذه الاختبارات ما يلي:

- اختبار التحليل المنخلي (Sieve Analysis Test): الغرض من هذا الاختبار هو تحديد التدرج الحبيبي للركام الخشن والناعم باستخدام مناخل ذات فتحات مربعة أو دائرية.
- اختبار الوزن النوعي والامتصاص للركام (Absorption & Specific Gravity Test): يتم في هذا الاختبار تحديد الوزن النوعي الكلي والظاهري والامتصاص لمواد الركام الناعمة والخشنة في درجة حرارة ٢٣ درجة مئوية والذي يستخدم في صناعة أنواع الخرسانة.
- اختبار إيجاد كمية المواد الناعمة: الغرض من هذا الاختبار هو تحديد المواد الناعمة المارة من منخل رقم (٢٠٠) في الركام.
- اختبار التآكل أو البري للمواد الخشنة (Aggregates Abrasion Test): ويعتبر من أهم الاختبارات التي تجرى على الركام الخشن لتحديد مدى قوته وصلادته، حيث يتعرض الركام المستخدم في السطح للتآكل والبري بسبب حركة المركبات، وعليه فيجب أن يكون صلباً ومقاوماً للتآكل مع الزمن.
- اختبار مقاومة الركام للصدم (Aggregates Impact Resistance Test): الغرض من هذا الاختبار هو قياس صلابة الركام أو مقاومته للكسر تحت الصدمات المتكررة.
- اختبار تحديد نسبة تحمل كاليفورنيا (California Bearing Ration: CBR): يجرى هذا الاختبار للتأكد من مدى تحمل التربة وطبقات الرصف للأحمال الناتجة عن حجم المرور ولتصميم طبقات الرصف باستخدام منحنيات قياسية.

## ٧- ٣ أنواع الخلطات الإسفلتية ومواصفاتها

إن وجود أنواع مختلفة من المواد البيتومينية يعطي مرونة في استعمالها للعمل المناسب حيث يمكن اختيار البيتومين الذي يتناسب مع حجم المرور ونوع الطريق والسطح والطقس ونوع الركام المستخدم. ويجب أن تكون نسب الخليط المستخدم بين الركام والإسفلت محددة حسب المواصفات وذلك على النحو التالي:

• نسبة إجمالي الركام في الخلطة: من ٩٣ إلى ٩٦ ٪

• نسبة المادة الرابطة في الخلطة: من ٤ إلى ٧ ٪

وقبل البدء بعملية الرصف يجب التأكد من مواصفات جميع المواد المكونة للخلطة الإسفلتية. فيجب أولاً طلب البيتومين المناسب وإعداد ما يلزم لنقله وتوزيعه وكذلك جلب الركام المطلوب وتوفير الرمل اللازم وتحليله للتأكد من صلاحيته لأعمال الرصف. وهناك أنواع عديدة من الخلطات الإسفلتية تختلف إما بالمكونات، أو بالتدرج الحبيبي، أو بطريقة الخلط والتحضير، أو بالغرض المطلوب. فمن ناحية الخلط والتحضير هناك عدة تقسيمات للخلطات الإسفلتية أهمها:

١. **الخلطات الإسفلتية الساخنة (Hot-Mixes Asphalt: HMA):** وتعرف كذلك بالخرسانة الإسفلتية (Asphalt Concrete) وهي مادة الرصف الرئيسية المستخدمة اليوم في رصف معظم الطرق و الشوارع ومحطات وقوف المركبات و غيرها من الساحات. وتتكون الخلطة من ركام متدرج تدرجاً منتظماً (يشبه تدرج الخلطات الخرسانية) وإسفلت صلب ذي درجة غرز مختلفة حيث يسخن الركام والإسفلت إلى درجة حرارة ما بين (١٣٩ - ١٦٣) درجة مئوية ثم يخلطان في خلطات إسفلتية خاصة، وبعدها تنقل الخلطة ساخنة إلى الموقع وتفرش بالفراشات ثم تدمك كطبقة سطح إما مفردة أو مزدوجة. ويمكن تقسيم الخلطات الإسفلتية الساخنة حسب معادلتها التصميمية وحسب طرق تحضيرها إلى الأقسام التالية:

• **خلطات ذات تدرج كثيف (Dense-graded Mixes):** هي خلطات إسفلتية ساخنة تحتوي على ركام متدرج تدرجاً جيداً (Well-graded)، وتتميز بالثبات ومقاومتها لانهايار الكلل وللانزلاق وبعدم النفاذية للماء والهواء بسبب طبيعتها غير المسامية ويمكن استخدامها في جميع طبقات الرصف ولجميع حالات المرور. وتنقسم هذه الخلطات من حيث نعومة أو خشونة حبيبات الحصمة إلى قسمين هما: خلطات ذات تدرج ناعم (Fine-graded) وخلطات ذات تدرج خشن (Coarse-graded)، حيث تحتوي خلطات التدرج الناعم على كمية من المواد الناعمة والرمل أكثر من تلك التي تحتوي عليها خلطات التدرج الخشن كما يبين ذلك الجدول (٧ - ١). الشكل (٧ - ١) يبين عينات من خلطة إسفلتية ذات تدرج كثيف.





شكل (٧ - ١): عينات من خلطة إسفلتية ساخنة ذات تدرج كثيف.

جدول (٧ - ١): مواصفات الخلطات ذات التدرج الناعم وذات التدرج الكثيف.

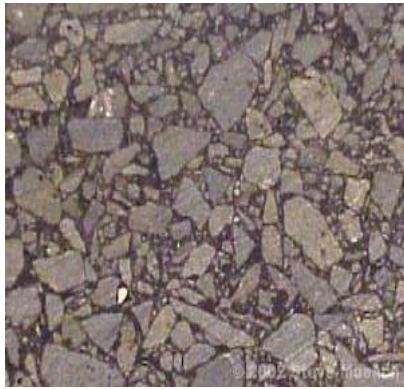
المقاس الاعتباري الأكبر للركام (Mixture Nominal Maximum Aggregate Size)	خلطة ذات تدرج خشن (Coarse-graded Mix)	خلطة ذات تدرج ناعم (Fine-graded Mix)
37.5 mm (1.5 inches)	< 35 % passing the 4.75 mm (No. 4 Sieve)	> 35 % passing the 4.75 mm (No. 4 Sieve)
25.0 mm (1.0 inch)	< 40 % passing the 4.75 mm (No. 4 Sieve)	> 40 % passing the 4.75 mm (No. 4 Sieve)
19.0 mm (0.75 inches)	< 35 % passing the 2.36 mm (No. 8 Sieve)	> 35 % passing the 2.36 mm (No. 8 Sieve)
12.5 mm (0.5 inches)	< 40 % passing the 2.36 mm (No. 8 Sieve)	> 40 % passing the 2.36 mm (No. 8 Sieve)
9.5 mm (0.375 inches)	< 45 % passing the 2.36 mm (No. 8 Sieve)	> 45 % passing the 2.36 mm (No. 8 Sieve)

- خلطات إسفلتية ذات تدرج مفتوح (Open-graded Mixes): وتختلف عن ذات التدرج الكثيف بأنها لا تحتوي إلا على كميات بسيطة من المواد المعدنية الناعمة وغالباً ما تشترط المواصفات أن يكون الركام المستخدم فيها أمتن منه في الخلطات ذات التدرج الكثيف لخلو الخلطة من المواد الناعمة التي تعمل على حماية الركام الخشن. وتتصف هذه الخلطات بأنها تعطي طبقة نافذة للمياه وذلك بسبب طبيعتها المسامية وتستخدم عندما يراد التخلص من كمية الرطوبة الزائدة في طبقة الأساس أو في طبقة التأسيس وتستخدم كذلك للمعالجة السطحية ولصيانة الشروخ التي تحدث في طبقات الرصف القديم. الشكل (٧ - ٢) يبين عينات من خلطة إسفلتية ذات تدرج مفتوح.



شكل (٧- ٢): عينات من خلطة إسفلتية ساخنة ذات تدرج مفتوح.

- خلطات حصائر الحجر الإسفلتية (Stone Matrix Asphalt Mixes: SMA): وتعرف كذلك بخلطات حجر الماستيك الإسفلتية (Stone Mastic Asphalt) وتستخدم خاصة في الطبقات السطحية للطرق ذات أحجام المرور العالية. وهي خلطات إسفلتية ساخنة تحتوي على تدرج فجوي للركام (Gap-graded) وعلى نسب عالية من الإسفلت (في حدود ٦٪) ويشترط في الركام أن يكون صلباً ومتيناً وذا جودة عالية. وتتصف هذه الخلطة بمقاومة عالية للتخدد وبديمومة أطول وذلك نتيجة تماسك وترابط حبيبات الركام، إلا أن تكاليفها مرتفعة نسبياً إذا ما قورنت بالخلطات ذات التدرج الكثيف (زيادة ٢٠ - ٢٥٪) وذلك بسبب ارتفاع تكاليف الركام الذي تتطلبه. الشكل (٧- ٣) يبين عينة من خلطة حصائر الحجر الإسفلتية.



شكل (٧- ٣): يبين عينة من خلطة حصائر الحجر الإسفلتية.

كما أن هناك تصنيفات أخرى تعرف بها الخلطات الإسفلتية الساخنة حسب المواصفات القياسية الأمريكية (WSDOT Standard Hveem Mixes) كما هو مبين في الجدول (٧- ٢).

جدول (٧ - ٢): أقسام الخلطات الإسفلتية الساخنة (WSDOT Standard Hveem Mixes).

أقسام الخلطات الإسفلتية الساخنة	مواصفات الخلطة
Class A. Dense-graded HMA	خلطة إسفلتية ساخنة ذات تدرج كثيف حيث ٩٠٪ من الركام الخشن للخلطة يحتوي على سطح واحد مكسر على الأقل، وتستخدم خاصة في إنشاء طبقات السطح للطرق التي يكون حجم المرور فيها مرتفعاً جداً.
Class B. Dense-graded HMA	خلطة إسفلتية ساخنة ذات تدرج كثيف حيث ٧٥٪ من الركام الخشن للخلطة يحتوي على سطح مكسر على الأقل، وتستخدم كطبقة سطح وكطبقة تأسيسية للطرق.
Class D. Open-graded HMA	خلطة إسفلتية ساخنة ذات تدرج مفتوح تستخدم خاصة للمعالجة السطحية ولصيانة الرصف القديم.
Class E. Dense-graded HMA	خلطة إسفلتية ساخنة ذات تدرج كثيف تستخدم خاصة في طبقة الأساس.
Class F. Dense-graded HMA	مشابهة لخلطة (Class B) إلا أنها تحتوي على نسبة أعلى من الركام الخشن، ويتم استخدامها في حالة ندرة مصادر الركام التي تحقق شروط تدرج خلطة (Class B).
Class G. Dense-graded HMA	خلطة إسفلتية ساخنة ذات تدرج كثيف ويكون المقاس الاعتباري الأكبر للركام في حدود ٩,٥ مم، وتستخدم خاصة للمعالجة السطحية ولأعمال الصيانة للرصف.

٢. الخلطات الإسفلتية الناعمة (Hot Rolled Asphalt): وتتكون من حجم واحد من الركام الخشن ونسبة كبيرة من الركام الناعم (الرمل) تصل إلى ٥٠٪ بالوزن من الخلطة ونسبة غنية من المادة الإسفلتية (٨ - ١٠٪). ونظراً لعدم وجود تدرج جيد في أحجام الركام المستعملة فإن كثافة هذه الخلطة تكون منخفضة نسبياً وكذلك ثباتها.

٣. الخلطات الإسفلتية المسامية (Porous Asphalt): وتتصف بارتفاع مساميتها ونفاذيتها للماء، حيث تتكون الخلطة من نسبة عالية من الركام الخشن ونسبة قليلة من المواد الناعمة تخلط مع إسفلت بنسبة (٥ - ٦٪) وهذا يعطي للخلطة نسبة فراغات مرتفعة تسمح بالنفاذية للمياه. ويفضل استخدام هذه الخلطات خاصة في المناطق الماطرة وفي طبقات الرصف الخاصة بالمواقف.

#### ٧- ٤ مراحل تصنيع الخلطة الإسفلتية في الخلطات

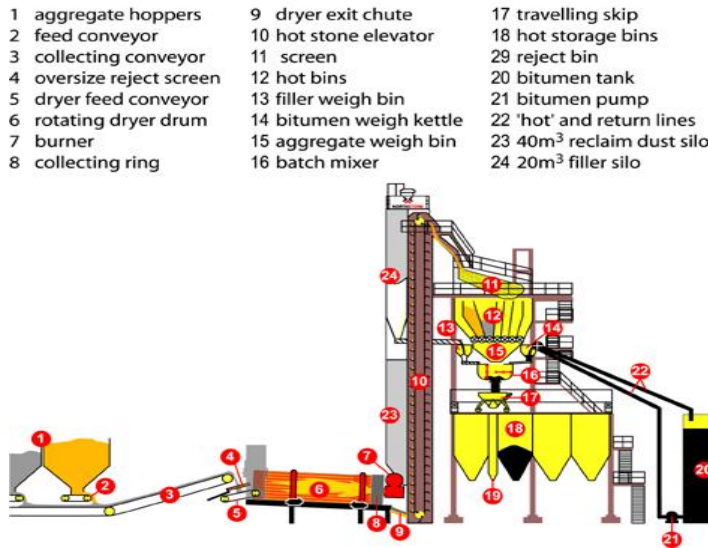
لتحضير الخلطات الإسفلتية تستخدم محطات خلط مركزية ساخنة متقنة الصنع تكون قريبة من المدن الكبرى حيث الاحتياج المستمر لمواد الرصف، ويبين الشكل (٧ - ٤) رسماً تفصيلياً لمحطات الخلط المركزية والشكل (٧ - ٥) يوضح نموذجاً لأحد مصانع الخلطات الإسفلتية. وتوجد كذلك محطات خلط متنقلة يمكن نقلها إلى موقع المشروع كما هو مبين في الشكل (٧ - ٦). وتنقل المواد البيتومينية من معامل التكرير إلى محطات الخلط الساخنة في عربات نقل أو في حاويات حيث يتم تخزينها بكميات كافية في خزانات خاصة. ويتم تزويد المحطة بكميات كافية من الركام الخشن والركام الناعم ويخزن كل نوع على حدة. ويمكن تلخيص عملية تصنيع الخلطة الإسفلتية في الخطوات التالية:

١. يتم سحب كل نوع من أنواع الركام بواسطة سيور صاعدة من أماكن التخزين الباردة إلى داخل المجفف.
٢. يسقط الركام بالتكرار في غازات ساخنة للتخلص من أي رطوبة.
٣. يسخن الركام إلى درجة حرارة ما بين (١٣٩ - ١٦٣) درجة مئوية وهي الدرجة المطلوبة للخلط.
٤. يرفع الركام الساخن بواسطة المصعد لأعلى وحدة الخلط ويتم فصله إلى أحجام مختلفة.
٥. توضع الأحجام المختلفة بعد فصلها في صناديق ليتم استخدامها في الخلطة.
٦. يهيئ الرمل ويسخن ويوضع في الأوعية الخاصة به.

٧. يتم أخذ الكمية اللازمة من كل وعاء حسب المعادلة التصميمية للخلطة.
٨. يتم خلط الركام والرمل خلطاً جيداً في الخلاطة.
٩. يسخن الإسفلت إلى درجة حرارة ما بين (١٣٩ - ١٦٣) درجة مئوية ثم يضاف إلى الحصمة الموجودة في الخلاطة ويتم الخلط جيداً لضمان خلطة متجانسة (يجب ألا تقل مدة الخلط عن ٣٠ ثانية).
١٠. تحمل الخلطة في ناقلات لكي تفرش في أماكنها بالفرادات ويراعى أن يتم فرشها فور وصولها.
١١. تجب حماية الخلطة من الغبار ومن البرودة أثناء نقلها.

Schematic of large modern coating plant

©Northstone (NI) Ltd.



شكل (٧ - ٤): رسم تفصيلي لمحطة مركزية ساخنة لتصنيع الخلطات الإسفلتية.



شكل (٧ - ٦): خلاطة إسفلت متحركة.

Modern high-capacity coating plant (west elevation)

©Northstone (NI) Ltd.

- 1 aggregate bays & shed  
2 aggregate feed bins  
3 conveyor to dryer  
4 bitumen tanks  
5 dryer  
6 hot stone elevator  
7 filler silos  
8 screen  
9 hot bins  
10 weigh gear  
11 batch mixer  
12 skip level  
13 skip winch  
14 hot storage bins  
15 weigh bridges  
16 control cabin  
17 dryer burner fuel tanks  
18 bitumen delivery



شكل (٧ - ٥): مصنع خلطات إسفلتية.

## أسئلة :

- (١) عدد أنواع المواد الإسفلتية ومجال استخدامها؟
- (٢) عرف البيتومين الصلب واذكر مجال استخدامه؟
- (٣) عرف البيتومين السائل واذكر مجال استخدامه؟
- (٤) ما هي الاختبارات التي تجرى على المواد البيتومينية؟
- (٥) ما هي مواصفات الركام المستخدم في الخلطات الإسفلتية؟
- (٦) لماذا يسخن البيتومين وما هي فوائده؟
- (٧) ماذا تعني الأرقام والرموز التالية: (MC-250) (RC-300) (SC-200)؟
- (٨) عدد أنواع الخلطات الإسفلتية واذكر مواصفات كل منها؟
- (٩) عرف درجة حرارة الخلطة الإسفلتية؟
- (١٠) اشرح مراحل تصنيع الخلطات الإسفلتية في الخلطات؟