

صيانة الطرق

فلسفة صيانة الطرق: هي عبارة عن صيانة الطرق العامة بطريقة علمية تهدف إلى الاستفادة القصوى من الموارد المتاحة وزيادة فاعلية الصيانة.

تختلف أنظمة إدارة صيانة الطرق المختلفة من حيث المنهجية و أسلوب تحقيق الأهداف و المعايير المستخدمة، و لكن تتفق جميع إدارات الصيانة بالهدف الرئيس و هو رفع كفاءة استخدام الموارد المتاحة للمحافظة على أداء شبكة الطرق عند سوية معينة.

أحد أكبر المصاعب الادارية في إدارات النقل في كثير من الدول النامية هو النقص في أدوات اتخاذ القرار المتعلقة بإعداد برامج الصيانة. حيث يتم اتخاذ القرارات اعتماداً على الأحكام الشخصية و الخبرة الذاتية و هي في كثير من الأحيان مبنية على بيانات منقوصة و غير منتظمة مما يؤدي إلى توجيه سيء للموارد و فعالية أقل للشبكة ، بينما للوصول إلى القرارات الأكثر فعالية و الأقل تكلفة يجب تحديد:

١- قرارات اختيار المواقع التي سيتم صيانتها : Where?

٢- قرارات تحديد توقيت الصيانة : When ?

٣- قرارات اختيار نوعية الصيانة اللازمة: Why ?

هناك ثلاث طرق رئيسية معتمدة عالمياً للإجابة على التساؤلات الثلاثة السابقة:

١- الطريقة الأولى :

طريقة الترتيب (Ranking) و تعتبر من أبسط الطرق للتعامل مع قطاعات الطرق و وضع برامج الصيانة، و هي تعتمد على تقييم كل قطاع على حدة دون النظر إلى الشبكة ككل، ثم ترتيب القطاعات بطريقة الأسوأ أولاً (The worst first) و بالتالي اختيار عدد القطاعات التي سيتم صيانتها بما يتناسب مع الميزانية المتاحة و تُؤجل القطاعات الأخرى إلى السنة القادمة. و تنفذ هذه الطريقة كل سنة بمعنى أنها تُكرر كل سنة و لا تأخذ في الاعتبار التأثير على المدى البعيد أو وضع برامج لعدة سنوات حيث أنها لا تأخذ بالاعتبار معدل التخرب و الانهيار أو التحليل الاقتصادي لمختلف البدائل الممكنة و في بعض الأحيان تسمى هذه الطريقة : طريقة تحديد الأولويات في سنة واحدة (Single Year Prioritization).

٢- الطريقة الثانية :

و هي طريقة تحديد الأولويات لعدد من السنوات (Multi Year Priorization) و هي طريقة تعتمد على التحليل الاقتصادي و تقييم القطاعات في السنة الحالية مع التنبؤ بحالة القطاعات في المستقبل باستخدام نماذج التنبؤ بحيث يتم وضع خطط صيانة لعدة سنوات بما يتناسب مع الميزانية المتاحة لكل سنة و حالة القطاعات

على المدى البعيد و من مميزات هذه الطريقة تحليل مختلف الخيارات الممكنة مع التنبؤ بمستوى الأداء على المدى البعيد و اختيار الخيار الأفضل.

٣- الطريقة الثالثة :

و تسمى طريقة الحل المثلّي (Optimization) و هي تماثل الطريقة السابقة من حيث استخدامها نماذج تنبؤ بمستوى الأداء بهدف وضع خطط صيانة مستقبلية تعتمد على تقييم قطاعات الشبكة مع الأخذ بالاعتبار تأثير اختيار أي قطاع على مستوى أداء الشبكة ككل بهدف التوصل إلى رفع كفاءة الشبكة ككل إلى قيمة معينة و بطبيعة الحال فإن طرق الاختيار في هذه الطريقة تتطلب معالجة رياضية معقدة كما أنها تتطلب درجة أعلى من الدقة.

قرارات توقيت الصيانة ؟ When

يعتبر تحديد توقيت تنفيذ أعمال الصيانة من أهم التحديات التي تواجه متخذي القرار حيث يُفضل كثير من متخذي القرار تأجيل أعمال الصيانة الوقائية بهدف توفير الموارد المالية المتاحة و تركيز الاهتمام على القطاعات المنهارة.

لكن السؤال الذي يطرح نفسه في هذا المجال هو : هل تأجيل الصيانة يؤدي إلى وفر حقيقي؟

في دراسة لسلح المهندسين الأمريكي بالتعاون مع جامعة بيردو الأميركية تضمن تحليل دقيق لشبكات الطرق في خمس قواعد عسكرية ، تبين أن إهمال الصيانة الوقائية لطبقات الرصف و هي في حالة جيدة نسبياً و تركها حتى تصل إلى مستوى سيئ يؤدي إلى زيادة التكلفة الاقتصادية للصيانة بحوالي (٥٠٠% في المتوسط) فيما بينت دراسات أخرى في الدول المجاورة أن تأخير الصيانة في مصر أدى إلى زيادة كلفة الصيانة بحوالي (٧٠٠%) و بنسبة تتراوح بين (٤٠٠-٦٠٠%) في السعودية.

و فيما يلي نلخص نظام إدارة شبكة الطرق المرصوفة المعتمد عالمياً:

- نظام إدارة شبكة الطرق المرصوفة: Pavement Management System (PMS)

يتكون من ثلاث مكونات رئيسية:

١- وصف تفضيلي لكل جزء من أجزاء الشبكة (باستخدام نظام المعلومات الجغرافية GIS)

و يتضمن تحديد :

أ- الموقع و رقم خاص لكل جزء.

ب- الطول و العرض و عدد الحارات.

ج- سماكات طبقات الرصف و نوعيتها .

د- الحمولات المرورية و تكرارها .

هـ- خصائص طبقات الرصف و أكتاف الطريق.

٢- حالة طبقات الرصف: و تشمل

- أ- خشونة السطح (IRI) باستخدام RT
- ب- العيوب السطحية (يتم تقديرها بواسطة الكشف البصري)
- ج- الحالة الإنشائية باستخدام Dynaflect
- هـ- مقاومة الانزلاق باستخدام جهاز Skid Tester

٣- أعمال الصيانة السابقة:

- أ- نوع الصيانة
- ب- تكلفة أعمال الصيانة
- ج- تاريخ تنفيذ الصيانة

تقسم الصيانة إلى أربع أنواع (أو درجات):

- ١- صيانة دورية (علاجية).
- ٢- صيانة وقائية (جزرية).
- ٣- إصلاح الطريق.
- ٤- إعادة إنشاء الطريق.

عيوب الرصف الإسفلتي:

١- الشقوق التماسحية (Alligator/Fatigue Cracks):

الشقوق التماسحية أو شقوق التعب عبارة عن شقوق متداخلة متوالية حدثت نتيجة انهيار التعب للخرسانة الإسفلتية تحت تأثير الأحمال المنكررة، تبدأ هذه الشقوق تحت سطح الإسفلت حيث إجهاد وانفعال الشد عالي تحت الإطار ثم تنتشر إلى السطح في شكل شقوق طولية متوازية ونتيجة تأثير أحمال الحركة المتكررة تبدأ هذه التشققات في التواصل في كل الاتجاهات وفي شكل زوايا حادة مكونة شكلاً يشبه جلد التماسح ومن هنا جاءت تسميتها بالشقوق التماسحية.



٢- الشقوق الشبكية (Block Cracks):

الشقوق الشبكية هي شقوق متداخلة تقسم الطبقة إلى قطع مربعة بأبعاد تتراوح بين (٣٠x٣٠ سم حتى ٣x٣ م) و تختلف الشقوق الشبكية عن الشقوق التماسحية بأن الأخيرة تكون بشكل قطع صغيرة وبعده أضلاع وزوايا حادة وتوجد في مسارات الإطارات، بينما توجد الشقوق الشبكية في كل مكان على سطح الرصف. وتكثر الشقوق الشبكية في الطرق والشوارع ذات الأحجام المرورية المتدنية وفي ساحات مواقف السيارات.



3- الشقوق الطولية و العرضية (Longitudinal and Transverse Cracks):

الشقوق الطولية هي شقوق تمتد موازية لمحور الطريق، أما الشقوق العرضية فهي تمتد بعرض الرصف تقريباً متعامدة مع محور الطريق. تعتبر هذه الشقوق عيوب إنشائية (ضعف طبقة الرصف) و عيوب وظيفية (خشونة سطح الرصف) لذلك فهي من العيوب التي لا تتعلق بالأحمال المرورية، لكن الحمولات المرورية والرطوبة تُعجل بتدهور هذه الشقوق.



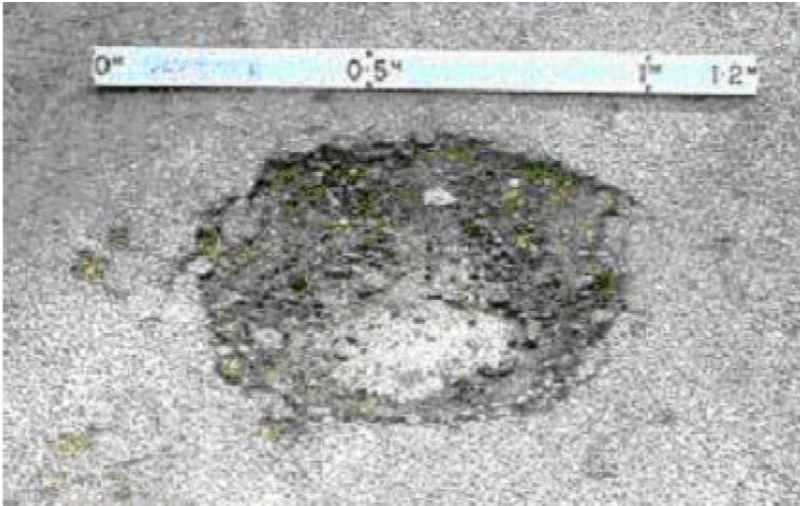
4- الرقع (Patching):

يتضمن هذا النوع من العيوب انهيار مواقع صيانة وإصلاح طبقات الرصف الموجودة. وفي الحقيقة يُعتبر الترقيع عيباً بحد ذاته حتى لو كان أداءه جيداً، وبشكل عام تتعلق بعض خشونة سطح الرصف بهذا العيب.



٥- الحفر (Potholes):

تكون الحُفر عادة بشكل حوض قطره حوالي ٧٥٠ ملم كما يكون لها أوجه رأسية بالقرب من أعلى الحفرة وهي تحدث على سطح الطريق وتختلف في العمق والاتساع فإذا حدثت الحُفر بسبب الشقوق التماسحية عالية الشدة فيجب تعريفها كحُفر وليس تطاير



٦- الزحف أو الإزاحة (Shoving):

الزحف أو الإزاحة هو حركة طولية لمساحة موضعية من سطح الطريق باتجاه حركة السير وينشأ نتيجة للأحمال الحركية المرورية، فعندما تدفع الحركة طبقة الرصف فإنها تولد أمواجاً قصيرة ومرتفعة على سطح طبقة الرصف يحدث هذا العيب في مواقع التقاطعات (تسارع وتباطؤ) وقبل الإشارات المرورية حيث التوقف وبداية الحركة أو في مناطق تلاصق الطبقة الخرسانية الأسمنتية مع الطبقة الإسفلتية المرنة.



٧- التخذد (Rutting):

هو التشوه الدائم لطبقات الإسفلت في مسار العجل وينتشر التخذد في تقاطعات الطرق الخدمية و التخذد هو هبوط في سطح الطريقة (بشكل قنوات) في منطقة مسار إطارات السيارات، ويُعتبر التخذد من العيوب الوظيفية (functional) في الرصف ولكن يدخل ضمن العيوب الإنشائية في حالة مستوى التخذد عالي الشدة . ويتعلق التخذد بالحمولات المرورية المطبقة، وسماكة الرصف و نوعية المواد ويحدث نتيجة الرص والحركة المرنة العرضية لطبقة ما أو لكل طبقات الرصف بما فيها طبقة القاعدة



وتحدث الحركة الرأسية لطبقة الرصف على طول جوانب التخدد، و يظهر التخدد بعد هطول الأمطار عندما تمتلئ مسارات الإطارات بالماء مما تسبب خطورة على الحركة، كما تنشأ خطورة أخرى عندما يكون التخدد عميق ويصعب التحكم في توجيه السيارة.

٨- نرف الإسفلت (Bleeding or Flushing):

النرف هو انتقال علوي للمواد الإسفلتية الرابطة في طبقات الرصف الإسفلتي وتشكل هذه المواد على السطح طبقة زجاجية رقيقة عاكسة و هي عادة ما تجعله لامعاً ولزجاً.



٩- التطاير و التآكل (Raveling and Weathering):

التطاير هو تفتت تدريجي لطبقة الرصف السطحية يعقبه طرد للحصى من مكانها وتتحول مواد الخلطة إلى مواد مفككة تشبه المواد الحجرية المفككة أما التآكل فهو فقدان المواد الإسفلتية المغطية لسطح الطريق , و تشير هذه العيوب إلى أن المواد الإسفلتية قد تصلبت أو أن الخلطة الإسفلتية المستعملة ضعيفة الجودة



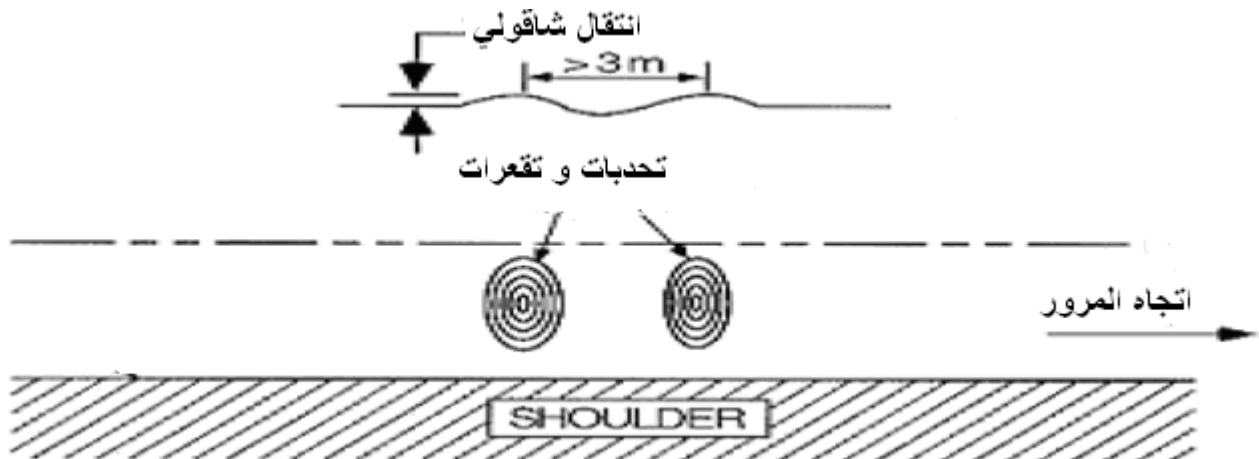
١٠- البري أو صقل الحصىات (Polished Aggregate):

هو تعري الحصى من المادة الإسفلتية وزيادة نعومتها بسبب احتكاك عجلات السيارات مما يؤدي إلى صقل الحصى وتناقص حجمها وبالتالي ضعف مقاومة الانزلاق. ويُعتبر صقل الحصى من العيوب الوظيفية التي يكون فيها الركاب على سطح الرصف إما صغيراً جداً أو غير خشن وبدون حواف (أملس) حيث تضعف مقاومته للانزلاق في هذه الحالة و بالتالي يجب معالجتها بدون تعريضها لأي قوى احتكاك إضافية تخفض من مقاومتها للانزلاق.



١١- التحدبات و التفرعات (Bumps and Sags):

تكون انحرافات السطح نحو الأعلى عادة صغيرة وتحدث نتيجة إزاحة في طبقة الرصف العلوية وهو ما يسمى بالتحدبات ولكن يجب التمييز بين هذا العيب والإزاحة التي تحدث بسبب عدم ثبات طبقة الرصف كذلك تكون التفرعات صغيرة وتحدث نتيجة للإزاحة السفلية لطبقة الرصف. إذا ظهرت التحدبات عرضياً وعمودياً على اتجاه الحركة وبمسافات أقل من ٣ م فيسمى العيب في هذه الحالة بالتموجات أما التشوهات والإزاحة التي تحدث في مساحة كبيرة فوق سطح الرصف وتسبب انحدار طويل وعريض يسمى بالانتفاخ.





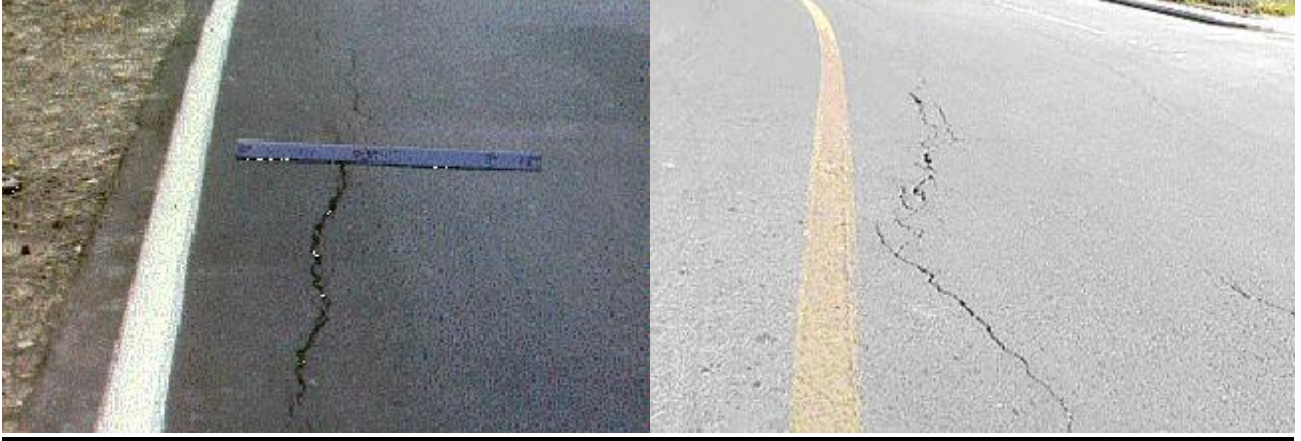
١٢- التموجات (Corrugation):

التموجات هي انخفاضات وارتفاعات متتالية ومتقاربة تحدث بمسافات منتظمة عادة ما تكون أقل من ٣ م على طول الرصف وتكون الارتفاعات عمودية على اتجاه الحركة و تُعتبر التموجات من عيوب الأداء الوظيفي للرصف لأنها تُسبب خشونة للسطح مما يؤثر على جودة القيادة ويمكن أن تحدث التموجات نتيجة لفعل القص (shear) على طبقة أو بين الطبقات السطحية وطبقة الأساس نتيجة للحركة وعادة تكون التموجات في المواقع التي يحدث فيها تسارع للحركة (عند بداية السير) أو تباطؤ للحركة (عند التوقف) كما تكون متقاطعة مع سطح الرصف وهي واضحة في مسارات الإطارات



١٣ - الشقوق الجانبية (Edge cracks):

تكون الشقوق الجانبية بشكل عام موازية لحافة الرصف وتبعد بمسافة تتراوح بين ٠.٣ - ٠.٥ متر من الحافة وتمتد هذه الشقوق بالاتجاه الطولي والعرضي وتتفرع نحو الأكتاف وتزداد الشقوق الجانبية نتيجة للأحمال المرورية وتصنف المساحة المحصورة بين الشق وحافة الرصف بأنها متطايرة إذا حدث فيها تكسر



١٤ - الشقوق الانعكاسية (Reflection cracks):

تظهر هذه الشقوق فقط على السطوح الإسفلتية التي تنفذ على بلاطات خرسانة أسمنتية ولا تتضمن شقوق انعكاسية من طبقات الأساس) بمعنى طبقات أساس أسمنتية أو جيرية محسنة (وتنشأ هذه الشقوق نتيجة للحركة المتولدة بالحرارة والرطوبة بين البلاطة الخرسانية الأسمنتية السفلية والسطح الإسفلتي، ولا يتعلق هذا العيب بالأحمال المرورية غير أن هذه الأحمال يمكن أن تسبب تكسر السطح الإسفلتي قرب الشقوق مما يتلفها



١٥ - هبوط الأكتاف (Lane Shoulder Drop):

هي اختلاف بين مستوى حافة الرصف و سطح الأكتاف، وعادة يكون مستوى الأكتاف أقل من مستوى المسار المجاور



١٦- الشقوق الانزلاقية (Slippage Cracks):

هذه الشقوق لها شكل نصف هلال وتنتقل عادة باتجاه الحركة وتظهر الشقوق الإنزلاقية في مواقع استعمال فرامل السيارات أو الدورانات حيث تسبب انزلاق أو انهيار لطبقة الرصف



١٧- الانتفاخ (Swell):

هو بروز علوي على سطح الطريق بشكل تموج متدرج بطول ٣ متر ويمكن أن يرافق الانتفاخ شقوق سطحية



١٨ - الهبوط (Landing):

هو انخفاض صغير في منطقة سطح الرصف وفي معظم الأحيان تلاحظ الهبوطات الخفيفة بعد هطول الأمطار



١٩ - تشققات الانكماش/الحرارية (Transverse/Thermal cracks):

عندما تبرد الطبقة السطحية بسرعة فإنها تحاول أن تتقلص وتؤدي الاجهادات الداخلية إلى حدوث سلسلة من التشققات العمودية باتجاه الحمولات المرورية وتسمى تشققات الانكماش و بالمثل فإن تكرار دورات تغير درجات يؤدي إلى ظهور تشققات طولية وعرضية تسمى (تشققات الإجهاد الحراري)



كذلك فإنه يمكن تلخيص التقييم البصري لعيوب طبقات الرصف الإسفلتي بالجدولين التاليين:

مدى شدة العيب Severity			مقياس تقييم العيب Criterion	نوع العيب Distress
حاد Severe	متوسط Moderate	خفيف Slight		
فشل	متدهور	جيد		رفع
مفرط	كبير	لموس	الخشونة	زحف
مفرط	كبير	لموس	المظهر	تطاير
مفرط	كبير	لموس	المظهر	نزف
$4 >$	٤ - ٢	> 2	المظهر	تشوه
$4 >$	٤ - ٢	> 2	الارتفاع	تاج مرتفع
$2 >$	٢ - ١	> 1	عرض الشقوق	تشققات جانبية
$1 >$	١ - ٠.٥	> 0.5	عرض الشقوق	تشققات تمساحية
$12 >$	١٢ - ٣	> 3	العرض	حفر
$1 >$	١ - ٠.٥	> 0.5	عرض الشقوق	تشققات شبكية
$1 >$	١ - ٠.٥	> 0.5	عرض الشقوق	تشققات طولية
$1 >$	١ - ٠.٥	> 0.5	عرض الشقوق	تشققات عرضية
$1 >$	١ - ٠.٥	> 0.5	العمق	تحدد

مدى انتشار العيب Extent					مقياس تقييم العيب Criterion	نوع العيب Distress
٥	٤	٣	٢	١		
١٠٠ - ٦٠	٦٠ - ٤٠	٤٠ - ٢٠	٢٠ - ١٠	١٠ - ٠	المنطقة %	رفع
١٠٠ - ٦٠	٦٠ - ٤٠	٤٠ - ٢٠	٢٠ - ١٠	١٠ - ٠	المنطقة %	زحف
١٠٠ - ٦٠	٦٠ - ٤٠	٤٠ - ٢٠	٢٠ - ١٠	١٠ - ٠	المنطقة %	تطاير
١٠٠ - ٦٠	٦٠ - ٤٠	٤٠ - ٢٠	٢٠ - ١٠	١٠ - ٠	المنطقة %	نزف
١٠٠ - ٦٠	٦٠ - ٤٠	٤٠ - ٢٠	٢٠ - ١٠	١٠ - ٠	المنطقة %	تشوه
١٠٠ - ٦٠	٦٠ - ٤٠	٣٠ - ١٠	٢٠ - ١٠	١٠ - ٠	المنطقة %	تاج مرتفع
١٠٠ - ٦٠	٦٠ - ٤٠	٣٠ - ١٠	١٠ - ٤	٤ - ٠	المنطقة %	تشققات جانبية
١٠٠ - ٦٠	٦٠ - ٤٠	٣٠ - ١٠	١٠ - ٤	٤ - ٠	المنطقة %	تشققات تمساحية

٥	٤	٣	٢	١	عدد	حفر
١٠٠-٦٠	٦٠-٣٠	٣٠-١٠	١٠-٤	٤-٠	المنطقة %	تشققات شبكية
٤٠٠>	٤٠٠-٣٠٠	٣٠٠-٢٠٠	٢٠٠-١٠٠	>100	طول التشققات	تشققات طولية
١٥<	٣٠-١٥	٤٥-٣٠	٧٥-٤٥	<75	تباعد التشققات	تشققات عرضية
١٠٠-٦٠	٦٠-٤٠	٤٠-٢٠	٢٠-١٠	١٠-٠	المنطقة %	تحدد

و يلخص الجدولين التاليين أسباب عيوب الرصف الإسفلتي و طرق معالجتها:

أعمال الصيانة الدورية: تشمل

١	تنظيف الأسطح الإسفلتية و الجزر الوسطية و الجانبية و الأكتاف من أي مواد غريبة على الطريق.
٢	إصلاح الحفر و المطبات في طبقات الرصف الإسفلتية.
٣	تعبئة الشقوق في طبقة الرصف السطحية.
٤	صيانة الأكتاف الترابية و إعادة رصها و تهذيب الميول.
٥	تنظيف و تهذيب مجرى الطرق تحت الجسور و كذلك مداخل العبارات و عند المداخل و المخارج و لمسافة ٢٠٠ متر لكل اتجاه في حالة الجسور و لمسافة ١٠٠ متر في حالة العبارات.
٦	تنظيف شبكات تصريف السيول بجميع أجزائها من مصارف و قنوات و أنابيب و غرف تفتيش و خزانات تجميع لضمان سريان المياه بدون عوائق.
٧	المحافظة على تماسك سطح الطريق و ميوله الجانبية
٨	المحافظة على مناسيب القطاع الطولي و القطاع العرضي.
٩	المحافظة على سلامة المرور و عدم إعاقته و خصوصاً أيام الأمطار و السيول و الفيضانات

إجراءات الصيانة الدورية: و تشمل:

١- الترقيع: و يعتبر الترقيع من أكثر وسائل صيانة طبقات الرصف الإسفلتية انتشاراً كما أن عملية الترقيع تحتاج إلى دقة و خبرة و إشراف كامل حتى لا يحدث في الطريق هبوطات أو تشققات في طبقة الترقيع و بالتالي فإن الماء سيصل إلى الطبقات السفلى و الذي سيؤدي بدوره إلى تلف كامل في الطريق و يتم إصلاح الرقع بالخطوات التالية:

١- إزالة المواد السطحية في الحفرة على أن يكون شكل الحفرة مستطيل بحيث يتم التنظيف بالكلس أو الهواء المضغوط.

٢- رش الحفرة و جوانبها بطبقة من الإسفلت المخفف السريع RC5 في حالة كانت الحفرة غير عميقة و لم تصل إلى الطابق الترابي و في حال كانت عميقة و وصلت إلى الطابق الترابي يتم الرش بطبقة من الإسفلت المخفف MC0.

٣- يتم إضافة الطبقة الإسفلتية و تسويتها.

٤- يتم الرص باستخدام الرجاجات المناسبة.

٢- تعبئة الشقوق:

تعتبر عملية تعبئة الشقوق من العمليات المهمة جداً لأنها تؤدي إلى منع تسرب المياه إلى طبقات الرصف السفلية و يتم تعبئة الشقوق باستخدام المستحلب الاسفلتي أو الإسفلت المخفف مع الإشارة إلى أن الأول هو الأفضل للشقوق

الضيقة في حين يتم استخدام الإسفلت المعدل المضاف إليه ألياف أو إسفلت مطاطي لتعبئة الشقوق الكبيرة و تتم هذه العملية وفق الخطوات التالية:

١- تنظيف الشقوق المراد تعبئتها باستعمال الهواء المضغوط.

٢- يتم صب المواد العازلة داخل الشقوق.

٣- وضع طبقة من الرمل.

٤- إزالة الرمل بعد ٢٤ ساعة.

٣- معالجة نرف الإسفلت:

يحدث نرف الإسفلت عادة في الطقس الحار حيث يشير إلى وجود نسبة عالية من الإسفلت و تتم المعالجة وفق الخطوات التالية:

١- تنظيف المساحة المطلوب معالجتها من الأتربة و المخلفات.

٢- تسخين الحصويات المراد إضافتها إلى درجة ١٥٠ درجة مئوية.

٣- إضافة الرمل أو الحصويات الناعمة فوق المساحة المتأثرة بالنرف.

٤- الرص باستخدام مداخل مطاطية.

٥- التخلص من الحصويات الزائدة.

٤- صيانة أكتاف الطريق:

تتضمن صيانة الأكتاف تعديل السطح أو التسوية أو تحسين التدرج و يتم استخدام الغريدر بحيث يتم إضافة الحصويات ثم يتم الرص بعد إضافة الماء، مع تجنب حرث الأكتاف لتفادي التأثير على استقرار المقطع العرضي للطريق.

إعداد

د. م. مهند العفاش