# عيوب طبقات الرصف الاسفلتية

# Flexible Pavement Distresses

أعداد

المهندس المدني

احمد جبار كاكه حمه

# عيوب طبقات الرصف الاسفلتية

Flexible Pavement Distresses

# Flexible Pavement Distresses

أعداد

المهندس المدني

احمد جبار كاكه حمه

تتطلب حاجات الدول و الشعوب وسائل لتتمكن بها من تحقيق التواصل المستمر ، و كانت طرق المواصلات و لازالت العامل الاهم في الحضارة الانسانية . و منذ القدم تم الاهتمام بشق و تعبيد الطرق و وضعها في خدمة المواطنين لتفعيل النشاط الاقتصادي و التواصل الحضاري و الوصول الى ابعد نقطة ممكنة من الدول و الممالك .

تعتبر خدمات الطرق احد شرايين الحياة الاساسية و الذي تدل على تطور البلد و نموه الاقتصادي و الحضاري . اما صيانة الطرق فأنها تحافظ على ديمومة الطرق بعد انشائها و تضمن استمرارها بالخدمة ٠ و صيانة الطرق هي كل ما ينفذ من اعمال لتتمكن الطرق من اداء وظائفها بحالة ممتازة و مقاومة لحركة المرور و الظروف الجوية بأجراء الصيانة الدورية او التصليحات الخاصة ٠ لقد تطورت اعمال الصيانة و اصبح هناك تصنيف لهذه العيوب و تم تحديد اسباب كل عيب و طرق علاجه و حسب درجة تضرره . هناك اساليب و طرق استخدمت لتقييم حالة التبليط لأجراء الصيانة المناسبة لها ، و من تلك الطرق طريقة بيفر Paver التي اعتبرت مؤخرا بانها الطريقة الدقيقة و الموضوعية لقييم حالة تبليط الطرق ٠ و فيها تم تصنيف العيوب السطحية في التبليط المرن الى ( ١٩ ) عيب و كل عيب له مواصفاته و درجة شدته و من خلالها يمكن تحديد مواقع الخلل ٠

## تعريف ببعض المصطلحات الشائعة :

1- **العيوب ( Distresses ) :**
**هي عيوب الرصف المرئية او التي يمكن حصرها و لها علاقة بدورة حياة قطاع من طبقة الرصف او الطريق تحت تأثير الحمولات المرورية و عوامل الطقس ٠ يمكن تمييز عيوب التقادم ، التعرية ، الكلل و المواد بصريا بالعين المجردة او بأستعمال التقنيات الميكانيكية ، و على عكس ذلك فالعيوب المرتبطة بمواد الاساس ، التصريف أو حالات اخرى فتصنف ضمن العيوب الغير مرئية ٠**

2- **الشدة ( Severity ) :**
**يختلف تعريف الشدة حسب العيب و هو بشكل عام قياس لمدى الضرر و التدهور في كثافة عيب ما ، مثلا زيادة عرض الشقوق و تدهورها ، او التفتت و فقدان المواد ٠**

3- **الامتداد / الكمية ( Extent ) :**
هو قياس للمساحة و الطول او العدد المتعلق بالعيب ، و هو مدى كثرة انتشار و امتداد العيب٠

4- ممر الاطارات ( Wheel path ) :
**يوجد ممرين لمسار الحركة ، فاذا قسم المسار الى نصفين متساويين فأن أي نصف من هذه المسارات يحوي ممر واحد من الاطارات ، لذلك يحوي المساريين اربعة ممرات للاطارات و التي بدورها تشكل الشارع النموذجي او الطريق او الطريق السريع ٠**

5- **شدة العيب السائدة او المسيطرة ( Predominant ) :**
**هي حالة العيب غالبة الشدة ، عموما اذا وجد جزءان متساويان تقريبا لاكثر من شدة فيتم تسجيل الشدة العالية ، و اذا سجلت كل شدة للعيب بشكل منفصل فيجب استخدام مفهوم الشدة السائدة ٠**

6- **تآكل الحواف ( Spalling ) :**
**هو تدهور للطرف الحاد الذي تشكل بجانب الشقوق ٠ و في حالة التآكل الشديد تتكسر قطع من سطح الرصف تؤدي لزيادة عرض الشقوق على السطح اكبر من عرضها اسفل السطح مشكلة سطحا غير منتظم ، كما يمكن ان يمتد التآكل الكبير الى كامل العمق ٠**

7- **الشقوق ( Cracks ) :**
**هي شقوق عشوائية رأسية تقريبا على سطح الرصف حدثت بسبب حركة السير و/ او بالاجهاد الحراري ٠**

8- **الانحناء ( Deflection ) :**
**هو حركة نحو الاسفل لمقطع من الرصف نتيجة الاحمال ٠**

9- **التفتت ( Disintegration ) :**
**هو تكسر طبقة الرصف الى احجام صغيرة و اجزاء مفككة نتيجة للحركة و التعرية ٠**

10- **البنية الانشائية للرصف ( Pavement Structure ) :**
**هي طبقات منتظمة مكونة من مواد مختارة توضع على الاساس او على تربة القاعدة ٠**

# عيوب طبقات الرصف الاسفلتية

تبدأ عملية تدهور الطريق مباشرة بعد فتحه للحركة المسير عليها ، حيث يبدأ هذا التدهور ببطء شديد لدرجة يصعب ملاحظته في البداية ، و بمرور الزمن يزداد التدهور بمعدلات سريعة .

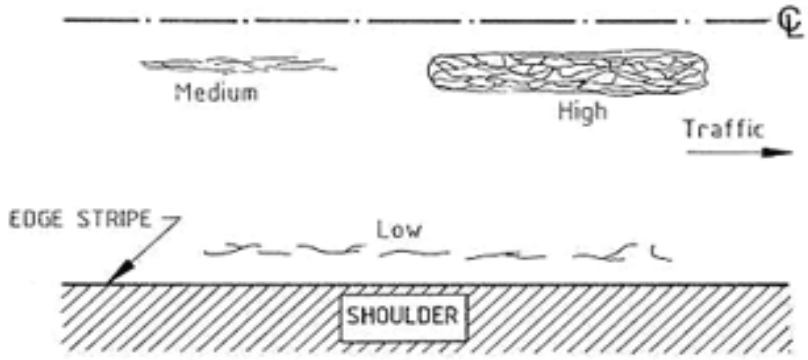
من عيوب طبقات الرصف الاسفلتية التي تظهر في شبكات الطرق :

| ت | انواع عيوب طبقات الرصف الاسفلتية | |
|---|---|---|
| 1 | الشقوق التمساحية أو الكلل | Aligator/ Fatigue Cracking |
| 2 | الشقوق الشبكية | Block Cracking |
| 3 | الشقوق الطولية والعرضية | Longitudinal and transverse Cracks |
| 4 | التخدد | Rutting |
| 5 | الترقيع | Patching |
| 6 | الحفر | Potholes |
| 7 | الزحف | Shoving |
| 8 | الهبوطات | Depression |
| 9 | التقعرات والتحدبات | Bumps and Sags |
| 10 | التموجات | Corrugation |
| 11 | شقوق الفواصل الإنعكاسية | Joint Reflection Cracking |
| 12 | الإنتفاخ | Swell |
| 13 | بري أو صقل الحصى | Polished Aggregate |
| 14 | التطاير والتآكل | Raveling and Weathering |
| 15 | رقع حفريات الخدمات | Patch Utility Cut |
| 16 | النزيف أو طفح الأسفلت | Bleeding or Flushing |
| 17 | الشقوق الجانبية | Edge Cracking |
| 18 | الشقوق الإنزلاقية | Slippage Cracks |
| 19 | شقوق أكتاف المسارات | Lane-Shoulder Drop-off |
| 20 | تقاطع سكة الحديد | Railroad Crossing |
| | | |

فيما يلي شرح لانواع عيوب طبقات الرصف الاسفلتية متضمنا الاسم والوصف، ومستويات الشدة، وطريقة القياس، والأسباب المحتملة وتوصيات المعالجة لكل نوع من العيوب اعتمادا على درجة الشدة وكثافة انتشار العيب ، مع رسومات توضح شكل العيب وموقعه على طبقة الرصف في الطريق بهدف تدعيم التعرف البصري على العيب، كما تم تزويده بصور فوتوغرافية لكل أنواع عيوب الرصفات.

## الشقوق التمساحية أو شقوق الكلل Alligator/Fatigue Cracking

الشقوق التمساحية أو شقوق الكلل : عبارة عن شقوق متداخلة متوالية حدثت نتيجة انهيار الكلل للخرسانة الإسفلتية تحت تأثير الأحمال المتكررة. 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 التمساح ومن هنا جاءت تسميتها بالشقوق التمساحية و تكون هذه القطع بطول لا يتجاوز ٦٠ سم في الاتجاه الاطول . تعتبر عيوب انشائية رئيسية. تحدث هذه الشقوق دائماً في المواقع التي تكون فيها أحمال الحركة متكررة وخاصة في مسارات الإطارات . ويُبين الشكل رسماً لهذه الشقوق ومستويات الشدة وموقعها من الطريق.




### الأسباب المحتملة :

تتضمن الأسباب المتوقعة للشقوق التمساحية سبب أو أكثر من الأسباب التالية:

1- تلف طبقة الخرسانة الإسفلتية نتيجة لتلف الطبقة السفلية بسبب الأحمال المرورية المتكررة.
2- عدم ثبات حالة طبقة الأساس الإسفلتي أو طبقة تحت الأساس بسبب هبوط زائد للسطح.
3- ضعف طبقة الأساس الحجري مما جعلها غير قادرة على الهبوط الزائد الناتج من الأحمال المرورية.
4- تقادم المواد الإسفلتية بفعل الزمن.
5- عدم كفاية سماكة طبقات الرصف ( زيادة الاحمال عن الاحمال التصميمية ) .
6- ضعف تصريف في طبقتي القاعدة وتحت الأساس.

### مستويات الشدة و طريقة المعالجة المقترحة :

شدة عالية للشقوق التمساحية

شدة متوسطة

شدة منخفضة للشقوق التمساحية

مستويات الشدة :

| ت | مستوى الشدة | الحالات لكل نوع |
|---|---|---|
| 1 | منخفضة الشدة | **هو المستوى الذي تكون فيه الشقوق طولية شعرية وموازية لبعضها البعض مع تداخلات صغيرة ،كما تكون قليلة العرض والعدد.** |
| 2 | متوسطة الشدة | **هو المستوى الذي تكون فيه الشقوق على شكل شبكة من الشقوق المتقاطعة بدأ عرضها في الزيادة ولكن مازال ضمن الجزء السطحي للطبقة.** |
| 3 | عالية الشدة | **هو المستوى الذي تكون فيه الشقوق كثيرة وعميقة وعريضة ومتداخلة مع بعضها حيث تصبح طبقة الرصف منقسمة إلى أجزاء منفصلة قابلة للحركة عندما تتعرض لحركة المرور.** |

طريقة المعالجة المقترحة : يبين الجدول أساليب الصيانة المقترحة للشقوق التمساحية حسب الشدة والكثافة .

| الشدة | الكثافة / Alligator/Fatigue Cracking | | |
|---|---|---|---|
| | منخفضة | متوسطة | عالية |
| | اقل من 10% | 11%-50% | اكثر من 50% |
| منخفضة الشدة | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا | Slurry Seal<br>ملاط أسفلتي | Slurry Seal<br>ملاط أسفلتي |
| متوسطة الشدة | Deep Patching<br>ترقيع عميق | Deep Patching<br>ترقيع عميق | Deep Patching<br>ترقيع عميق |
| عالية الشدة | Deep Patching<br>ترقيع عميق | Deep Patching<br>ترقيع عميق | Reconstraction<br>اعادة انشاء |

في حالة تبين أن سبب الشقوق التمساحية هو ارتفاع منسوب المياه تحت السطحية (الجوفية)، فإنه يجب إصلاح الطبقات الترابية (الأساس وما تحت الأساس) كما يجب عمل تصريف جيد للمياه حتى لا تصل إلى طبقات الرصف

كثافة العيب % = ( المساحة المتأثرة بالعيب / المساحة الكلية للقطاع الممسوح ) * 100

طريقة القياس : يتم قياس مستويات الشدة بحساب المساحة المتأثرة بالشقوق بالمتر المربع، فمثلا إذا كان شق واحد فمساحته هي طوله بعرض واحد متر، كما يتم تحديد كل مستوى شدة لوحده، أما إذا كان هناك منطقة تتداخل فيها مستويات الشدة الثلاثة فيتم اختيار مستوى الشدة الأكثر كثافة. وتقاس كثافة العيب بقسمة المساحة المتأثرة به على المساحة الكلية للمقطع الممسوح مضروباً بمائة.

طريقة الصيانة : الكشف على موقع الانهيار لتحديد درجة الانهيار و سبب حدوثه لتحديد طريقة الصيانة باحدى الطرق الاتية :

1- اذا كان الانهيار في مراحله الاولى يتم حقنه بمادة اسفلتية سائلة مع رش رمل ناعم فوقه .
2- اذا كان الانهيار تجاوز المراحل الاولى يتم معالجته عن طريق :

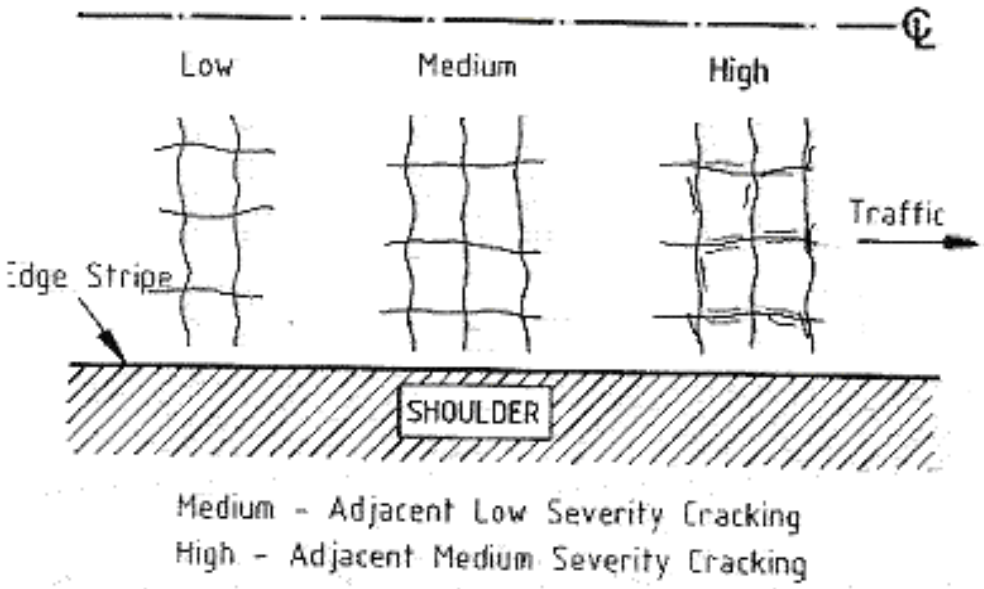
أ ازالة الطبقة او الطبقات الاسفلتية التالفة و اعادة تعبيدها بطريقة الترقيع في حالة ان الانهيار لم يتعدى الطبقات الاسفلتية .

ب ازالة الطبقة او الطبقات الاسفلتية التالفة وما تحتها من طبقات الرصفللوصول الى الطبقة الغير متضررة و يتم اعادة الرصف بمواد مختارة مخلوطة بالماء و متجانسة مع مواد الطريق و الدمك على طبقات للوصول الى درجة الدمك المطلوبة و يتم اعادة تعبيدها بطريقة الترقيع .

لتفادي حدوث الحالة : يجب وضع تصريف صحي مناسب و كافي ، تصميم و استخدام خلطة تركيبية جيدة ، معالجة الزفت فور استهلاكه زمنيا ، وضع طبقات سطحية تركيبية في الوقت المناسب للزيادة في قوة ثبات الزفت.

## الشقوق الشبكية Block cracking

الشقوق الشبكية هي شقوق متداخلة تقسم الطبقة إلى قطع مربعة( او مستطيلة) بأبعاد حوالي ٣٠×٣٠ سم إلى ٣×٣ متر و تكون الزوايا قائمة و(اكبر من ٣ * ٣ تصنف كشقوق طولية او عرضية ) هي مرحلة متقدمة من التشققات الطولية و العرضية. وتختلف الشقوق الشبكية عن الشقوق التمساحية بأن الأخيرة توجد 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. يوضح الشكل الشقوق الشبكية ومستويات شدتها.




### الأسباب المحتملة :

تُعتبر الشقوق الشبكية من العيوب الوظيفية والإنشائية والسبب الأساس لها هو الانكماش الحراري للمواد الإسفلتية الرابطة نتيجة للانفعال والإجهاد الدوري، كما يُشير ظهور هذه الشقوق إلى تصلب الإسفلت بدرجة كبيرة. غير أن الشقوق الشبكية من العيوب غير المتعلقة بالأحمال بالرغم من زيادة مستوى شدتها نتيجة لتأثير الأحمال، كما أن الخرسانة الإسفلتية الضعيفة تُعجل من بداية ظهور هذه الشقوق.

### مستويات الشدة و طريقة المعالجة المقترحة :

شدة منخفضة للشقوق الشبكية.

شدة متوسطة

شدة عالية للشقوق الشبكية

**مستويات الشدة :** لتصنيف مستويات الشدة للشقوق الشبكية لأي نوع من الانواع الثلاثة يجب توفر احدى تلك الحالات الواردة امام كل مستوى في الجدول التالي :

| ت | مستوى الشدة | | الحالات لكل نوع |
|---|---|---|---|
| 1 | منخفضة الشدة | 1 | الشقوق غير المملوءة (Non-Filled) بعرض أقل من (١٠ ملم). |
| | | 2 | الشقوق المملوءة بمواد عازلة بأي عرض كانت في حالة مقبولة. |
| 2 | متوسطة الشدة | 1 | يتراوح عرض الشقوق أكثر من ١٠ملم وأقل من ٧٥ ملم. |
| | | 2 | الشقوق بعرض أقل أو يساوي ٧٥ ملم ومحاطة بشقوق عشوائية خفيفة. |
| | | 3 | شقوق مليئة بأي عرض ومحاطة بشقوق عشوائية خفيفة. |
| 3 | عالية الشدة | 1 | أي شقوق مليئة أوغير مليئة محاطة بشقوق عشوائية عالية أو متوسطة الشدة. |
| | | 2 | عرض الشقوق غير المملوءة أكبر من ٧٥ ملم . |
| | | 3 | شقوق بعرض حوالى ١٠٠ملم ومحاطة بشقوق شديدة ومكسرة. |

**طريقة المعالجة المقترحة :** يبين الجدول أساليب الصيانة المقترحة للشقوق الشبكية حسب الشدة والكثافة .

| الشدة | الكثافة / Block cracking | | |
|---|---|---|---|
| | منخفضة | متوسطة | عالية |
| | اقل من 10% | 11%-50% | اكثر من 50% |
| منخفضة الشدة | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا |
| متوسطة الشدة | Crack Sealing<br>تعبئة الشقوق | Crack Sealing<br>تعبئة الشقوق | Slurry Seal<br>ملاط أسفلتي |
| عالية الشدة | Slurry Seal<br>ملاط أسفلتي | Slurry Seal<br>ملاط أسفلتي | Thin overlay<br>طبقة اسفلتية رقيقة |

يجب ملء الشقوق قبل تنفيذ الملاط الإسفلتي أو الطبقة الرقيقة.

طريقة القياس : تُقاس الشقوق الشبكية بالمتر المربع للمنطقة المتأثرة ولجميع مستويات الشدة.

مقارنة بين Alligator/Fatigue Cracking و Block cracking

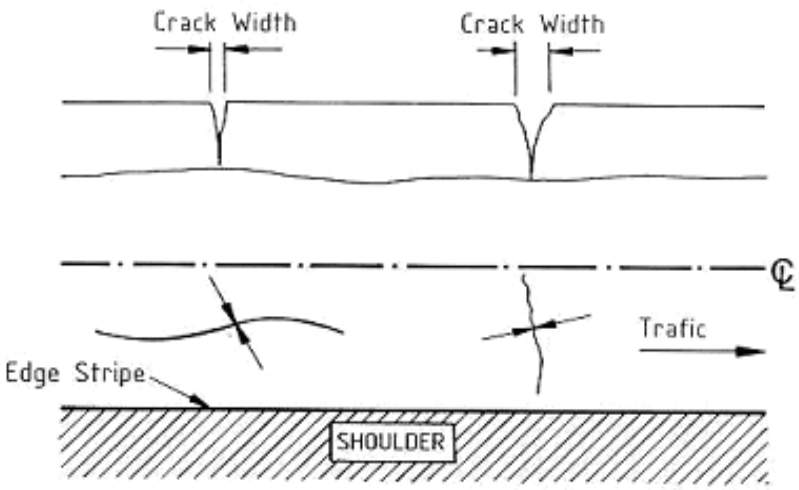
| ت | من حيث | الشقوق التمساحية | الشقوق الشبكية |
|---|---|---|---|
| 1 | الشكل | عشوائية الشكل | مستطيلة تقريبا |
| 2 | سبب الحدوث | الكثافة المرورية العالية | فروقات درجات الحرارة اليومية |
| 3 | مساحة المقطع | صغيرة وبعدة أضلاع وزوايا حادة | كبيرة |
| 4 | بداية ظهورها | تبدأ بالظهور من اسفل الطبقة الاسفلتية الى الاعلى | تبدأ من اعلى الطبقة الاسفلتية الى الاسفل |

**طريقة الصيانة :** اذا كان في مراحله الاولى يتم حقن التشققات بمادة اسفلتية مناسبة مع رش رمل ناعم فوقها و الدك .اما اذا كان التشققات في مراحلها المتقدمة يتم عمل ما يلي :

1- ازالة الطبقة المتضررة و اعادة تعبيدها بطريقة الترقيع .
2- كشط المساحة المتضررة و اعادة تعبيدها بالخلطة الاسفلتية الساخنة .
3- اعادة تعبيد المنطقة المتضررة بعد اجراء عملية حقن التشققات بالمادة الاسفلتية .

## الشقوق الطولية والعرضية 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) وعيوب وظيفية (خشونة سطح الرصف)، لذلك فهي من العيوب التي لا تتعلق بالأحمال المرورية، لكن الأحمال والرطوبة تُعجل بتدهور هذه الشقوق.تبدأ الشقوق الطولية و العرضية في الظهور من اعلى سطح الطبقة الاسفلتية و تمتد الى اسفلها و يعود السبب الرئيسي لحدوث هذا العيب هو تقلبات في درجات الحرارة اليومية.



### الأسباب المحتملة :

1- عدم جودة تنفيذ فواصل المسار joints (في حالة الشقوق الطولية) .
2- انكماش سطح الخرسانة الإسفلتية نتيجة لانخفاض درجة الحرارة أو تصلب الإسفلت .
3- الشقوق الانعكاسية الناتجة عن الشقوق السفلية تحت الطبقة السطحية مثل شقوق البلاطات الخرسانية الأسمنتية (لكن لا تتضمن فواصل البلاطات الخرسانية) .

### مستويات الشدة و طريقة المعالجة المقترحة :

شدة عالية للشقوق الطولية والعرضية

شدة متوسطة

شدة منخفضة للشقوق الطولية والعرضية

**مستويات الشدة :** لتصنيف مستويات الشدة للشقوق الطولية والعرضية لأي نوع من الانواع الثلاثة يجب توفر احدى تلك الحالات الواردة امام كل مستوى في الجدول التالي :

| ت | مستوى الشدة | | الحالات لكل نوع |
|---|---|---|---|
| 1 | منخفضة الشدة | 1 | الشقوق غير المملوءة (Non-Filled) بعرض أقل من (١٠ ملم). |
| | | 2 | الشقوق المملوءة بمواد عازلة بأي عرض كانت في حالة مقبولة. |
| 2 | متوسطة الشدة | 1 | شقوق غير مملوءة بعرض يتراوح بين ١٠-٧٥ ملم . |
| | | 2 | شقوق غير مملوءة بعرض أقل من ٧٥ ملم محاطة بشقوق ثانوية رقيقة. |
| | | 3 | شقوق مليئة بأي عرض ومحاطة بشقوق عشوائية خفيفة. |
| 3 | عالية الشدة | 1 | أي شقوق مليئة أوغير مليئة محاطة بشقوق عشوائية عالية أو متوسطة الشدة. |
| | | 2 | عرض الشقوق غير المملوءة أكبر من ٧٥ ملم . |
| | | 3 | شقوق بعرض حوالي ١٠٠ملم ومحاطة بشقوق شديدة ومكسرة. |

**High**: Combination of both longitudinal and transverse

**طريقة المعالجة المقترحة :**

ان الاجهاد الذي يتعرض له الاسفلت بسبب الشاحنات ( ضغط عجلات الشاحنات ) و الحالة الغير مستقرة لطبقة الاساس الحبيبي و التنفيذ الغير جيد هناك عدة خيارات متاحة تعتمد على شدة التشقق و الحالة الانشائية للرصف ، بالنسبة للتشققات الرفيعة الامر الاكثر اهمية هو منع الرطوبة من الوصول الى الطبقات التحتية حتى لا تؤثر على استقرارها ، اما التشققات الطولية الاكثر شدة تشير الى مشكلة كبيرة في جسم الطريق و يكون الحل باستخدام السمك و المواد ذات التصميم الجيد في البناء و ايضا اجراء صيانة وقائية لزيادة قوة الاسفلت و استخدام البوليمر المعدل .

في الجدول أساليب الصيانة المقترحة للشقوق الطولية و العرضية حسب الشدة و الكثافة .

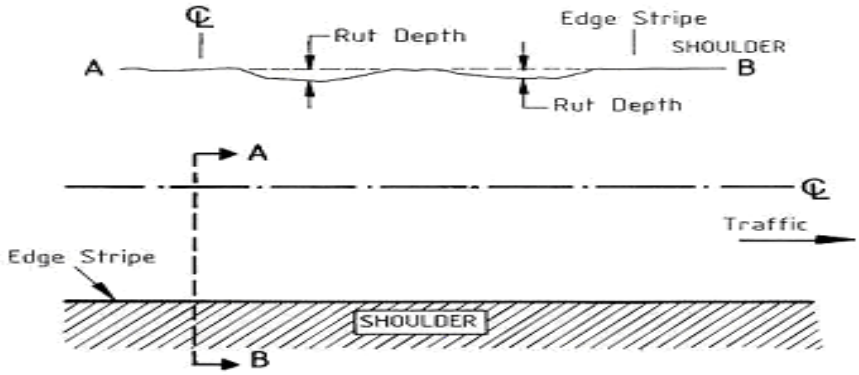
| الشدة | الكثافة / Longitudinal and Transverse Cracks | | |
|---|---|---|---|
| | منخفضة | متوسطة | عالية |
| | اقل من 10% | 11%-50% | اكثر من 50% |
| منخفضة الشدة | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا |
| متوسطة الشدة | Crack Sealing<br>تعبئة الشقوق | Crack Sealing<br>تعبئة الشقوق | Crack Sealing<br>تعبئة الشقوق |
| عالية الشدة | Slurry Seal<br>ملاط أسفلتي | Slurry Seal<br>ملاط أسفلتي | Thin overlay<br>طبقة اسفلتية رقيقة |

طريقة القياس : تُقاس الشقوق الطولية والعرضية بحساب المساحة المتأثرة بالمتر المربع ويُسجل كل مستوى من مستويات الشدة منفصلاً عن الآخر في المقطع الواحد. فمثلاً إذا كان شق واحد فمساحته هي طول الشق وبعرض متر واحد

**طريقة الصيانة :** اذا كان في مراحله الاولى يتم حقن التشققات بمادة اسفلتية مناسبة مع رش رمل ناعم فوقها و الدك .اما اذا كان التشققات في مراحلها المتقدمة و ادت الى ظهور الحفر فيتم ازالة الطبقة المتضررة و اعادة تعبيدها بطريقة الترقيع.

## التخدد Rutting

التخدد هو هبوط في سطح الطريق (بشكل قنوات) في منطقة مسار إطارات السيارات، ويُعتبر التخدد من العيوب الوظيفية (functional) في الرصفات، ولكن يدخل ضمن العيوب الإنشائية في حالة مستوى التخدد عالي الشدة. ويتعلق التخدد بالأحمال، وسماكات الرصف والمواد ويحدث نتيجة الدك والحركة المرنة العرضية لطبقة ما أو لكل طبقات الرصف بما فيها طبقة القاعدة. وتحدث الحركة الرأسية لطبقة الرصف على طول جوانب التخدد.




ويظهر 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.

### الأسباب المحتملة :

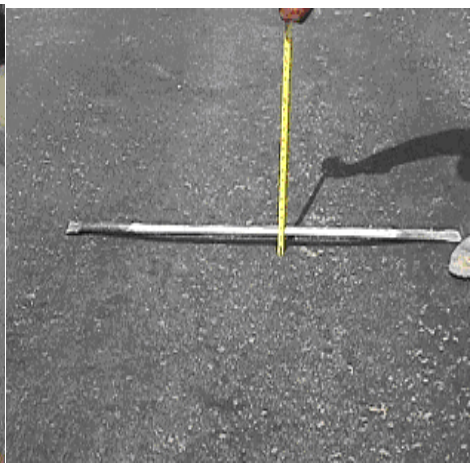
يُساهم ضعف المواد أو ضعف مواد تصميم الخلطة في انضغاط الطبقات، إضافة إلى عدم كفاية الدك أثناء التنفيذ، نعومة الخلطة الإسفلتية، ليونة مواد الطبقات السفلية نتيجة لتسرب المياه أو صدمات الإطارات (Studded tires)، حمولات ثقيلة و توقفات مستمرة للشاحنات، حساسية الاسفلت للحرارة، ضعف الخلطة، الرطوبة ،سماكات طبقات الرصف كلها من مسببات التخدد .

بصفة عامة يحدث نتيجة للحمولات المحورية العالية و المرتبطة باحد الاسباب الاتية :

1- عيوب في مكونات الخلطة الاسفلتية و مصنعيتها : و هذه العيوب هي ( زيادة نسبة المادة الناعمة في الخلطة الاسفلتية - قلة نسبة حبات الحصى و زيادة نسبة المادة الاسفلتية الرابطة في الخلطة- عدم كفاية الدك لطبقة الخلطة الاسفلتية .

2- عيوب في البنية التحتية (طبقة التاسيس) : و هذه العيوب هي ( عدم كفاية سمك طبقات الرصف - ضعف مكونات طبقات الرصف - عدم كفاية الدك للطبقات .

### مستويات الشدة و طريقة المعالجة المقترحة :



شدة منخفضة للتخدد

شدة متوسطة

شدة عالية للتخدد

مستويات الشدة :

| ت | مستوى الشدة | الحالات لكل نوع |
|---|---|---|
| 1 | منخفضة الشدة | يتراوح متوسط العمق لهذا المستوى بين ٦- ١٣ ملم. |
| 2 | متوسطة الشدة | يتراوح متوسط العمق بين ١٤-٢٥ ملم. |
| 3 | عالية الشدة | يساوي متوسط عمق التخدد عند هذا المستوى أكثر من ٢٥ ملم. |

طريقة المعالجة المقترحة : يبين الجدول التالي أساليب الصيانة المقترحة للتخدد حسب الشدة والكثافة .

| الشدة | الكثافة / Rutting | | |
|---|---|---|---|
| | منخفضة | متوسطة | عالية |
| | اقل من 10% | 11%-50% | اكثر من 50% |
| منخفضة الشدة | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا |
| متوسطة الشدة | Milling and repave<br>كشط و اعادة رصف | Milling and repave<br>كشط و اعادة رصف | Milling and repave<br>كشط و اعادة رصف |
| عالية الشدة | Deep Patching<br>ترقيع عميق | Deep Patching<br>ترقيع عميق | Reconstraction<br>اعادة انشاء |

طريقة القياس : يُقاس متوسط عمق التخدد بوضع قدة طولها (١,٢م) تتقاطع عمودياً على التخدد ويتم تسجيل أقصى عمق ثم تؤخذ متوسط القياسات كل ٦ أمتار من طول التخدد لتحديد مستوى الشدة، وتُقاس المساحة المتأثرة بالمتر المربع لكل مستوى شدة على حده .

**ملاحظة : اذا وجدت الشقوق التمساحية و التخدد في نفس المساحة يتم تسجيل كل عيب على حده مع تحديد درجة الشدة لكل عيب .**

طريقة الصيانة : ينبغي الكشف على المنطقة المتضررة لتحديد مساحة العيب و سبب حدوثه و طريقة صيانته باحدى الطرق التالية :

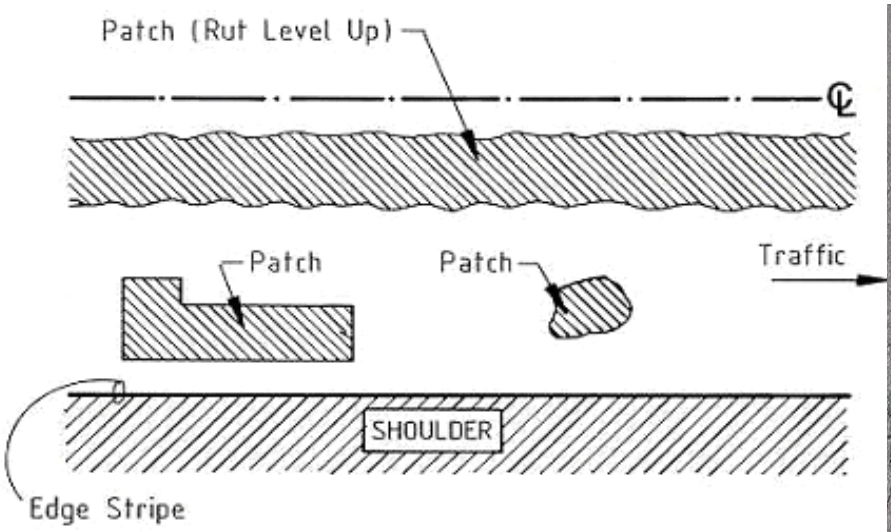
1- اذا كان السبب وجود عيب في الخلطة الاسفلتية :يتم ازالة الطبقة او الطبقات المتضررة و اعادة تعبيدها بطريقة الترقيع.

2- اذا كان السبب وجود عيب في البنية التحتية :يتم معالجة طبقات الاساس و اعادة تعبيدها بطريقة الترقيع.

3- اذا كانت مساحة المنطقة المتضررة كبيرة و في طبقة الخلطة الاسفلتية فقط يتم تسوية جانبي الهبوط بواسطة الكشط او بالطريقة المناسبة حسب درجة العيب مع اعطاء طبقة اضافية رقيقة جديدة لسطح

## الـتـرقـيـع Patching

هي مساحة من الرصف ازيلت و استبدلت بالمادة الجديدة بغرض اصلاح الرصف .يتضمن هذا النوع من العيوب انهيار مواقع صيانة وإصلاح طبقات الرصف الموجودة. وفي الحقيقة يُعتبر الترقيع عيباً بحد ذاته حتى لو كان أداؤه جيداً، وبشكل عام تتعلق بعض خشونة سطح الرصف بهذا العيب.



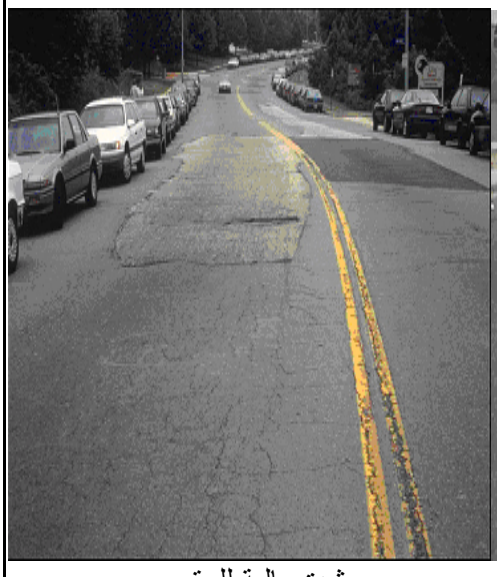
### الأسباب المحتملة :

1- الأحمال المرورية .
2- عدم ضبط جودة المواد أو سوء تنفيذ إعادة الردم وسوء تشغيل الإسفلت .
3- وجود مناطق متضررة من الطريق و التي تم عمل الصيانة المناسبة لها.

### مستويات الشدة و طريقة المعالجة المقترحة :

شدة منخفضة للرقع

شدة متوسطة



شدة عالية للرقع

مستويات الشدة :

| ت | مستوى الشدة | الحالات لكل نوع |
|---|---|---|
| 1 | منخفضة الشدة | هو المستوى الذي يؤثر بشكل بسيط على مستوى جودة القيادة ويكون فيه الترقيع بحالة جيدة. |
| 2 | متوسطة الشدة | هو المستوى الذي يؤثر بشكل متوسط على مستوى جودة القيادة ويكون فيه الترقيع متدهور تدهوراً متوسطاً. |
| 3 | عالية الشدة | هو المستوى الذي يؤثر بشكل شديد على مستوى جودة القيادة ويكون فيه الترقيع متدهوراً بشكل كبير ويحتاج إلى صيانة فورية. |

طريقة المعالجة المقترحة : يبين الجدول التالي أساليب الصيانة المقترحة للرقع حسب الشدة والكثافة .

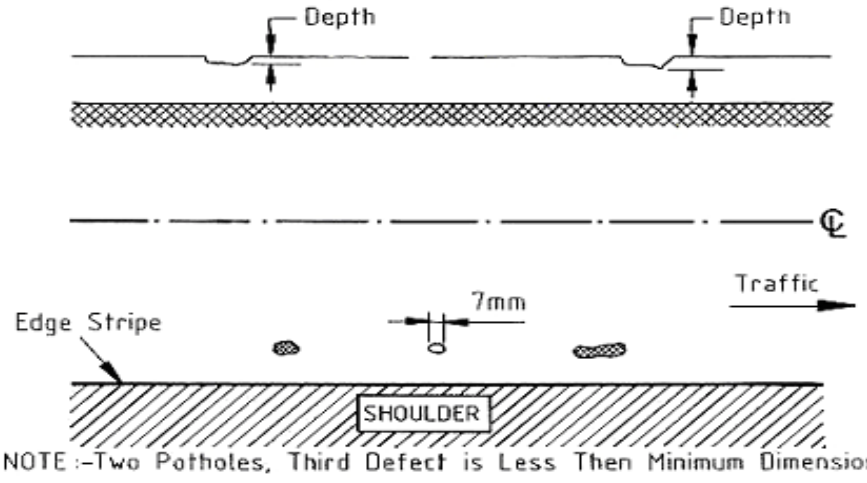
| الشدة | الكثافة / Patching | | |
|---|---|---|---|
| | منخفضة | متوسطة | عالية |
| | اقل من 10% | 11%-50% | اكثر من 50% |
| منخفضة الشدة | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا |
| متوسطة الشدة | surface Patching<br>ترقيع سطحي | surface Patching<br>ترقيع سطحي | surface Patching<br>ترقيع سطحي |
| عالية الشدة | Deep Patching<br>ترقيع عميق | Deep Patching<br>ترقيع عميق | Deep Patching<br>ترقيع عميق |

طريقة القياس : يُقاس ب(م٢) ، وإذا كان هناك مستويات شدة مختلفة في الترقيع الواحد فيجب قياس كل مستوى شدة على حده. أما إذا كان يوجد عيوب أخرى مع الترقيع فلا يتم تسجيل هذه العيوب كعيوب منفصلة. في حالة إزالة مساحة كبيرة من طبقة الرصف واستبدالها بترقيع فهذا لا يُعتبر ترقيعاً.

طريقة الصيانة : اذا كانت الرقعة لا تؤثر على مستوى الراحة اثناء القيادة فتوضع تحت المراقبة .
اذا كانت الرقعة تؤثر على مستوى الراحة اثناء القيادة فيتم ازالتها و اعادة تعبيدها بطريقة الترقيع .اذا وجد في الطريق اكثر من رقعة و كانت متقاربة من بعضها البعض مما يؤدي الى عدم جدوى صيانتها بطريقة الترقيع فيتم كشط و اعادة تعبيد كامل مساحة الترقيع لرفع كفاءة الطريق .

## الحُفر Potholes

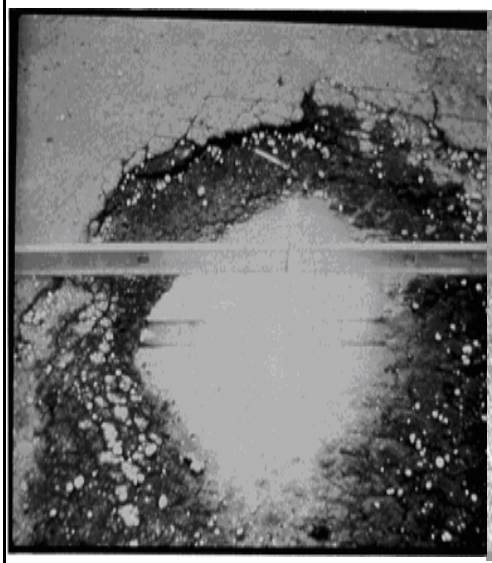
وجود حفر صغيرة في سطح الطريق نتيجة وجود عيب او اكثر فيه مثل(التشققات بانواعها - تطاير حبات الحصى )و يزداد حجم هذه الحفر نتيجة لتجمع المياه فيها و مرور حركة السير عليها . تكون الحُفر عادة بشكل حوض قطره حوالي ٧٥٠ ملم، كما يكون لها أوجه رأسية بالقرب من أعلى الحفرة، وهي تحدث على سطح الطريق وتختلف في العمق والاتساع. فإذا حدثت الحُفر بسبب الشقوق التمساحية عالية الشدة فيجب تعريفها كحُفر وليس تطاير (Weathering). الحفر من العيوب الانشائية.



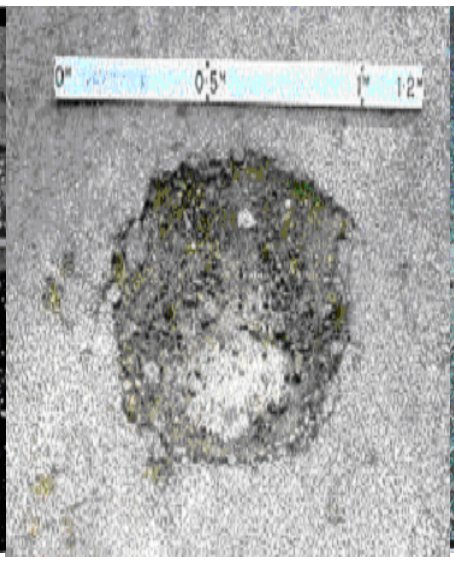
### الأسباب المحتملة :

1- تكسر سطح طبقة الرصف نتيجة للشقوق التمساحية.
2- التفتت الموضعي لسطح طبقة الرصف ، سوء تصريف مياه الامطار .
3- وجود الرطوبة وفعل الحركة يُعجل من نشوء الحُفر.
4- البنية الضعيفة ، الضرر التراكمي ، القساوة بسبب الاستهلاك .
5- وجود التشققات بمختلف انواعها و بدرجة متقدمة ،تطاير حبات الحصى من سطح الطريق.
6- قلة نسبة المادة الاسفلتية الرابطة في الخلطة ، ارتفاع درجة الحرارة في الخلاطة الاسفلتية اثناء الخلط.

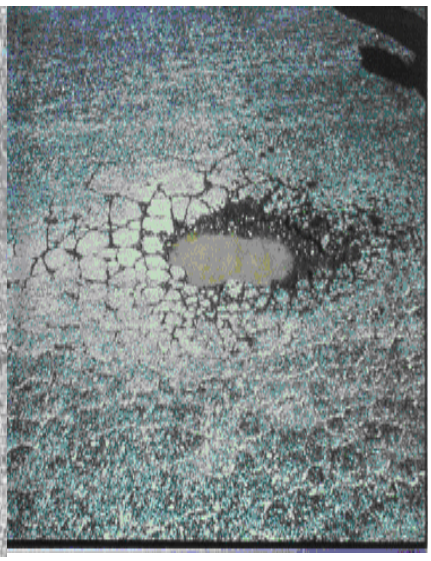
### مستويات الشدة و طريقة المعالجة المقترحة :



شدة عالية للحفر



شدة متوسطة



شدة منخفضة للحفر

مستويات الشدة : يوضح الجدول التالي مستويات الشدة للحُفر التي قطرها أقل من ٧٥٠ ملم.

| أقصى عمق (ملم) | متوسط القطر (ملم) | | |
|---|---|---|---|
| | 200 - 100 | 450 - 201 | 750 - 451 |
| 25 - 13 | منخفض | منخفض | متوسط |
| 50 - 26 | منخفض | متوسط | عالي |
| أكثر من 50 | متوسط | متوسط | عالي |

طريقة المعالجة المقترحة : يجب تثبيت الحالة التي تسببت بالمشكلة ، الجودة في التصميم الانشائي ،الاهتمام بمواد التنفيذ ، عمل تصريف مناسب لمياه الامطار ، وضع طبقات تغطية انشائية لتزيد من قوة الرصف.

يبين الجدول التالي أساليب الصيانة المقترحة للحفر حسب الشدة والكثافة .

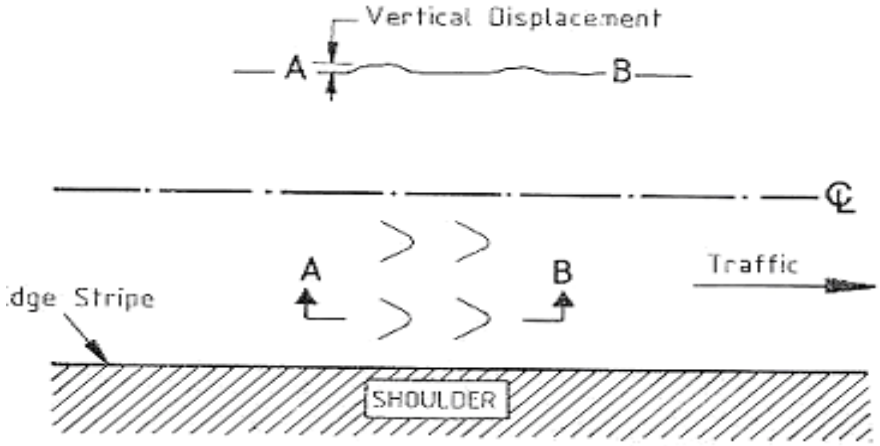
| الشدة | الكثافة / Potholes | | |
|---|---|---|---|
| | منخفضة | متوسطة | عالية |
| | اقل من 10% | 11%-50% | اكثر من 50% |
| منخفضة الشدة | surface Patching<br>ترقيع سطحي | surface Patching<br>ترقيع سطحي | surface Patching<br>ترقيع سطحي |
| متوسطة الشدة | surface Patching<br>ترقيع سطحي | surface Patching<br>ترقيع سطحي | surface Patching<br>ترقيع سطحي |
| عالية الشدة | Deep Patching<br>ترقيع عميق | Deep Patching<br>ترقيع عميق | Deep Patching<br>ترقيع عميق |

طريقة القياس :تقاس بالعدد و إذا كان قطر الحُفر أكثر من (٧٥٠) ملم فيتم قياس المساحة بالمتر المربع ثم تُقسم على (٠,٥) نصف متر مربع لإيجاد عدد الحفر المكافئ، أما إذا كان عمق الحفر أقل من ٢٥ ملم فتعتبر متوسطة الشدة، وعالية الشدة في حالة عمقها أكثر من ٢٥ملم.

طريقة الصيانة : قص و ازالة الطبقة الاسفلتية المتضررة واعادة تعبيدها بطريقة الترقيع.

## 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 أمواجا قصيرة ومرتفعة على سطح طبقة الرصف .

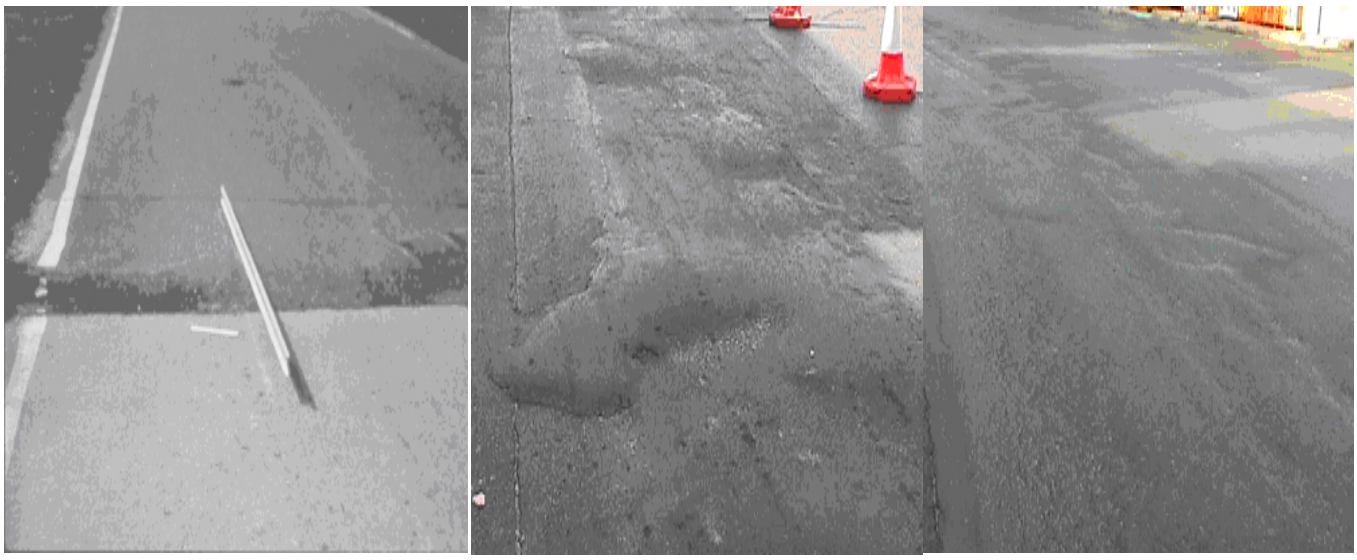



يحدث هذا العيب في مواقع التقاطعات (تسارع وتباطؤ) وقبل الإشارات المرورية حيث التوقف وبداية الحركة أو في مناطق تلاصق الطبقة الخرسانية الأسمنتية مع الطبقة الإسفلتية المرنة .

### الأسباب المحتملة :

1- إجهادات القص المتولدة من حركة المركبات في المواقع ذات الانحدار الحاد أو عند تقاطعات الإشارات المرورية .
2- ضعف ثبات طبقات الرصف السطحية بسبب زيادة نسبة الإسفلت أو زيادة نسبة المواد الناعمة في الخلطة أو استعمال الركام الدائري الشكل .
3- ضعف ثبات طبقات الأساس الحجري وما تحت الأساس ينعكس على سطح الرصف .
4- عدم وجود ترابط بين طبقة السطح و باقي طبقات الرصف لوجود مادة عازلة بينهم كالاتربة و الزيوت و القاذورات و المياه . عدم وجود طبقة لاصقة بين طبقات الاسفلت.
5- عدم دمك السطح جيدا .
6- نعومة الخلطة الاسفلتية .

### مستويات الشدة و طريقة المعالجة المقترحة :



شدة منخفضة للزحف | شدة متوسطة | شدة عالية للزحف

بسبب عدم استقرار طبقة الأسفلت لزيادة نسبة الأسفلت أو لزيادة البودرة أو لاستعمال الخصمة المدورة في الخلطة. أو بسبب نقص الربط بين الأسفلت وطبقة الأساس لزيادة رشة اللصق الأسفلتي. أو بسبب فعل المرور مثل حركة التوقف والسير في التقاطعات.

مستويات الشدة :

| ت | مستوى الشدة | الحالات لكل نوع |
|---|---|---|
| 1 | منخفضة الشدة | هو المستوى الذي يؤثر بشكل بسيط على مستوى جودة القيادة . |
| 2 | متوسطة الشدة | هو المستوى الذي يؤثر بشكل متوسط على مستوى جودة القيادة . |
| 3 | عالية الشدة | هو المستوى الذي يؤثر بشكل شديد على مستوى جودة القيادة . |

طريقة المعالجة المقترحة : يبين الجدول التالي أساليب الصيانة المقترحة للزحف حسب الشدة والكثافة .

| الشدة | الكثافة / Shoving | | |
|---|---|---|---|
| | منخفضة | متوسطة | عالية |
| | اقل من 10% | 11%-50% | اكثر من 50% |
| منخفضة الشدة | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا |
| متوسطة الشدة | Deep Patching<br>ترقيع عميق | Deep Patching<br>ترقيع عميق | Deep Patching<br>ترقيع عميق |
| عالية الشدة | Deep Patching<br>ترقيع عميق | Deep Patching<br>ترقيع عميق | Reconstraction<br>اعادة انشاء |

طريقة القياس : يُقاس ب(م٢) للمنطقة المتأثرة لكل مستوى شدة، ولكن عندما يحدث الزحف في مواقع الترقيع فيسجل الترقيع فقط. وتحسب الكثافة بقسمة المساحة المتأثرة بالعيب على المساحة الكلية للمقطع الممسوح مضروباً بمائة..

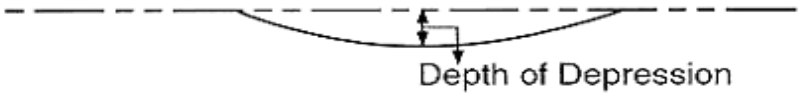
طريقة الصيانة : ينبغي الكشف على المنطقة المتضررة لتحديد مساحة العيب و سبب حدوثه و طريقة صيانته باحدى الطرق التالية :

اذا كان العيب في الطبقة السطحية للخلطة الاسفلتية :يتم ازالة المنطقة المتضررة و عمل الصيانة اللازمة بطريقة الترقيع.

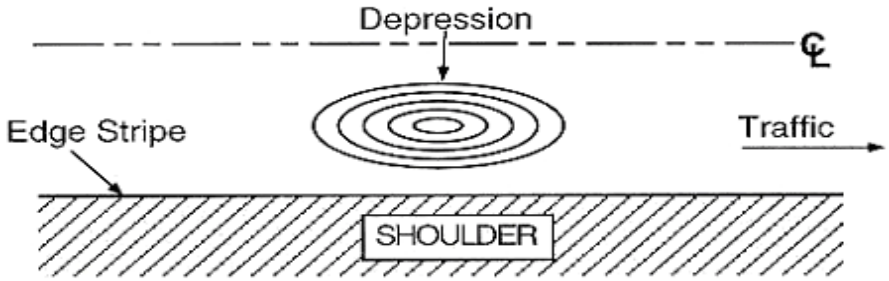
اذا كان العيب في طبقات التاسيس :يتم معالجة طبقة الاساس و اعادة تعبيدها بطريقة الترقيع .

## الهبوطات Depression

الهبوط هو انخفاض قليل في منطقة من سطح الرصف، وفي معظم الأحيان تلاحظ الهبوطات الخفيفة بعد هطول الأمطار، كما تلاحظ في مواقع وجود بقع الزيوت المتساقطة من المركبات، وتُعتبر الهبوطات من العيوب الوظيفية.




الهبوط -Landing




### الأسباب المحتملة :

1- تحدث الهبوطات نتيجة لهبوط طبقات الأساس الترابي أو ينشأ أثناء الإنشاء.

2- بسبب هبوط الأساس الترابي نتيجة للأحمال الزائدة التي تضغط الأساس فتهشمه أو بسبب الهبوط الفوري الذي يحدث أثناء التنفيذ نسبة للحركة العليا على الطبقات الدنيا. كما أن عدم كفاية الدمك لردميات الدفان وعدم مقدرة طبقة القاعدة على تحمل الأحمال من أسباب الهبوطات.

3- الأحمال المرورية، الحرارة، المواد وعيوب التنفيذ كلها عوامل تُسهم في نشوء الهبوطات وتُعجل في انتشارها.

Low slightly affects pavement riding quality

### مستويات الشدة و طريقة المعالجة المقترحة :

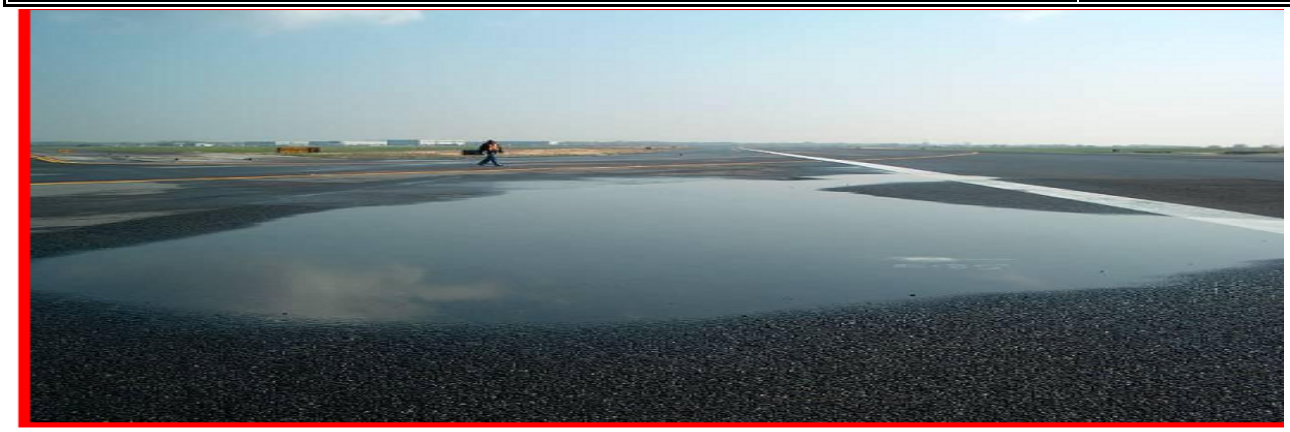
شدة عالية للهبوطات

شدة متوسطة

شدة منخفضة للهبوطات

مستويات الشدة :

| ت | مستوى الشدة | الحالات لكل نوع |
|---|---|---|
| 1 | منخفضة الشدة | يُلاحظ هذا المستوى للهبوطات في مناطق البقع، ولها تأثير خفيف على مستوى جودة القيادة ومن الممكن أن تُسبب ارتفاعات وانخفاضات للسيارة في السرعات العالية. ويتراوح أقصى عمق للهبوطات بين ١٣- ٢٥ ملم في حالة الشدة المنخفضة.. |
| 2 | متوسطة الشدة | يُلاحظ هذا العيب بسهولة عند هذا المستوى وتؤثر بدرجة متوسطة على مستوى جودة القيادة حيث تُسبب الهبوطات ارتفاع وانخفاض للسيارة عند السرعات العالية. يتراوح عمق هذا المستوى من الشدة بين ٢٥- ٥٠ ملم. |
| 3 | عالية الشدة | يمكن ملاحظة هذا المستوى من الشدة للهبوطات بسهولة وهو يؤثر بشدة على مستوى جودة القيادة مسببا اهتزازات واضحة للسيارة عند السرعات العالية، وأكبر عمق للهبوط يكون أكثر من ٥٠ ملم. |



**High** severity leads to ponding and can cause hydroplaning of aircraft.

طريقة المعالجة المقترحة : يبين الجدول التالي أساليب الصيانة المقترحة للهبوطات حسب الشدة والكثافة .

| الشدة | الكثافة / Depression | | |
|---|---|---|---|
| | منخفضة | متوسطة | عالية |
| | اقل من 10% | 11%-50% | اكثر من 50% |
| منخفضة الشدة | Do Nothing | Do Nothing | Do Nothing |
| | لا تفعل شيئا | لا تفعل شيئا | لا تفعل شيئا |
| متوسطة الشدة | surface Patching | surface Patching | surface Patching |
| | ترقيع سطحي | ترقيع سطحي | ترقيع سطحي |
| عالية الشدة | Deep Patching | Base Repair and Repave | |
| | ترقيع عميق | اصلاح طبقة الاساس و اعادة الرصف | |

طريقة القياس : يُقاس الهبوط بتحديد المساحة المتأثرة بالمتر المربع من مساحة السطح لكل مستوى شدة على حده. وتحسب كثافة العيب بقسمة المساحة المتأثرة به على المساحة الكلية للمقطع الممسوح مضروباً بمائة..

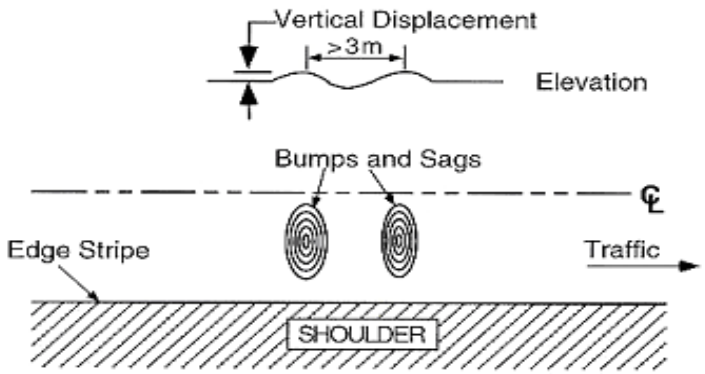
طريقة الصيانة : يتم الكشف على المنطقة المتضررة لتحديد مساحة العيب و سبب حدوثه و طريقة صيانته باحدى الطرق التالية :

اذا كان العيب في طبقات الخلطة الاسفلتية نتيجة عدم كفاية الدك :يتم ازالة الطبقات الاسفلتية المتضررة و اعادة تعبيدها بطريقة الترقيع.

اذا كان العيب في طبقات الرصف :يتم ازالة الطبقة او الطبقات المتضررة و اعادة رصفها بمواد مناسبة و متجانسة مع المواد المجاورة و يتم دكها جيدا و اعادة تعبيدها بطريقة الترقيع.

## التحدبات والتقعرات 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 التقعرات صغيرة وتحدث نتيجة للإزاحة السفلية لطبقة الرصف. إذا ظهرت التحدبات عرضية وعموديه على اتجاه الحركة وبمسافات أقل من ٣ أما التشوهات والإزاحة التي تحدث في مساحة كبيرة فوق سطح الرصفات وتسبب انحدار طويل وعريض يسمى بالانتفاخ




### الأسباب المحتملة :

بالنسبة للتقعر : تكرار احمال الحركة المرورية - نتيجة لظاهرة الصقيع .

بالنسبة للتحدب :نتيجة انحناء الطبقة الاسفلتية السطحية -الصقيع في المناطق الباردة - انتفاخ المواد في مناطق الشروخ مع حركة المرور .

و بصورة عامة تتضمن الاسباب الاتية :

1- انتفاخ أو انبعاج بلاطات الخرسانة الإسمنتية تحت السطح الإسفلتي.

2- تسرب وارتفاع المواد في الشقوق بسبب الأحمال المرورية.

### مستويات الشدة و طريقة المعالجة المقترحة :

شدة منخفضة للتحدبات والتقعرات

شدة متوسطة

شدة عالية للتحدبات والتقعرات

مستويات الشدة :

| ت | مستوى الشدة | الحالات لكل نوع |
|---|---|---|
| 1 | منخفضة الشدة | هو المستوى الذي يؤثر بشكل بسيط على مستوى جودة القيادة(Riding quality). |
| 2 | متوسطة الشدة | هو المستوى الذي يؤثر بشكل متوسط على مستوى جودة القيادة. |
| 3 | عالية الشدة | هو المستوى الذي يؤثر بشكل شديد على مستوى جودة القيادة. |

طريقة المعالجة المقترحة : يبين الجدول أساليب الصيانة المقترحة للتحدبات والتقعرات حسب الشدة والكثافة

| الشدة | الكثافة / Bumps and Sags | | |
|---|---|---|---|
| | منخفضة | متوسطة | عالية |
| | اقل من 10% | 11%-50% | اكثر من 50% |
| منخفضة الشدة | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا |
| متوسطة الشدة | surface Patching<br>ترقيع سطحي | surface Patching<br>ترقيع سطحي | surface Patching<br>ترقيع سطحي |
| عالية الشدة | Deep Patching<br>ترقيع عميق | Deep Patching<br>ترقيع عميق | Deep Patching<br>ترقيع عميق |

طريقة القياس : تُقاس التقعرات والتحدبات بالمتر الطولي، وإذا اجتمع هذا العيب مع الشقوق فيتم تسجيل الشقوق أيضا. وتقاس المساحة المتأثرة لهذا العيب بطول المنطقة المتأثرة مضروباً بمتر واحد، وتحسب كثافة العيب بقسمة المساحة المتأثرة به على المساحة الكلية للمقطع الممسوح مضروباً بمائة.

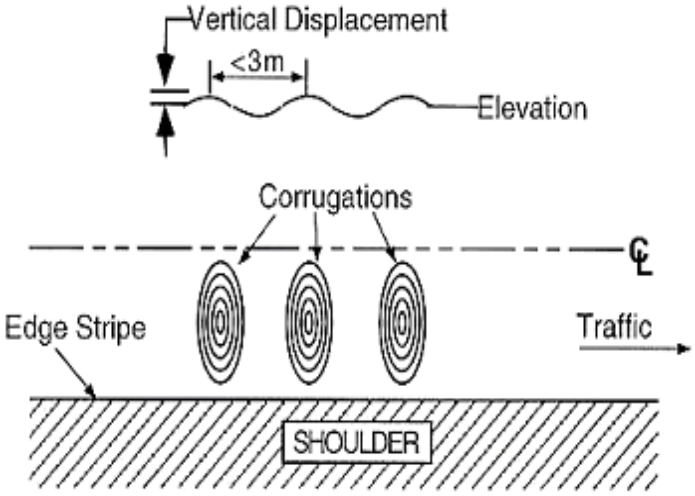
طريقة الصيانة : يتم الكشف على المنطقة المتضررة لتحديد مساحة العيب و سبب حدوثه و طريقة صيانته باحدى الطرق التالية :

اذا كان العيب في طبقات الخلطة الاسفلتية نتيجة عدم كفاية الدك :يتم ازالة الطبقات الاسفلتية المتضررة و اعادة تعبيدها بطريقة الترقيع.

اذا كان العيب في طبقات الرصف :يتم ازالة الطبقة او الطبقات المتضررة و اعادة رصفها بمواد مناسبة و متجانسة مع المواد المجاورة و يتم دكها جيدا و اعادة تعبيدها بطريقة الترقيع.

## التموجات Corrugation

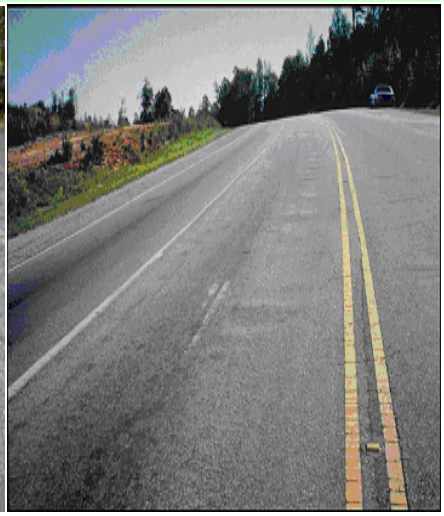
التموجات هي انخفاضات وارتفاعات متتالية ومتقاربة تحدث بمسافات منتظمة، عادة ما تكون أقل من (٣ م) على طول الرصفات، وتكون الارتفاعات عمودية على اتجاه الحركة .
تُعتبر التموجات من عيوب الأداء الوظيفي للرصفات لأنها تُسبب خشونة للسطح مما يؤثر على جودة القيادة.
ويمكن أن تحدث التموجات نتيجة لفعل القص (shear) على 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.



### الأسباب المحتملة :

1- ضعف ثبات الخلطة الخرسانية الإسفلتية أو ضعف الأساس.
2- الرطوبة الزائدة في طبقات التربة السفلية.
3- زيادة الإسفلت( رصف طبقة اسفلت لاصقة سميكة) و/أو زيادة المواد الناعمة في الخلطة أو استخدام خلطة بحصى مستديرة.
4- تلوث الخلطة Contamination of mix
5- حركة المرور عند التقاطعات او مرور ثقيل على المنحدرات الشديدة

### مستويات الشدة و طريقة المعالجة المقترحة :


شدة منخفضة للتموجات

شدة متوسطة

شدة عالية للتموجات

مستويات الشدة :

| ت | مستوى الشدة | الحالات لكل نوع |
|---|---|---|
| 1 | منخفضة الشدة | هو المستوى الذي يؤثر بشكل بسيط على مستوى جودة القيادة(Riding quality). |
| 2 | متوسطة الشدة | هو المستوى الذي يؤثر بشكل متوسط على مستوى جودة القيادة. |
| 3 | عالية الشدة | هو المستوى الذي يؤثر بشكل شديد على مستوى جودة القيادة. |

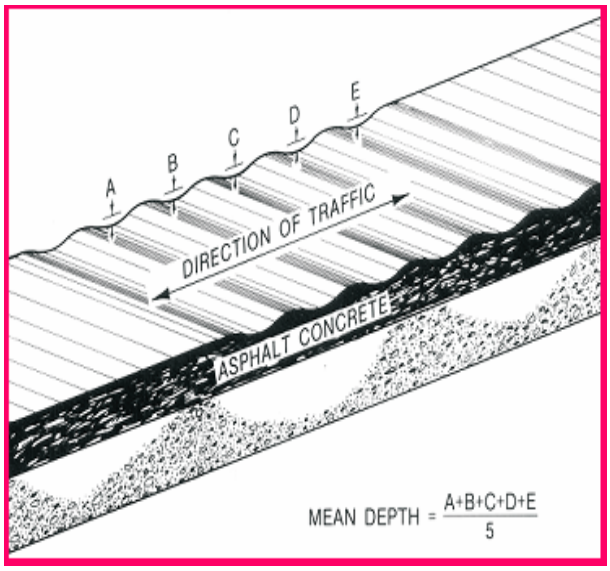
طريقة المعالجة المقترحة : يبين الجدول أساليب الصيانة المقترحة للتموجات حسب الشدة والكثافة

| الشدة | الكثافة / Corrugation | | |
|---|---|---|---|
| | منخفضة | متوسطة | عالية |
| | اقل من 10% | 11%-50% | اكثر من 50% |
| منخفضة الشدة | Do Nothing | Do Nothing | Do Nothing |
| | لا تفعل شيئا | لا تفعل شيئا | لا تفعل شيئا |
| متوسطة الشدة | surface Patching | surface Patching | surface Patching |
| | ترقيع سطحي | ترقيع سطحي | ترقيع سطحي |
| عالية الشدة | Deep Patching | Base Repair and Repave | |
| | ترقيع عميق | اصلاح طبقة الاساس و اعادة الرصف | |

طريقة القياس : يُقاس التموجات بالمتر المربع من مساحة السطح. وتحسب كثافة العيب بقسمة المساحة المتأثرة به على المساحة الكلية للمقطع الممسوح مضروباً بمائة.

طريقة الصيانة :

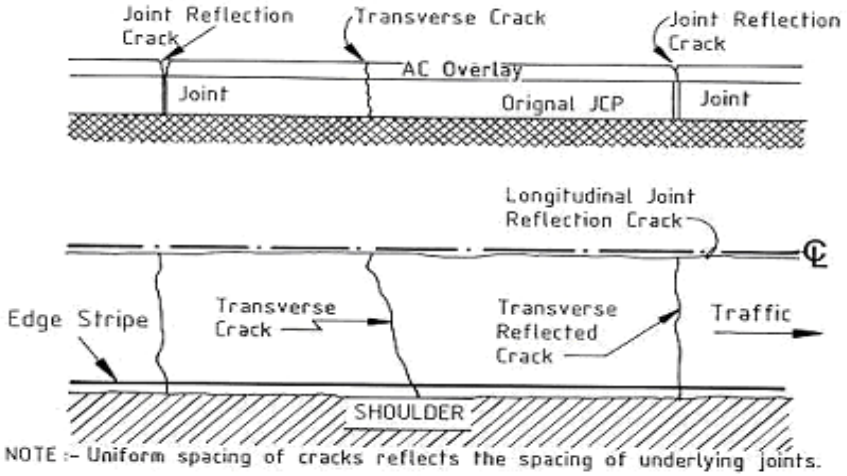
ازالة الطبقة او الطبقات الاسفلتية المتضررة و اعادة تعبيدها بطريقة الترقيع.



**High:** Corrugations severally affect ride ability.

## الشقوق الانعكاسية Reflection Cracking

تظهر هذه الشقوق فقط على السطوح الإسفلتية التي تنفذ على بلاطات خرسانة أسمنتية حيث تنعكس اماكن فواصل البلاطات الاسفلتية على الطبقة الاسفلتية ، 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. فإذا عُلمت أبعاد البلاطة الخرسانية السفلية فهذا يساعد على معرفة هذا العيب.




### الأسباب المحتملة :

تعتبر حركة البلاطة الخرسانية الأسمنتية الناتجة عن الحرارة والرطوبة والتي بدورها تنعكس على سطح الرصف الإسفلتي هي السبب الرئيس لحدوث شقوق الفواصل الانعكاسية .

التمدد او التقلص في البلاطات الخرسانية تحت طبقات الاسفلت نتيجة الظروف الجوية.

حدوث هبوط في احدى البلاطات الاسمنتية نتيجة الحركة المرورية.

قلة حجم المرور على الطريق .

### مستويات الشدة و طريقة المعالجة المقترحة :

شدة عالية للشقوق الانعكاسية

شدة متوسطة

شدة منخفضة للشقوق الانعكاسية

مستويات الشدة : لتصنيف مستويات الشدة للشقوق الانعكاسية لأي نوع من الانواع الثلاثة يجب توفر احدى تلك الحالات الواردة امام كل مستوى في الجدول التالي :

| ت | مستوى الشدة | | الحالات لكل نوع |
|---|---|---|---|
| 1 | منخفضة الشدة | 1 | الشقوق غير المملوءة (Non-Filled) بعرض أقل من (١٠ ملم). |
| | | 2 | شقوق معزولة بمواد عازلة وفى حالة جيدة ولا يمكن تحديد عرضها . |
| 2 | متوسطة الشدة | 1 | شقوق غير مملوءة بعرض يتراوح بين ١٠-٧٠ ملم . |
| | | 2 | شقوق غير مملوءة بعرض أقل من ٧٥ ملم محاطة بشقوق ثانوية رقيقة. |
| | | 3 | شقوق مليئة بأى عرض ومحاطة بشقوق عشوائية خفيفة. |
| 3 | عالية الشدة | 1 | شقوق مليئة أو غير مليئة محاطة بشدة متوسطة أو عالية من الشقوق الثانوية . |
| | | 2 | شقوق غير مليئة بعرض أكبر من ٧٥ملم . |
| | | 3 | شقوق بعرض حوالي ١٠٠ملم ومحاطة بشقوق متطايرة أو مكسرة . |

طريقة المعالجة المقترحة :

1- وضع طبقات متداخلة من العازل مع طبقات الاسفلت بشكل نسيج .
2- استخدام الشبك ( نوع من الالياف الزجاجية ).
3- ازالة الطبقة القديمة قبل وضع الطبقة الجديدة من الاسفلت ( عملية كشط الطبقة السطحية ) .

في الجدول أساليب الصيانة المقترحة للشقوق الانعكاسية حسب الشدة و الكثافة .

| الشدة | الكثافة / Reflection Cracking | | |
|---|---|---|---|
| | منخفضة | متوسطة | عالية |
| | اقل من 10% | 11%-50% | اكثر من 50% |
| منخفضة الشدة | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا | Crack Sealing<br>تعبئة الشقوق | Crack Sealing<br>تعبئة الشقوق |
| متوسطة الشدة | Crack Sealing<br>تعبئة الشقوق | Crack Sealing<br>تعبئة الشقوق | Crack Sealing<br>تعبئة الشقوق |
| عالية الشدة | surface Patching<br>ترقيع سطحي | surface Patching<br>ترقيع سطحي | surface Patching<br>ترقيع سطحي |

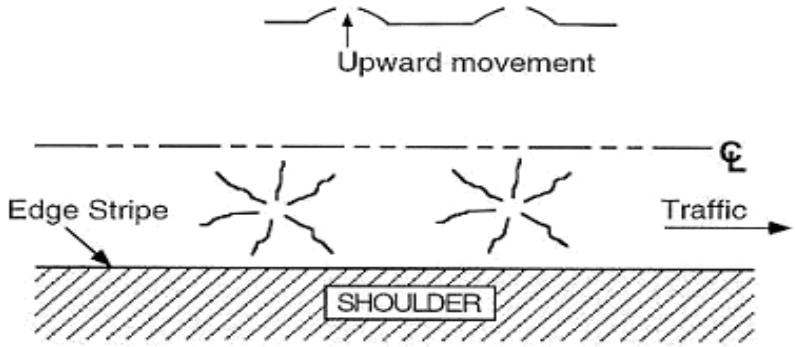
طريقة القياس : تقاس شقوق الفواصل الانعكاسية بالمتر الطولي . توجد في بعض الحالات عدة مستويات للشدة مختلفة في قطاع واحد فيجب تسجيل طول الشقوق و مستوى الشدة لكل شدة وبشكل منفصل. وتقاس المساحة المتأثرة بطول المنطقة المتأثرة مضروباً بمتر واحد .

طريقة الصيانة : في المراحل الاولى يتم حقن هذه التشققات بمادة اسفلتية مناسبة ( RC250 ) او ( RS ) مع رش رمل ناعم فوقها و دكها بالهراس الكاوتش

في المراحل المتقدمة للتشققات ( تحفر في طبقة الاسفلت ) فيتم ازالة الطبقة المتضررة و اعادة تعبيدها بطريقة الترقيع.

## الإنتفاخ Swell

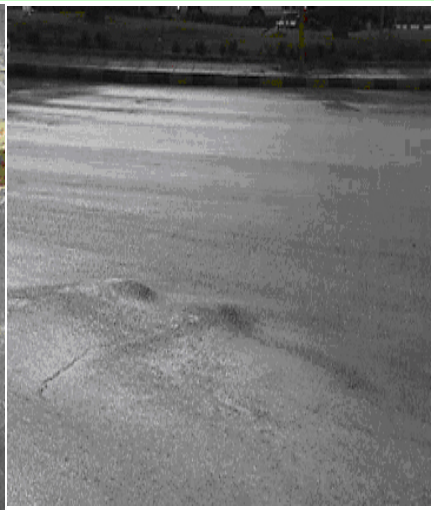
الانتفاخ هو بروز علوي على سطح الطريق بشكل تموج متدرج بطول ٣ متر ويمكن أن يرافق الانتفاخ شقوق سطحية.




### الأسباب المحتملة :

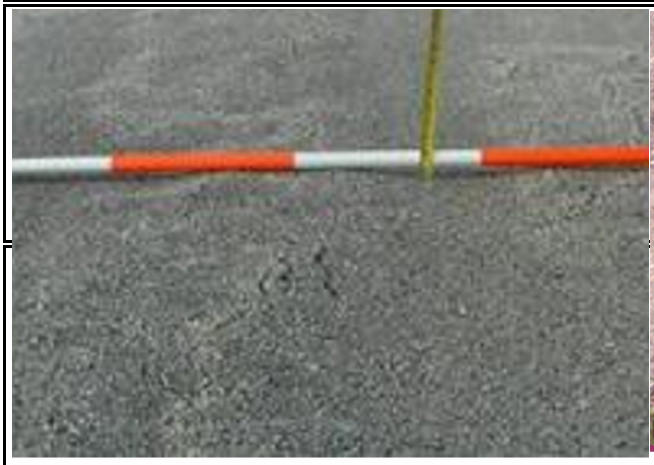
1- بسبب التجمد على طبقة القاعدة أو انتفاخ التربة أو سوء تصريف المياه تحت السطحية.
2- ارتفاع البلاطة الخرسانية الأسمنتية السفلية (إذا وجدت) .
3- وجود تربة انتفاخية تحت طبقات التأسيس و تسرب المياه اليها ٠

### مستويات الشدة و طريقة المعالجة المقترحة :


شدة منخفضة للانتفاخ

شدة متوسطة

شدة عالية للانتفاخ


**Medium** can be observed without difficulty

**High** can be readily observed and severely affects pavement ride ability

مستويات الشدة :

| ت | مستوى الشدة | الحالات لكل نوع |
|---|---|---|
| 1 | منخفضة الشدة | هو المستوى الذي يؤثر بشكل خفيف على مستوى جودة القيادة، ولا يمكن مشاهدة الانتفاخ بسهولة عند هذا المستوى، ولكن يظهر تأثيره عند القيادة بسرعة أكبر من السرعة التصميمية للطريق فترتفع السيارة إلى أعلى عند مرورها فوق الانتفاخ. |
| 2 | متوسطة الشدة | هو المستوى الذي يؤثر بشكل متوسط على مستوى جودة القيادة. |
| 3 | عالية الشدة | هو المستوى الذي يؤثر بشكل شديد على مستوى جودة القيادة. |

طريقة المعالجة المقترحة : يبين الجدول أساليب الصيانة المقترحة للانتفاخ حسب الشدة والكثافة

| الشدة | الكثافة / Swell | | |
|---|---|---|---|
| | منخفضة | متوسطة | عالية |
| | اقل من 10% | 11%-50% | اكثر من 50% |
| منخفضة الشدة | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا |
| متوسطة الشدة | Deep Patching<br>ترقيع عميق | Deep Patching<br>ترقيع عميق | Deep Patching<br>ترقيع عميق |
| عالية الشدة | Deep Patching<br>ترقيع عميق | Deep Patching<br>ترقيع عميق | Deep Patching<br>ترقيع عميق |

طريقة القياس :يُقاس الانتفاخ بالمتر المربع للمنطقة المتأثرة. وتحسب الكثافة بقسمة المساحة المتأثرة بالعيب على المساحة الكلية للمقطع الممسوح مضروباً بمائة.

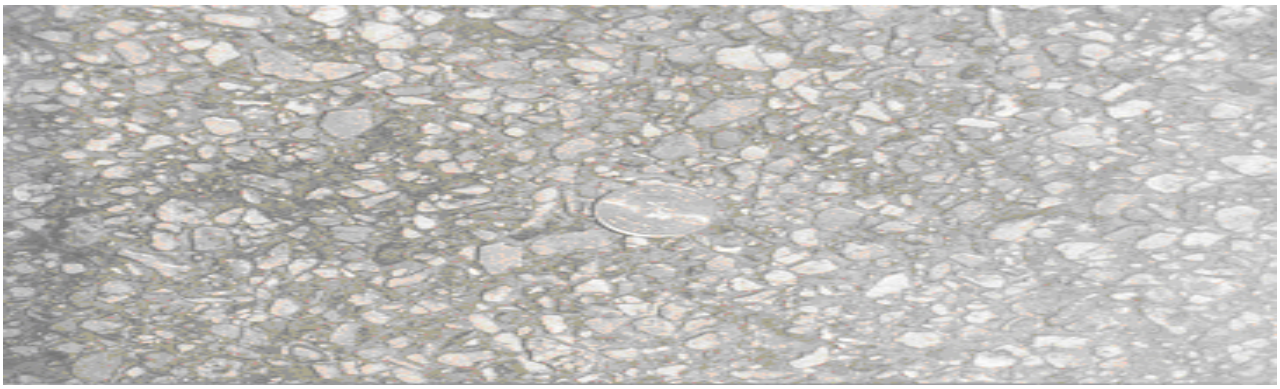
طريقة الصيانة :

1- يتم ازالة المنطقة المتضررة بما فيها طبقة التأسيس و التربة الانتفاخية و استبدال التربة الانتفاخية بمواد مختارة و دكها بالهراس جيدا و وضع طبقة تأسيس جديدة و دكها جيدا و اعادة التعبيد بطريقة الترقيع ٠

2- منع وصول المياه الى طبقات الاساس بالطريقة المناسبة ٠

## بري أو صقل الحصى 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 الركام على سطح الرصف إما صغيراً جداً أو غير خشن وبدون حواف (أملس) حيث تضعف مقاومته للانزلاق في هذه الحالة.



### الأسباب المحتملة :

1- الأحمال المرورية المتكررة .
2- تعرية الحصى .
3- سوء اختيار الحصى المستخدمة في انتاج الخلطة الاسفلتية و شذوذها عن المواصفات.

### مستويات الشدة :

لا توجد مستويات محددة للشدة وإنما يقوم المراقب بوصف الواقع.

### طريقة المعالجة المقترحة :

يبين الجدول أساليب الصيانة المقترحة لصقل الحصى حسب الشدة والكثافة

| الشدة | الكثافة / Polished Aggregate | | |
|---|---|---|---|
| | منخفضة | متوسطة | عالية |
| | اقل من 10% | 11%-50% | اكثر من 50% |
| لا يوجد مستوى للشدة | Do Nothing | Slurry Seal | Slurry Seal |
| | لا تفعل شيئا | ملاط أسفلتي | ملاط أسفلتي |

طريقة القياس :يُقاس صقل الحصى بالمتر المربع للمساحة المتأثرة، وإذا وجد عيب النزيف مع عيب صقل الحصى في هذه الحالة لا يُحتسب عيب صقل الحصى.

### طريقة الصيانة :

1- اعطاء طبقة وجه ختامي لرفع معامل الاحتكاك لسطح الطريق مثل Slurry Seal او coat Seal.
2- كشط الطبقة المتضررة و اعادة تعبيدها بالخلطة الاسفلتية الساخنة .

Polished Aggregate: (**No severity**) the aggregate has to be smooth and polished.

## التطاير والتآكل 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. تشير هذه العيوب إلى أن المواد الإسفلتية قد تصلبت أو أن الخلطة الإسفلتية المستعملة ضعيفة الجودة.

### الأسباب المحتملة :

1- إجهاد القص الأفقي نتيجة الحركة المرورية.
2- تأكسد أو تقادم المواد الإسفلتية الرابطة وانفصال الحصى، ونقص المواد، والحرارة الزائدة للخلطة، وقلة المحتوى الإسفلتي وعدم كفاية الدمك واستخدام حصمة ضعيفة في الخلطة الإسفلتية.
3- وجود الماء (الذي تخلل إلى داخل الطبقة عن طريق الفراغات) والذي يؤدي إلى ضغط هيدروستاتيكي عند تأثير الحركة .
4- انبعاث المواد الهيدروكربونية لفترة طويلة من محركات السيارات (تعمل المواد الهيدروكربونية كمذيب للمواد الإسفلتية) .

### مستويات الشدة و طريقة المعالجة المقترحة :

**Low**: Binders and fines have eroded away

**Medium**: nearly 50% of surface aggregate has eroded away.

**High**: Nearly all the surface aggregate has eroded away.

مستويات الشدة :

| ت | مستوى الشدة | الحالات لكل نوع |
|---|---|---|
| 1 | منخفضة الشدة | هو المستوى الذي تبدأ الحصى الناعمة والمواد الرابطة في التطاير وفي بعض المواقع يبدأ السطح بالتنقير (تظهر نتوءات) كما تُشاهد بقع الزيت في حالة انسكاب الزيوت على السطح، ولكن لا يمكن اختراق السطح بحافة قطعة نقود. |
| 2 | متوسطة الشدة | هو المستوى الذي تبدأ فيه الحصى والمواد الرابطة في التطاير بعيداً ويظهر السطح متأثراً بدرجة متوسطة من حيث الخشونة والنتوءات، أما في حالة انسكاب الزيوت فيصبح السطح ليناً ويمكن اختراقه بحافة قطعة النقود. |
| 3 | عالية الشدة | المستوى الذي تكون فيه الحصى الخشنة والمواد الإسفلتية الرابطة قد تطايرت و أصبح مظهر السطح خشناً جداً وكله نتوءات، كما تنشأ فراغات (تنقير Pit) صغيرة بقطر أقل من ١٠ملم وعمق أقل من ١٣ملم، أما المنطقة التي تحوي فراغات أكبر من ذلك فتسمى حفر (Potholes). كذلك تفقد المواد الإسفلتية خاصية الربط وتصبح الحصى مفككة. |

طريقة المعالجة المقترحة : يبين الجدول التالي أساليب الصيانة المقترحة للتطاير والتآكل حسب الشدة والكثافة .

| الشدة | الكثافة / Raveling and Weathering | | |
|---|---|---|---|
| | منخفضة | متوسطة | عالية |
| | اقل من 10% | 11%-50% | اكثر من 50% |
| منخفضة الشدة | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا |
| متوسطة الشدة | Slurry Seal<br>ملاط أسفلتي | Slurry Seal<br>ملاط أسفلتي | Slurry Seal<br>ملاط أسفلتي |
| عالية الشدة | Thin overlay<br>طبقة اضافية رقيقة | Thin overlay<br>طبقة اضافية رقيقة | Thin overlay<br>طبقة اضافية رقيقة |

طريقة القياس : يُقاس المساحة المتأثرة ب(م٢) لكل مستوى شدة على حده. وتحسب الكثافة بقسمة مساحة المنطقة المتأثرة بالعيب على المساحة الكلية للمقطع الممسوح مضروباً بمائة.

طريقة الصيانة : ينبغي الكشف على المنطقة المتضررة لتحديد مساحة العيب و سبب حدوثه و طريقة صيانته باحدى الطرق التالية :

1- اذا كانت المنطقة المتضررة صغيرة المساحة :يتم ازالتها و اعادة تعبيدها بطريقة الترقيع.

2- اذا كانت المنطقة المتضررة كبيرة المساحة و يعود سبب حدوثها الى الخلطة الاسفلتية :يتم كشطها ( او ازالتها ) و اعادة تعبيدها .

3- اذا كان سبب العيب يعود الى عوامل التعرية و مساحته كبيرة :يتم اعطاء طبقة من الخلطة الاسفلتية الجديدة لسطح الطريق .

Raveling due to low density

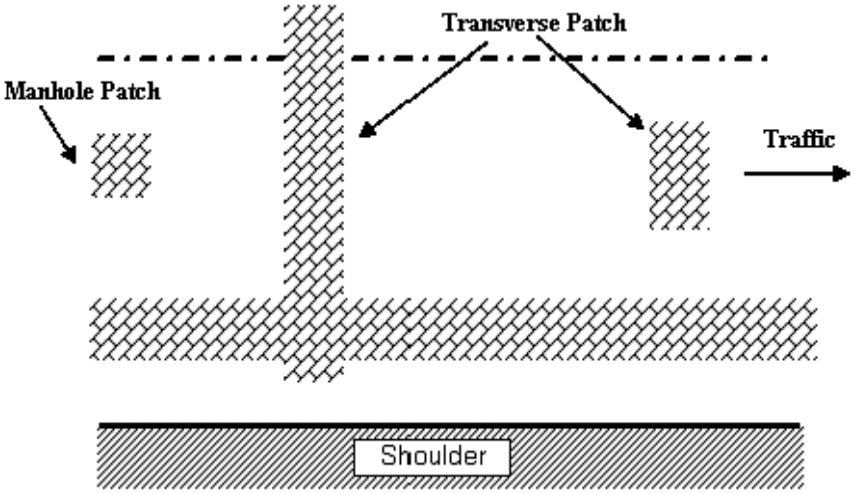
Raveling caused by segregation

## رقع حفريات الخدمات Utility Cut Patch

هو وجود ارتفاع او انخفاض في منسوب غطاء الخدمات ( المطابق ) او المنطقة المحيطة به عن منسوب سطح الخلطة الاسفلتية المجاورة في الطريق . تعتبر ترقيعات الخدمات من مظاهر الطرق الحضرية والتي تشمل خدمات الهاتف والكهرباء والماء والصرف الصحي والتي تتميز بامتداد الطول الذي قد يصل إلى طول الطريق نفسه، إضافة إلى ترقيعات غرف تفتيش المجاري التي تكون موضعية ومنتشرة في أي مكان في سطح الطريق. وتؤثر عيوب هذه الترقيعات على مستوى جودة القيادة وتشمل هذه العيوب ما يلي:

- الشقوق الطولية والعرضية.
- الهبوطات .
- الحُفر .
- التآكل والتطاير.

يمثل الشكل المقابل أشكال ترقيعات الخدمات وموقعها من الطرق.




### الأسباب المحتملة :

1- الأحمال المرورية .
2- عدم ضبط جودة المواد .
3- سوء تنفيذ إعادة الردم والسفلتة .
4- اعادة تعبيد الشارع لاكثر من مرة و عدم كشطه مما يؤدي الى رفع اغطية الخدمات لاكثر من مرة مشكلا بذلك نقطة ضعف في اجسام هذه الاغطية . و عدم رفع منسوب تلك الاغطية بالطريقة المناسبة .

### مستويات الشدة و طريقة المعالجة المقترحة :

شدة منخفضة لرقع حفريات الخدمات

شدة متوسطة

شدة عالية لرقع حفريات الخدمات

## مستويات الشدة :

| ت | مستوى الشدة | الحالات لكل نوع |
|---|---|---|
| 1 | منخفضة الشدة | هو المستوى الذي يؤثر بشكل بسيط على مستوى جودة القيادة ويكون فيه الترقيع بحالة جيدة. |
| 2 | متوسطة الشدة | هو المستوى الذي يؤثر بشكل متوسط على مستوى جودة القيادة ويكون فيه الترقيع متدهور تدهوراً متوسطاً. |
| 3 | عالية الشدة | هو المستوى الذي يؤثر بشكل شديد على مستوى جودة القيادة ويكون فيه الترقيع متدهوراً بشكل كبير ويحتاج إلى صيانة فورية. |

## طريقة المعالجة المقترحة :

يجب أخذ الحيطة والحذر في التعامل مع إجراءات الصيانة المتبعة في أسلوب علاج كل عيب من العيوب سابقة الذكر مع الأخذ بعين الاعتبار أن هذه الأجزاء من الطريق تحوي داخلها خدمات خطوط هامة، وبخاصة التي تتطلب ترقيع عميق أو إصلاح لطبقات ما تحت السطح حتى لا تتأثر خطوط هذه الخدمات.

طريقة القياس : في حالة ترقيعات الخدمات الكبيرة، يتم تسجيل هذه العيوب كعيوب منفصلة وتقاس العيوب المتواجدة ضمن الترقيع بنفس طريقة قياس هذه العيوب منفصلة.

## النزيف أو طفح الأسفلت Bleeding or Flushing

النزيف هو انتقال علوي للمواد الإسفلتية الرابطة في طبقات الرصف الإسفلتي وتشكل هذه المواد على السطح طبقة زجاجية رقيقة عاكسة وهي عادة ما تجعله لامعاً ولزجاً .و هذا يؤدي الى تقليل معامل الاحتكاك بين اطارات المركبة و سطح الطريق الامر الذي قد يؤدي الى انزلاق المركبة ( skidding ) على سطح الطريق حيث ان ذلك يؤدي الى تقليل الخشونة المطلوبة للسطح و هذا يشكل خطورة على الامان المروري ، كما ان النزف الاسفلتي يؤدي الى تكون تجاويف طولية اسفل اثار العجلات بالقرب من نهايات الرصف .

### الأسباب المحتملة :

يحدث النزيف نتيجة لزيادة كميات مواد الربط الإسفلتية أو زيادة مادة الإسفلت في الخلطة الإسفلتية، كما أن زيادة رش المواد الإسفلتية ((طبقة الدهان والطبقة اللاصقة) على سطح طبقة الاساس او على سطح الخلطة القديمة ) أو قلة الفراغات الهوائية يؤدي في الأجواء الحارة إلى تمدد الإسفلت وتعبئة الفراغات ومن ثم يتمدد إلى خارج السطح. لذلك فعملية النزيف ليس لها انعكاس أو تأثير في الأجواء الباردة ( اي انها في الجو البارد لا تعود الى داخل الخلطة ) لذا فان الإسفلت يتجمع على السطح مما يؤدي الى زيادة نعومة سطح الطريق.

### مستويات الشدة و طريقة المعالجة المقترحة :

شدة منخفضة للنزف الإسفلتي | شدة متوسطة | شدة عالية للنزف الإسفلتي

مستويات الشدة :

| ت | مستوى الشدة | الحالات لكل نوع |
|---|---|---|
| 1 | منخفضة الشدة | هي الحالة التي يكون فيها النزيف بدرجة طفيفة جداً ويُشاهد هذا فقط في أيام قليلة من السنة وعند هذا المستوى لا يلتصق الإسفلت بالحذاء أو بإطارات السيارات |
| 2 | متوسطة الشدة | هو المستوى الذي يلتصق فيه الإسفلت بالحذاء أو بإطارات السيارات ويحدث هذا خلال أسابيع قليلة في السنة. |
| 3 | عالية الشدة | يكون النزيف عالي الشدة عندما يلتصق الإسفلت بالحذاء أو بإطارات السيارات لمدة لا تقل عن عدة أسابيع وتكون الحصى مغطاة بالكامل بطبقة البيتومين. |

طريقة المعالجة المقترحة : يبين الجدول أساليب الصيانة المقترحة للنزف الإسفلتي حسب الشدة والكثافة

| الشدة | الكثافة / Bleeding or Flushing | | |
|---|---|---|---|
| | منخفضة | متوسطة | عالية |
| | اقل من 10% | 11%-50% | اكثر من 50% |
| منخفضة الشدة | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا |
| متوسطة الشدة | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا | spry hot sand and roll تجفيف بالرمل الساخن | milling & repave كشط و اعادة رصف و تسوية |
| عالية الشدة | milling & repave كشط و اعادة رصف و تسوية | milling & repave كشط و اعادة رصف و تسوية | milling & repave كشط و اعادة رصف و تسوية |

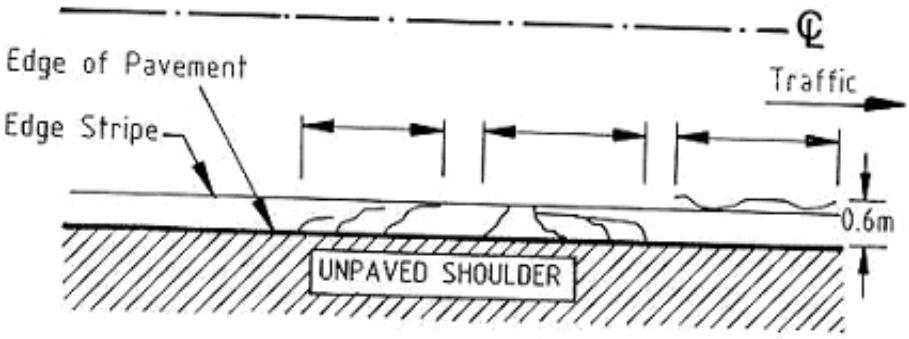
طريقة القياس: يُقاس النزيف ب(م٢) للمساحة المتأثرة لكل مستوى شدة على حده، وإذا كان مقطع الطريق يحوي بري أو صقل الحصى فلا يُحسب النزيف على هذا المقطع. وإذا تواجد عيب التخدد بالإضافة إلى النزف فإنه يسجل كعيب مستقل. وتقاس كثافة العيب بقسمة المساحة المتأثرة به على المساحة الكلية للمقطع الممسوح مضروباً بمائة.

طريقة الصيانة :

رش رمل ساخن او كشط و اعادة رصف و تسوية حسب درجة الشدة .
التصميم المناسب و التنفيذ المناسب و التصريف المناسب .

## الشقوق الجانبية Edge Cracking

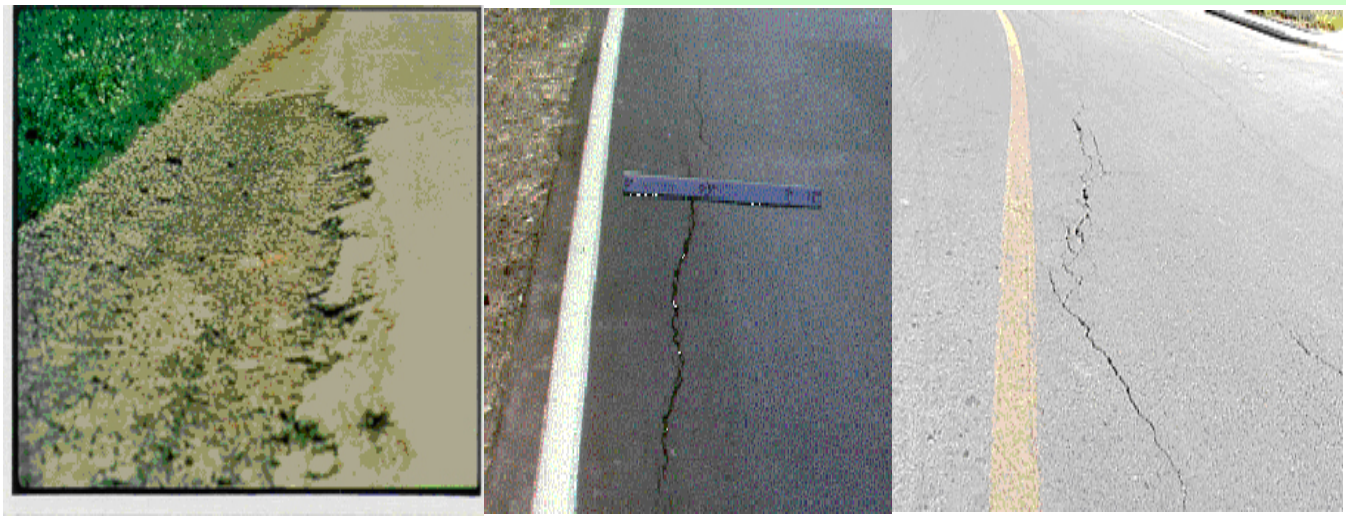
الشقوق الجانبية هي تشققات تصيب اطراف الطريق في مراحلها الاولى و تكون بشكل عام موازية للحافة الخارجية للطريق وتبعد بمسافة تتراوح بين ٠,٣- ٠,٥ متر ( او ٠,٦٠ م ) من الحافة، وتمتد هذه الشقوق بالاتجاه الطولي والعرضي وتتفرع نحو الأكتاف. وتزداد الشقوق الجانبية نتيجة للأحمال المرورية، وتصنف المساحة المحصورة بين الشق وحافة الرصف بأنها متطايرة إذا حدث فيها تكسر. يوضح الشكل الشقوق الجانبية وموقعها من الطريق.




### الأسباب المحتملة :

- تظهر الشقوق الجانبية بسبب ضعف طبقتي الأساس والقاعدة بالقرب من حافة الرصف .
- التحرك الراسي او الافقي لطبقات الاساس اسفل الطبقة السطحية نتيجة لتغير نسبة الرطوبة.
- زيادة الاحمال على الطريق عن الاحمال التصميمية .
- مرورالحمولات المحورية على الحواف الخارجية للطريق.
- انتفاخ في التربة اسفل الحواف الخارجية للطريق .
- عدم وجود حماية و دعم لجوانب الطريق .
- جريان المياه على جوانب الطريق يؤدي الى انجراف طبقة الاسفلت و طبقات الاساس.
- عدم كفاية دك طبقات الرصف على جوانب الطريق .

### مستويات الشدة و طريقة المعالجة المقترحة :



شدة منخفضة للشقوق الجانبية | شدة متوسطة | شدة عالية للشقوق الجانبية

مستويات الشدة :

| ت | مستوى الشدة | الحالات لكل نوع |
|---|---|---|
| 1 | منخفضة الشدة | وهو عبارة عن شقوق سطحية غير عميقة لا تسبب تكسر وفقدان للمواد على جانب الرصف. |
| 2 | متوسطة الشدة | تُصنف الشقوق متوسطة الشدة عندما تحوي تكسر وفقد للمواد في طول حتى ١٠% من طول القطاع المتأثر للرصف. |
| 3 | عالية الشدة | وهو عبارة عن شقوق عميقة وكثيرة وتحوي تكسر وفقد للمواد في طول أكثر من ١٠% من طول القطاع المتأثر للرصف. |

طريقة المعالجة المقترحة : يبين الجدول أساليب الصيانة المقترحة للشقوق الجانبية حسب الشدة والكثافة

طريقة القياس: يُقاس الشقوق الجانبية بالمتر الطولي لكل مستوى شدة على حده. وتقاس المساحة المتأثرة لهذا العيب بطول المنطقة المتأثرة مضروباً بمتر واحد، وتحسب كثافة العيب بقسمة المساحة المتأثرة به على المساحة الكلية للمقطع الممسوح مضروباً بمائة.

| الشدة | الكثافة / Edge Cracking | | |
|---|---|---|---|
| | منخفضة | متوسطة | عالية |
| | اقل من 10% | 11%-50% | اكثر من 50% |
| منخفضة الشدة | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا |
| متوسطة الشدة | Crack Sealing<br>تعبئة الشقوق | surface Patching<br>ترقيع سطحي | surface Patching<br>ترقيع سطحي |
| عالية الشدة | Repair shoulder /Deep patch اصلاح الاكتاف و ترقيع عميق | Repair shoulder /Deep patch اصلاح الاكتاف و ترقيع عميق | Repair shoulder /Deep patch اصلاح الاكتاف و ترقيع عميق |

للطرق التي لها أكتاف.

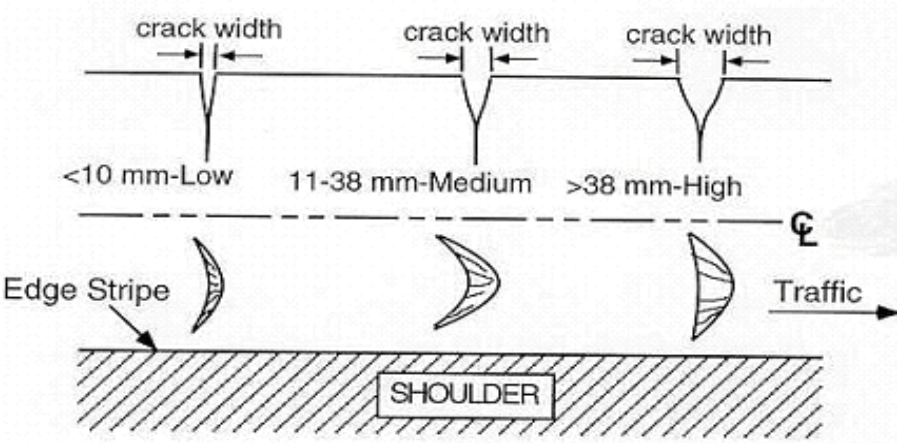
طريقة الصيانة :

الكشف على المنطقة المتضررة لتحديد مساحة العيب و سبب حدوثه و طريقة صيانته باحدى الطرق التالية :

- اذا كان في المراحل الاولى ( تشققات بسيطة) يتم حقن هذه التشققات بمادة اسفلتية مناسبة ( RC250 ) او ( RS ) مع رش رمل ناعم فوقها و هرسها بالهراس الكاوتش
- اذا كان في المراحل المتقدمة ( كسر جوانب الطريق) يتم ازالة الطبقة او الطبقات المتضررة و اعادة تعبيدها بطريقة الترقيع مع تأمين كتف حماية مكون من حصى الفرش المخلوط بالماء و المدكوك جيدا مع عمل وجه ختامي للكتف اسفلتية بالاضافة الى وضع نظام لتصريف مياه الامطار حسب الحاجة.

## الشقوق الإنزلاقية Slippage Cracks

الشقوق الانزلاقية : هي شقوق هلالية او على شكل نصف هلال وتنتقل عادة باتجاه الحركة( النهايات منها تشير الى جهة المرور) . وتظهر الشقوق الإنزلاقية في مواقع استعمال مكابح السيارات أو الدورانات حيث تسبب إنزلاق أو انهيار لطبقة الرصف. يوضح الشكل التالي الشقوق الإنزلاقية وموقعها من الطريق.




Sliding Cracks,

### الأسباب المحتملة :

- ضعف الربط بين طبقة السطح والطبقات المتتالية لهيكل أو بناء الرصف.
- انخفاض مقاومة الخلطة الأسفلتية .
- تكرار حركة المرور الكثيفة للمركبات خاصة في مناطق استعمال المكابح ( الفرامل) و مناطق التوقف و الدوران و المناطق المنحدرة متسببا بانزلاق طبقة الخلطة السطحية عن الطبقة السفلية باتجاه حركة السير (بسبب ضعف الربط بين طبقة الاساس و السطح).

### مستويات الشدة و طريقة المعالجة المقترحة :

شدة منخفضة للشقوق الانزلاقية

شدة متوسطة

شدة عالية للشقوق الانزلاقية

**مستويات الشدة :** لتصنيف مستويات الشدة للشقوق الانزلاقية لأي نوع من الانواع الثلاثة يجب توفر احدى تلك الحالات الواردة امام كل مستوى في الجدول التالي :

| ت | مستوى الشدة | | الحالات لكل نوع |
|---|---|---|---|
| 1 | منخفضة الشدة | 1 | يكون عرض الشقوق أقل من ١٠ملم. |
| 2 | متوسطة الشدة | 1 | متوسط عرض الشقوق يتراوح بين ١١-٤٠ ملم. |
| | | 2 | تكسر متوسط في المنطقة المحيطة بالشقوق حدث لها و/أو أن المنطقة محاطة بشقوق ثانوية . |
| 3 | عالية الشدة | 1 | متوسط عرض الشقوق أكبر من ٤٠ ملم. |
| | | 2 | المنطقة المحيطة بالشقوق قد تكسرت إلى قطع سهلة الإزالة. |

**طريقة المعالجة المقترحة :** في الجدول أساليب الصيانة المقترحة للشقوق الانزلاقية حسب الشدة و الكثافة .

| الشدة | الكثافة / Slippage Cracks | | |
|---|---|---|---|
| | منخفضة | متوسطة | عالية |
| | اقل من 10% | 11%-50% | اكثر من 50% |
| منخفضة الشدة | Do Nothing<br>لا تفعل شيئا | Slurry Seal<br>ملاط عازل | Slurry Seal<br>ملاط عازل |
| متوسطة الشدة | surface Patching<br>ترقيع سطحي | surface Patching<br>ترقيع سطحي | surface Patching<br>ترقيع سطحي |
| عالية الشدة | Deep Patching<br>ترقيع عميق | Deep Patching<br>ترقيع عميق | Deep Patching<br>ترقيع عميق |

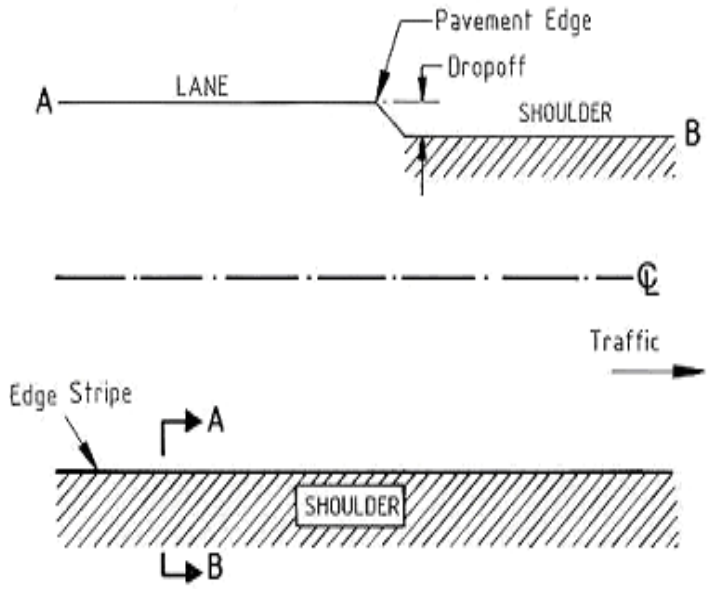
طريقة القياس : تُقاس المساحة المتأثرة بالشقوق الإنزلاقية بالمتر المربع. وتحسب الكثافة بقسمة المساحة المتأثرة بالعيب على المساحة الكلية للمقطع الممسوح.

**طريقة الصيانة :** يتم عمل الصيانة اللازمة للمنطقة المتضررة و ذلك كما يلي :

1- قص و ازالة طبقة الخلطة الاسفلتية .
2- تخشين سطح الطبقة السفلية و تنظيفها جيدا.
3- اعادة تعبيد المنطقة المتضررة بطريقة الترقيع.

## هبوط الأكتاف Lane Shoulder Drop

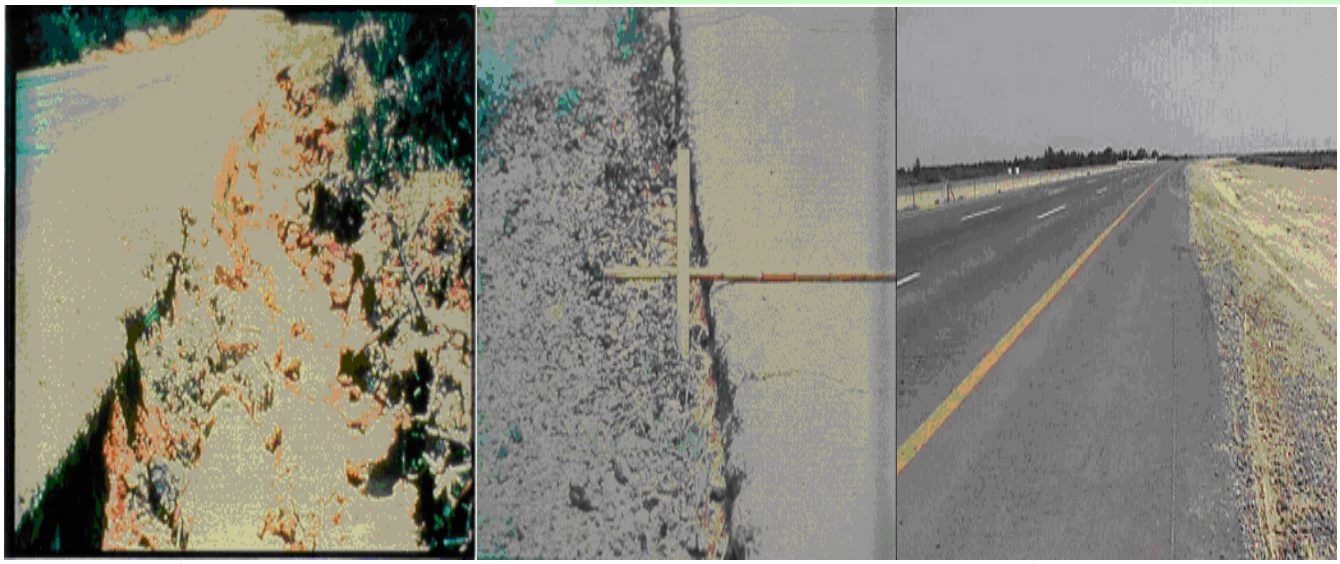
هبوط الأكتاف (في حالة وجود هذه الأكتاف) : هي اختلاف بين مستوى حافة الرصف وسطح الأكتاف، وعادة يكون مستوى الأكتاف أقل من مستوى المسار المجاور. ويوضح الشكل التالي شقوق أكتاف المسارات .




### الأسباب المحتملة :

- تعرية الاكتاف ( shoulder erosion ) .
- هبوط الاكتاف ( shoulder settlement ) .
- تنفيذ المسارات الحاملة Carriageway بدون ضبط مستوى الأكتاف.
- تآكل كتف الطريق نتيجة جريان المياه.
- هبوط في طبقات الاساس تحت كتف الطريق .
- اعادة تعبيد سطح الطريق عدة مرات دون تعديل منسوب الكتف .

### مستويات الشدة و طريقة المعالجة المقترحة :



شدة منخفضة لهبوط الأكتاف | شدة متوسطة | شدة عالية لهبوط الأكتاف

مستويات الشدة :

| ت | مستوى الشدة | الحالات لكل نوع |
|---|---|---|
| 1 | منخفضة الشدة | يكون الفرق بين مستوى حافة الرصف والأكتاف بين ٢٥-٥٠ ملم. |
| 2 | متوسطة الشدة | يكون الفرق بين مستوى حافة الرصف والأكتاف من ٥١ إلى ١٠٠ملم. |
| 3 | عالية الشدة | يكون الفرق بين مستوى حافة الرصف والأكتاف أكثر من ١٠٠ ملم. |

طريقة المعالجة المقترحة : يبين الجدول أساليب الصيانة المقترحة لهبوط الأكتاف حسب الشدة والكثافة

| الشدة | الكثافة / Lane Shoulder Drop | | |
|---|---|---|---|
| | منخفضة | متوسطة | عالية |
| | اقل من 10% | 11%-50% | اكثر من 50% |
| منخفضة الشدة | Refill Shoulder | Refill Shoulder | Refill Shoulder |
| | تسوية الاكتاف | تسوية الاكتاف | تسوية الاكتاف |
| متوسطة الشدة | Refill Shoulder | Refill Shoulder | Refill Shoulder |
| | تسوية الاكتاف | تسوية الاكتاف | تسوية الاكتاف |
| عالية الشدة | Refill Shoulder | Refill Shoulder | Refill Shoulder |
| | تسوية الاكتاف | تسوية الاكتاف | تسوية الاكتاف |

للطرق التي لها أكتاف.

طريقة القياس:يُقاس هبوط أكتاف المسارات بالمتر الطولي. وتقاس المساحة المتأثرة لهذا العيب بطول المنطقة المتأثرة مضروباً بمتر واحد، وتحسب كثافة العيب بقسمة المساحة المتأثرة به على المساحة الكلية للمقطع الممسوح مضروباً بمائة.

طريقة الصيانة :

الكشف على المنطقة المتضررة لتحديد مساحة العيب و سبب حدوثه و طريقة الصيانة اللازمة .

- في حالة وجود فرق منسوب نتيجة اعادة التعبيد لاكثر من مرة يتم تعبيد الكتف ليتماشى مع المنسوب الذي صمم على اساسه الطريق .

## تقاطع سكة الحديد Railroad Crossing

يتضمن هذا النوع : ( المنخفضات او النتوءات ) الهبوط والارتفاع حول أو بين خطوط السكك الحديدية .

### الأسباب المحتملة :

- عدم جودة تركيب خطوط سكة الحديد.
- تقادم الخطوط وتأثير حركة المرور عليها

### مستويات الشدة و طريقة المعالجة المقترحة :

إهتزازات ملحوظة للمركبة دون تخفيض للسرعة.

إهتزازات معتبرة للمركبة مع تخفيض للسرعة للسلامة.

إهتزازات شديدة للمركبة مع تخفيض للسرعة لحد كبير.

### مستويات الشدة :

| ت | مستوى الشدة | الحالات لكل نوع |
|---|---|---|
| 1 | منخفضة الشدة | هو المستوى الذي يؤثر بشكل بسيط على مستوى جودة القيادة. |
| 2 | متوسطة الشدة | هو المستوى الذي يؤثر بشكل متوسط على مستوى جودة القيادة |
| 3 | عالية الشدة | هو المستوى الذي يؤثر بشكل شديد على مستوى جودة القيادة |

### طريقة المعالجة المقترحة :

يبين الجدول أساليب الصيانة المقترحة لتقاطع سكة الحديد حسب الشدة والكثافة

| الشدة | الكثافة / Railroad Crossing | | |
|---|---|---|---|
| | منخفضة | متوسطة | عالية |
| | اقل من 10% | 11%-50% | اكثر من 50% |
| منخفضة الشدة | Do Nothing | Do Nothing | Do Nothing |
| | لا تفعل شيئا | لا تفعل شيئا | لا تفعل شيئا |
| متوسطة الشدة | surface Patching | surface Patching | surface Patching |
| | ترقيع سطحي | ترقيع سطحي | ترقيع سطحي |
| عالية الشدة | Deep Patching | Deep Patching | Deep Patching |
| | ترقيع عميق | ترقيع عميق | ترقيع عميق |

طريقة القياس: تُقاس المساحة المتأثرة بالمتر المربع، أما في حالة عدم تأثير تقاطع سكة الحديد على مستوى جودة القيادة فلا تُسجل هذه المساحة، كما تُحسب الارتفاعات العالية بين خطوط السكة كجزء من التقاطعات.

### طريقة الصيانة :

نتيجة لوجود تقاطعات لسكة حديد مع جسم الطريق يؤدي الى ظهور عيوب على جانبي السكة الحديد في جسم الطريق و لأجراء الصيانة يلزم الكشف على الموقع لتحديد نوع و درجة العيب و اجراء عملية الصيانة المناسبة لها .

## وصف اساليب الصيانة المقترحة

**فيما يلي وصف لأساليب الصيانة المقترحة للعيوب حسب حالات الشدة والكثافة الموجودة في مقاطع رصفات الطرق تحت الدراسة والتقييم. بينما يوجد تفصيل شامل لهذه الأساليب في مواصفات الصيانة من حيث المواد المستخدمة ومواصفاتها وكذلك المعدات اللازمة، وخطوات تنفيذ هذه الأساليب.**

1- رش الرمل الحار والدك (Spry Hot Sand and Roll):

**هو إحد أساليب صيانة الطرق يستخدم لإزالة الأسفلت الزائد على السطح نتيجة للطفح أو النزيف الإسفلتي حيث ان تدفق الاسفلت او نزف الاسفلت الذي يحدث عادة في الطقس الحار يشير الى وجود اسفلت اكثر من اللازم على سطح الطريق . تتم هذه الطريقة بتسخين الرمل الخشن إلى درجة ١٥٠ درجة مئوية، ثم يرش على المنطقة المتأثرة ويُرص مباشرة بإستعمال حادلة ذات عجلات مطاطية ، وأثناء الرص يمتص الرمل الأسفلت وعندما يبرد يتم تنظيفه من على السطح .**

2- مالئ الشقوق (Crack Sealing) :

**هو إحدى طرق الصيانة الفنية ويُستعمل لملئ عدة أنواع من الشقوق بعد إختيار المالئ المناسب، الهواء الساخن، غلاية العازل وأداة الحقن و الفرشاة .**

3- الترقيع السطحي (Surface Patching):

**الترقيع السطحي أو الجلدي هو إزالة جزئية لطبقة السطح المتأثر، إما بالقطع أو بالكشط للعمق المناسب ويتم إعادة الرصف باستعمال الخلطة الأسفلتية المناسبة، كما يمكن إجراء الترقيع السطحي بدون إزالة طبقة الأسفلت الموجودة . تجدر الإشارة إلى ضرورة الإهتمام بحواف طبقة الأسفلت عند قصها .**

4- الترقيع العميق (Deep Patching):

**هو إزالة كلية لطبقات الأسفلت المنهارة و استبدالها بطبقة اسفلتية جديدة .**

5- تسوية الأكتاف وإصلاحها (Refill Shoulder) :

**تتطلب صيانة الأكتاف تعديل السطح، أو التسوية، أو تحسين التدرّج. وتعتبر عملية تعديل السطح، أو التمليس هي تقنية إصلاح وتستعمل ماكينة تسوية (جريدر) حيث تسحب المواد الطليقة من جوانب الطّريق، ويجب تأدية هذه العملية عندما يكون سطح الطّريق رطباً، أي بعد هطول الأمطار أو بعد رش الطريق بالماء.**

6- الملاط الإسفلتي( الملاط العازل ) (Slurry Seal) :

**هو خليط من الحصى الناعمة ذات تدرج جيد ومادة مالئة (عادة يُستخدم الأسمنت البورتلاندي) إضافة إلى المستحلب الإسفلتي بطيء التجمد. يُستخدم الملاط العازل في الصيانة الوقائية والروتينية، و يفضل استعمال الملاط العازل في علاج عيوب السطوح ذات المساحات الكبيرة، تتراوح سماكته عادة بين ٣ إلى ٦ ملم ولكن لا يُساهم في البنية الإنشائية للرصف**

7- الكشط وإعادة الرصف (Milling and Repave) :

**هو إزالة الطبقة السطحية بالطريقة الميكانيكية.و تستخدم هذه الطريقة لتسوية الرصفات المتأثرة بعيوب التموجات و التخدد او لعلاج نزف الاسفلت عالي الشدة او لرفع مستوى مقاومة الانزلاق ٠ ويمكن أن تقوم آلات الكشط بإزالة شريط من طبقة الإسفلت بعرض حارة المرور وبعمق حوالي ٥ سم من دون القيام بأي تسخين للسطح. ثم يتم رصف المنطقة المكشوطة بطبقة بديلة من خلطة الخرسانة الإسفلتية الحارة.**

8- إصلاح طبقة الأساس وإعادة الرصف (Base Repair and Repave) :

**يستخدم هذا الأسلوب عندما يكون العيب مثل الهبوطات في درجة متقدمة من الشدة، حيث يكون سبب العيب هو تلف أو ضعف في طبقة الأساس تحت الطبقات الإسفلتية. وهنا يتم تكسير الطبقة المتأثرة بالعيب كما تزال طبقات الأساس الحجرية والترابية ويتم استبدالها ودكها حسب المواصفات، ثم توضع الطبقات الإسفلتية بخلطات جديدة٠**

9- طبقة التقوية الرقيقة (Thin Overlay) :

**هي طبقة من خلطة إسفلتية ساخنة تم تحضيرها في الخلاطة المركزية وتفرش بموزعة الإسفلت، بحيث لا تقل سماكتها عن ٣ سم. عندما تتطلب الطبقة السطحية الإسفلتية القديمة صيانة سطحية فيجب أن تكون أسمك وأكثر ديمومة من المعالجة السطحية.**

10- إعادة الإنشاء ( Reconstruction)ً :

**ويستخدم هذا الأسلوب في حالات التلفيات الشديدة جداً حيث أن الرصفة لم تعد تستطيع تحمل الحمولات المرورية أو أن الحالة الوظيفية للرصفة لم تعد مقبولة، كما في حالات الشقوق التمساحية عالية الكثافة وعالية الشدة.**

## كيف يتم عملية الترقيع و تعبئة الشقوق ؟

### عملية الترقيع :

**يعتبر الترقيع من اكثر وسائل صيانة طبقات الرصف الاسفلتية انتشارا . فجميع الطرق تحتاج الى الترقيع اثناء عمرها الافتراضي و ذلك اما لمعالجة الحفر التي تحدث في الطريق لأي ظواهر طبيعية او ردم الخنادق اللازمة لتمديد الخدمات العامة تحت الطريق ، كما ان عملية الترقيع تحتاج الى دقة و خبرة و اشراف كامل و مباشر حتى لا يحدث هناك انبعاجات او تشققات في طبقة الترقيع و بالتالي فأن الماء سيصل الى الطبقات السفلى و الذي سيؤدي بدوره الى تلف كامل في الطريق .**

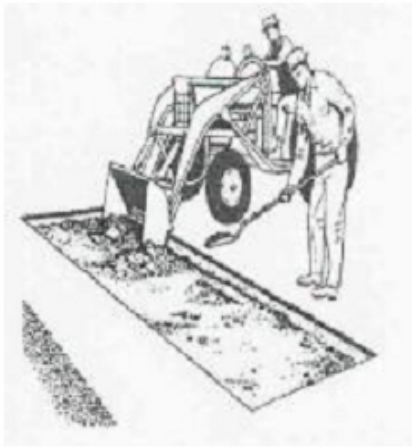
**يتم عمل الترقيعات بالخطوات التالية :**

1- **ازالة المواد السطحية في الحفرة على ان يكون شكل الحفر مستطيلا و يشمل ٣٠ سم من الاسفلت الجيد المحيط بالحفرة مع تنظيف المواد الطليقة بالكنس او بالهواء المضغوط.**

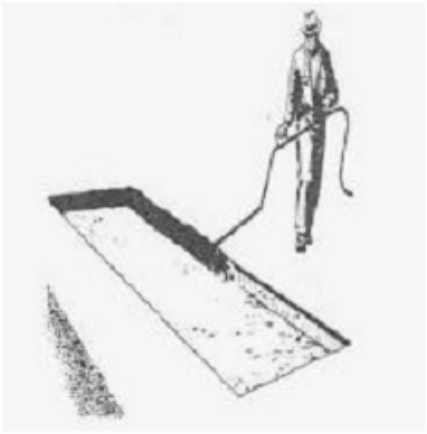
2- **رش الحفرة و جوانبها بطبقة من الاسفلت المخفف سريع النضج (Rc2 ) او (Rc4) اذا كانت الحفرة ضحلة و لم تصل الى الطبقات الترابية ، او ترش بطبقة من الاسفلت المخفف متوسط النضج ( Mc1 ) اذا كانت الحفرة عميقة و وصلت الى الطبقة الترابية.**

3- **بعد ذلك توضع الطبقة الاسفلتية باستخدام المجارف مع تسويتها بحيث يكون ارتفاعها قبل دكها اعلى قليلا من سطح الطريق .** -3

4- **يتم دك المواد بأستخدام الرصاصات المناسبة**



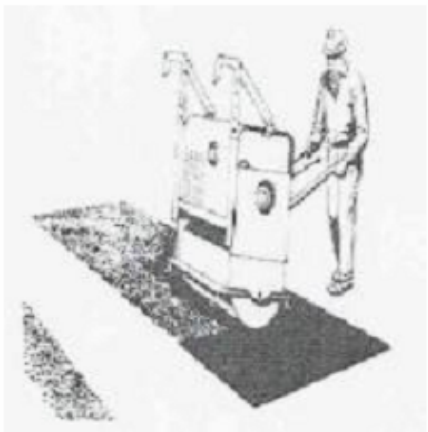
ازالة التشقق حتى الوصول الى التربة



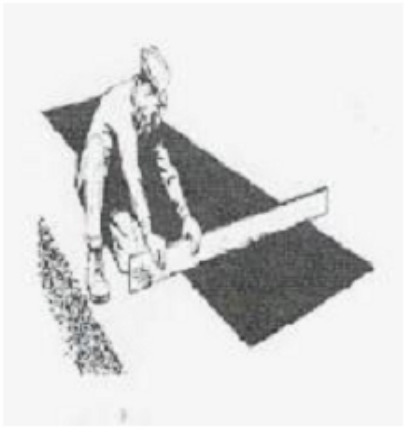
رش بيتيومين

ملء الحفر بخلطة اسفلتية

فرد خلطة الاسفلتية



حدل الخلطة الاسفلتية



تسوية السطح

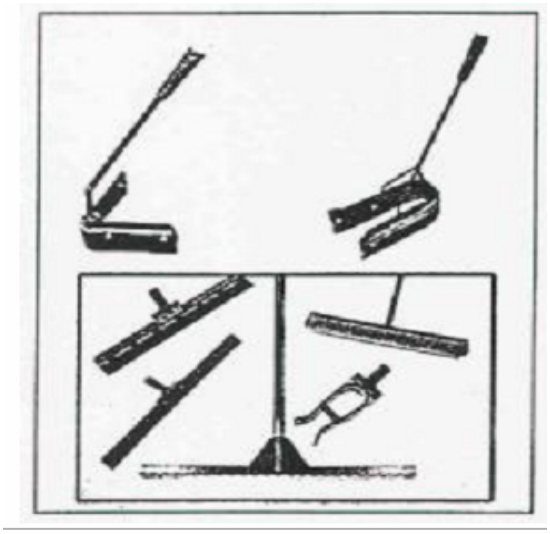
## تعبئة الشقوق :

**تعتبر عملية تعبئة الشقوق من العمليات المهمة لأنها تؤدي الى منع تسرب المياه الى طبقات الرصف السفلية و يتم تعبئة الشقوق بأستخدام المستحلب الاسفلتي او الاسفلت المخفف مع الاعتبار ان الاول هو الافضل في الشقوق الضيقة أو استخدام الاسفلت المعدل المضاف اليه الياف أو اسفلت مطاطي لتعبئة الشقوق الكبيرة.**

**تتم عملية تعبئة الشقوق بالخطوات الاتية :**

1- **تنظيف الشقوق المراد تعبئتها بأستعمال الهواء المضغوط.**
2- **صب المواد العازلة داخل الشقوق بأستخدام وعاء صب مخصص لهذه العملية.**
3- **تنظيف المساحة المجاورة يدويا من المواد الزائدة المنسكبة.**
4- **وضع طبقة من الرمل و يتم تنظيف الرمل في اليوم التالي.**

طريقة نفخ الشقوق



المعدات اليدوية المستخدمة

طريقة تعبئة الشقوق

## تقدير مستوى القيادة Ride Quality

**تؤثر العيوب التالية على جودة القيادة :**

- **التحدبات و التقعرات ( 0 ( Bumps and Sags**
- **التموجات ( 0 ( Corrugation**
- **تقاطعات سكة الحديد ( 0 (Railroad Crossing**
- **الازاحة ( 0 ( Shoving**
- **الانتفاخ ( 0 ( Swell**

**تستخدم تعاريف مستويات الشدة التالية لتقدير مستوى جودة القيادة للعيوب المذكورة اعلاه ٠**

1- مستوى الشدة المنخفض ( Low Severity ) :

**هو المستوى الذي يسبب اهتزازا للسيارة ( مثلا التموجات ) ، و لكن لا يؤدي الى تخفيض السرعة من اجل الراحة و السلامة ، فمثلا النتوءات او الهبوطات تؤدي الى اهتزاز السيارة قليلا و تحدث عدم راحة بشكل خفيف ٠**

2- مستوى الشدة المتوسط ( Medium Severity ) :

**هو ملاحظة اهتزاز السيارة بشكل واضح و يؤدي الى تخفيف السرعة قليلا للحفاظ على الراحة و السلامة ، مثل النتوءات و الهبوطات التي تحدث اهتزاز للسيارة و تؤثر على مستوى القيادة بشكل متوسط ٠**

3- مستوى الشدة العالي ( High Severity ) :

**هو المستوى الذي يحدث اهتزاز للسيارة بصورة اضافية و عند هذا المستوى يجب تخفيض السرعة لأجل الراحة و السلامة ، مثل النتوءات و الهبوطات التي تسبب اهتزازات اضافية للسيارة و تؤدي الى عدم راحة و خطورة ٠**

## المصادر :


| | | |
|---|---|---|
| **تقنية صيانة الطرق** | **المهندس / هه لمه ت غريب** | **2007** |
| **تكنلوجيا صيانة الطرق** | **المهندس / سمير عمار** | |
| **دليل تقييم الطرق** | **وزارة الشؤون البلدية و القروية/ السعودية** | **2011** |
| **دليل عيوب رصفات الطرق** | **وزارة الشؤون البلدية و القروية/ السعودية** | |
| **Evaluation pavement Distresses** | **Ali Mohamed** | **2011** |

**العديد من الصفحات الخاصة بالموضوع في الانترنت**

# المحتويات


| ت | المواضيع | الصفحة |
|---|---|---|
| 1 | المقدمة | 1 |
| 2 | تعريف ببعض المصطلحات الشائعة | 2 |
| 3 | عيوب طبقات الرصف الاسفلتية | 3 |
| 4 | الشقوق التمساحية أو الكلل Aligator/ Fatigue Cracking | 4 |
| 5 | الشقوق الشبكية Block Cracking | 6 |
| 6 | لشقوق الطولية والعرضية Longitudinal and transverse Cracks | 8 |
| 7 | التخدد Rutting | 10 |
| 8 | الترقيع Patching | 12 |
| 9 | الحفر Potholes | 14 |
| 10 | الزحف Shoving | 16 |
| 11 | الهبوطات Depression | 18 |
| 12 | التقعرات والتحدبات Bumps and Sags | 20 |
| 13 | التموجات Corrugation | 22 |
| 14 | شقوق الفواصل الإنعكاسية Joint Reflection Cracking | 24 |
| 15 | الإنتفاخ Swell | 26 |
| 16 | بري أو صقل الحصى Polished Aggregate | 28 |
| 17 | التطاير والتآكل Raveling and Weathering | 29 |
| 18 | رقع حفريات الخدمات Patch Utility Cut | 31 |
| 19 | النزيف أو طفح الأسفلت Bleeding or Flushing | 33 |
| 20 | الشقوق الجانبية Edge Cracking | 35 |
| 21 | الشقوق الإنزلاقية Slippage Cracks | 37 |
| 22 | شقوق أكتاف المسارات Lane-Shoulder Drop-off | 39 |
| 23 | تقاطع سكة الحديد Railroad Crossing | 41 |
| 24 | وصف اساليب الصيانة المقترحة | 42 |
| 25 | كيف يتم عملية الترقيع و تعبئة الشقوق ؟ الترقيع | 44 |
| 26 | كيف يتم عملية الترقيع و تعبئة الشقوق ؟ تعبئة الشقوق | 45 |
| 27 | تقدير مستوى القيادة | 46 |
| 28 | المصادر | 46 |
| 29 | المحتويات | 47 |