ليبيا



طرابلس ـ ليبيا

مدرسة العلوم التطبيقية والهندسية

قسم الهندسة المدنية والمعمارية

شعبة هندسة المواصلات

تحديد خواص الرصف الأسفلتي القائم حالياً لإعادة التأهيل

لطريق ترهونة ـ قصر بن غشير (دراسة حالة)

اعداد: م. عادل علي خليفة الرجباني

الاطروحة مقدمة الى قسم الهندسة المدنية والمعمارية

للاستكمال الجزئي من متطلبات القسم لإنجاز درجة الاجازة العليا (الماجستير)

في العلوم الهندسية

اشراف: أ. د. محمد خليفة علي

فبراير, 2016

حقوق النشر © محفوظة

Copyright © February, 2016

تحديد خواص الرصف الأسفلتي القائم حالياً لإعادة التأهيل

لطريق ترهونة ـ قصر بن غشير (دراسة حالة)

اعداد

عادل علي خليفة الرجباني

مقدمة إستكمالاً لمتطلبات القسم لإنجاز درجة الاجازة العليا

في الهندسة المدنية

يناير 2016 م

بسم الله الرحمن الرحيم

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِّن نَّبَاتٍ شَتَّىٰ (53) كُلُوا وَارْعَوْا أَنْعَامَكُمْ ۗ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَاتٍ لِّأُولِي النُّهَىٰ (54) ۞ مِنْهَا خَلَقْنَاكُمْ وَفِيهَا نُعِيدُكُمْ وَمِنْهَا نُخْرِجُكُمْ تَارَةً أُخْرَىٰ (55)

صدق الله العظيم

(سورة طه)

الإهداء

الى أبي وأمي ، الأصل الذي يُنسب اليه كل ما أنا عليه (رحمهما الله) .

الى أسرتي الصغيرة، زوجتي رفيقة دربي ، وأبنائي قرة عيني .

الى أخوتي وأخواتي ، سندي ومصدر عطائي .

الى أساتذتي الافاضل، وكل من علمني حرفا .

الى أسرتي الكبيرة، ليبيا الوطن والمواطن .

أهدي هذا البحث المتواضع .

شكر وتقدير

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، والصلاة والسلام على رسول الله وعلى أله وصحبه ومن سار على دربه واهتدى بهديه الى يوم الدين . اما بعد ،

فإني أتوجه بالشكر والثناء لله تعالى، الذي وفقني وأعانني على إتمام هذا البحث، فله الحمد أولا وأخيراً . كما لا يسعني الا ان أتقدم بجزيل الشكر والعرفان الى أستاذي الفاضل الأستاذ الدكتور محمد خليفة علي والذي كان له الفضل الكبير بعد الله عز وجل في التوجيه، والإرشاد، والنصيحة، فجزاه الله خير الجزاء .

ولا يفوتني أيضا أن أتقدم بخالص الشكر والتقدير الى كل الأساتذة الافاضل الذين درسوني في الاكاديمية، كما أتقدم بالشكر الى مصلحة الطرق والجسور والمركز الليبي للأرصاد الجوية .

وفي الختام اللهم أني اسألك السداد والفلاح، وان يكون عملي خالصا لوجهك الكريم ولرفعة شأن بلدي ليبيا .

المحتويات

الباب الأول المقدمة..... 1

1.1. تقديم عام..... 1

2.1. المشكلة 2

3.1. الأهداف 3

4.1. منهجية البحث..... 3

5.1. المساهمة العلمية..... 3

6.1. احتياجات الدراسة..... 3

7.1. هيكلية البحث..... 4

الباب الثاني الدراسة الحقلية(FIELD STUDY) 5

1.2. تمهيد Preface 5

2.2. حالة الرصف القائم Condition Of Existing Pavement 6

1.2.2. التشققات التمساحية او شقوق الكلل Alligator/Fatigue Cracking 7

2.2.2. التشققات الشبكية Block Cracking..... 8

3.2.2. التشققات الطولية والعرضية Longitudinal and transverse Cracking 9

4.2.2. الترقيع Patching..... 10

5.2.2. الحفر Pothole 11

6.2.2. الهبوط Depression 11

7.2.2. البري Polished Aggregate 11

8.2.2. التخدد Rutting 12

9.2.2. التطاير والتآكل Raveling and Weathering 13

10.2.2. التشققات الجانبية Edge Cracking..... 14

11.2.2. التموج Corrugations 14

3.2.الدراسة الجيوتقنية Geotechnical Study 15

1.3.2. فحص تربة الاساس checking the subgrade 15

2.3.2. طبقة الأساس الحبيبي والأساس المساعدBase course & Sub base 18

3.3.2. طبقات الرصف الاسفلتي Asphalt Pavement Layers 20

4.2. حالة المنشآت القائمة..... 22

الباب الثالث الاختبارات المعملية 30

1.3. مقدمة 30

2.3. اختبارات عينات التربة 30

1.2.3 اختبار التوزيع الحجمي للتربة Particle Size Distribution 30

2.2.3. محتوى الرطوبة للتربة الطبيعية Natural Moisture Content 34

3.2.3. اختبار حدود القوام ATTERBERG LIMITS TEST 36

4.2.3. اختبار الوزن النوعي Specific Gravity Test 36

5.2.3. اختبار اقصى كثافة جافة ومحتوى الرطوبة الأمثل Maximum Dry Density and Optimum Moisture Content 38

6.1.3. اختبار نسبة تحميل كاليفورنيا California Bearing Ratio(CBR) 41

7.1.3. اختبارات التحليل الكيميائي Chemical Tests 44

3.3. اختبارات مواد الأساس الحبيبي والأساس المساعد 46

1.3.3. اختبار التوزيع الحجمي Particle Size Distribution 46

2.3.3. اختبار حدود القوام Atterberg Limits Test 48

3.3.3. اختبار اقصى كثافة جافة ومحتوى الرطوبة الأمثل Maximum Dry Density and Optimum Moisture Content 49

4.3.3. اختبار مخروط الغرز الديناميكي DYNAMIC CONE PENETRATION TEST 51

5.3.3. اختبار نسبة تحميل كاليفورنيا California Bearing Ratio(CBR) 53

6.3.3. نسبة الدمك Degree of Compaction 56

4.3. اختبارات الخرسانة الاسفلتية TESTS OF ASPHALT CONCRETE 56

1.4.3. سمك طبقات الاسفلت Thickness of different AC layers 57

2.4.3. محتوى البيتومين Bitumen Content 59

3.4.3. تدرج الركام في الخرسانة الاسفلتية Grading of Aggregate 64

4.4.3. اختبار مارشال Marshall Stability and Flow 68

5.4.3. الكثافة الكلية ونسبة الدمك Bulk Density and Degree of Compaction 71

5.3. الخلاصة 74

1.5.3 الاختبارات التي تم عملها على التربة 74

2.5.3 الاختبارات التي تم عملها على الأساس الحبيبي والأساس المساعد 75

3.5.3 الاختبارات التي تم عملها على الخرسانة الاسفلتية 75

الباب الرابع مناقشة وتحليل النتائج 76

1.4.نتائج اختبارات التربة 76

1.1.4. تصنيف التربة 76

2.1.4. نسبة تحميل كاليفورنيا CBR 77
3.1.4. التحليل الكيميائي 77
2.4. اختبارات الأساس الحبيبي والأساس المساعد 78
1.2.4. التدرج Gradation 78
2.2.4. نسبة تحميل كاليفورنيا CBR 78
3.2.4. درجة الدمك Degree of Compaction 78
3.4. طبقات الرصف الاسفلتي Asphalt Pavement Layers 78
1.3.4. نسبة البيتومين Bitumen Content 79
2.3.4. اختبار مارشال Marshall Test 81
4.4. الخلاصة 81
الباب الخامس تقييم حالة الرصف 83
1.5. مقدمة 83
2.5. مؤشر حالة الرصف Pavement Condition Index (PCI) 86
3.5. دليل حالة الرصف 87
4.5. خطوات تقييم حالة الرصف 87
5.5. مثال على حساب مؤشر حالة الرصف 103
الباب السادس استخدام برنامج PAVER لتحديد مؤشر حالة الرصف (PCI) 111
1.6 تقديم عام 111
2.6. خطة العمل لتحديد مؤشر حالة الرصف واعداد التقرير التنفيذي 111
1.2.6. اعداد بيانات عن الطريق Inventory 111
2.2.6. نظام إدارة الرصف Pavement Management System 113
3.6. الخلاصة 129
الباب السابع استخدام برنامج SPDM 3.0 لإعادة تأهيل الرصف.....131
1.7. مقدمة 131
2.7. معاملات التصميم DESIGN MODULUS 131
3.7. اعداد بيانات التصميم Prepare Design Data 131
4.7. استخدام البرنامج 136
5.7. تقرير التصميم النهائي 145
الباب الثامن الاستنتاجات و التوصيات 148
1.8. الاستنتاجات 148

2.8 التوصيات..... 149
المراجع 150

فهرس الجداول

جدول رقم (1) يوضح الاضرار التي تم حصرها 6

جدول رقم (2) يوضح الاختبارات التي أجريت لعينات التربة المستخرجة من حفر الاختبار 15

جدول رقم (3) يبين مواقع حفر الاختبار 16

جدول رقم (4) يوضح مواقع العينات التي أجريت عندها الكثافة الحقلية 19

جدول رقم (5) الاختبارات التي أجريت على طبقتي الأساس والأساس المساعد 19

جدول رقم (6) يبين مواقع اخذ العينات الاسفلتية 21

جدول رقم (7) يوضح الاختبارات التي أجريت على العينات الاسفلتية 22

جدول رقم (8) يوضح الاضرار التي تصيب المنشآت الخرسانية 22

جدول رقم (9) حدود حجم حبيبات التربة 30

جدول رقم (10) نتائج تصنيف التربة 32

جدول رقم (11) يبين محتوى الرطوبة للتربة الطبيعية 35

جدول رقم (12) نتائج الوزن النوعي 38

جدول رقم (13) يوضح اقصى كثافة جافة والمحتوى المائي الأمثل للعينات 40

جدول رقم (14) نتائج اختبار نسبة تحميل كاليفورنيا للتربة CBR 44

جدول رقم (15) يوضح نتائج الاختبارات الكيميائية 45

جدول رقم (16) يوضح الاختبارات التي أجريت على الأساس الحبيبي والأساس المساعد 46

جدول رقم (17) يوضح تدرج عينات الأساس الحبيبي والأساس المساعد 48

جدول رقم(18) يوضح نسب المحتوى المائي الأمثل واقصى كثافة جافة 49

جدول رقم (19) يوضح نسبة تحميل كاليفورنيا لعينات الأساس الحبيبي والأساس المساعد 53

جدول رقم (20) يوضح نسب الدمك عند البلاطات الاسفلتية 56

جدول رقم (21) الاختبارات التي أجريت على طبقات الاسفلت 57

جدول رقم (22) يبين سمك طبقات الرصف الاسفلتي 57

جدول رقم (23) يوضح نسب البيتومين 60

جدول رقم (24) اختبار الاستخلاص 63

جدول رقم (25أ) نتائج التحليل المنخلي للركام المستخدم الخرسانة الاسفلتية للطبقة السطحية 64

جدول رقم (25ب) نتائج التحليل المنخلي للركام المستخدم الخرسانة الاسفلتية للطبقة الرابطة 65
جدول رقم (26) يبين نتائج اختبارات مارشال 68
جدول رقم (27) يوضح اختبار مارشال 70
جدول رقم (28) يوضح نتائج الكثافة الكلية 71
جدول رقم (29) نموذج اختبار الدمك..... 74
جدول رقم (30) تصنيف التربة للجمعية الأمريكية لمسئولي الطرق والنقل بالولايات 76
جدول رقم (31) لتحديد قيمة K التصميمية 77
جدول رقم (32) يوضح أنواع الاضرار حسب تصنيف طريقة مؤشر حالة الرصف..... 86
جدول رقم (33) يوضح أسس تحديد شدة الضرر 102
جدول رقم (34) يوضح قيم مؤشر حالة الرصف في المثال والمتوسط الحسابي 110
جدول رقم (35) بيانات القطاع الاول..... 114
جدول رقم (36) بيانات القطاع الثاني 115
جدول رقم (37) بيانات القطاع الثالث 116
جدول رقم (38) بيانات القطاع الرابع..... 117
جدول رقم (39) بيانات القطاع الخامس..... 118
جدول رقم (40) بيانات القطاع السادس..... 119
جدول رقم (41) بيانات القطاع السابع 120
جدول رقم (42) بيانات القطاع الثامن..... 121
جدول رقم (43) بيانات القطاع التاسع 122
جدول رقم (44) بيانات القطاع العاشر 123
جدول رقم (45) بيانات القطاع الحادي عشر 124
جدول رقم (46) بيانات القطاع الثاني عشر 125
جدول رقم (47) بيانات القطاع الثالث عشر 126
جدول رقم (48) يبين قيم مؤشر حالة الرصف لكل القطاعات 127
جدول رقم (49) يوضح تباين مؤشر حالة الرصف في القطاعات التي تم فحصها 128
جدول رقم (50) متوسط درجات الحرارة لكل شهر من سنة 2000 الى 2010 في كل سنة 132
جدول رقم (51) متوسط درجات الحرارة..... 132
جدول رقم (52) تقدير سمك طبقة الأساس الحبيبي 136

جدول رقم (53) يوضح سمك طبقات الرصف 145

جدول رقم (54) يوضح معلومات عن النقطة (1) واحداثياتها 146

جدول رقم (55) يوضح قيم الإجهادات والانفعالات والازاحة عند النقطة (1) 146

جدول رقم (56) يوضح معلومات عن النقطة (2) واحداثياتها 147

جدول رقم (57) يوضح قيم الإجهادات والانفعالات والازاحة عند النقطة (2) 147

فهرس الاشكال

شكل رقم (1) يوضح مسار الطريق 2

شكل رقم (2) يوضح خريطة جيولوجية لمنطقة الدراسة 5

شكل رقم (3) نموذج لوصف حفرة الاختبار 17

شكل رقم (4) استمارة معاينة منشأ تصريف مياه الامطار 29

شكل رقم (5) نموذج اختبار التوزيع الحجمي للتربة 31

شكل رقم (6) نموذج اختبار الوزن النوعي للتربة 37

شكل رقم (7) نموذج اختبار اقصى كثافة جافة ومحتوى الرطوبة الأمثل 39

شكل رقم (8) اختبار نسبة تحميل كاليفورنيا 42

شكل رقم (9) يبين العلاقة بين الاجهاد الناتج من الحمل على العينة ومقدار الغرز 43

شكل رقم (10) اختبار التوزيع الحجمي 47

شكل رقم (11) اختبار بروكتور المعدل 50

شكل رقم (12) نموذج اختبار اختبار مخروط الغرز الديناميكي DYNAMIC CONE PENETRATION TEST 52

شكل رقم (13) اختبار نسبة تحميل كاليفورنيا 54

شكل رقم (14) يبين العلاقة بين الاجهاد الناتج من الحمل على العينة ومقدار الغرز 55

شكل رقم (15) نموذج اختبار التحليل المنخلي 67

شكل رقم (16) يوضح تباين نسب البيتومين في عينات الطبقة السطحية 79

شكل رقم (17) يوضح تباين نسب البيتومين في عينات الطبقة الرابطة..... 80

شكل رقم (18) يوضح تصنيف مؤشر حالة الرصف 87

شكل رقم (19) لحساب الحد الدنى لعدد العينات 89

شكل رقم (20) النموذج المستخدم في مسح الاضرار 91

شكل رقم (21) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض للشقوق التمساحية 92

شكل رقم (22) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض للنزيف 92

شكل رقم (23) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض لشقوق الكتل 93

شكل رقم (24) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض للتقعرات والتحدبات 93

شكل رقم (25) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض للتموجات..... 94

شكل رقم (26) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض للهبوط 94

شكل رقم (27) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض لتكسر الحواف 95
شكل رقم (28) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض لشقوق الفواصل الانعكاسية 95
شكل رقم (29) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض لهبوط الاكتاف 96
شكل رقم (30) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض للتشققات الطولية والعرضية 96
شكل رقم (31) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض للترقيع 97
شكل رقم (32) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض لبري الحصى 97
شكل رقم (33) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض للحفر 98
شكل رقم (34) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض لتقاطع سكة الحديد 98
شكل رقم (35) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض للتخدد 99
شكل رقم (36) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض للزحف 99
شكل رقم (37) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض للشقوق الانزلاقية 100
شكل رقم (38) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض للانتفاخ 100
شكل رقم (39) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض للتطاير والتآكل 101
شكل رقم (40) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض المصححة (CDV) 101
شكل رقم (41) يبين تغير قيمة مؤشر حالة الرصف من قطاع لأخر 128
شكل رقم (42) يبين القطاعات التي تشترك في نفس حالة الرصف 129
شكل رقم (43) يبين تقسيم المساحة الاجمالية للرصف كلا حسب حالة الرصف الحالية 129
شكل رقم (44) العلاقة بين عرض الحارة والتوزيع الجانبي 133
شكل رقم (45) العلاقة بين نصف قطر الصلابة النسبية ومعامل التوزيع الجانبي 134
شكل رقم (46) علاقة حجم البيتومين وحجم الفراغات الهوائية بمعامل الرجوع (Healing Factor) 135
شكل رقم (47) طريقة ادخال درجات الحرارة 137
شكل رقم (48) حساب حمل المحور المفرد المكافئ (ESAL) 138
شكل رقم (49) ادخال خصائص طبقة الأساس 139
شكل رقم (50) نسب مكونات الخلطة 140
شكل رقم (51) خصائص الخلطة الاسفلتية وسمك الطبقة 141
شكل رقم (52) يوضح النقطة الاولى 146
شكل رقم (53) يوضح النقطة الثانية 147

المصطلحات Glossary

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الانجليزية
الاجهاد	Stress
اختبار المخروط الديناميكي	Dynamic Cone Penetration Test (DCPT)
اختبار بركتور المعدل	Modified Proctor Test
اضرار الرصف	Pavement Distresses
اعداد بيانات التصميم	Prepare Design Data
اقصى كثافة جافة	Maximum Dry Density (MDD)
الانسياب	Flow
الانفعال	Strain
بري الركام	Polished Aggregate
التآكل	Weathering
التخدد	Rutting
تخزين البيانات	Inventory
تدرج الركام	Grading of Aggregate
تربة التأسيس	Subgrade
الترقيع	Patching
تصحيح نقاط التخفيض	Corrected Deduct Value (CDV)
تصميم سمك طبقات الرصف	Structural Thickness Design
تصنيف	Rank
التطاير	Raveling
التموج	Corrugations
التوزيع الحجمي للحبيبات	Particle Size Distribution
ثبات مارشال	Marshall Stability
الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد	American Society for Testing and Materials (ASTM)
الجمعية الأمريكية لموظفي الطرق السريعة والنقل	American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)
جيد	Good

Serious	حاد (جسيم)
Lanes	الحارات
Atterberg Limits	حدود اتربيرغ (حدود القوام للتربة)
Pothole	الحفر
Equivalent Single Axle Load (ESAL)	حمل المحور المفرد المكافئ
Asphalt Concrete (AC)	الخرسانة الاسفلتية
Subgrade Reaction	رد فعل التربة
Superpave	رصف عالي الاداء
Surface	السطح
Corps of Engineers us Army	سلاح المهندسين بالجيش الأمريكي
Network	الشبكة
Severity Level	شدة الضرر
Alligator Cracking	الشقوق التمساحية
Edge Cracking	شقوق الحواف
Longitudinal and transverse Cracking	الشقوق الطولية والعرضية
Block Cracking	شقوق الكتل
Poor	ضعيف
Very Poor	ضعيف جداً
Asphalt Pavement Layers	طبقات الرصف الاسفلتي
Asphalt Layer	طبقة اسفلت
Overlay Design	طبقة اضافية
Base Course	طبقة الأساس الحبيبي
Sub Base Course	طبقة الأساس المساعد
Binder Course	الطبقة الرابطة
Wearing Course	الطبقة السطحية
Shell Pavement Design Method (SPDM)	طريقة شيل لتصميم الرصف
Pavement Inspection	فحص الرصف
Branch	الفرع
Section	القطاع

Bulk Density	الكثافة الكلية
Satisfactory	متوسط
Weighted Mean Annual Air Temperature (W-MAAT)	المتوسط السنوي لدرجة حرارة الهواء
Bitumen Content	المحتوى البيتوميني
Optimum Moisture Content (OMC)	محتوى الرطوبة الامثل
Natural Moisture Content	محتوى الرطوبة للتربة الطبيعية
Area	المساحة
Standard Fatigue Equation	معادلة الكلال القياسية
Lateral Distribution Factor	معامل التوزيع الجانبي
Healing factor	معامل الرجوع
Design Modulus	معاملات التصميم
British Standards (BS)	المعايير البريطانية
Pavement Condition Rating (PCR)	معدل حالة الرصف
Fair	مقبول
Failed	منهار
Present Serviceability Index (PSI)	مؤشر أداء الخدمة الحالي
Pavement Condition Index (PCI)	مؤشر حالة الرصف
Degree of Compaction	نسبة الدمك
Poisson's Ratio	نسبة بواسون
California Bearing Ratio (CBR)	نسبة تحميل كاليفورنيا
Pavement Management System (PMS)	نظام إدارة الرصف
The Pavement Maintenance Management System (PAVER)	نظام إدارة وصيانة الرصف
Three Layer System	نظرية ثلاث طبقات
Deduct Value	نقاط التخفيض
Distress Type	نوع الضرر
Depression	الهبوط
Specific Gravity	الوزن النوعي

الملخص

يبدأ الطريق موضوع الدراسة من جزيرة الدوران بمنطقة قصر بن غشير وحتى مدخل مدينة ترهونة وبطول حوالي 65 كم مروراً بمنطقة اسبيعة ومنطقة سوق الخميس وكانت مراحل العمل كالتالي:

- لتقييم حالة الرصف القائم تم تقسيم الطريق الى ثلاثة عشر قطاع كل قطاع بطول حوالي 5 كم، تم حصر وفحص الاضرار في كل قطاع وحساب كمية الضرر وتقدير شدته، وتم استخدام برنامج PAVER لتحديد مؤشر حالة الرصف.
- وكان ملخص تقييم حالة الرصف 7.7 % نسبة المساحة من المساحة الاجمالية للرصف التي صُنفت بحاد او جسيم (Serious) وكانت عند قطاع واحد فقط وهو القطاع الرابع وبقيمة مؤشر حالة الرصف (PCI) 23 ونسبة 15.3 % من المساحة الاجمالية كانت قد صُنفت بضعيف (Poor) وكانت عند قطاعين وهما الثاني بقيمة مؤشر حالة الرصف 48 والقطاع الخامس بقيمة 46 وما تبقى من المساحة الاجمالية للرصف فكان تصنيفه بضعيف جدا (Very Poor).
- تم تنفيذ في الدراسة عدد 40 حفرة اختبار بعمق حوالي 3 متر للحفرة الواحدة على طول مسار الطريق وبمسافة بين الحفر في حدود 1.5 كم تقريباً، وتم أخذ عينات منها لتحديد نوع التربة ودراسة خواصها وصلاحيتها كتربة ردم، كما تم أخذ عدد 30 عينة اسطوانية من الخرسانة الاسفلتية بقطر 75 مم على المسار وأخذ عدد 15 بلاطة من الخرسانة الاسفلتية، وتم اجراء اختبار الغرز الديناميكي بمواقع العينات الاسطوانية، كما تم استخراج عدد 5 عينات من طبقات الأساس الحبيبي والأساس المساعد لدراسة خواصها.
- يمكن اعتبار ان تربة الأساس الحبيبي والأساس المساعد جيدة ويمكن الإبقاء عليها مع معالجتها بإضافة بعض الاحجام من الركام لتعديل التدرج في بعض المناطق.
- بعد تقييم حالة الرصف القائم واجراء الاختبارات اللازمة لعينات التربة والأساس الحبيبي والأساس المساعد وطبقات الرصف الاسفلتي تم استخدام برنامج (Shell Pavement Design Method SPDM) لتصميم طبقات الرصف لإعادة تأهيل الطريق.
- بيانات التصميم
  - ✓ المتوسط السنوي لدرجة حرارة الهواء 23.6° مئوية[6]
  - ✓ حمل المحور المفرد المكافئ لمدة 20 سنة (مدة التصميم) 106*2.92[1]
  - ✓ معامل المرونة للأساس الترابي 120 ميجا باسكال

- ✓ نوع البيتومين المستخدم 70/60
- ✓ صلابة البيتومين 1.7 ميجا باسكال
- سمك طبقات الرصف 130 مم.

Abstract

Ben Asheer – Tarhouna road extends 65 km started from Ben Asheer city and go Until Tarhouna city. The road located south of Tripoli city and connect major and Minor cities such as Ben Asheer city,Souk Alkhamis and Tarhouna city.

The pavement condition rating were used to assess the existing pavement condition Of the road. The road were divided into 13 road segments for each segment the Pavement Condition Index (PCI) were determined. the Micro PAVER ™ programme Were used to predict the PCI, the severity and extends of the distresses for each Segment.

To evaluate the existing pavement layers many tests were carried out a long the Road. These tests as follows:

- Geotechnical study to recognize the properties of the subgrade.
- Tests on the existing asphaltic concrete layers to predict the properties of th Wearing and binder course of the flexible pavement, Also the binder content And marshall properties were determined.
- The dynamic cone penetration test were carried out on the existing base Course to determine the depth and properties of granular base course.
- Finally, the Shell Pavement Design Method (SPDM) were used for a new Design of the existing pavement to service for a new period extend to 20 Years.

الباب الاول

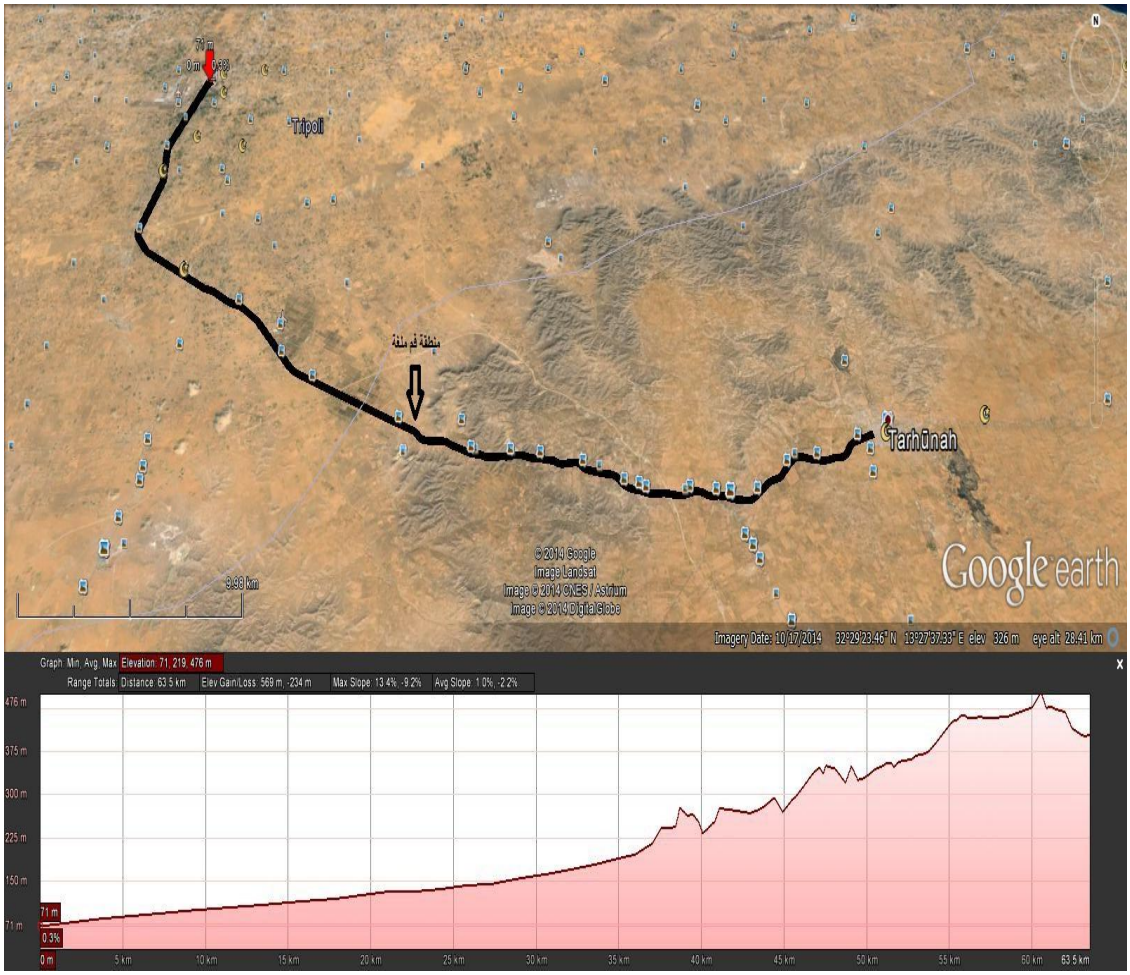
المقدمة

1.1. تقديم عام

يعتبر طريق قصر بن غشير–ترهونة من الطرق الحيوية ذو كثافة مرورية عالية نسبيا، حيث يربط مدينة قصر بن غشير حوالي 25 كم جنوب غرب طرابلس بمدينة ترهونة مروراً بالسبيعة وسوق الخميس وبطول 65 كم تقريبا يتكون من حارتين في كل اتجاه تفصلهما جزيرة وسطية، حيث تبدأ الطريق موضوع الدراسة جزيرة قصر بن غشير وتنتهي بمدخل مدينة ترهونة وبالنظر الى المسار الموضح بالشكل رقم (1)و هي عبارة عن صورة جوية ملتقطة بواسطة القمر الصناعي Google earth نلاحظ ان الطريق تبدأ بارض منبسطة ذات ميول بسيطة و منحنيات مفتوحة حتى منطقة فم ملغة عند الكيلومتر 30 تقريبا بعدها تتغير طبيعة الأرض الى جبلية تكثر فيها الوديان و المنحدرات و التعرجات و هذا واضح بالقطاع العمودي التقريبي للطريق المرفق مع الصورة الجوية. ولذلك زود الطريق بعبارات وحوائط ساندة وقنوات تصريف مياه الامطار، ونظراً لان تم تنفيذ الطريق في نهاية السبعينيات من القرن الماضي حيث تجاوزت الطريق العمر الافتراضي التصميمي (20 سنة)، نلاحظ انتشار العديد من الاضرار على سطح الرصف مثل الشقوق التمساحية او شقوق الكلل والشقوق الطولية والعرضية والتخددات والتطاير وغيرها من العيوب الأخرى.

ولم تتم عملية الصيانة الا في نطاق محدود وضيق. لذا سوف نقوم في هذه الدراسة بعمل تقييم شامل لتحديد الوضع القائم لطبقات الرصف الاسفلتي والأساس الحبيبي وطبقة التأسيس حيث يمكن تلخيص الدراسة في النقاط التالية

- دراسة جيوتقنية لتحديد خواص تربة التأسيس.
- تحديد خواص الاساس الحبيبي والاساس المساعد.
- دراسة الوضع القائم للرصف الاسفلتي باستخدام نظام Pavement Condition Index (PCI)



شكل رقم (1) يوضح مسار الطريق

2.1 المشكلة

يعاني طريق قصر بن غشير ترهونة من اضرار عديدة على سطح الطريق، وحتى تتم الصيانة بطريقة علمية وفنية مناسبة يجب تقييم حالة الرصف، ودراسة خواص طبقات الرصف، ودراسة خواص طبقة التأسيس.

3.1 الأهداف

تهدف هذه الدراسة الى تحديد خواص الوضع القائم للرصف الاسفلتي الحالي لطريق قصر بن غشير ترهونة، وتحديد طريقة الصيانة المناسبة، ويمكن تلخيص اهداف الدراسة كالتالي:

- تحديد خواص طبقات الرصف الاسفلتي حاليا.
- تحديد الخواص الحالية لطبقات الأساس والأساس المساعد.
- استخدام برامج حاسوب لتقييم الرصف وتحديد خواص المواد.
- تحديد نوع الصيانة اللازمة.

4.1 منهجية البحث

لتحقيق كل الاهداف المشار اليها سابقا فأنه سيتم إتباع المنهجية التالية:

- عمل مسح ميداني للتعرف المبدئي على حالة الطريق القائم.
- اعمال المسح لحالة سطح الطريق.
- الاعمال الحقلية وتشمل:

✓ اخذ عينات من طبقات الرصف الاسفلتي وطبقتي الأساس والأساس المساعد لتحديد خواصهم في المعمل.

✓ عمل جسات بأعماق مناسبة على طول مسار الطريق لعمل دراسة جيوتقنية لتحديد خواص تربة الأساس.

- الاختبارات المعملية وتشمل:

✓ الاختبارات اللازمة لطبقات الرصف الاسفلتي وطبقتي الأساس والأساس المساعد.

✓ الاختبارات اللازمة لتربة التأسيس.

5.1 المساهمة العلمية

- التعرف على خصائص مواد الرصف القائم ومدى تأثرها اثناء فترة الخدمة.
- استخدام برنامج مايكرو بيفير في تقييم الرصف المرن.

6.1 احتياجات الدراسة

لاستكمال الدراسة على الوجه المقبول يلزم توفير الاحتياجات التالية:

- معمل مركزي لعمل الاختبارات الخاصة بالإسفلت والتربة.
- برنامج حاسوب PAVER®لتقييم الرصف القائم.
- برامج حاسوب للتحليل الانشائي وتوقع سلوك الرصف المستقبلي.
- أجهزة حاسوب وطابعة.
- مراجع حديثة.

7.1 هيكلية البحث

يتكون هذا البحث من سبعة أبواب، يبدأ بمقدمة عامة في الباب الأول، والباب الثاني يوضح الدراسة الحقلية، اما الباب الثالث يحتوي على الاختبارات المعملية، ويتم مناقشة وتحليل النتائج في الباب الرابع، والباب الخامس يوضح فيه طريقة تقييم حالة الرصف، والباب السادس يتم فيه تقييم حالة الرصف باستخدام برنامج *PAVER*، وتحديد مؤشر حالة الرصف *(Pavement Condition Index (PCI))*، اما الباب السابع هو عن استخدام برنامج *(Shell Pavement Design Manual SPDM)*للتصميم الانشائي للرصف، واستخدام برنامج *(BISAR)* لتحليل الاجهادات الواقعة على الرصف.

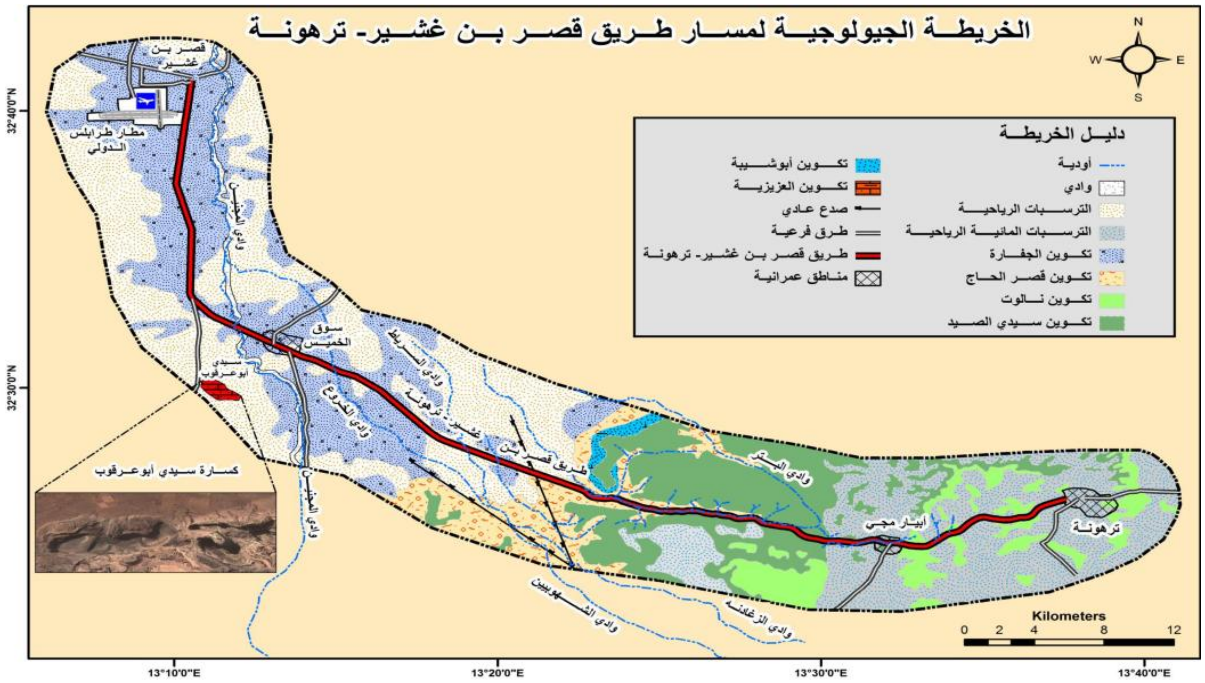
الباب الثاني

الدراسات الحقلية (FIELD STUDY)

1.2 تمهيد Preface

يحتوي هذا الباب على دراسات تربة التأسيس، ودراسات طبقات الرصف الأساس الحبيبي والأساس المساعد، وطبقتي الخرسانة الاسفلتية، وكذلك وصف لحالة المنشآت الخرسانية (قنوات تصريف مياه الامطار).

حيث يمتد الطريق موضوع الدراسة من مدينة قصر بن غشير التي تقع على مسافة 25 كم تقريبا جنوب غرب مدينة طرابلس الى مدينة ترهونة ولمسافة 65 كم تقريبا جنوبا، ويتكون من أربع حارات حارتين في كل اتجاه، ويمر بالعديد من الحقول الزراعية ومن أهمها أشجار الزيتون واللوز والعنب والتين، وكذلك يمر ببعض المناطق الحضرية والتجمعات السكنية والمراكز الخدمية والصناعية. تتميز المنطقة المار بها المسار بتنوع طبوغرافي حيث يبدأ بشكل مستقيم في ارض منبسطة من قصر بن غشير حتى الوصول الى منطقة فم ملغة وعندها تتغير طبيعة الأرض الى جبلية تكثر فيها الوديان والمنحدرات والتعرجات، وبذلك ألحق بالطريق عبارات وحوائط ساندة وقنوات تصريف مياه الامطار.



شكل (2) يوضح خريطة جيولوجية لمنطقة الدراسة (1)

تم تنفيذ الطريق نهاية السبعينيات من القرن الماضي، وبهذا قد تجاوز العمر الافتراضي التصميمي (20 سنة)، تنتشر العديد من الاضرار على سطح الرصف الأسفلتي على امتداد مسار الطريق، ومنها الشقوق التمساحية، شقوق الكتل، شقوق الحواف، التخددات، التطاير، والتحدبات والتقعرات وغيرها.

كما زود الطريق بعدة منشآت خرسانية متمثلة في جسرين، الأول عند منطقة السبيعة، والاخر عند سوق الخميس، وحوالي عدد 77 منشأ لتصريف مياه الامطار وسوف يتم وصف كل عبارة في استمارة خاصة يوضح فيها موقع المنشأ ونوع المنشأ وابعاده وأنواع الاضرار وشدتها كما موضحة في الملحق رقم (1).

2.2 حالة الرصف القائم Condition Of Existing Pavement

تبدأ عملية تدهور حالة الرصف مباشرة بعد فتحه لحركة السير، حيث يبدأ ببطء شديد لدرجة لا يمكن ملاحظته في البداية وبمرور الزمن يزداد التدهور بمعدلات أسرع بسبب تكرار الاحمال المرورية واختلاف درجات الحرارة وعوامل التعرية، حيث يعاني الطريق موضوع الدراسة من معظم الاضرار التي تصيب الرصف المرن والجدول رقم (1) يوضح الأضرار التي تم حصرها.

جدول (1) يوضح انواع الاضرار التي تم حصرها

ر.م	نوع الضرر	نوع الضرر باللغة الإنجليزية
1	التشققات التمساحية	Alligator / Fatigue Cracking
2	التشققات الشبكية	Block Cracking
3	التشققات الطولية والعرضية	Longitudinal and transverse
4	الترقيع	Patching
5	الحفر	Pothole
6	الهبوط	Depression
7	البري	Polished Aggregate
8	التطاير	Raveling
9	الشقوق الجانبية	Edge Cracking
10	التخدد	Rutting
11	التموج	Corrugations

وفيما يلي وصف لكل ضرر تم حصره مع ذكر الأسباب المحتملة لحدوثه، حسب دليل عيوب رصفات الطرق واقتراحات الصيانة، لوزارة الشئون البلدية والقروية، للمملكة العربية السعودية (2).

1.2.2 التشققات التمساحية او شقوق الكلل Alligator/Fatigue Cracking

هي شقوق متداخلة متوالية تحدث نتيجة انهيار الكلل للرصف الاسفلتي تحت تأثير تكرار الاحمال تبدأ هذه الشقوق تحت سطح الاسفلت حيث اجهاد وانفعال الشد عالي تحت محاور الاحمال، ثم تنتقل الى السطح في شكل شقوق طولية متوازية، ونتيجة تأثير احمال الحركة المتكررة تبدأ هذه الشقوق في التواصل في كل الاتجاهات وفي شكل زوايا حادة مكونة شكلا يشبه جلد التمساح ومن حيث جاءت تسميتها، وتحدث هذه الشقوق دائما في مسارات الإطارات. وتوضح الصورة رقم (1) التشققات التمساحية





الصورة رقم (1)

الأسباب المحتملة لحدوث هذا الضرر

- تلف طبقة الرصف الاسفلتي بسبب الاحمال المرورية المتكررة.
- عدم كفاية سماكة طبقات الرصف.
- ضعف طبقة الأساس الحبيبي.
- تقادم المواد الاسفلتية بفعل الزمن.
- ضعف التصريف في طبقتي الأساس والأساس الترابي.

2.2.2 التشققات الشبكية Block Cracking

هي شقوق متداخلة تقسم الطبقة إلى قطع مربعة بأبعاد في العادة أكبر من 20 سم ويمكن ان تزيد عن 3 م. وتختلف الشقوق الشبكية عن الشقوق التمساحية بأن الأخيرة تكون بشكل قطع صغيرة وبعدة 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 مواقف السيارات وتوضح الصورة رقم (2) عينة من الشقوق الشبكية التي تم حصرها.





الصورة رقم (2)

الأسباب المحتملة لحدوث هذا الضرر

تُعتبر الشقوق الشبكية من الاضرار الوظيفية والإنشائية والسبب الأساس لهذه الشقوق 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 الاضرار غير المتعلقة بالأحمال بالرغم من زيادة مستوى شدتها نتيجة لتأثير الأحمال، كما أن الخرسانة الإسفلتية الضعيفة تُعجل من بداية ظهور هذه الشقوق.

3.2.2 التشققات الطولية والعرضية Longitudinal and transverse Cracking

الشقوق الطولية هي شقوق تمتد موازية لمحور الطريق، أما الشقوق العرضية فهي تمتد بعرض الرصف تقريباً متعامدة مع محور الطريق. تعتبر هذه الشقوق اضرار إنشائية (ضعف طبقة الرصف) واضرار وظيفية (خشونة سطح الرصف)، لذلك فهي من الاضرار التي لا تتعلق بالأحمال المرورية، لكن الأحمال والرطوبة تُعجل بتدهور هذه الشقوق. توضح الصورة رقم (3) الشقوق الطولية والعرضية.



الصورة رقم (3)

الأسباب المحتملة لحدوث هذا الضرر

- سوء تنفيذ فواصل الإنشاء (في حالة الشقوق الطولية).
- انكماش سطح الرصف الأسفلتي نتيجة لانخفاض درجة الحرارة أو تصلب الإسفلت.
- الشقوق الانعكاسية الناتجة عن الشقوق السفلية تحت الطبقة السطحية

4.2.2 الترقيع Patching

يتضمن هذا النوع من الاضرار انهيار مواقع صيانة وإصلاح طبقات الرصف الموجودة. وبشكل عام تتعلق بعض خشونة سطح الرصف بهذا الضرر الصورة رقم (4) شكل ضرر الترقيع.



الصورة رقم (4)

الأسباب المحتملة لحدوث هذا الضرر

- الأحمال المرورية
- عدم ضبط جودة المواد أو سوء تنفيذ إعادة الردم وسوء تشغيل الإسفلت.

5.2.2 الحفر Pothole

تكون الحُفر عادة بشكل حوض، 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) .

الأسباب المحتملة لحدوث هذا الضرر

- تكسر سطح طبقة الرصف نتيجة للشقوق التمساحية.
- التفتت الموضعي لسطح طبقة الرصف.
- وجود الرطوبة وفعل الحركة يُعجل من نشوء الحُفر.

6.2.2 الهبوط 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 الاضرار الوظيفية.

الأسباب المحتملة لحدوث هذا الضرر

- تحدث الهبوطات نتيجة لهبوط طبقات الأساس الترابي
- الأحمال المرورية، الحرارة، المواد وسوء التنفيذ كلها عوامل تُسهم في نشوء الهبوطات وتُعجل في انتشارها.

7.2.2 البري 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 الاضرار الوظيفية التي يكون فيها الركام على سطح الرصف إما صغيراً جداً أو غير خشن وبدون حواف (أملس) حيث تضعف مقاومته للانزلاق في هذه الحالة. كما في الصورة رقم (5).



الصورة رقم (5)

الأسباب المحتملة لحدوث هذا الضرر

- الأحمال المرورية المتكررة.
- تعرية الحصى.

8.2.2 التخدد Rutting

التخدد هو هبوط في سطح الطريق **(بشكل قنوات)** في منطقة مسار إطارات السيارات، ويُعتبر التخدد من الاضرار الوظيفية **(functional)** في الرصف، ولكن يدخل ضمن الاضرار الإنشائية في حالة مستوى التخدد عالي الشدة. ويتعلق التخدد بالأحمال، وسمك 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 والصورة رقم (6) تبين التخدد.



الصورة رقم (6)

الأسباب المحتملة لحدوث هذا الضرر

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**) ، سمك طبقات الرصف كلها من مسببات التخدد.

9.2.2 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 الاضرار إلى أن المواد الإسفلتية قد تصلبت أو أن الخلطة الإسفلتية المستعملة ضعيفة الجودة.



الصورة رقم (7)

الأسباب المحتملة لحدوث هذا الضرر

- إجهاد القص الأفقي نتيجة الحركة المرورية.
- تأكسد أو تقادم المواد الإسفلتية الرابطة وانفصال الحصى.
- وجود الماء (الذي تخلل إلى داخل الطبقة عن طريق الفراغات) والذي يؤدي إلى ضغط هيدروستاتيكي عند تأثير الحركة.
- انبعاث المواد الهيدروكربونية لفترة طويلة من محركات السيارات (تعمل المواد الهيدروكربونية كمذيب للمواد الإسفلتية).

10.2.2 التشققات الجانبية Edge Cracking

تكون الشقوق الجانبية بشكل عام موازية لحافة الرصف وتبعد بمسافة تتراوح بين 0.3–0.5 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.



الصورة رقم (8)

الأسباب المحتملة لحدوث هذا الضرر

تظهر الشقوق الجانبية بسبب ضعف طبقتي الأساس والقاعدة بالقرب من حافة الرصف.

11.2.2 التموج Corrugations

التموجات هي انخفاضات وارتفاعات متتالية ومتقاربة تحدث بمسافات منتظمة، عادة ما تكون أقل من (3 م) على طول الرصف، وتكون الارتفاعات عمودية على اتجاه الحركة.

تُعتبر التموجات من اضرار الأداء الوظيفي للرصف لأنها تُسبب خشونة للسطح مما يؤثر على راحة 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 لحدوث هذا الضرر

- ضعف ثبات الخلطة الخرسانية الإسفلتية أو ضعف الأساس.

- الرطوبة الزائدة في طبقات التربة السفلية.
- زيادة الإسفلت و/أو زيادة المواد الناعمة في الخلطة أو استخدام خلطة بحصى مستديرة.
- تلوث الخلطة Contamination of mix

3.2 الدراسة الجيوتقنية Geotechnical Study

1.3.2 فحص تربة الاساس checking the subgrade

تهدف هذه الدراسة الى تحديد خصائص تربة الأساس، وهذا يحتاج الى اعمال ميدانية واعمال في المعمل، وتشمل الاعمال الميدانية اخذ عينات من تربة الأساس تأخذ من حفر اختبار (Test Pits) بإعماق تصل الى 3 م بمحاذاة الطريق.

- **حفر الاختبار (Test Pits)**

تم تحديد 40 حفرة اختبار على طول المسار وبعمق يصل الى 3 م لإجراء الاختبارات اللازمة لتحديد خصائص تربة الأساس وتصنيفها والجدول رقم (4) يوضح مواقع حفر الاختبارات وجدول رقم (3) يوضح الاختبارات التي أجريت على العينات والغرض من الاختبار، وسيتم عرض النتائج ومناقشتها في الباب الثالث، هذا ويوضح الشكل رقم (4) نموذج استمارة حفر الاختبار.

جدول رقم (2) يوضح الاختبارات التي أجريت على عينات التربة المستخرجة من حفر الاختبار

ر.م	الوصف	طريقة الاختبار	لغرض من الاختبار
1	اختبار التوزيع الحجمي للحبيبات	AASHTO T88	تصنيف التربة
2	اختبار محتوى الرطوبة للتربة الطبيعية	ASTM D2126	
3	اختبار حدود القوام	AASHTO T89 & T90	تصنيف التربة
4	اختبار الوزن النوعي	ASTM D854	تصنيف التربة
5	اختبار بروكتور المعدل	AASHTO T180	حساب اقصى كثافة ومحتوى الرطوبة الامثل
6	اختبار نسبة تحميل كاليفورنيا	AASHTO T193	جودة المواد للتأسيس
7	الاختبارات الكيميائية	BS 1377	جودة المواد للتأسيس

جدول (3) يبين مواقع حفر الاختبار

رقم حفرة الاختبار	المحطة	الاحداثيات		العمق (م)
		الشمال	الشرق	
01	0+400 (يمين)	32°40'49.7"	13°10'29.1"	3.0
02	1+700 (يسار)	32°40'22.2"	13°10'27.2"	3.0
03	3+400 (يمين)	32°39'8.9"	13°10'16.4"	3.0
04	5+400 (يسار)	32°38'26.4"	13°10'12.2"	3.0
05	6+400 (يمين)	32°37'30.4"	13°10'3.0"	3.0
06	8+700 (يسار)	32°36'42.4"	13°10'15.9"	3.0
07	9+500 (يمين)	32°35'46.2"	13°10'31"	3.0
08	11+000 (يسار)	32°35'32.8"	13°10'32.8"	3.0
09	12+800 (يمين)	32°34'1.3"	13°10'29.1"	3.0
10	13+300 (يسار)	32°34'19.3"	13°10'32.1"	3.0
11	16+000 (يمين)	32°32'33.2"	13°11'15.4"	3.0
12	15+400 (يسار)	32°33'12.3"	13°10'36.1"	3.0
13	19+700(يمين)	32°31'29.2"	13°13'15.7"	3.0
14	18+300 (يسار)	32°32'13.1"	13°11'56.7"	3.0
15	23+500 (يمين)	32°30'28.8"	13°15'25.3"	3.0
16	21+500 (يسار)	32°31'17.4"	13°13'40.4"	3.0
17	27+400 (يمين)	32°29'18.6"	13°16'59"	3.0
18	24+800 (يسار)	32°30'27.9"	13°15'30.3"	3.0
19	31+000 (يمين)	32°27'52.1"	13°18'53"	3.0
20	27+900 (يسار)	32°29'28.4"	13°16'50"	3.0
21	34+500 (يمين)	32°27'3.4"	13°20'48.5"	3.0
22	31+000 (يسار)	32°28'14.9"	13°18'7.2"	3.0
23	38+200(يمين)	32°26'12.8"	13°22'44.5"	3.0
24	34+000 (يسار)	32°27'26.5"	13°19'55.2"	3.0
25	42+100 (يمين)	32°25'34.3"	13°24'57.4"	2.4
26	37+200 (يسار)	32°26'44.6"	13°21'37.7"	3.0
27	45+400 (يمين)	32°25'29.9"	13°26'23.6"	2.9
28	40+800 (يسار)	32°26'2"	13°23'34.8"	3.0
29	48+700 (يمين)	32°24'59.7"	13°28'51"	2.4
30	47+900 (يسار)	32°25'19"	13°30'44.4"	2.9
31	52+100 (يمين)	32°24'28"	13°30'44.4"	2.5
32	51+700 (يسار)	32°24'31.7"	13°29'56.5"	1.5
33	55+600 (يمين)	32°24'28"	13°30'44.5"	1.3
34	56+600 (يسار)	32°24'25.5"	13°32'20.2"	1.6
35	58+900 (يمين)	32°24'28"	13°30'44.5"	3.0
36	60+200 (يسار)	32°25'16"	13°35'56"	3.0
37	61+800 (يمين)	32°25'19"	13°48'19"	2.3
38	62+100 (يسار)	32°25'16"	13°35'56"	2.5
39	65+300 (يمين)	32°25'56"	13°37'24"	2.6
40	64+300 (يسار)	32°25'49"	13°37'4"	2.3

نموذج بيانات حفرة اختبار

رقم العمل		التاريخ			
رقم حفرة اختبار	1	العمق (م)	3.0		
المحطة	0+400	منسوب المياه الجوفية	لا توجد		
الاحداثيات	شرق	13°10`29.1″	شمال	32°40`49.7″	
الموقع	طريق قصر بن غشير – ترهونة				

العمق (م)		وصف الطبقات	تصنيف التربة	محتوى الرطوبة (Wc)	حد السيولة(L.L)	مؤشر اللدونة(P.I)	اقصى كثافة جافة γ_{max}	محتوى الرطوبة الأمثل $W_{o.m.c.}$
0.2 0.4 0.6 0.8 1.0		تربة ناعمة طميية ذات لون بني فاتح متوسطة الكثافة	A-2-4	7.7	.....	غير لدنة (N.P)	1.84	14.5
1.2 1.4 1.6 1.8 2.0 2.2 2.4 2.6 2.8 3.0		تربة ناعمة طميية ذات لون بني فاتح متوسطة الكثافة نهاية الحفرة 3.0 متر	A-2-4	9.9	.....	غير لدنة (N.P)		



Wc = نسبة الرطوبة الطبيعية %

Wo.m.c = المحتوى المائي الامثل %

L.L = حد السيولة

P.I = مؤشر اللدونة

اعداد بواسطة	الحوائط ثابتة لا انهيارات	ملاحظات
رُجعت بواسطة		

شكل رقم (3) نموذج لوصف حفرة الاختبار

2.3.2 طبقة الأساس الحبيبي والأساس المساعد Base course & Sub base

اخذت عينات من طبقة الأساس الحبيبي والأساس المساعد بعد قص عينات من الاسفلت على شكل بلاطات في مواقع مختلفة على طول مسار الطريق، حيث كان عدد العينات 15 عينة ومواقع العينات موضحة في الجدول رقم (5)، وأجريت عليها عدة اختبارات لتحديد خصائصها والجدول رقم (6) يبين الاختبارات التي أجريت على العينات.

- **اختبار المخروط الديناميكي Dynamic Cone Penetration Test**

بعد اخذ عينات الاسطوانية من الخرسانة الاسفلتية أجري اختبار المخروط الديناميكي لطبقات الأساس والأساس المساعد حيث يتم الاختراق لعمق حوالي 90 سم كحد اقصى او حتى يصل لمرحلة يرفض المخروط الاختراق، النتائج في الملحق رقم (4) من هذه الدراسة، الصورة رقم (10) توضح معدات الاختبار.



صورة رقم (9)

جدول رقم (4) يوضح مواقع العينات التي أجريت عندها الكثافة الحقلية

بلاطة رقم	المحطة	اختبار الكثافة الحقلية
بلاطة رقم 1	0+100 (يمين)	–
بلاطة رقم 2	4+100 (يمين)	تم اجراء الاختبار
بلاطة رقم 3	8+000 (يمين)	–
بلاطة رقم 4	12+000(يمين)	–
بلاطة رقم 5	15+300 (يمين)	تم اجراء الاختبار
بلاطة رقم 6	19+100 (يمين)	–
بلاطة رقم 7	23+000 (يمين)	–
بلاطة رقم 8	26+900 (يمين)	–
بلاطة رقم 9	34+800 (يمين)	–
بلاطة رقم 10	38+600 (يمين)	تم اجراء الاختبار
بلاطة رقم 11	42+400 (يمين)	–
بلاطة رقم 12	46+300 (يمين)	–
بلاطة رقم 13	50+100 (يمين)	تم اجراء الاختبار
بلاطة رقم 14	55+700 (يمين)	–
بلاطة رقم 15	59+900 (يمين)	تم اجراء الاختبار

جدول رقم (5) الاختبارات التي أجريت على طبقتي الأساس والأساس المساعد

اختبارات طبقة الأساس الحبيبي والأساس المساعد		
ر.م	وصف الاختبار	طريقة الاختبار
1	التوزيع الحجمي للحبيبات	AASHTO T27
2	اختبار بروكتور المعدل	AASHTO T180
3	نسبة تحميل كاليفورنيا	AASHTO T193
4	درجة الدمك	

3.3.2 طبقات الرصف الاسفلتي Asphalt Pavement Layers

تقرر اختيار 30 موقع لأخذ عينات اسطوانية، قسمت الى 15 عينة في كل اتجاه بمعدل عينة لكل 2000م تقريبا، وتم استخدام أسطوانة حفر بقطر 75 مم، وكانت العينة بكامل سمك الخرسانة الاسفلتية، بالإضافة الى عينات على شكل مربع بأبعاد حوالي 600 مم، والجدول رقم (7) يبين مواقع اخذ العينات، والجدول رقم (8) يوضح الاختبارات التي أجريت على العينات. صورة رقم (11) تبين عينات الخرسانة الاسفلتية.



صورة رقم (10) عينات الخرسانة الاسفلتية لطبقتي الرصف السطحية والرابطة

جدول رقم (6) يبين مواقع اخذ العينات الاسفلتية

رقم البلاطة	المحطة	رقم العينة
بلاطة رقم 1	0+100 (يمين)	أسطوانة رقم 1
بلاطة رقم 2	4+100 (يمين)	أسطوانة رقم 2
بلاطة رقم 3	8+000 (يمين)	أسطوانة رقم 3
بلاطة رقم 4	12+000 (يمين)	أسطوانة رقم 4
بلاطة رقم 5	15+300 (يمين)	أسطوانة رقم 5
بلاطة رقم 6	19+100 (يمين)	أسطوانة رقم 6
بلاطة رقم 7	23+000 (يمين)	أسطوانة رقم 7
بلاطة رقم 8	26+900 (يمين)	أسطوانة رقم 8
بلاطة رقم 9	34+800 (يمين)	أسطوانة رقم 9
بلاطة رقم 10	38+600 (يمين)	أسطوانة رقم 10
بلاطة رقم 11	42+400 (يمين)	أسطوانة رقم 11
بلاطة رقم 12	46+300 (يمين)	أسطوانة رقم 12
بلاطة رقم 13	50+100 (يمين)	أسطوانة رقم 13
بلاطة رقم 14	55+700 (يمين)	أسطوانة رقم 14
بلاطة رقم 15	59+900 (يمين)	أسطوانة رقم 15
–	63+300 (يسار)	أسطوانة رقم 16
–	61+300 (يسار)	أسطوانة رقم 17
–	58+300 (يسار)	أسطوانة رقم 18
–	56+200 (يسار)	أسطوانة رقم 19
–	51+400 (يسار)	أسطوانة رقم 20
–	46+600 (يسار)	أسطوانة رقم 21
–	41+400 (يسار)	أسطوانة رقم 22
–	36+800 (يسار)	أسطوانة رقم 23
–	31+000 (يسار)	أسطوانة رقم 24
–	25+600 (يسار)	أسطوانة رقم 25
–	20+300 (يسار)	أسطوانة رقم 26
–	16+900 (يسار)	أسطوانة رقم 27
–	14+300 (يسار)	أسطوانة رقم 28
–	9+200 (يسار)	أسطوانة رقم 29
–	3+500 (يسار)	أسطوانة رقم 30

جدول رقم (7) يوضح الاختبارات التي أجريت على العينات الاسفلتية

ر.م	وصف الاختبار	طريقة الاختبار
1	سمك عينات الاسفلت الاسطوانية	
2	محتوى البيتومين	AASHTO T164
3	تدرج الركام في الخرسانة الاسفلتية	AASHTO T27
4	الثبات والتدفق	AASHTO T245
5	الكثافة الظاهرية ودرجة الدمك	AASHTO T166

4.2 حالة المنشآت القائمة

وهي متمثلة في منشآت تصريف مياه الامطار، لقد تم رصد حوالي 77 منشأ لتصريف مياه الامطار على طول المسار معظمها عبارات. حيث تم اعداد استمارة خاصة بمعاينة كل منشأ كما هو موضح في الشكل رقم (1). تم تحديد الاضرار وشدتها وانتشارها بكل عبارة. وقد تم تحديد الاضرار التي يمكن ان تتعرض لها المنشآت الخرسانية الملحقة بالطرق الى عدد 38 ضرر ويبين الجدول رقم 2 الخصائص والمعايير التي يتم على أساسها تحديد شدة الضرر ومدى انتشاره.

جدول رقم (8) يوضح الاضرار التي تصيب المنشآت الخرسانية (3)

نوع الضرر	شدة الضرر	الوصف
تآكل الفولاذ	خفيف متوسط شديد شديد جداً	لا تلاحظ تلف في القطاع وتكون صدأ سائب نسبة تلف حوالي 10 % نسبة تلف من 10 – 20 % نسبة التلف أكبر من 10 %
كسر او تمزق في الفولاذ	خفيف متوسط شديد شديد جدا	– – في حالة اكتشافه القيمة يجب ان تكون 4 –
فقدان الوصلات المبدئية	خفيف متوسط شديد شديد جدا	حتى نسب 10 % من الروابط تفقد او تضيع 10 الى 20 % من الروابط تفقد او تضيع 20 الى 30 % من الروابط تفقد او تضيع أكثر من 30 % من الروابط تفقد او تضيع

يتبع جدول رقم (8)

فقدان الوصلات الثانوية	خفيف متوسط شديد شديد جدا	حتى نسب 20 % من الروابط تفقد او تضيع 20 الى 40 % من الروابط تفقد او تضيع 40 الى 60 % من الروابط تفقد او تضيع أكثر من 60 % من الروابط تفقد او تضيع
التشوهات المستديمة	خفيف متوسط شديد شديد جدا	– – في حالة اكتشافه القيمة يجب ان تكون 4 –
تلف الطلاء بسطح الطلاء	خفيف متوسط شديد شديد جدا	حتى نسبة 10 % من مساحة السطح تكشف من 10 الى 20 % من مساحة السطح تكشف 20 الى 30 % من مساحة السطح تكشف أكثر من30 % من مساحة السطح تكشف
التشققات بالخرسانة المسلحة	خفيف متوسط شديد شديد جدا	عندما يكون عرض التشقق خط شعري، اقل من 0.1 مم، القيمة يجب ان تكون 1 عندما يكون عرض التشقق ضيق، من 0.1 مم الى 0.3 مم، القيمة يجب ان تكون 2 عندما يكون عرض التشقق متوسط، من 0.3 مم الى 1.0 مم، القيمة يجب ان تكون 3 عندما يكون عرض التشقق كبير، أكبر من 1.0 مم، القيمة يجب ان تكون 4
التشققات بالخرسانة سابقة الاجهاد	خفيف متوسط شديد شديد جدا	عندما يكون عرض التشقق ضيق، أكبر من 0.2 مم، والمسافة بين التشققات من 500 الى 1000 مم، القيمة يجب ان تكون 2 عندما يكون عرض التشقق متوسط، أكبر من 0.3 مم، والمسافة بين الشقوق اقل من 500 مم، القيمة يجب ان تكون 3 عندما يكون عرض التشقق كبير، أكبر من 1.0 مم، القيمة يجب ان تكون 4
الشظي الخرسانة المسلحة	خفيف متوسط شديد شديد جدا	قياسات المساحة المتشظية، اقل من 150 مم في أي اتجاه او اقل من 25 مم في العمق قياسات المساحة من 150–300 مم، في أي اتجاه او ما بين 25–50 مم في العمق قياسات المساحة من 300–600 مم، في أي اتجاه او ما بين 50–100 مم في العمق قياسات المساحة المتشظية، أكبر من 600 مم في أي اتجاه او أكبر من 100 مم في العمق
الشظي الخرسانة سابقة الاجهاد	خفيف متوسط شديد شديد جدا	قياسات المساحة المتشظية، اقل من 25 مم في أي اتجاه او اقل من 25 مم في العمق قياسات المساحة من 25–50 مم، في أي اتجاه او ما بين 25–50 مم في العمق، القيمة تكون 2 قياسات المساحة من 50–100 مم، في أي اتجاه او ما بين 50–100 مم في العمق، القيمة تكون 3 قياسات المساحة المتشظية، أكبر من 100 مم في أي اتجاه او أكبر من 100 مم في العمق
تأكسد حديد التسليح	خفيف متوسط شديد شديد جدا	بقع الصدأ الخفيفة على سطح الخرسانة صدأ يغطي مساحة 10 % من القطاع صدأ يغطي مساحة من 10 الى 20 % من القطاع صدأ يغطي مساحة أكبر من 20 % من القطاع

يتبع جدول رقم (8)

التقشر والكشط	خفيف متوسط شديد شديد جدا	فاقد القطاع حتى عمق 25 مم، مع فقد بعض الركام كبير الحجم فاقد القطاع حتى عمق 25–50 مم، مع فقد الركام وانكشاف الوصلة فاقد القطاع حتى عمق 50–100 مم، مع فقد الركام وانكشاف الوصلة لمساحات كبيرة فاقد القطاع أكبر من عمق 100 مم، يمتد على مساحة واسعة
تلف المواد (الخرسانة)	خفيف متوسط شديد شديد جدا	فاقد القطاع حتى عمق 25 مم، مع فقد بعض الركام كبير الحجم فاقد القطاع حتى عمق 25–50 مم، مع فقد الركام وانكشاف الوصلة فاقد القطاع حتى عمق 50–100 مم، مع فقد الركام وانكشاف الوصلة لمساحات كبيرة فاقد القطاع أكبر من عمق 100 مم، يمتد على مساحة واسعة
عيوب السطح	خفيف متوسط شديد شديد جدا	قياسات المساحة المصممة، اقل من 150 مم في أي اتجاه قياسات المساحة المصممة، ما بين 150–300 مم في أي اتجاه قياسات المساحة المصممة، ما بين 300–600 مم في أي اتجاه قياسات المساحة المصممة، أكبر من 600 مم في اي اتجاه
ترقق الخرسانة	خفيف متوسط شديد شديد جدا	قياسات المساحة المنفصلة، اقل من 150 مم في أي اتجاه قياسات المساحة المنفصلة، ما بين 150–300 مم في أي اتجاه قياسات المساحة المنفصلة، ما بين 300–600 مم في أي اتجاه قياسات المساحة المنفصلة، أكبر من 600 مم في اي اتجاه
الاهتزاز الغير منتظم / الانحراف	خفيف متوسط شديد شديد جدا	– – في حالة اكتشافه القيمة يجب ان تكون 4 –
رشح المياه (الخرسانة)	خفيف متوسط شديد شديد جدا	قياسات المساحة المنكشفة، اقل من 2%، القيمة يجب ان تكون 1 قياسات المساحة المنكشفة، ما بين 2–5%، القيمة يجب ان تكون 2 قياسات المساحة المنكشفة، ما بين 5–10%، القيمة يجب ان تكون 3 قياسات المساحة المنكشفة، أكبر من 10%، القيمة يجب ان تكون 4
رشح المياه (امتداد الوصلة)	خفيف متوسط شديد شديد جدا	–* المساحة تقاس على طول عندما تكون قياسات المساحة المنكشفة حتى 25 %، القيمة يجب ان تكون 2 أوجه و1 م تحت الكتف الظاهر قياسات المساحة المنكشفة، ما بين 25–50%، القيمة يجب ان تكون 3 قياسات المساحة المنكشفة أكبر من 50%، القيمة يجب ان تكون 4
الانحدار والهبوط	خفيف متوسط شديد شديد جدا	– – في حالة اكتشافه القيمة يجب ان تكون 4 –
الحركة الغير منتظمة	خفيف متوسط شديد شديد جدا	– – في حالة اكتشافه القيمة يجب ان تكون 4 –

يتبع جدول رقم (8)

النفايات	خفيف متوسط شديد شديد جدا	إذا كان الهدم وفقد الدعم حتى 5 % من الأساس، القيمة يجب ان تكون 1 إذا كان الهدم وفقد الدعم ما بين 5–15 % من الأساس، القيمة يجب ان تكون 2 إذا كان الهدم وفقد الدعم ما بين 15–20 % من الأساس، القيمة يجب ان تكون 3 إذا كان الهدم وفقد الدعم أكبر من 20% القيمة يجب ان تكون 4
النفايات عند ميول الحماية	خفيف متوسط شديد شديد جدا	– قياسات المساحة المتعرية، ما بين 10–20% في أي اتجاه، القيمة يجب ان تكون 2 قياسات المساحة المتعرية، ما بين 20–30%، في أي اتجاه، القيمة يجب ان تكون 3 قياسات المساحة المتعرية، أكبر من 30%، في أي اتجاه، القيمة يجب ان تكون 4
النفايات عند	خفيف متوسط شديد شديد جدا	التعرية البسيطة للمدخل/المخرج
احتباس المياه	خفيف متوسط شديد شديد جدا	– – في حالة اكتشافه القيمة يجب ان تكون 3 –
الأنقاض والأعشاب	خفيف متوسط شديد شديد جدا	– عند انكشاف المسقط فقط، القيمة يجب ان تكون 3 إذا كان انكشاف المسقط والنباتات، القيمة يجب ان تكون 4 –
انسداد مصارف المياه	خفيف متوسط شديد شديد جدا	انسداد الانبوب حتى 25 % انسداد الانبوب حتى 25–50% انسداد الانبوب حتى 50–75% انسداد الانبوب أكبر من 75%
عدم ملائمة طول الانبوب او عدم وجوده	خفيف متوسط شديد شديد جدا	عدم ملاحظة اثار مياه ملاحظة اثار مياه بسيطة المياه الفائضة مباشرة لوجه البناء سطح رطب جداً
تأثير الضرر	خفيف متوسط شديد شديد جدا	حاجز الجسر/الجسم غير منقوص الفتحة الصغيرة الى حاجز الجسر/ الجسم غير منقوص اضرار متعددة حاجز الجسر/الجسم غير منقوص حاجز الجسر تحرك بالكامل من مكانه
الحفر والثقوب	خفيف متوسط شديد شديد جدا	قياسات الحفرة اقل من 150 مم في أي اتجاه او لعمق 25 مم قياسات الحفرة ما بين 150–300 مم في أي اتجاه او ما بين عمق 25–50 مم قياسات الحفرة ما بين 300–600 مم في أي اتجاه او ما بين عمق 50–100 مم قياسات الحفرة أكبر من 600 مم في اتجاه او أكبر من عمق 100 مم

يتبع جدول رقم (8)

التخدد الناتج عن تأثير الإطارات	خفيف متوسط شديد شديد جدا	اقل من عمق 10 مم من عمق 10–20 مم من عمق 20–40 مم عمق أكثر من 40 مم
فقدان الترابط وانفصال طبقات الرصف	خفيف متوسط شديد شديد جدا	قياسات المساحة المنفصلة، اقل من 150 مم في أي اتجاه قياسات المساحة المنفصلة، ما بين 150–300 مم في أي اتجاه قياسات المساحة المنفصلة، ما بين 300–600 مم في أي اتجاه قياسات المساحة المنفصلة، أكبر من 600 مم في اي اتجاه
التموج	خفيف متوسط شديد شديد جدا	ملاحظة صدمات قليلة الصدمات العديدة تكون مركب خشن الصدمات المتعددة تنتج مركب خشن جداً مع احتمالية فقد السيطرة على المركبة الصدمات المتعددة تنتج مركب خشن جدا مع خطر حدوث عدم السيطرة على المركبة
وتشقق الرصف	خفيف متوسط شديد شديد جدا	إذا كانت الشقوق التمساحية تغطي مساحة اقل من 10%، بنفس الاتساع، القيمة يجب ان تكون 1 إذا كانت الشقوق التمساحية تغطي مساحة من 10–15%، بنفس الاتساع، القيمة يجب ان تكون 2 إذا كانت الشقوق التمساحية تغطي مساحة من 15–20%، بنفس الاتساع، القيمة يجب ان تكون 3 إذا كانت الشقوق التمساحية تغطي مساحة أكبر من 20%، بنفس الاتساع، القيمة يجب ان تكون 4
التشققات عند فواصل التمدد	خفيف متوسط شديد شديد جدا	اقل من 5 مم عرض، تشققات فردية او متعددة 5 الى 10 مم عرض، تشققات فردية او متعددة 10 الى 15 مم عرض، تشققات فردية او متعددة أكبر من 15 مم عرض، تشققات فردية او متعددة
شذوذ المسافة الفاصلة عند وصلة الجسر	خفيف متوسط شديد شديد جدا	– – في حالة اكتشافه القيمة يجب ان تكون 4 –
اختلاف المنسوب عند وصلات التمدد بالجسر	خفيف متوسط شديد شديد جدا	إذا كان اختلاف المنسوب اقل من 10 مم، التمدد الفراغ / زاوية الاقتراب من الجسر إذا كان اختلاف المنسوب ما بين 10–20 مم، التمدد الفراغ / زاوية الاقتراب من الجسر إذا كان اختلاف المنسوب ما بين 20–30 مم، التمدد الفراغ / زاوية الاقتراب من الجسر إذا كان اختلاف المنسوب أكبر من 30 مم، التمدد الفراغ / زاوية الاقتراب من الجسر
الضجيج الشاذ	خفيف متوسط شديد شديد جدا	– – في حالة اكتشافه القيمة يجب ان تكون 4 –
التمزق عند وصلات الجسر	خفيف متوسط شديد شديد جدا	التشقق الخطي او الشعيري يكتشف على الختم المطاطي التشقق المتوسط يكتشف على الختم المطاطي التشقق الواسع يكتشف على الختم المطاطي الختم المطاطي يتحول من مكانه او يتقشر من الموقع

يتبع جدول رقم (8)

النتوءات والانتفاخ الشاذ عند كراسي التحميل	خفيف متوسط شديد شديد جدا	– – الشقوق المفصولة، النتوء الغير طبيعي، متآكلة وقديمة، القيمة يجب ان تكون 4 –
الازاحة الشاذة بباطن كراسي التحميل	خفيف متوسط شديد شديد جدا	– عند إزاحة كرسي التحميل بمسافة اقل من 10%، القيمة يجب ان تكون 2 عند إزاحة كرسي التحميل بمسافة من 10% الى 20 %، القيمة يجب ان تكون 3 عند إزاحة كرسي التحميل بمسافة أكبر من 20%، القيمة يجب ان تكون 4
التعرية عند ميول الحماية	خفيف متوسط شديد شديد جدا	اقل من 5 % من المواد المفقودة من السد الداعم للأساس مباشرة، القيمة يجب ان تكون 1 من 5% الى 15% من المواد المفقودة من السد الداعم للأساس مباشرة، القيمة يجب ان تكون 2 من 15% الى 20% من المواد المفقودة من السد الداعم للأساس مباشرة، القيمة يجب ان تكون 3 أكثر من 20% من المواد المفقودة من السد الداعم للأساس مباشرة، القيمة يجب ان تكون 4
التعرية عند مصرف النهر	خفيف متوسط شديد شديد جدا	اقل من 10 % من المواد المفقودة من الأساس، القيمة يجب ان تكون 1 من 10% الى 30% من المواد المفقودة من الأساس، القيمة يجب ان تكون 2 من 30% الى 40% من المواد المفقودة من الأساس، القيمة يجب ان تكون 3 أكثر من 40% من المواد المفقودة من الأساس، القيمة يجب ان تكون 4
تقلص وتفسخ المواد	خفيف متوسط شديد شديد جدا	التشققات الشعيرية، والفقد الثانوي للصخور الى عمق 50 مم التشققات الضيقة، والفقد الصخور ما بين عمق 50 الى 100 مم التشظي والتفتت يعرض لخطر ثبات المنشأة امتداد الفقد الصخري والتفتت يعرض لخطر ثبات المنشأة
تراكم الطمي بالعبارة	خفيف متوسط شديد شديد جدا	غطاء الترسيب اقل من 20% من ارتفاع المجرى غطاء الترسيب من 20 الى 30% من ارتفاع المجرى غطاء الترسيب من 30 الى 50% من ارتفاع المجرى غطاء الترسيب أكثر من 50% من ارتفاع المجرى
عدم ملائمة القياس	خفيف متوسط شديد شديد جدا	1:1 طول الساند الى طول العبارة 1.5:1 طول الساند الى طول العبارة 2:1 طول الساند الى طول العبارة أكبر من 2:1 طول الساند الى طول العبارة

تم عمل استمارة معاينة لكل منشأ لتصريف مياه الامطار مبين موقع المنشأ ونوعه والحالة الفنية للمنشأ وتم عرض عينة منها على ان ترفق جميع الاستمارات في الملحق رقم (1) والصور (11) توضح بعض المنشآت التي تم حصرها.



صورة رقم (11)

التقرير الفني لفحص العبارة

وصف العبارة

Request No.	1	Date	11/1/2014
رقم العبارة		التاريخ	
Material Description	concrete		
وصف العبارة	خرسانة		
Place of culvert			
موقع العبارة			
Type of culvert			
نوع العبارة			
Length of culvert			
طول العبارة			



Culvert Elements			**عناصر العبارة**
الحوائط الامامية و الحوائط Head, Wing wall	APRON مدخل العبارة	PRAPET الذروة	SURFACING سطح العبارة
CONCRETE	CONCRETE	CONCRETE	ASPHALT

CULVERT INSPECTION **تقييم العبارة**

TYPE OF DAMAGE نوع الضرر	CODE الرمز	SEVRITY OF DAMAGES شدة الضرر
تشققات في الخرسانة	6	عالي
الانجراف و الهبوط	15	عالي
النفايات	17	عالي
انسداد مصرف المياه	20	عالي
تشققات عند وصلات التمدد	28	عالي
تراكم الطمي داخل العبارة	37	عالي

ملاحظات	NO	YES	Have all components been inspected
	✓		هل كل العناصر تم فحصها

تراكم القمامة بطريقة سيئة جداً بحيث تعيق عملية التشغيل للعبارة

شكل رقم (4) استمارة معاينة منشأ تصريف مياه الامطار

الباب الثالث

الاختبارات المعملية

1.3 مقدمة

يحتوي هذا الباب على الاختبارات المعملية التي أجريت على عينات تربة التأسيس، وطبقات الرصف المتكونة أساس حبيبي، وأساس مساعد، وطبقتي الخرسانة الاسفلتية، وكل الاختبارات أجريت في معمل شركة التحكم الذاتي، وقام الباحث بأجراء جزء من اختبارات تربة التأسيس، وكذلك جزء من اختبارات طبقات الرصف.

2.3 اختبارات عينات التربة

تهدف الاختبارات المعملية التي أجريت على العينات المستخرجة من حفر الاختبار الى تصنيف التربة وتقييم خصائصها، ومدى صلاحيتها لاستخدامها كأساس ترابي (Subgrade)، والاختبارات التي أجريت على العينات ونتائجها كانت كالتالي:

1.2.3 اختبار التوزيع الحجمي للتربة Particle Size Distribution

الغرض من الاختبار هو تصنيف التربة، ومكوناتها، ونسب توزيع المكونات، والتربة عامة تتكون من مكون واحد او خليط من عدة مكونات، اجري الاختبار بطريقة النخل الميكانيكي حسب مواصفة AASHTO T88، ويوضح الجدول رقم (9) حدود حجم حبيبات التربة.

جدول رقم (9) حدود حجم حبيبات التربة (4)

نوع التربة	حدود الحجم	مثال
حصى	تتراوح بين 3 بوصة الى 8 بوصـة. (8 سم – 20 سم)	4.76 مم (حوالي 0.20 بوصة) يحدد بواسطة (منخل قياسي امريكـــــي رقم 4) –2.0 مم (منخل رقم 10 بالقياس الأمريكي)
رمل	2.00 مم – 4.76 مم	0.047 مم (منخل رقم 200 بالقياس الأمريكي) – 0.050 مم (منخل رقم 270 بالقياس الأمريكي)
طمي وطين	0.05 مم – 0.075 مم	ـــــ

نموذج الاختبار كما في الشكل رقم (5) بالنسبة للعينة المستخرجة من حفرة الاختبار رقم 1 والملحق رقم (3) يحتوي على تفصيل كامل لبقية الاختبارات. الجدول رقم (10) يبين ملخص نتائج الاختبارات.

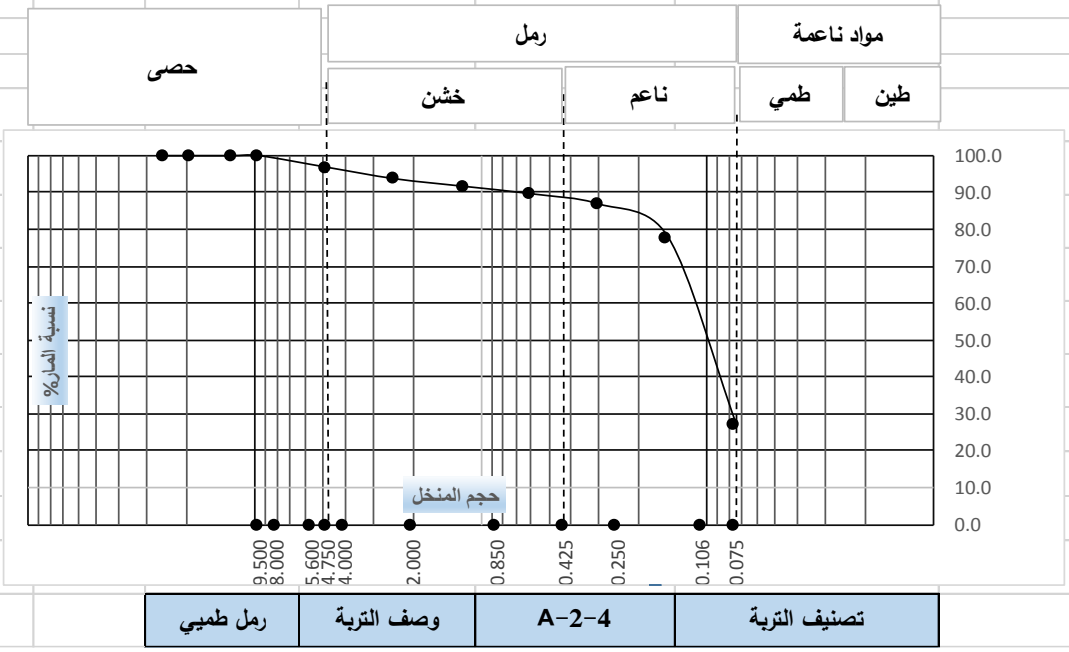
التوزيع الحجمي للتربة / ASTM D422

التاريخ	
رقم حفرة الاختبار	1
العمق(م)	0.0 – 1.0
نوع العينة	تربة ارض طبيعية
الموقع	طريق قصر بن غشير – ترهونة

حسابات الرطوبة

وزن الوعاء فارغ (جم)	E	70.7
وزن الوعاء و التربة رطبة (جم)	F	189.3
وزن الوعاء و التربة جافة (جم)	G	180.8
نسبة الرطوبة في العينة %	W=((F–G)/(G–E))*100	7.7
وزن العينة جافة		110

الاختبار القياسي حجم المنخل (مم)	وزن المحجوز على المنخل (جم)	وزن المحجوز التراكمي (جم)	نسبة المحجوز التراكمي %	نسبة المار %
25	0.0	0.0	0.0	100.0
19	0.0	0.0	0.0	100.0
12.5	0.0	0.0	0.0	100.0
9.5	0.0	0.0	0.0	100.0
4.75	3.5	3.5	3.2	96.8
2.4	3.4	6.9	6.3	93.7
1.18	2.3	9.2	8.4	91.6
0.6	2.2	11.4	10.4	89.6
0.3	3.1	14.5	13.2	86.8
0.15	9.8	24.3	22.1	77.9
0.075	56.0	80.3	73.0	27.0



تصنيف التربة	A–2–4	وصف التربة	رمل طميي

شكل رقم (5) نموذج اختبار التوزيع الحجمي للتربة

الجدول رقم(10) ملخص نتائج تصنيف التربة

رقم حفرة الاختبار	العمق (م)	حصى > 4.75 مم (%)	رمل 4.75 – 0.075 مم (%)	طمي < 0.075 مم (%)	تصنيف آشتو	وصف التربة
01	0.0 – 1.0	3	70	27	A-2-4	رمل وطمي
	1.0 – 3.0	0	74	26	A-2-4	رمل وطمي
02	0.0 – 1.0	0	85	15	A-2-4	رمل وطمي
	1.0 – 3.0	0	89	11	A-2-4	رمل ناعم مع طمي
03	0.0 – 1.0	0	86	14	A-2-4	رمل وطمي
	1.0 – 3.0	0	85	15	A-2-4	رمل وطمي
04	0.0 – 1.0	0	86	14	A-2-4	رمل وطمي
	1.0 – 3.0	0	54	46	A-4	رمل وطمي
05	0.0 – 1.0	0	87	13	A-2-4	رمل وطمي
	1.0 – 3.0	0	83	17	A-2-4	رمل وطمي
06	0.0 – 1.0	0	74	26	A-2-4	رمل وطمي
	1.0 – 3.0	0	82	18	A-2-4	رمل وطمي
07	0.0 – 1.0	0	91	9	A-3	رمل ناعم مع طمي
	1.0 – 3.0	0	82	18	A-2-4	رمل وطمي
08	0.0 – 1.0	3	57	40	A-4	رمل وطمي
	1.0 – 3.0	0	65	35	A-4	رمل وطمي
09	0.0 – 1.0	0	83	17	A-2-4	رمل وطمي
	1.0 – 3.0	0	89	11	A-3	رمل ناعم مع طمي
10	0.0 – 1.0	0	75	25	A-2-4	رمل وطمي
	2.0	0	76	24	A-2-4	رمل وطمي
11	0.0 – 1.0	0	73	27	A-2-4	رمل وطمي
	1.0 – 3.0	0	57	43	A-4	رمل وطمي
12	0.0 – 1.0	3	77	23	A-2-4	رمل وطمي
	1.0 – 3.0	0	84	16	A-2-4	رمل وطمي
13	0.0 – 1.0	0	79	21	A-2-4	رمل وطمي
	1.0 – 3.0	0	90	10	A-3	رمل وطمي
14	0.0 – 1.0	4	77	19	A-2-4	رمل وطمي
	1.0 – 3.0	0	78	22	A-2-4	رمل وطمي

يتبع جدول رقم (10)

رقم حفرة الاختبار	العمق (م)	حصى < 4.75 مم (%)	رمل 4.75 – 0.075 مم (%)	طمي < 0.075 مم (%)	تصنيف آشتو	وصف التربة
15	0.0 – 1.0	0	82	18	A-2-4	رمل ناعم مع طمي
	1.0 – 3.0	0	68	32	A-2-4	رمل وطمي
16	0.0 – 1.0	0	81	19	A-2-4	رمل وطمي
	1.0 – 3.0	0	94	6	A-3	رمل ناعم مع طمي
17	0.0 – 1.0	0	88	12	A-2-4	رمل وطمي
	1.0 – 3.0	0	72	28	A-2-4	رمل وطمي
18	0.0 – 1.0	0	66	34	A-2-4	رمل وطمي
	2.0	0	83	17	A-2-4	رمل وطمي
19	0.0 – 1.0	0	78	22	A-2-4	رمل وطمي
	1.0 – 3.0	0	81	19	A-2-4	رمل وطمي
20	0.0 – 1.0	0	86	14	A-2-4	رمل وطمي
	1.0 – 3.0	0	70	30	A-2-4	رمل وطمي
21	0.0 –1.0	0	82	18	A-2-4	رمل وطمي
	1.0 – 3.0	0	86	14	A-2-4	رمل وطمي
22	0.0 – 1.0	0	87	13	A-2-4	رمل وطمي
	1.0 – 3.0	0	79	21	A-2-4	رمل وطمي
23	0.0 – 1.0	0	81	19	A-2-4	رمل وطمي
	1.0 – 3.0	0	83	17	A-2-4	رمل وطمي
24	0.0 – 1.0	0	74	26	A-2-4	رمل وطمي
	2.0	0	81	19	A-2-4	رمل وطمي
25	0.0 – 0.9	37	59	4	A-1-b	رمل حصوي مع طمي
	0.9 – 2.4	7	70	23	A-2-4	رمل وطمي
26	2.0	0	82	18	A-2-4	رمل وطمي
27	0.0 – 1.1	0	72	28	A-2-4	رمل وطمي
	1.1 – 2.8	32	55	13	A-1-b	رمل حصوي مع طمي
28	0.0 – 1.0	0	88	12	A-2-4	رمل وطمي
	1.0 – 3.0	0	86	14	A-2-4	رمل وطمي

يتبع جدول رقم (10)

رقم حفرة الاختبار	العمق (م)	حصى < 4.75 مم (%)	رمل 4.75 – 0.075 مم (%)	طمي < 0.075 مم (%)	تصنيف آشتو	وصف التربة
29	0.0 – 1.0	0	93	7	A-3	رمل ناعم مع طمي
30	0.0 - 1.1	39	45	16	A-2-6	حصى ورمل وطمي
31	0.0 - 1.6	0	72	28	A-2-4	رمل وطمي
	1.6 - 2.5	6	67	27	A-2-4	رمل وطمي
32	0.5	0	69	31	A-2-4	رمل وطمي
	1.0	3	72	25	A-2-4	رمل وطمي
33	0.0 – 1.0	12	73	15	A-2-4	رمل وطمي
34	0.0 - 1.4	0	86	14	A-2-4	رمل وطمي
35	0.0 – 1.0	0	89	11	A-2-4	رمل ناعم مع طمي
	1.0 - 3.0	0	76	24	A-2-4	رمل وطمي
36	0.0 – 1.0	0	67	33	A-2-4	رمل وطمي
37	0.0 – 1.0	0	88	12	A-2-4	رمل وطمي
	1.0 - 3.0	3	62	35	A-2-4	رمل وطمي
38	0.0 -1.0	4	84	12	A-2-4	رمل ناعم مع طمي
	1.0 - 3.0	0	78	22	A-2-4	رمل وطمي
39	0.0 - 1.0	3	82	15	A-2-4	رمل وطمي
	1.0 - 3.0	7	80	13	A-2-4	رمل وطمي
40	0.0 – 1.0	0	70	30	A-2-4	رمل وطمي
	1.0 - 3.0	14	63	23	A-2-4	رمل وطمي

2.2.3 محتوى الرطوبة للتربة الطبيعية Natural Moisture Content

الغرض من الاختبار هو تحديد محتوى الرطوبة للتربة المستخرجة من حفر الاختبار وهو يساوي النسبة المئوية لوزن الماء في حجم معين من التربة الى وزن التربة جافة، وسيتم تعيينها باستخدام الطريقة القياسية باستعمال فرن تجفيف حسب المواصفة (ASTM D2126) والجدول رقم (11) يبين النتائج المتحصل عليها في هذا الاختبار.

جدول رقم (11) يبين ملخص محتوى الرطوبة للتربة الطبيعية

رقم حفرة الاختبار	عمق العينة (م)	محتوى الرطوبة		رقم حفرة الاختبار	عمق العينة (م)	محتوى الرطوبة
01	1.0 – 0.0	7.7		21	1.0 – 0.0	2.2
	3.0 – 1.0	9.9			3.0 – 1.0	1.8
02	1.0 – 0.0	2.2		22	1.0 – 0.0	6.0
	3.0 – 1.0	2.6			3.0 – 1.0	2.6
03	1.0 – 0.0	1.8		23	1.0 – 0.0	3.3
	3.0 – 1.0	1.7			3.0 – 1.0	6.0
04	1.0 – 0.0	7.0		24	1.0 – 0.0	2.2
	3.0 – 1.0	14.6			2.0 – 1.0	2.1
05	1.0 – 0.0	6.5		25	0.9 – 0.0	3.0
	3.0 – 1.0	7.1			2.4 – 0.9	4.0
06	1.0 – 0.0	7.0		26	2.0 – 0.0	4.4
	3.0 – 1.0	7.0				
07	1.0 – 0.0	2.9		27	1.1 – 0.0	6.3
	3.0 – 1.0	2.9			2.8 – 1.1	7.3
08	1.0 – 0.0	3.2		28	1.0 – 0.0	1.6
	3.0 – 1.0	2.3			3.0 – 1.0	3.2
09	1.0 – 0.0	11.8		29	1.0 – 0.0	7.4
	3.0 – 1.0	11.3				
10	1.0 – 0.0	7.5		30	1.1 – 0.0	5.1
	2.0 – 1.0	5.5				
11	1.0 – 0.0	7.6		31	1.6 – 0.0	8.5
	3.0 – 1.0	9.1			2.5 – 1.6	8.0
12	1.0 – 0.0	7.8		32	0.5 – 0.0	5.1
	3.0 – 1.0	3.1			1.0 – 0.5	5.5
13	1.0 – 0.0	6.4		33	1.0 – 0.0	12.2
	3.0 – 1.0	6.6				
14	1.0 – 0.0	3.5		34	1.4 – 0.0	2.9
	3.0 – 1.0	2.3				

يتبع جدول رقم(11)

15	1.0 – 0.0	4.2
	3.0 – 1.0	3.9
16	1.0 – 0.0	6.9
	3.0 – 1.0	1.4
17	0.1 – 0.0	2.2
	0.2 – 1.0	3.5
18	1.0 – 0.0	6.6
	3.0 – 1.0	2.2
19	1.0 – 0.0	2.2
	3.0 – 1.0	2.5
20	1.0 – 0.0	1.6
	3.0 – 1.0	5.4

35	1.0 – 0.0	3.3
	3.0 – 1.0	5.8
36	1.0 – 0.0	3.1
37	1.0 – 0.0	5.3
	3.0 – 1.0	6.4
38	1.0 – 0.0	3.5
	2.0 – 1.0	3.4
39	1.0 – 0.0	2.5
	2.0 – 1.0	3.0
40	1.8 – 0.0	8.9
	2.3 – 1.8	13.8

3.2.3 اختبار حدود القوام Atterberg Limits Test

اجري الاختبار على العينات المستخرجة من حفر الاختبار لتقدير حد السيولة وحد اللدونة، ولحساب مؤشر اللدونة حسب ما ورد في طريقة (AASHTO T89 and T90)، والنتائج كانت جميعها عديمة اللدونة عدا العينات من الحفر 30 و31 قليلة اللدونة ويزيد حد السيولة قليلا عن 25 % ومؤشر اللدونة قريب من 10%.

4.2.3 اختبار الوزن النوعي Specific Gravity Test

الهدف من الاختبار هو تعيين الوزن النوعي لحبيبات التربة الذي يعرف بانه النسبة بين وزن حجم كمية معينة من حبيبات التربة الجافة ال وزن نفس الحجم من ماء مقطر عند درجة حرارة 20 درجة مئوية، وعادة تتراوح قيمة الوزن النوعي للتربة بين 2.6 الى 2.9، وتم اتباع ما ورد في طريقة (ASTM D854)، والشكل رقم (6) يوضح النموذج المستخدم والجدول رقم (12) يعرض ملخص النتائج المتحصل عليها.

تاريخ الاختبار	27/04/2014
نوع العينة	التربة الطبيعية
رقم حفرة الاختبار	3,4,6,7
العمق	0.0 – 1.0
الموقع	طريق قصر بن غشير – ترهونة

الصيغة	رقم حفرة الاختبار	03	04	06	07
	العمق	0.0–1.0	0.0–1.0	0.0–1.0	0.0–1.0
وزن جهاز بيكنومتر نظيف وجاف	A	38.221	14.653	14.66	14.651
وزن جهاز بيكنومتر مملؤ بالماء	B	141.9	40.122	40.122	40.1
وزن العينة جافة مع جهاز بيكنومتر	C	79.56	34.51	30.579	29.167
وزن جهاز بيكنومتر مملؤ بالماء والعينة	D	167.324	52.272	49.789	49.135
الوزن النوعي الظاهري	$\frac{C-A}{(B-A)-(D-C}$	2.597	2.576	2.546	2.648
درجة حرارة الاختبار					
الوزن النوعي للتربة عند درجة حرارة 20 م°					

شكل رقم (6) نموذج اختبار الوزن النوعي للتربة

جدول رقم (12) ملخص نتائج الوزن النوعي

رقم حفرة الاختبار	عمق العينة (م)	الوزن النوعي	رقم حفرة الاختبار	عمق العينة (م)	الوزن النوعي
TP 03	1.0 – 0.0	2.597	TP 17	1.0 – 0.0	2.573
TP 04	1.0 – 0.0	2.576	TP 19	1.0 – 0.0	2.589
TP 06	1.0 – 0.0	2.576	TP 20	1.0 – 0.0	2.575
TP 07	1.0 – 0.0	2.648	TP 21	1.0 – 0.0	2.579
TP 09	1.0 – 0.0	2.595	TP 23	1.0 – 0.0	2.574
TP 10	1.0 – 0.0	2.590	TP 24	1.0 – 0.0	2.589
TP 11	1.0 – 0.0	2.545	TP 29	1.0 – 0.0	2.629
TP 12	1.0 – 0.0	2.628	TP 32	1.0 – 0.0	2.548
TP 16	1.0 – 0.0	2.555	TP 35	1.0 – 0.0	2.640
			TP 40	1.0 – 0.0	2.522

5.2.3 اختبار اقصى كثافة جافة ومحتوى الرطوبة الأمثل Maximum Dry Density and Optimum Moisture Content

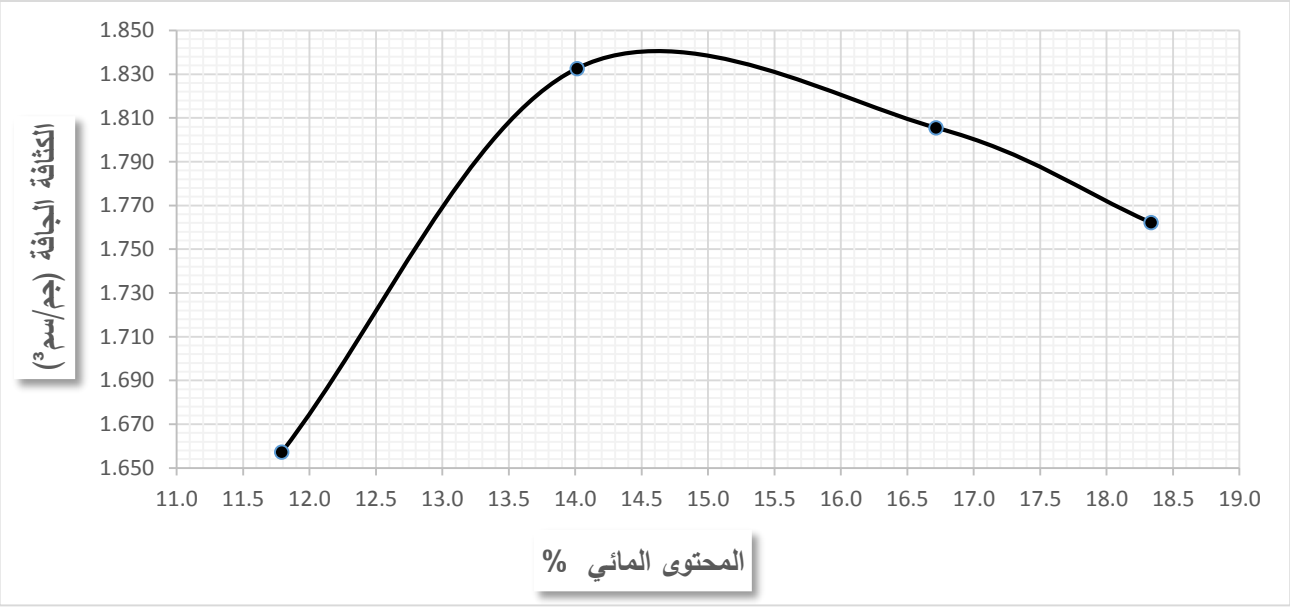
اجري الاختبار لقياس محتوى الرطوبة الأمثل للحصول على اقصى كثافة جافة وذلك حسب المواصفة (AASHTO T180) والشكل رقم (7) يوضح النموذج المستخدم في الحسابات والجدول رقم(13) يوضح النتائج المتحصل عليها.

اختبار بركتور المعدل AASHTO T 99

التاريخ	
نوع العينة	تربة ارض طبيعية
رقم حفرة الاختبار	1
العمق (م)	0.0 – 1.0
المشروع	
الموقع	طريق قصر بن غشير –ترهونة

محتوى المائي الأمثل	14.50%
اقصى كثافة جافة	1.840 g/cm³

رقم المحاولة	1	2	3	4	5
A= وزن القالب (جم)	4303	4303	4303	4303	
B= وزن القالب + التربة رطبة (جم)	6063	6288	6305	6284	
C= وزن التربة الرطبة (جم) = B–A	1760	1985	2002	1981	
D= حجم القالب (سم³)	950	950	950	950	
E= الكثافة الرطبة للتربة (جم/سم) = C/D	1.853	2.089	2.107	2.085	
F= المحتوى المائي %	11.8	14.0	16.7	18.3	
G= الكثافة الجافة للتربة (جم/سم³) = (E*100)/(F+100)	1.657	1.833	1.806	1.762	
رقم الوعاء	C1	C2	C3	C4	C5
H= وزن الوعاء (جم)	65.2	65.4	76.5	66.2	
I= وزن العينة رطبة + وزن الوعاء (جم)	114.5	113.4	197.3	144.3	
J= وزن التربة جافة + وزن الوعاء (جم)	109.3	107.5	180.0	132.2	
K= وزن التربة جافة = J–H	44.1	42.1	103.5	66.0	
L= وزن الماء (جم) = I–J	5.2	5.9	17.3	12.1	
F= نسبة المحتوى المائي (%) = (L*100)/K)	11.8	14.0	16.7	18.3	



شكل رقم (7) نموذج اختبار اقصى كثافة جافة ومحتوى الرطوبة الأمثل

جدول رقم (13) يوضح ملخص اقصى كثافة جافة والمحتوى المائي الأمثل للعينات

رقم حفرة الاختبار	المحطة	اقصى كثافة جافة (كجم/م^3)	المحتوى المائي الامثل %	رقم حفرة الاختبار	المحطة	اقصى كثافة جافة (كجم/م^3)	المحتوى المائي الامثل %
01	0 + 400 (يمين)	1.840	14.5	21	34 + 500 (يمين)	1.755	10.8
02	1 + 700 (يسار)	1.716	11.0	22	31 + 000 (يسار)	1.718	13.5
03	3 + 400 (يمين)	1.812	12.3	23	38 + 200 (يمين)	1.726	9.7
04	5 + 400 (يسار)	1.858	8.5	24	34 + 000 (يسار)	1.854	12.5
05	6 + 400 (يمين)	1.822	11.0	25	42 +100 (يمين)	1.830	10.0
06	8 + 700 (يسار)	1.762	10.5	26	37 + 200 (يسار)	1.792	9.7
07	9 + 500 (يمين)	1.789	12.4	27	45 + 400 (يمين)	1.773	10.8
08	11 + 000 (يسار)	1.859	10.8	28	40 + 80 (يسار)	1.703	10.2
09	12 + 800 (يمين)	1.756	14.0	29	48 + 700 (يمين)	1.822	9.5
10	13 + 300 (يسار)	1.831	11.1	30	47 + 900 (يسار)	2.110	7.2
11	16 + 000 (يمين)	1.837	12.5	31	52 +100 (يمين)	1.920	11.7
12	15 + 400(يسار)	1.894	9.5	32	51 +700 (يسار)	1.892	10.1
13	19 + 700 (يمين)	1.719	12.0	33	55 + 600 (يمين)	1.859	12.2
14	18 + 300 (يسار)	1.797	11.8	34	56 + 600 (يسار)	1.720	12.0
15	23 + 500 (يمين)	1.803	10.0	35	58 +900 (يمين)	1.794	10.5
16	21 + 500 (يسار)	1.694	10.7	36	60 + 200 (يسار)	1.762	9.0
17	27 + 400 (يمين)	1.891	9.1	37	61 +800 (يمين)	1.850	14.0
18	24 + 80 (يسار)	1.733	11.0	38	62 + 100 (يسار)	1.783	10.0
19	31 + 000 (يمين)	1.798	9.7	39	65 + 300 (يمين)	1.788	9.7
20	27 + 900 (يسار)	1.813	13.2	40	64 + 300 (يسار)	1.810	11.9

6.2.3 اختبار نسبة تحميل كاليفورنيا California Bearing Ratio(CBR)

وهو قياس الحمل اللازم لغرز إبرة ذات قطر معين وبسرعة معينة في عينة التربة عند قيم محددة للمحتوى المائي والكثافة، وحساب نسبة هذا الحمل إلى الحمل القياسي عند غرزٍ للإبرة مقداره 5.2ملم (0.1بوصة) أو 5ملم (0.2بوصة) ويعطي الاختبار معلومات عن مدى انتفاخ التربة ومقدار القوة للتربة عندما تكون التربة مشبعة بالماء، كما تعطي نسبة التحمل لكاليفورنيا تصوراً عن تصرف التربة تحت طبقات الرصف.ولقد اجري الاختبار لعينات التربة طبقا لمواصفة (AASHTO T 193)،والشكل رقم (8) يوضح النموذج المستخدم في الحسابات والشكل رقم (9) يوضح العلاقة بين الحمل ومقدار الغرز، والنتائج المتحصل عليها موضحة بالجدول رقم (14).



صورة رقم (12)

اختبار نسبة تحميل كاليفورنيا / CBR TEST AASHTO T 93

التاريخ	
نوع العينة	تربة ارض طبيعية
رقم حفرة الاختبار	1
العمق (م)	0.0 – 1.0
الموقع	طريق قصر بن غشير – ترهونة

A= وزن القالب (جم)	6835
B= وزن القالب + التربة رطبة (جم)	11197
C= وزن التربة الرطبة (جم) = B–A	4362
D= حجم القالب (سم^3)	2085
E= الكثافة الرطبة للتربة (جم/سم) = C/D	2.092
F= المحتوى المائي %	14.2
G= الكثافة الجافة للتربة (جم/سم^3) = (100*E)/(F+100)	1.832

حسابات المحتوى المائي	قبل الدمك	بعد الدمك	بعد الغمر في الماء
رقم الوعاء	1		3
H= وزن الوعاء (جم)	62.4		63.4
I= وزن العينة رطبة + وزن الوعاء (جم)	132.5		142.7
J= وزن التربة جافة + وزن الوعاء (جم)	123.8		132.6
K= وزن التربة جافة = J–H	61.4		69.2
L= وزن الماء (جم) = I–J	8.7		10.1
F= نسبة المحتوى المائي (%) = $L*100/K$	14.2		14.6

قراءات الغمر في الماء				
التاريخ	14/42014	15/4/2014	16/4/2014	17/4/2014
الوقت	16:00	15:15	9:30	10:30
قراءة المؤشر	3.00	4.50	4.50	4.50
الانتفاخ				1.3

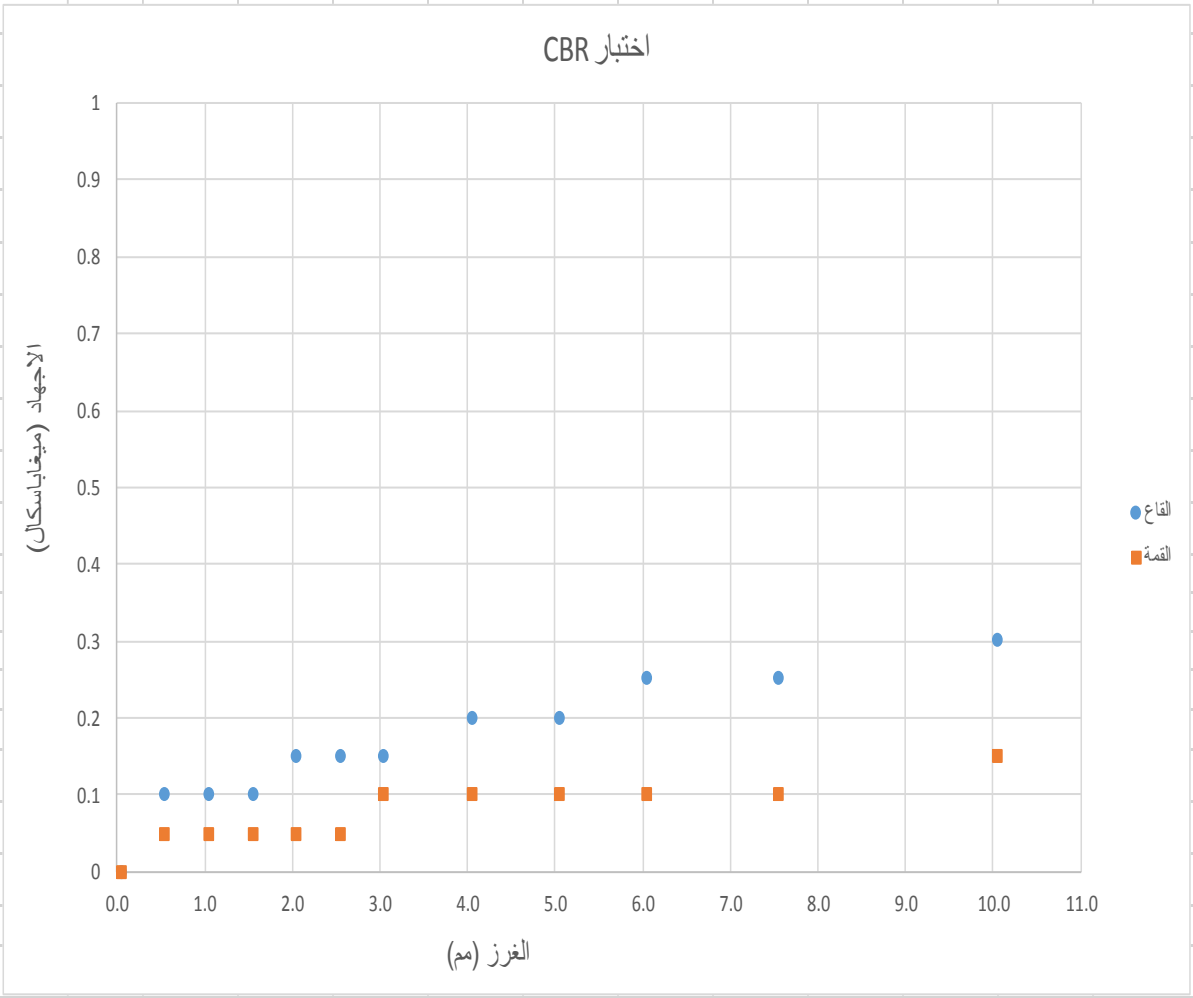
اختبار عند القاع											
مقدار الغرز (مم)	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	7.5	10.0
قراءة المؤشر	0	4	5	6	6	8	8	9	11	12	12	14
مقدار الحمل (كن)	0	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6
CBR %	At 2.5 mm =2.4						AT 5.0 mm = 2.2					

اختبار عند القمة											
مقدار الغرز (مم)	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	7.5	10.0
قراءة المؤشر	0	4	5	6	6	8	8	9	11	12	12	14
مقدار الحمل (كن)	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3
CBR %												

شكل رقم (8) اختبار نسبة تحميل كاليفورنيا

اختبار نسبة تحميل كاليفورنيا / CBR TEST AASHTO T 93

التاريخ	
نوع العينة	تربة ارض طبيعية
رقم حفرة الاختبار	1
العمق (م)	1.0 – 0.0
المشروع	



قيمة CBR	2.40%

شكل رقم (9) يبين العلاقة بين الاجهاد الناتج من الحمل على العينة ومقدار الغرز

جدول رقم (14) ملخص نتائج اختبار نسبة تحميل كاليفورنيا للتربة CBR

رقم حفرة الاختبار	المحطة	قيمة % CBR	الانتفاخ (%)
01	0 + 400 (يمين)	2.4	1.3
02	1 + 700 (يسار)	17.1	0.0
03	3 + 400(يمين)	31.0	0.0
04	5 + 400 (يسار)	21.6	0.3
05	6+ 400 (يمين)	39.0	0.0
06	8+ 700 (يسار)	16.9	0.0
07	9+ 500 (يمين)	24.5	0.0
08	11+000 (يسار)	4.2	0.1
09	12+800 (يمين)	33.3	0.1
10	13+300 (يسار)	4.8	0.1
11	16+000 (يمين)	25.9	0.0
12	15+400 (يسار)	3.5	0.1
13	19+700(يمين)	11.3	0.0
15	23+500 (يمين)	26.9	0.0
16	21+500 (يسار)	14.6	0.0
17	27+400 (يمين)	24.2	0.0
18	24+800 (يسار)	13.4	0.1
19	31+000 (يمين)	13.0	0.1
20	27+900 (يسار)	14.4	0.1
21	34+500 (يمين)	17.8	0.1

رقم حفرة الاختبار	المحطة	قيمة CBR %	الانتفاخ (%)
22	31+000 (يسار)	23.0	0.0
23	38+ 200 (يمين)	20.1	0.0
24	34+000 (يسار)	16.4	0.0
25	42+100 (يمين)	20.4	0.0
26	(37+200 (يسار	15.2	0.1
27	45+400(يمين)	15.3	0.0
28	40+800 (يسار)	5.6	0.0
29	48+700 (يمين)	21.6	0.1
30	47+900 (يسار)	30.3	0.0
31	52+100 (يمين)	4.8	0.0
32	51+700 (يسار)	33.8	0.0
33	55+600 (يمين)	26.3	0.2
34	56+600 (يسار)	13.7	0.0
35	58+900 (يمين)	4.3	0.0
36	60+200 (يسار)	3.1	0.3
37	61+800 (يمين)	11.6	0.0
38	62+100 (يسار)	34.5	0.4
39	65+300 (يمين)	27.8	0.0
40	64+300 (يسار)	45.6	0.0

7.2.3 اختبارات التحليل الكيميائي Chemical Tests

الغرض من الاختبارات الكيميائية هو تحديد نسبة املاح الكلوريد واملاح الكبريتات وكذلك درجة الحموضة، وأجريت الاختبارات حسب طريقة BS 1377، والنتائج معروضة بالجدول رقم (15).

جدول رقم (15) يوضح ملخص نتائج الاختبارات الكيميائية

رقم حفرة الاختبار	عمق العينة (م)	المحطة	الاختبارات الكيميائية		
			الاس الهيدروجيني	الكلوريدات (%)	الكبريتات(%)
01	1.0 – 0.0	400+ 0 (يمين)	8.65	0.01	0.0121
02	1.0 – 0.0	700+ 1 (يسار)	8.6	0.0059	0.0075
06	1.0 – 0.0	700+ 8 (يسار)	8.47	0.0048	0.0046
07	1.0 – 0.0	500+ 9 (يمين)	8.57	0.0045	0.0088
08	1.0 – 0.0	11+000 (يسار)	8.33	0.0295	0.0183
10	1.0 – 0.0	13+300 (يسار)	8.53	0.0034	0.0075
15	1.0 – 0.0	500+ 23 (يمين)	8.46	0.0085	0.0112
18	1.0 – 0.0	24+800 (يسار)	8.64	0.0025	0.0075
22	1.0 – 0.0	31+000 (يسار)	8.81	0.0013	0.0067
24	1.0 – 0.0	34+000 (يسار)	8.7	0.0034	0.0058
25	1.0 – 0.0	42+100 (يمين)	8.67	0.003	0.0121
27	1.0 – 0.0	45+400 (يمين)	8.52	0.0052	0.0046
31	1.0 – 0.0	100+ 52 (يمين)	8.61	0.0094	0.0083
36	1.0 – 0.0	60+200 (يسار)	8.68	0.0044	0.0175
39	1.0 – 0.0	300+ 65 (يمين)	8.39	0.0029	0.0108

3.3 اختبارات مواد الأساس الحبيبي والأساس المساعد

Testof Base Courseand Subbase Material

عينات الأساس الحبيبي والأساس المساعد اخذت بعد إزالة عينات من الخرسانة الاسفلتية على شكل مربعات في المواقع المحددة (بلاطة رقم 2، بلاطة رقم 5، بلاطة رقم 10 بلاطة رقم 13 وبلاطة رقم 15)، وتهدف الاختبارات لتقييم خصائص مواد الأساس الحبيبي والأساس المساعد والجدول (16) يبين الاختبارات التي أجريت على العينات.

جدول رقم (16) يوضح قائمة الاختبارات التي أجريت على الأساس الحبيبي والأساس المساعد

تسلسل	وصف الاختبار	النتائج موجودة في
1	التوزيع الحجمي للتربة	جدول رقم 18
2	اقصى كثافة جافة والمحتوى المائي الامثل	جدول رقم 19
3	نسبة تحميل كاليفورنيا	جدول رقم 20
4	نسبة الدمك	جدول رقم 21

1.3.3 اختبار التوزيع الحجمي Particle Size Distribution

اجري اختبار التوزيع الحجمي للحبيبات بالنخل الميكانيكي وذلك طبقا للمواصفة (AASHTO T27) والنتائج مبينة بالجدول رقم (17) والشكل رقم (10) يبين نموذج المستخدم في الحسابات.

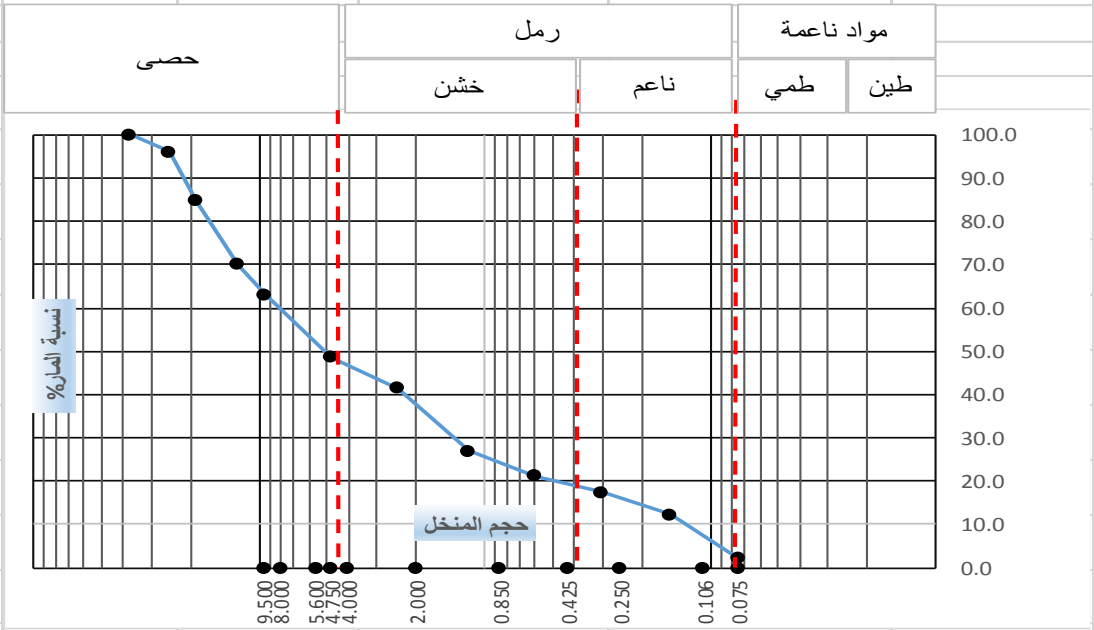
اختبار التوزيع الحجمي / ASTM D422

التاريخ	23/04/2014
رقم حفرة اختبار	تحت البلاطة رقم 2
العمق (م)	0.5 – 0.2
نوع العينة	طبقة الأساس الحبيبي القائمة
الموقع	طريق قصر بن غشير – ترهونة

حسابات الرطوبة

وزن الوعاء فارغ (جم)	E	
وزن الوعاء و التربة رطبة (جم)	F	
وزن الوعاء و التربة جافة (جم)	G	
نسبة الرطوبة في العينة %	W=((F–G)/(G–E))*100	

وزن العينة جافة (جم)				1757.7
الاختبار القياسي حجم المنخل (مم)	وزن المحجوز على المنخل (جم)	الوزن المحجوز التراكمي (جم)	نسبة المحجوز التراكمي %	نسبة المار %
25	69.0	69.0	3.9	96.1
19	198.2	267.2	15.2	84.8
12.5	257.4	524.6	29.8	70.2
9.5	125.1	649.7	37.0	63.0
4.75	254.9	904.6	51.5	48.5
2.4	124.4	1029.0	58.5	41.5
1.18	253.6	1282.6	73.0	27.0
0.6	102.0	1384.6	78.8	21.2
0.3	65.9	1450.5	82.5	17.5
0.15	89.7	1540.2	87.6	12.4
0.075	178.9	1719.1	97.8	2.2



وصف التربة	مواد متدرجة	تصنيف التربة	A–4

شكل رقم (10) اختبار التوزيع الحجمي

جدول رقم (17) يوضح تدرج عينات الأساس الحبيبي والأساس المساعد

حجم المنخل (مم)	نسبة المار (%)						
	بلاطة رقم 2 أساس حبيبي	بلاطة رقم 2 أساس مساعد	بلاطة رقم 10 أساس حبيبي	بلاطة رقم 10 أساس مساعد	بلاطة رقم 13 أساس حبيبي	بلاطة رقم 15 أساس حبيبي	بلاطة رقم 10 أساس مساعد
50	-	100	100	100	100	-	-
37.5	100	91.5	97.5	91.0	96.0	100	-
25	96.1	88.4	73.9	87.2	92.9	78.4	100
19.0	84.8	79.9	62.5	74.4	83.0	63.3	79.2
12.5	70.2	67.1	47.8	62.8	65.1	42.5	60.7
9.5	63.0	60.1	40.4	57.8	58.2	35.2	54.8
4.75	48.5	47.3	27.6	47.0	43.9	25.2	44.1
2.36	41.5	37.0	20.1	34.4	35.7	18.4	35.8
1.18	27.0	30.1	15.5	25.9	30.2	13.8	29.9
0.600	21.2	25.7	12.6	20.3	26.1	13.8	24.8
0.300	17.5	22.5	10.5	16.7	21.3	8.3	19.8
0.150	12.4	18.4	8.6	14.5	15.7	5.6	14.6
0.075	2.2	10.9	4.5	11.3	7.5	1.5	5.1

2.3.3 اختبار حدود القوام Atterberg Limits Test

الهدف من اجراء الاختبار هو تعيين حد السيولة وحد اللدونة ومؤشر اللدونة لمواد الأساس الحبيبي والأساس المساعد حسب طريقة AASHTO T 89 & T 90، وكانت النتائج لجميع العينات عديمة اللدونة. ويمكن تعريف حدود القوام كالتالي:

- حد اللدونة:

هو اقل كمية من الرطوبة تبقى عندها التربة في حالة لدنة وايضاً هو الحد الأدنى للرطوبة التي يمكن عندها تشكيل التربة الى خيوط بقطر حوالي 3 مم دون ان تنقطع او تتفتت وهذا الحد يفصل بين الحالة اللدنة والحالة شبه الصلبة.

- حد السيولة:

هو اقل كمية من الماء الذي تتحول عنده التربة من الحالة اللدنة الى الحالة السائلة.

- مؤشر اللدونة:

هو الفرق بين حد السيولة وحد اللدونة للتربة

3.3.3 اختبار اقصى كثافة جافة ومحتوى الرطوبة الأمثل Maximum Dry Density and Optimum Moisture Content

اجري الاختبار لقياس محتوى الرطوبة الأمثل للحصول على اقصى كثافة جافة وذلك حسب المواصفة AASHTO T180 والشكل رقم (11) يوضح النموذج المستخدم في الحسابات والجدول رقم(18) يعرض النتائج المتحصل عليها.

جدول رقم(18) يوضح ملخص نسب المحتوى المائي الأمثل واقصى كثافة جافة

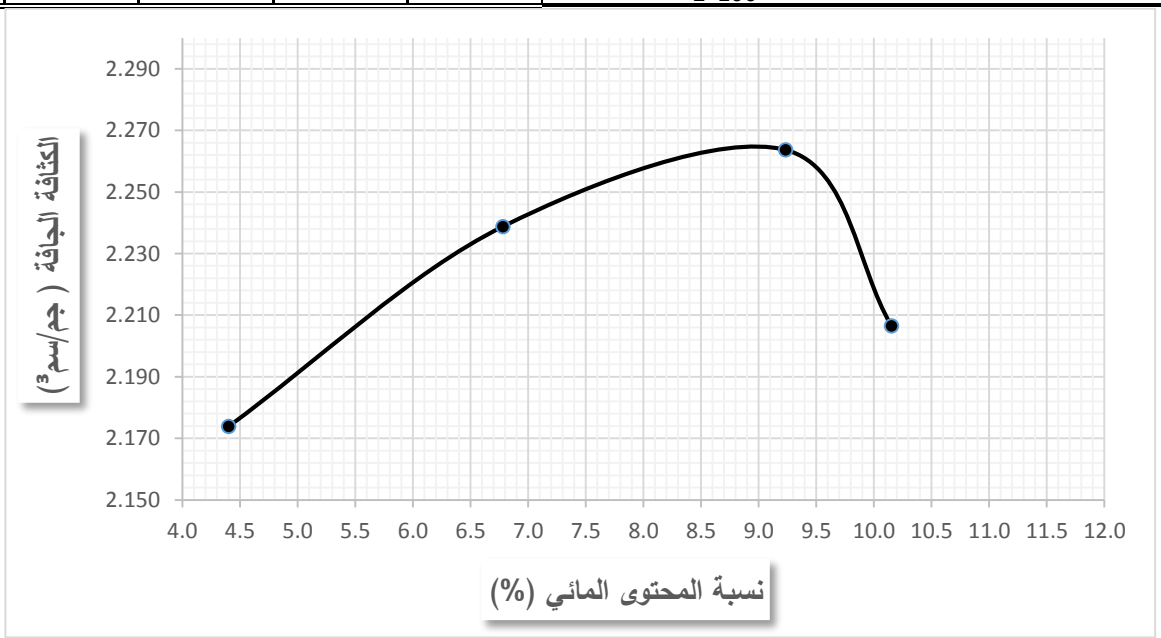
موقع العينة	المحطة	نوع الطبقة	اقصى كثافة جافة(جم/سم^3)	المحتوى المائي الأمثل %
بلاطة رقم 02 يسار	4 +100	أساس حبيبي	2.263	9
		أساس مساعد	2.265	7
بلاطة رقم 05 يمين	15 + 300	أساس حبيبي	2.226	6.2
بلاطة رقم 10 يمين	38 + 600	أساس حبيبي	2.169	7.5
		أساس مساعد	2.186	7.5
بلاطة رقم 13 يسار	50 + 100	أساس حبيبي	2.120	8
		أساس مساعد	2.085	8
بلاطة رقم 15 يسار	59 + 900	أساس حبيبي	2.242	5
		أساس مساعد	2.103	7.5

اختبار اقصى كثافة جافة ومحتوى الرطوبة الأمثل (Modified Proctor Test (AASHTO T 99

التاريخ	3/5/2014
نوع العينة	طبقة الأساس الحبيبي القائم
العينة تحت البلاطة رقم	2
العمق (م)	0.2 – 0.5
الموقع	طريق قصر بن غشير –ترهونة

المحتوى المائي الأمثل	9.00%
اقصى كثافة جافة	2.263 g/cm³

رقم المحاولة	1	2	3	4	5
A= (وزن القالب (جم	4304	4304	4304	4304	
B= وزن القالب و التربة رطبة (جم)	6460	6575	6653	6613	
C= صافي وزن التربة رطبة (جم) = B–A	2156	2271	2349	2309	
D= حجم القالب (سم³)	950	950	950	950	
E= الكثافة الرطبة للتربة (جم/سم³) = C/D	2.269	2.391	2.473	2.431	
F= المحتوى المائي%	4.4	6.8	9.2	10.2	
G= الكثافة الجافة للتربة (جم/سم³) = (E*100)/(F+100)	2.174	2.239	2.264	2.207	
رقم الوعاء	C1	C2	C3	C4	C5
H= وزن الوعاء فارغ (جم)	69.8	62.8	78.4	68.5	
I= وزن التربة رطبة و الوعاء (جم)	131.5	144.7	155.3	147.7	
J= وزن التربة جافة و الوعاء (جم)	128.9	139.5	148.8	140.4	
K= صافي وزن التربة جافة (جم) = J–H	59.1	76.7	70.4	71.9	
L= وزن الماء (جم) = I–J	2.6	5.2	6.8	7.3	
F = نسبة المحتوى المائي (%) = $\frac{K}{L*100}$	4.4	6.8	9.2	10.2	



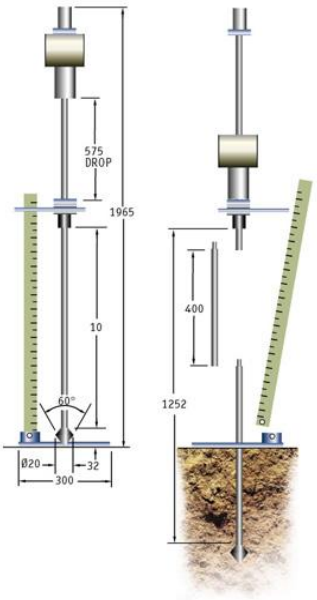
شكل رقم (11) اختبار بروكتور المعدل

4.3.3 اختبار مخروط الغرز الديناميكي Dynamic Cone Penetration Test

هو اختبار حقلي عبارة عن قضيب معدني مثبت اسفله مخروط ويخترق الطبقات ما تحت الرصف الاسفلتي بواسطة مطرقة تزن 8 كجم حرة الحركة مثبت اعلى القضيب ويقاس قيمة الاختراق بعد كل عدد طرقات محددة، ويمكن حساب نسبة تحميل كاليفورنيا ومعامل المرونةوالكثافة الحقلية وكذلك قدرة التحمل.

وتم اجراء الاختبار بعد اخذ العينة الاسطوانية من الرصف الاسفلتي والشكل رقم (12) يبين النموذج حسابات الاختبار.



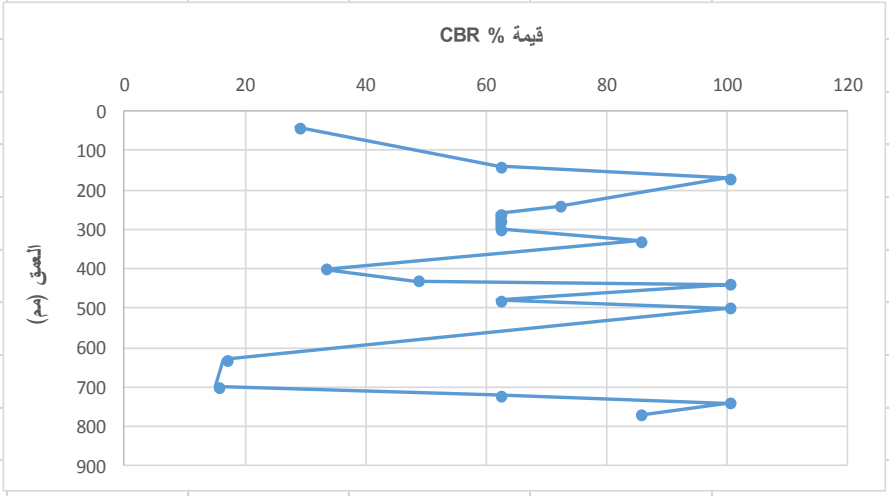


صورة رقم (13) توضح جهاز اختبار مخروط **الغرز الديناميكي Dynamic Cone Penetration Test**

اختبار مخروط الغرز الديناميكي

رقم العمل		التاريخ	
وزن المطرقة	8.0 كجم	رقم الاختبار	C01
المحطة	0+100 (RS)		
الموقع	طريق قصر بن غشير – ترهونة		

عدد الطرقات	قيمة الغرز التراكمي (مم)	قيمة الغرز لكل مجموعة طرقات (مم)	قيمة الغرز لكل طرقة (مم)	معامل المطرقة	مؤشر (DCP)	نسبة تحميل كاليفورنيا (CBR%)
0	0	0	0.0	–	–	–
5	40	40	8.0	1.0	8.0	28
25	140	100	4.0	1.0	4.0	62
15	170	30	2.0	1.0	2.0	100
20	240	70	3.5	1.0	3.5	72
5	260	20	4.0	1.0	4.0	62
5	280	20	4.0	1.0	4.0	62
5	300	20	4.0	1.0	4.0	62
10	330	30	3.0	1.0	3.0	85
10	400	70	7.0	1.0	7.0	33
6	430	30	5.0	1.0	5.0	48
6	440	10	1.7	1.0	1.7	100
10	480	40	4.0	1.0	4.0	62
10	500	20	2.0	1.0	2.0	100
10	630	130	13.0	1.0	13.0	17
5	700	70	14.0	1.0	14.0	15
5	720	20	4.0	1.0	4.0	62
10	740	20	2.0	1.0	2.0	100
10	770	30	3.0	1.0	3.0	85
10	ردة فعل					



شكل رقم (12) نموذج اختبار اختبار مخروط الغرز الديناميكي DYNAMIC CONE PENETRATION TEST

5.3.3 اختبار نسبة تحميل كاليفورنيا California Bearing Ratio(CBR)

حددت نسبة تحميل كاليفورنيا (CBR) لمواد الأساس الحبيبي والأساس المساعد باستخدام الطريقة القياسية طبقا للمواصفة (AASHTO T 193) والجدول رقم (19) يعرض النتائج والشكل رقم (13) نموذج المستخدم في الحسابات، كما يوضح الشكل رقم (14) العلاقة بين الحمل المسلط ومقدار الغرز.

جدول رقم (19) يوضح ملخص نسبة تحميل كاليفورنيا لعينات الأساس الحبيبي والأساس المساعد

موقع العينة	المحطة	نوع الطبقة	نسبة تحميل كاليفورنيا CBR %	الانتفاخ (%)
بلاطة رقم 02 يسار	100+ 4	أساس حبيبي	141	0.0
		أساس مساعد	188	0.0
بلاطة رقم 05 يمين	300 + 15	أساس حبيبي	117	0.4
بلاطة رقم 10 يمين	600 + 38	أساس حبيبي	161	0.0
		أساس مساعد	111	0.0
بلاطة رقم 13 يسار	100 + 50	أساس حبيبي	65	0.1
		أساس مساعد	62	0.0
بلاطة رقم 15 يسار	900 + 59	أساس حبيبي	141	0.0
		أساس مساعد	146	0.0

اختبار نسبة تحميل كاليفورنيا / CBR TEST AASHTO T 93

التاريخ	14/4/2014
نوع العينة	طبقة الأساس الحبيبي القائمة
العينة تحت البلاطة رقم	بلاطة اسفلتية 02
العمق (مم)	0.2 – 0.5
الموقع	طريق قصر بن غشير – ترهونة

A= وزن القالب (جم)	6820
B= وزن القالب + التربة رطبة (جم)	11893
C= وزن التربة الرطبة (جم) = B–A	5073
D= حجم القالب (سم³)	2100
E= الكثافة الرطبة للتربة (جم/سم) = C/D	2.416
F= المحتوى المائي %	9.1
G= الكثافة الجافة للتربة (جم/سم³) = (100*E)/(F+100)	2.215

حسابات المحتوى المائي	قبل الدمك	بعد الغمر و الدمك
رقم الوعاء	1	3
H= وزن الوعاء (جم)	62.8	59.4
I= وزن العينة رطبة + وزن الوعاء (جم)	194.1	198.9
J= وزن التربة جافة + وزن الوعاء (جم)	183.2	186.4
K= وزن التربة جافة = J–H	120.4	127.0
L= وزن الماء (جم) = I–J	10.9	12.5
F= نسبة المحتوى المائي (%) $L*100/K$	9.1	9.8

For Soaked Sample

التاريخ	14/42014	15/4/2014	16/4/2014	17/4/2014		
الوقت	16:00	15:15	9:00	10:30		
المؤشر	0.00	0.02	0.02	0.02		
الانتفاخ				0.0		

SOAKED

اختبار عند القاع

مقدار الغرز (مم)	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	7.5	10.0
قراءة المؤشر	0	22	40	95	155	244	340	450	660	780	950	1080
مقدار الحمل (كن)	0	0.9	1.7	4.1	6.6	10.4	14.5	19.2	28.2	33.3	40.6	46.1
CBR %	At 2.5 mm =2.4							AT 5.0 mm = 2.2				

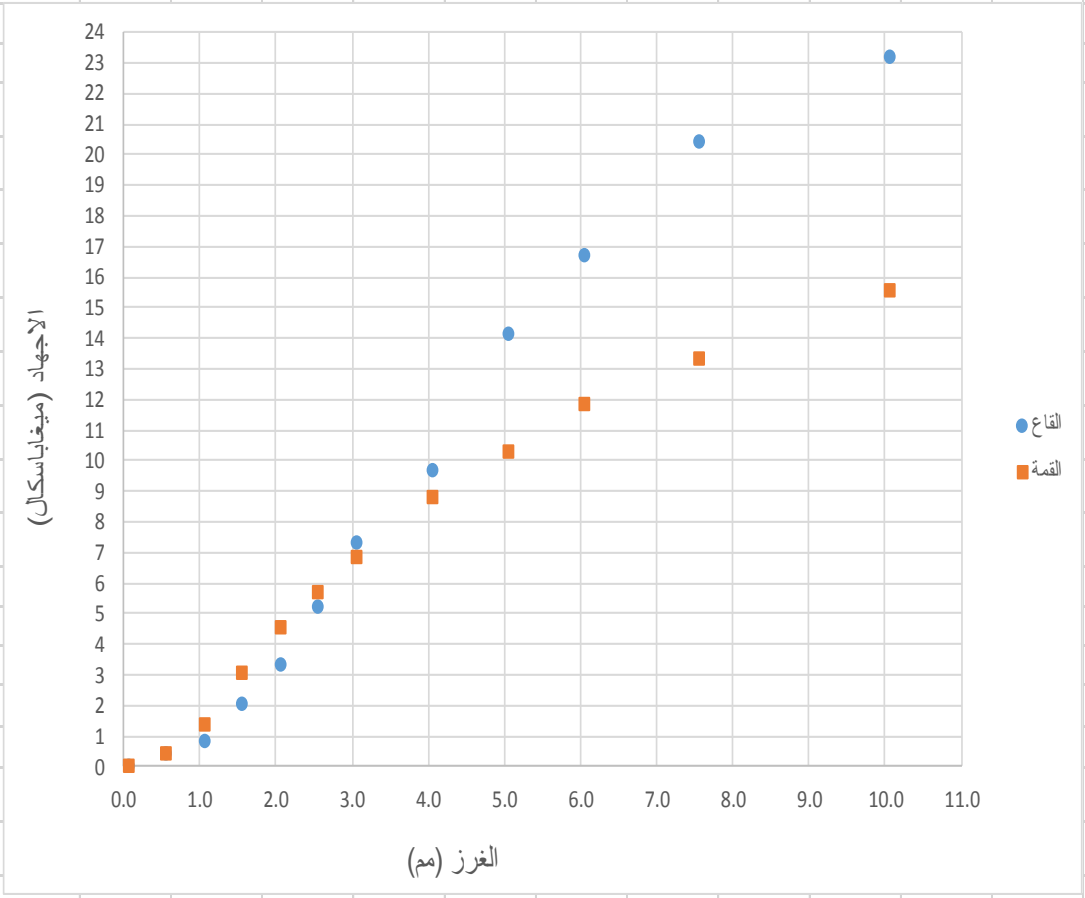
اختبار عند القمة

مقدار الغرز (مم)	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	7.5	10.0
قراءة المؤشر	0	18	64	143	210	264	318	410	480	550	620	724
مقدار الحمل (كن)	0	0.8	2.7	6.1	9	11.3	13.6	17.5	20.5	23.5	26.5	30.9
CBR %	At 2.5 mm =84							AT 5.0 mm = 103				

شكل رقم (13) اختبار نسبة تحميل كاليفورنيا

اختبار نسبة تحميل كاليفورنيا / CBR TEST AASHTO T 93

التاريخ	14/4/2014
نوع العينة	طبقة الأساس الحبيبي القائمة
رقم البلاطة	بلاطة رقم 02
العمق (م)	0.2 – 0.5
المشروع	



قيمة CBR	103.00%

شكل رقم (14) يبين العلاقة بين الاجهاد الناتج من الحمل على العينة ومقدار الغرز

6.3.3 نسبة الدمك Degree of Compaction

تم تحديد نسبة الدمك لطبقة الأساس الحبيبي والأساس المساعد بطريقة الاحلال الرملي بمعلومية اقصى كثافة جافة، والنتائج مدرجة بالجدول رقم (20).

جدول رقم (20) يوضح نسب الدمك عند البلاطات الاسفلتية

موقع العينة	المحطة	نوع الطبقة	الكثافة الجافة الحقلية(جم/سم^3)	اقصى كثافة جافة(جم/سم^3)	نسبة الدمك %
بلاطة رقم 02 يسار	4 +100	أساس حبيبي	1.885	2.263	83
		أساس مساعد	2.036	2.265	90
بلاطة رقم 05 يمين	15 + 300	أساس حبيبي	2.152	2.226	97
بلاطة رقم 10 يمين	38 + 600	أساس حبيبي	2.370	2.169	109
		أساس مساعد	2.069	2.186	95
بلاطة رقم 13 يسار	50 + 100	أساس حبيبي	1.757	2.120	83
		أساس مساعد	1.600	2.085	77
بلاطة رقم 15 يسار	59 + 900	أساس حبيبي	2.224	2.242	99
		أساس مساعد	2.231	2.103	106

4.3 اختبارات الخرسانة الاسفلتية Tests of Asphalt Concrete

تم اخذ 30 عينة اسطوانية من طبقات الرصف الاسفلتي، وبقطر 75 مم، وكذلك قص عينات مسطحة من الخرسانة الاسفلتية، للاختبارات المعملية الهدف منها تحديد خصائص الخرسانة الاسفلتية والاختبارات التي أجريت موضحة ادناه بالجدول رقم (21).

جدول رقم (21) قائمة الاختبارات التي أجريت على طبقات الاسفلت

تسلسل	وصف الاختبار
1	سمك الطبقات
2	المحتوى الاسفلتي
3	تدرج الركام في الخرسانة الاسفلتية
4	التدفق والثبات
5	الكثافة الكلية ونسبة الدمك

1.4.3 سمك طبقات الاسفلت Thickness of Different AC Layers

تم حساب سمك طبقات الاسفلت من العينات الاسطوانية التي اخذت من مواقع مختلفة في الطريق. ويتكون الرصف الاسفلتي من طبقة اسفلتية رابطة (Binder course)، والطبقة السطحية(Wearing course) ، يبين الجدول رقم (22) سمك الطبقات الرصف الاسفلتي.

جدول رقم (22) يبين سمك طبقات الرصف الاسفلتي

رقم الاسطوانة	المحطة	الطبقة	سمك العينة الكلية (مم)	سمك العينة (مم)
أسطوانة 01	0+100 (يمين)	طبقة سطحية	110	48
		طبقة رابطة		62
أسطوانة 02	4+100 (يمين)	طبقة سطحية	126	60
		طبقة رابطة		66
أسطوانة 03	8+000 (يمين)	طبقة سطحية	153	63
		طبقة رابطة		90
أسطوانة 04	12+000 (يمين)	طبقة سطحية	125	65
		طبقة رابطة		60
أسطوانة 05	15+300 (يمين)	طبقة سطحية	135	55
		طبقة رابطة		80
أسطوانة 06	19+100 (يمين)	طبقة سطحية	138	87
		طبقة رابطة		51

يتبع جدول رقم (22)

أسطوانة 07	000+23 (يمين)	طبقة سطحية	125	53
		طبقة رابطة		72
أسطوانة 08	900+26 (يمين)	طبقة سطحية	143	82
		طبقة رابطة		61
أسطوانة 09	800+34 (يمين)	طبقة سطحية	121	63
		طبقة رابطة		58
أسطوانة 10	600+38 (يمين)	طبقة سطحية	111	69
		طبقة رابطة		42
أسطوانة 11	400+42 (يمين)	طبقة سطحية	138	57
		طبقة رابطة		81
أسطوانة 12	300+46 (يمين)	طبقة سطحية	124	39
		طبقة رابطة		85
أسطوانة 13	100+50 (يمين)	طبقة سطحية	120	44
		طبقة رابطة		76
أسطوانة 14	700+55 (يمين)	طبقة سطحية	113	59
		طبقة رابطة		54
أسطوانة 15	900+59 (يمين)	طبقة سطحية	116	50
		طبقة رابطة		66
أسطوانة 16	300+63 (يسار)	طبقة سطحية	166	61
		طبقة رابطة		105
أسطوانة 17	300+61 (يسار)	طبقة سطحية	93	31
		طبقة رابطة		62
أسطوانة 18	300+58 (يسار)	طبقة سطحية	131	52
		طبقة رابطة		79
أسطوانة 19	200+56 (يسار)	طبقة سطحية	101	46
		طبقة رابطة		55
أسطوانة 20	400+51 (يسار)	طبقة سطحية	114	43
		طبقة رابطة		71

يتبع جدول رقم (22)

أسطوانة 21	46+600 (يسار)	طبقة سطحية	126	62
		طبقة رابطة		64
أسطوانة 22	41+400 (يسار)	طبقة سطحية	120	61
		طبقة رابطة		59
أسطوانة 23	36+800 (يسار)	طبقة سطحية	120	58
		طبقة رابطة		62
أسطوانة 24	31+000 (يسار)	طبقة سطحية	122	62
		طبقة رابطة		60
أسطوانة 25	25+600 (يسار)	طبقة سطحية	161	62
		طبقة رابطة		99
أسطوانة 26	20+300 (يسار)	طبقة سطحية	108	58
		طبقة رابطة		50
أسطوانة 27	16+900 (يسار)	طبقة سطحية	125	57
		طبقة رابطة		68
أسطوانة 28	14+300 (يسار)	طبقة سطحية	117	52
		طبقة رابطة		65
أسطوانة 29	9+200 (يسار)	طبقة سطحية	107	62
		طبقة رابطة		45
أسطوانة 30	3+500 (يسار)	طبقة سطحية	100	49
		طبقة رابطة		51

2.4.3 المحتوى البيتوميني Bitumen Content

تم تحديد محتوى البيتومين بطريقة الاستخلاص حسب مواصفة (AASHTO T164) للعينات المسطحة والعينات الاسطوانية لطبقتي الرصف، والجدول رقم (23) يبين نسب البيتومين في العينات والجدول رقم (24) يبين نموذج اختبار الاستخلاص.

جدول رقم (23) يوضح نسب البيتومين

رقم الأسطوانة او البلاطة	المحطة	الطبقة	نسبة البيتومين (%)
أسطوانة 01	0+100 (يمين)	الطبقة السطحية	2.28
		الطبقة الرابطة	3.58
بلاطة 01	0+100 (يمين)	الطبقة السطحية	3.11
		الطبقة الرابطة	2.82
أسطوانة 02	4+100 (يمين)	الطبقة السطحية	4.26
		الطبقة الرابطة	4.79
بلاطة 02	4+100 (يسار)	الطبقة السطحية	3.26
		الطبقة الرابطة	3.14
أسطوانة 03	8+000 (يمين)	الطبقة السطحية	4.99
		الطبقة الرابطة	1.88
بلاطة 03	8+000 (يمين)	الطبقة السطحية	5.79
		الطبقة الرابطة	2.11
أسطوانة 04	12+000 (يمين)	الطبقة السطحية	5.21
		الطبقة الرابطة	3.73
بلاطة 04	12+000 (يسار)	الطبقة السطحية	2.36
		الطبقة الرابطة	2.64
أسطوانة 05	15+300 (يمين)	الطبقة السطحية	12.63
		الطبقة الرابطة	3.67
بلاطة 05	15+300 (يمين)	الطبقة السطحية	2.65
		الطبقة الرابطة	4.41
أسطوانة 06	19+100 (يمين)	الطبقة السطحية	2.44
		الطبقة الرابطة الاولى	3.67
		الطبقة الرابطة الثانية	1.58
بلاطة 06	19+100 (يسار)	الطبقة السطحية	4.99
		الطبقة الرابطة	3.07
أسطوانة 07	23+000 (يمين)	الطبقة السطحية	7.24
		الطبقة الرابطة	4.67

يتبع الجدول رقم (23)

بلاطة 07	23+000 (يمين)	الطبقة السطحية	2.73
		الطبقة الرابطة	2.35
أسطوانة 08	26+900 (يمين)	الطبقة السطحية	4.73
		الطبقة الرابطة	4.33
بلاطة 08	26+900 (يسار)	الطبقة السطحية	5.5
		الطبقة الرابطة	7.15
أسطوانة 09	34+800 (يمين)	الطبقة السطحية	4.56
		الطبقة الرابطة	12.47
بلاطة 09	34+800 (يمين)	الطبقة السطحية	7.8
		الطبقة الرابطة	2.07
أسطوانة 10	38+600 (يمين)	الطبقة السطحية	10.89
		الطبقة الرابطة	3.23
بلاطة 10	38+600 (يسار)	الطبقة السطحية	3.35
		الطبقة الرابطة	3.46
أسطوانة 11	42+400 (يمين)	الطبقة السطحية	9.57
		الطبقة الرابطة	6.32
بلاطة 11	42+400 (يمين)	الطبقة السطحية	5.19
		الطبقة الرابطة	1.28
أسطوانة 12	46+300 (يمين)	الطبقة السطحية	4.21
		الطبقة الرابطة	5.02
بلاطة 12	46+300 (يسار)	الطبقة السطحية	2.99
		الطبقة الرابطة	2.38
أسطوانة 13	50+100 (يمين)	الطبقة السطحية	4.66
		الطبقة الرابطة	6.74
بلاطة 13	50+100 (يمين)	الطبقة السطحية	3.29
		الطبقة الرابطة	1.82
أسطوانة 14	55+700 (يمين)	الطبقة السطحية	7.36
		الطبقة الرابطة	4.9

يتبع الجدول رقم (23)

بلاطة 14	55+700 (يسار)	الطبقة السطحية	2
		الطبقة الرابطة	1.12
أسطوانة 15	59+900 (يمين)	الطبقة السطحية	3.69
		الطبقة الرابطة	4.5
بلاطة 15	59+900 (يمين)	الطبقة السطحية	2.41
		الطبقة الرابطة	2.63
أسطوانة 16	63+300 (يسار)	الطبقة السطحية	8.06
		الطبقة الرابطة	4.28
أسطوانة 17	61+300 (يسار)	الطبقة السطحية	
		الطبقة الرابطة	
أسطوانة 18	58+300 (يسار)	الطبقة السطحية	4.74
		الطبقة الرابطة	2.78
أسطوانة 19	56+200 (يسار)	الطبقة السطحية	5.55
		الطبقة الرابطة	5.11
أسطوانة 20	51+400 (يسار)	الطبقة السطحية	6.56
		الطبقة الرابطة	3.53
أسطوانة 21	46+600 (يسار)	الطبقة السطحية	6.75
		الطبقة الرابطة	4.19
أسطوانة 22	41+400 (يسار)	الطبقة السطحية	6.05
		الطبقة الرابطة	3.96
أسطوانة 23	(36+800 (يسار)	الطبقة السطحية	9.95
		الطبقة الرابطة	3.74
أسطوانة 24	31+000 (يسار)	الطبقة السطحية	3.43
		الطبقة الرابطة	4.34
أسطوانة 25	25+600 (يسار)	الطبقة السطحية	2.98
		الطبقة الرابطة	2.7
أسطوانة 26	20+300 (يسار)	الطبقة السطحية	5.5
		الطبقة الرابطة	1.71
أسطوانة 27	16+900 (يسار)	الطبقة السطحية	3.08
		الطبقة الرابطة	2.22

يتبع الجدول رقم (23)

أسطوانة 28	14+300 (يسار)	الطبقة السطحية	1.76
		الطبقة الرابطة	2.95
أسطوانة 29	9+200(يسار)	الطبقة السطحية	2.24
		الطبقة الرابطة	1.62
أسطوانة 30	3+500 (يسار)	الطبقة السطحية	2.14
		الطبقة الرابطة	1.85

جدول رقم (24) اختبار الاستخلاص (AASHTO T 164)

رقم العمل		**التاريخ**		
رقم العينة	**أسطوانة 01**	**المحطة**	**0+100 (يمين)**	
الموقع	**طريق قصر بن غشير –ترهونة**			
محتوى البيتومين		الطبقة السطحية		الطبقة الرابطة
وزن الوعاء فارغ (جم)		119.4		1135.2
وزن الوعاء والعينة قبل الاستخلاص (جم)		1677.1		1744.4
وزن الوعاء والعينة بعد الاستخلاص (جم)		1639.8		1720.8
وزن ورقة الترشيح قبل الاختبار (جم)		23.8		23.5
وزن ورقة الترشيح بعد الاختبار (جم)		25.6		25.3
صافي وزن العينة قبل الاستخلاص (جم)		1557.7		609.2
وزن خليط الركام (جم)		1522.2		587.4
وزن البيتومين (جم)		35.5		21.8
نسبة البيتومين في العينة %		2.28		3.58

3.4.3 تدرج الركام في الخرسانة الاسفلتية Grading of Aggregate

بعد عملية الاستخلاص للبيتومين من البلاطات الاسفلتية (Square Sample) تم اجراء اختبار التحليل المنخلي للركام باستخدام النخل الميكانيكي حسب طريقة AASHTO T 27، وتم مقارنة النتائج بالتدرج رقم 4 بالنسبة للطبقة السطحية والتدرج رقم 6 للطبقة الرابطة حسب المواصفة الفنية الليبية لإنشاء الطرق لسنة 1976 وملخص نتائج التحليل المنخلي معروضة في الجدول رقم (25أ) و (25ب).

جدول رقم (25أ) نتائج التحليل المنخلي للركام المستخدم الخرسانة الاسفلتية للطبقة السطحية

حجم المنخل (مم)	نسبة المار %								
	بلاطة 01	بلاطة 02	بلاطة 03	بلاطة 04	بلاطة 05	بلاطة 06	بلاطة 07	بلاطة 08	حدود المواصفة تدرج رقم 4
25	100	–	–	–	–	–	–	–	100
19	94.4	100	100	100	100	100	100	100	100– 75
12.5	56.3	91.2	93.7	82.4	88.5	81.7	93.2	76.2	–
9.5	47.4	84.4	82.8	72.2	76.6	60.9	85.2	60.8	70– 45
4.75	35.9	59.6	67.3	51	52	30.2	52.9	42.7	50– 30
2.36	23.4	37.7	47.5	36.5	33.8	13.9	33.4	30.2	35– 20
0.6	10.2	8.3	17.8	10.8	7.6	3.1	5.6	13.6	20– 5
0.3	6.6	3.4	9.1	5	3.2	1.5	2.2	7.5	12– 3
0.15	3.2	1.4	4.3	2	1.3	0.8	1	2.9	8– 2
0.075	1.3	0.5	1.6	0.7	0.5	0.3	0.5	0.6	4–1

يتبع جدول رقم (25أ)

حجم المنخل (مم)	نسبة المار %							
	بلاطة 09	بلاطة 10	بلاطة 11	بلاطة 12	بلاطة 13	بلاطة 14	بلاطة 15	حدود المواصفة تدرج رقم 4
25	–	–	–	–	–	–	100	100
19	100	100	100	100	100	100	95.4	100 – 75
12.5	84.6	84.2	88.1	81.8	82.6	74.9	74.5	–
9.5	72.8	72	74.9	72.7	69	55.8	65.8	70 – 45
4.75	47.8	51.8	54.2	53.4	47.7	35.4	48	50 – 30
2.36	32.1	36.9	39.1	38.1	32.5	20.3	33.7	35 – 20
0.6	11.2	9.5	14	13	11.4	5.9	11.3	20 – 5
0.3	4.9	4.4	7.6	7.2	5.5	3.3	6.1	12 – 3
0.15	1.9	2.1	3.5	3.5	2.1	1.8	2.5	8 – 2
0.075	0.5	1	0.9	1.1	0.4	0.7	0.6	4–1

جدول رقم (25ب) نتائج التحليل المنخلي للركام المستخدم الخرسانة الاسفلتية للطبقة الرابطة

حجم المنخل (مم)	نسبة المار %								
	بلاطة 01	بلاطة 02	بلاطة 03	بلاطة 04	بلاطة 05	بلاطة 06	بلاطة 07	بلاطة 08	حدود المواصفة تدرج رقم 6
25	97.9	–	100	–	–	–	–	–	–
19	96.4	100	96.5	100	100	100	100	100	100
12.5	56.6	74.8	62.1	76.6	70.4	65.7	74.5	85.2	100 – 75
9.5	46.2	66.0	44.3	68.3	49.0	55.3	61.5	71.3	85 – 60
4.75	33.5	45.6	17.2	39.2	36.2	35.7	33.6	49.3	50 – 30
2.36	23.0	27.4	6.7	24.9	27.0	21.6	18.1	36.8	35 – 20
0.6	8.6	6.3	1.9	11.3	7.5	6.2	3.8	13.5	20 – 5
0.3	4.6	2.4	1.1	7.7	3.6	2.7	1.7	6.5	12 – 3
0.15	2.2	0.8	0.6	3.6	1.8	1.0	0.9	2.7	8 – 2
0.075	0.7	0.3	0.2	0.9	0.8	0.3	0.4	0.7	4 – 1

يتبع جدول رقم (25ب)

حجم المنخل(مم)	نسبة المار %							
	بلاطة 09	بلاطة 10	بلاطة 11	بلاطة 12	بلاطة 13	بلاطة 14	بلاطة 15	حدود المواصفة تدرج رقم 6
25	–	–	100	–	–	–	–	–
19	100	100	79.2	100	100	100	100	100
12.5	72.8	88.2	46.6	72.8	63.5	74.1	61.5	100 – 75
9.5	53.5	73.9	33.7	54.8	46.6	57.7	48.9	85 – 60
4.75	28.0	42.6	19.3	31.5	22.3	33.5	26.8	50 – 30
2.36	15.4	20.3	11.7	18.4	13.2	19.2	14.5	35 – 20
0.6	5.9	2.9	4.0	4.5	5.8	7.0	4.1	20 – 5
0.3	3.7	1.2	2.2	2.0	3.6	4.3	2.0	12 – 3
0.15	2.4	0.6	1.1	0.8	2.1	2.5	1.0	8 – 2
0.075	0.8	0.3	0.3	0.2	0.4	0.8	0.3	4 – 1

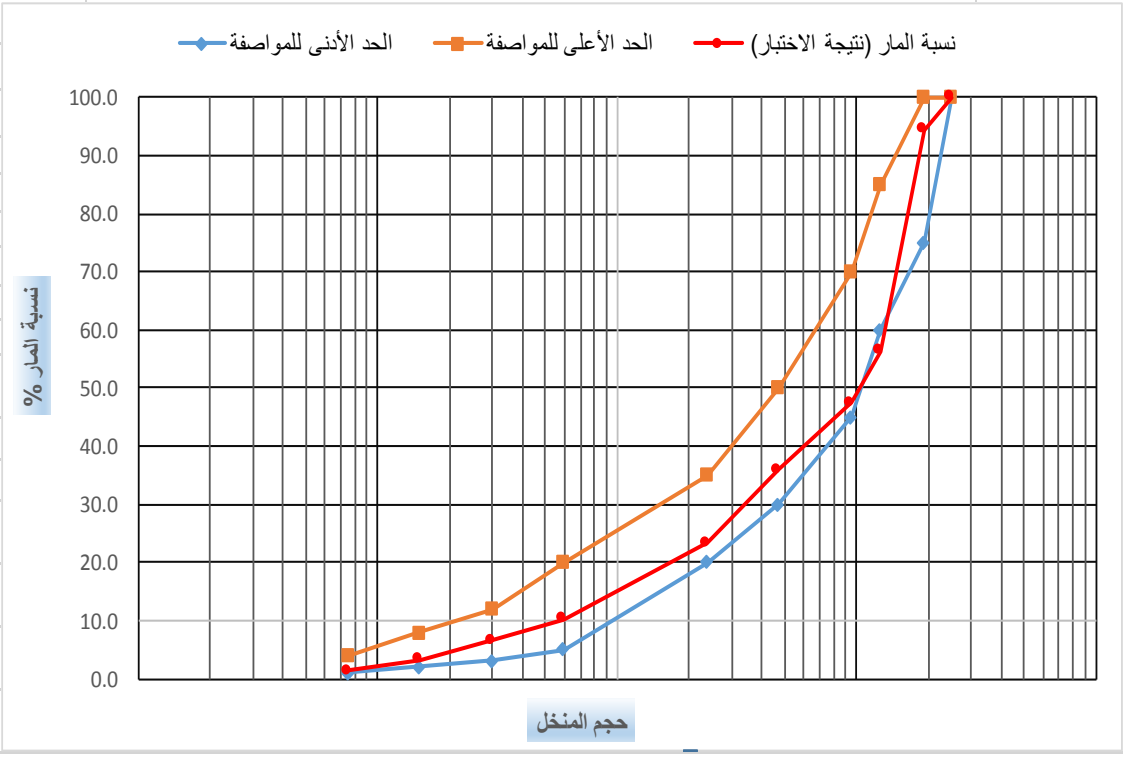
والشكل رقم (15) مقارنة منحنى التدرج للركام في الخرسانة الاسفلتية للبلاطة الاسفلتية (الطبقة السطحية) بلاطة رقم 1 مع حدود المواصفة للتدرج رقم 4 من كتيب المواصفات القياسية الليبية لسنة 1976.

اختبار التحليل المنخلي (AASHTO T 27)

وصف العينة	تحليل منخلي لعينة اسفلت مأخوذة من البلاطة 01 للطبقة السطحية
التاريخ	
الموقع	طريق قصر بن غشير – ترهونة

رقم المنخل	الاختبار القياسي	الوزن المحجوز	نسبة المحجوز %	نسبة المار %	حدود المواصفة تدرج رقم 4	
	حجم المنخل (مم)	(جم)				
1"	25	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19	54.9	5.6	94.4	100.0	75.0
1/2"	12.5	426.8	43.7	56.3	85.0	60.0
3/8"	9.5	513.4	52.6	47.4	70.0	45.0
# 4	4.75	626.1	64.1	35.9	50.0	30.0
# 8	2.4	748.5	76.6	23.4	35.0	20.0
# 30	0.6	877.4	89.8	10.2	20.0	5.0
# 50	0.3	912.2	93.4	6.6	12.0	3.0
# 100	0.15	945.0	96.8	3.2	8	2.0
# 200	0.075	964.4	98.7	1.3	4.0	1.0
الوزن الكلي		976.7				

تحليل منخلي لخلطة اسفلتية تدرج رقم 4



شكل رقم (15) نموذج اختبار التحليل المنخلي

4.4.3 اختبار مارشال Marshall Stability and Flow

تم عمل الاختبارات المعملية لتحديد قيمة ثبات مارشال(Stability) والتدفق(Flow) أجريت طبقا للمواصفة (AASHTO T 245) للعينات التي اخذت من الموقع على شكل مربعات وأجريت لطبقتي الرصف الاسفلتي (الطبقة السطحية والطبقة الرابطة) والنتائج المتحصل عليها مبينة في الجدول رقم (26) والجدول رقم (27) يوضح نموذج الحسابات لاختبار مارشال.

جدول رقم (26) يبين ملخص نتائج اختبارات مارشال

رقم البلاطة	المحطة	نوع الطبقة	الثبات (كن)	التدفق (مم)	قيمة مارشالQuotient (كن/مم)
بلاطة 01	0+100 (يمين)	السطحية	20.19	1.07	18.87
		الرابطة	21.21	1.76	12.05
بلاطة 02	4+100 (يسار)	السطحية	10.32	1.63	6.33
		الرابطة	9.88	2.35	4.2
بلاطة 03	8+000 (يمين)	السطحية	27.21	2.75	9.89
		الرابطة	28.33	1.43	19.81
بلاطة 04	12+000(يسار)	السطحية	30.38	1.34	22.67
		الرابطة	26.98	1.33	20.29
بلاطة 05	15+300(يمين)	السطحية	27.23	1.41	19.31
		الرابطة	23.97	1.41	17
بلاطة 06	19+100(يسار)	السطحية	15.96	1.07	14.92
		الرابطة	7.78	1.1	7.07
بلاطة 07	23+000(يمين)	السطحية	26.73	1.04	25.7
		الرابطة	25.71	1.21	21.25
بلاطة 08	26+900(يسار)	السطحية	27.56	2.15	12.82
		الرابطة	29.91	1.85	16.17
بلاطة 09	34+800(يمين)	السطحية	31.91	1.77	18.03
		الرابطة	22.42	0.98	22.88
بلاطة 10	38+600(يسار)	السطحية	29.77	1.57	18.96
		الرابطة	25.78	1.18	21.85

يتبع جدول رقم (26)

بلاطة 11	42+400 (يمين)	السطحية	30.55	1.67	18.29
		الرابطة	27.5	1.78	15.45
بلاطة 12	46+300 (يسار)	السطحية	22.26	1.46	15.25
		الرابطة	20.86	1.06	19.68
بلاطة 13	50+100(يمين)	السطحية	12.75	1.47	8.67
		الرابطة	3.83	1.8	2.13
بلاطة 14	55+700 (يسار)	السطحية	3.83	1.62	2.36
		الرابطة	–	–	–
بلاطة 15	59+900 (يمين)	السطحية	31.04	1.72	18.05
		الرابطة	24.86	1.51	16.46

والجدول التالي رقم (27) يوضح النموذج المستخدم لحسابات اختبار مارشال لعينة اخذت من البلاطة رقم (1) اما باقي العينات موجودة بالملحق رقم(5).

جدول (27) يوضح اختبار مارشال

التاريخ	2014/4/27		
نوع العينة	عينة طبقة سطحية		
وصف العينة	العينة اخذت من البلاطة الاسفلتية رقم 01		
الموقع	طريق قصر بن غشير –ترهونة		

الاختبار	رقم العينة		
	عينة 1	عينة 2	عينة 3
سمك العينة (مم)	70.4	65.3	69
وزن العينة في الهواء (جم)	1236.2	1204.8	1205.2
وزن العينة في الماء (جم)	718.3	703.1	697.4
وزن العينة مشبعة جافة السطح (SSD) (جم)	1251.3	1217.6	1219.2
الوزن النوعي الكلي (جم/سم^3)	2.319	2.342	2.31
متوسط الوزن النوعي الكلي (جم/سم^3)	2.324		
حساب الثبات والتدفق	العينات		
قراءة مؤشر الثبات (كن)	21.834	24.14	21.639
معامل التصحيح	0.8487	0.9562	0.876
قراءة الثبات المصححة (كن)	18.531	23.083	18.956
متوسط الثبات (كن)	20.19		
التدفق (مم)	1.081	1.001	1.127
متوسط التدفق (مم)	1.07		
حاصل قسمة مارشال (كن/مم)	18.875		

5.4.3 الكثافة الكلية Bulk Density

الكثافة الكلية للمواد لمختلف الطبقات للعينات الاسطوانية حددت طبقا لطريقة الاختبار (AASHTO T 166) طريقة (B) والنتائج المتحصل عليها مبينة في الجدول رقم (28) والجدول رقم (29) يبين النموذج المستخدم في الاختبار.

جدول رقم (28) يوضح ملخص نتائج الكثافة الكلية

رقم الأسطوانة او البلاطة	المحطة	الطبقة	الكثافة الكلية للأسطوانة	الكثافة الكلية لعينة مارشال
الأسطوانة 01	0+100 (يمين)	الطبقة السطحية	2.298	
		الطبقة الرابطة	2.332	
البلاطة 01	0+100 (يمين)	الطبقة السطحية		2.324
		الطبقة الرابطة		2.343
الأسطوانة 02	4+100 (يمين)	الطبقة السطحية	2.413	
		الطبقة الرابطة	2.403	
البلاطة 02	4+100 (يسار)	الطبقة السطحية		2.165
		الطبقة الرابطة		2.208
الأسطوانة 03	8+000 (يمين)	الطبقة السطحية	2.444	
		الطبقة الرابطة	2.22	
البلاطة 03	8+000 (يمين)	الطبقة السطحية		2.388
		الطبقة الرابطة		2.204
الأسطوانة 04	12+000 (يمين)	الطبقة السطحية	2.32	
		الطبقة الرابطة	2.158	
البلاطة 04	12+000 (يسار)	الطبقة السطحية		2.311
		الطبقة الرابطة		2.258
الأسطوانة 05	15+300 (يمين)	الطبقة السطحية	2.42	
		الطبقة الرابطة	2.177	
البلاطة 05	15+300 (يمين)	الطبقة السطحية		2.386
		الطبقة الرابطة		2.386
الأسطوانة 06	19+100 (يمين)	الطبقة السطحية	2.406	
		الطبقة الرابطة	2.177	
البلاطة 06	19+100 (يسار)	الطبقة السطحية		2.156
		الطبقة الرابطة		2.221
الأسطوانة 07	23+000 (يمين)	الطبقة السطحية	2.303	
		الطبقة الرابطة	2.223	
البلاطة 07	23+000 (يمين)	الطبقة السطحية		2.27
		الطبقة الرابطة		2.267

يتبع جدول (28)

رقم الأسطوانة او البلاطة	المحطة	الطبقة	الكثافة الكلية للأسطوانة	الكثافة الكلية لعينة مارشال
الأسطوانة 08	26+900 (يمين)	الطبقة السطحية	2.328	
		الطبقة الرابطة	2.165	
البلاطة 08	26+900 (يسار)	الطبقة السطحية		2.268
		الطبقة الرابطة		2.29
الأسطوانة 09	34+800 (يمين)	الطبقة السطحية	2.457	
		الطبقة الرابطة	2.171	
البلاطة 09	34+800 (يمين)	الطبقة السطحية		2.35
		الطبقة الرابطة		2.139
الأسطوانة 10	38+600 (يمين)	الطبقة السطحية	2.417	
		الطبقة الرابطة	2.271	
البلاطة 10	38+600 (يسار)	الطبقة السطحية		2.38
		الطبقة الرابطة		2.263
الأسطوانة 11	42+400 (يمين)	الطبقة السطحية	2.347	
		الطبقة الرابطة	2.128	
البلاطة 11	42+400 (يمين)	الطبقة السطحية		2.337
		الطبقة الرابطة		2.111
الأسطوانة 12	46+300 (يمين)	الطبقة السطحية	2.263	
		الطبقة الرابطة	2.202	
البلاطة 12	46+300 (يسار)	الطبقة السطحية		2.248
		الطبقة الرابطة		2.243
الأسطوانة 13	50+100 (يمين)	الطبقة السطحية	2.457	
		الطبقة الرابطة	2.171	
البلاطة 13	50+100 (يمين)	الطبقة السطحية		2.148
		الطبقة الرابطة		2.066
الأسطوانة 14	55+700 (يمين)	الطبقة السطحية	2.415	
		الطبقة الرابطة	2.327	
البلاطة 14	55+700 (يسار)	الطبقة السطحية		1.997
		الطبقة الرابطة		–
الأسطوانة 15	59+900 (يمين)	الطبقة السطحية	2.377	
		الطبقة الرابطة	2.287	
البلاطة 15	59+900 (يمين)	الطبقة السطحية		2.357
		الطبقة الرابطة		2.299
الأسطوانة 16	63+300 (يسار)	الطبقة السطحية	2.087	
		الطبقة الرابطة	2.243	

يتبع جدول (28)

رقم الأسطوانة او البلاطة	المحطة	الطبقة	الكثافة الكلية للأسطوانة	الكثافة الكلية لعينة مارشال
الأسطوانة 17	300+61 (يسار)	الطبقة السطحية	2.33	
		الطبقة الرابطة	2.225	
الأسطوانة 18	300+58 (يسار)	الطبقة السطحية	2.366	
		الطبقة الرابطة	2.28	
الأسطوانة 19	200+56 (يسار)	الطبقة السطحية	2.366	
		الطبقة الرابطة	2.254	
الأسطوانة 20	400+51 (يسار)	الطبقة السطحية	2.347	
		الطبقة الرابطة	2.113	
الأسطوانة 21	600+46 (يسار)	الطبقة السطحية	2.339	
		الطبقة الرابطة	2.396	
الأسطوانة 22	400+41 (يسار)	الطبقة السطحية	2.344	
		الطبقة الرابطة	2.301	
الأسطوانة 23	800+36 (يسار)	الطبقة السطحية	2.283	
		الطبقة الرابطة	2.276	
الأسطوانة 24	000+31 (يسار)	الطبقة السطحية	2.394	
		الطبقة الرابطة	2.295	
الأسطوانة 25	600+25 (يسار)	الطبقة السطحية	2.206	
		الطبقة الرابطة	2.288	
الأسطوانة 26	300+20 (يسار)	الطبقة السطحية	2.328	
		الطبقة الرابطة	2.298	
الأسطوانة 27	900+16 (يسار)	الطبقة السطحية	2.348	
		الطبقة الرابطة	2.314	
الأسطوانة 28	300+14(يسار)	الطبقة السطحية	2.275	
		الطبقة الرابطة	2.256	
الأسطوانة 29	200+9 (يسار)	الطبقة السطحية	2.367	
		الطبقة الرابطة	2.261	
الأسطوانة 30	500+3 (يسار)	الطبقة السطحية	2.238	
		الطبقة الرابطة	2.275	

جدول (29) نموذج اختبار الدمك Compaction Test (AASHTO T 166)

التاريخ	2014/4/30				
الموقع	طريق قصر بن غشير –ترهونة				
رقم العينة	سمك العينة (مم)	وزن العينة في الهواء (جم)	وزن العينة في الماء (جم)	وزن العينة مشبعة جافة السطح SSD (جم)	Bulk Density
أسطوانة 01 طبقة سطحية	48	485.7	274.6	486.0	2.298
أسطوانة 01 طبقة رابطة	62	642.8	367.5	643.2	2.332
أسطوانة 02 طبقة سطحية	60	635.2	372.3	635.5	2.413
أسطوانة 02 طبقة رابطة	66	709.6	414.5	709.8	2.403

5.3 الخلاصة

تم في هذا الباب عرض النتائج المتحصل عليها من اختبارات التربة والأساس الحبيبي والأساس المساعد والخرسانة الاسفلتية

1.5.3 الاختبارات التي تم عملها على التربة

- اختبار التوزيع الحجمي للحبيبات Particle Size Distribution Test
- اختبار محتوى الرطوبة للتربة الطبيعية Natural Moisture Content Test
- اختبار حدود القوام Atterberg Limits Test
- اختبار الوزن النوعي Specific Gravity Test
- اختبار بروكتور المعدل Modified Proctor Test
- اختبار نسبة تحميل كاليفورنيا California Bearing Ratio Test
- اختبارات التحليل الكيميائي Chemical Testing Test

2.5.3 الاختبارات التي تم عملها على الأساس الحبيبي والأساس المساعد

- اختبار التوزيع الحجمي للحبيبات Particle Size Distribution Test
- اختبار حدود القوام Atterberg Limits Test
- اختبار بروكتور المعدل Modified Proctor Test
- اختبار نسبة تحميل كاليفورنيا California Bearing Ratio Test
- اختبار نسبة الدمك Degree of Compaction Test

3.5.3 الاختبارات التي تم عملها على الخرسانة الاسفلتية

- اختبار سمك طبقات الرصف الاسفلتي Test Thickness of Different AC Layers
- اختبار محتوى البيتومين Test Bitumen Content
- اختبار تدرج الركام في الخرسانة الاسفلتية Grading of Aggregates in Asphalt Concrete Test
- اختبار مارشال لتحديد قيم الثبات والتدفق Marshall Stability and Flow Test
- اختبار الكثافة الظاهرية ونسبة الدمك Bulk Density and Degree of Compaction Test

هذا وسوف يتم مناقشة هذه النتائج وعمل التحليل الخاص بها في الباب الرابع.

الباب الرابع

مناقشة وتحليل النتائج

1.4نتائج اختبارات التربة

1.1.4 تصنيف التربة

تقرر عمل 40 حفرة اختبار بعمق يصل الى 3 متر على طول مسار الطريق تبعد كل حفرة عن الأخرى 1.5 كم تقريباً، اخذت عينات من كل حفرة لتصنيف التربة وتحديد خصائصها ومدى صلاحيتها لاستخدامها كتربة تأسيس، ومن خلال الاختبارات التي أجريت على العينات يمكن تحديد مكونات طبقات التربة على أساس رمل سلتي عديم اللدونة ويصنف معظم التربة بنوع A–2–4 وهي صالحة للردم عدا التربة عند حفر الاختبار (30,31) حيث تعتبر تربة رملية طينية كتربة نوع A–2–6 وهي أيضا تربة صالحة للردم، كما توجد تربة نوع رمل ناعم عند عمق 1 متر عند الحفر (7,29) و عند العمق 1–3 متر عند الحفر (9,13,16) و تعتبر صالحة للردم و تصنف كنوع A–3، كما سجلت نوع تربة A–1–b عند الحفرة (27) و على عمق 1–3 متر و تعتبر جيدة للردم، و توجد تربة غير صالحة للردم عند الحفر (4,8,11) و تصنيفها A–4، و الجدول رقم (30) يوضح تصنيف التربة حسب طريقة الآشتو (AASHTO).

جدول رقم (30) تصنيف التربة للجمعية الأمريكية لمسئولي الطرق والنقل بالولايات (5)

التصنيف العام	مواد حبيبية (35% أو أقل تمر من منخل رقم 200)							مواد طينية طمية (أكبر من 35% تمر من رقم 200)			
تصنيف المجموعة	A–1		A–3	A–2				A–4	A–5	A–6	A–7
	A–1–A	A–1–B		A–2–4	A–2–5	A–2–6	A–2–7				A–7–5 A–7–6
التحليل المنخلي، % المار منخل رقم 10 منخل رقم 40 منخل رقم 200	50أقصى 30أقصى 15أقصى	---- 50أقصى 25أقصى	----- 51أدنى 10أقصى	----- ----- 35أقصى	----- ----- 35أقصى	----- ----- 35أقصى	----- ----- 35أقصى	----- ----- 36أدنى	----- ----- 36أدنى	----- ----- 36أدنى	----- ----- 36أدنى
خصائص المار من منخل 40# حد السيولة(LL) مؤشر العجينية (PI)	---- 6 أقصى		---- غير عجينية	40 أقصى 10أقصى	41 أدنى 10أقصى	40 أقصى 11أدنى	41أدنى 11أدنى	40أقصى 10أقصى	41أدنى 10أقصى	40أقصى 11أدنى	41أدنى 11أدنى*
المادة الرئيسية في تكوين المجموعة	أحجار، حصى ورمل		رمل ناعم	حصى طيني أو طميي ورمل				تربة طميية		تربة طينية	
التقويم العام كأساس ترابي	ممتازة إلى جيدة					مقبولة إلى رديئة					

* مؤشر العجينية للمجموعة A-7-5 يساوى أو أصغر من (حد السيولة LL – 30) ومؤشر العجينية للمجموعة A-7-6أكبر من (حد السيولة LL-30)

2.1.4 نسبة تحميل كاليفورنيا CBR

يوجد تباين بين قيم نسبة تحميل كاليفورنيا للتربة المستخرجة من حفر الاختبار حيث كانت أصغر قيمة 2.4 % واعلى قيمة 46 % وعند حساب متوسط القيم كانت النسبة 18 %، حيث لو تم اعتماد المتوسط الحسابي لقيم CBRهي نسبة تحميل كاليفورنيا التصميمية فانه سيكون تقريبا نصف القيم اعلى من التصميم وبالتالي ينتج تصميم غير اقتصادي، وفي حدود النصف القيم اقل من القيمة التصميمية وهذا تصميم غير امن. لذا تم استخدام المعادلة التالية لحساب نسبة تحميل كاليفورنيا التصميمية والمناخ (6)

$$\text{Design CBR} = \text{MeanCBR} - KS \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Where

S = Standard deviation of all CBR Value

K = A multiplier from Table (28)

جدول رقم (31) لتحديد قيمة K التصميمية (6)

Traffic (AADT)	Arid and Well Drained	High Rainfall or Poorly Drained
<100	0.25	0.50
100 – 5000	0.50	0.85
>5000	0.85	1.0

ومن النتائج المسجلة بالمعمل لنسبة تحميل كاليفورنيا فان:

الانحراف المعياري (S)= 10.82

K = 0.50 متوسط CBR = 18 ومن المعادلة رقم (1)

CBR التصميمية = 12.59 يمكن استخدام قيمة CBRالتصميمية على طول المسار 12 %.

3.1.4 التحليل الكيميائي

بالرجوع الى الجدول رقم (15) نلاحظ ان نسبة الكبريتات والكلوريدات في الحدود المسموح بها ويوصى باستخدام الاسمنت البورتلاندي العادي عند صب الخرسانة الملاصقة للتربة في حالة الحاجة لتنفيذ منشآت خرسانية على مسار الطريق.

ومما ذكر أعلاه من تحليل للنتائج الخاصة بتربة الأرض الطبيعية بمحاذاة المسار فان التربة تعتبر جيدة للتأسيس، كما لم تسجل أي مياه جوفية عند الأعماق التي تم اختبارها.

2.4 اختبارات الأساس الحبيبي والأساس المساعد

1.2.4 التدرج Gradation

من خلال نتائج اختبارات التوزيع الحجمي للحبيبات للعينات التي اخذت من مناطق عدة على طول مسار الطريق حيث تصنف كتربة ذات تدرج (B) حسب تصنيف اشتو (AASHTO)، عدا العينة عند المربع (بلاطة رقم 15) حيث تكون أكثر خشونة من تدرج (B) للتربة ذات احجام اقل من 4.75 مم. كما ان العينات كانت جميعها عديمة اللدونة.

2.2.4 نسبة تحميل كاليفورنيا CBR

من خلال اختبارات نسبة تحميل كاليفورنيا نلاحظ ان جميع العينات نتائجها زادت عن 100 % عدا العينة عند المربع (بلاطة رقم 13) فكانت 65 % للأساس الحبيبي و62 % للأساس المساعد، كذلك النتائج المسجلة لنسبة تحميل كاليفورنيا والمستنتجة من اختبار الغرز الديناميكي عالية فاقت 100 % ويستثنى العينات الاسطوانية (أسطوانة 1، أسطوانة 7، أسطوانة 8، أسطوانة 19، وأسطوانة 22) والتي تتراوح ما بين 30% الى 75 %.

3.2.4 درجة الدمك Degree of Compaction

درجة الدمك لتربة الأساس الحبيبي والأساس المساعد جميعها تجاوزت 95 % عدا الاختبار عند المربع (بلاطة رقم 13) والتي كانت 80 %.

ومما تقدم يمكن استنتاج ان تربة الأساس الحبيبي والأساس المساعد في حالة ويمكن الإبقاء عليها مع معالجتها ودمكها.

3.4 طبقات الرصف الاسفلتي Asphalt Pavement Layers

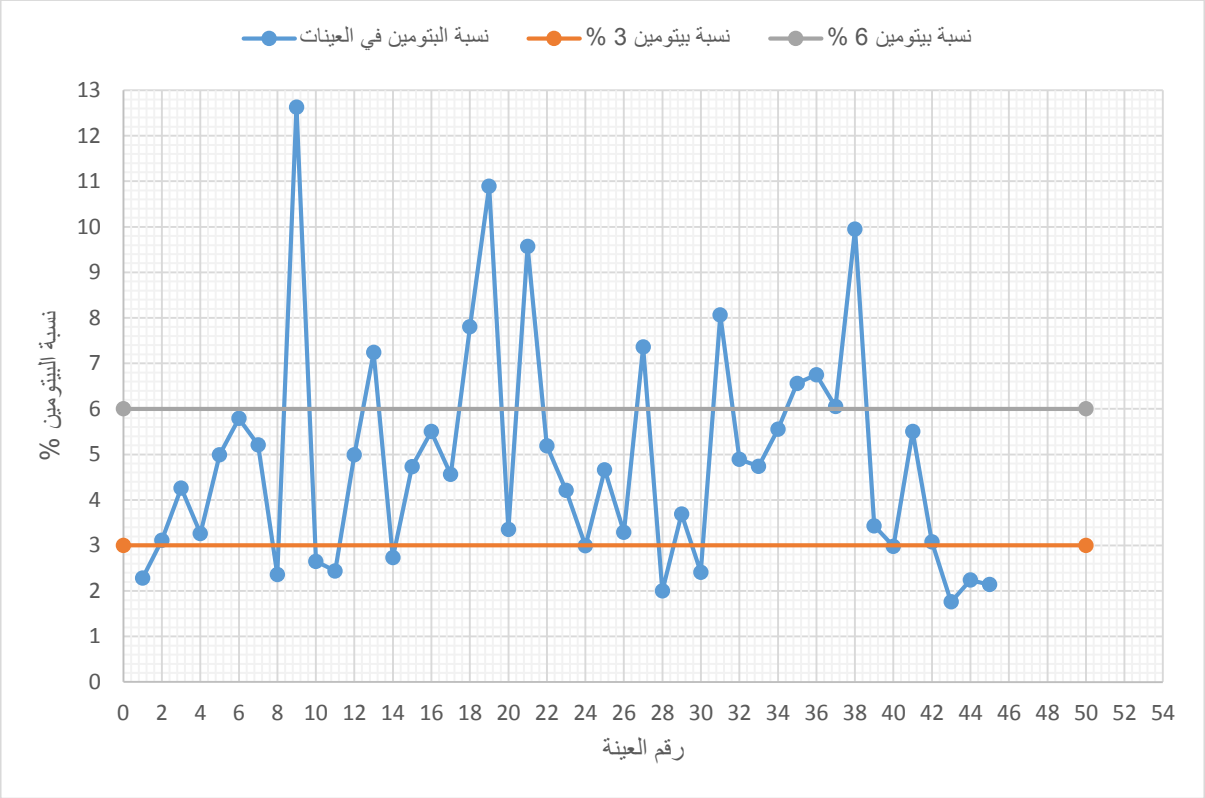
تتكون طبقات الرصف الاسفلتي من طبقتين طبقة سطحية (Wearing course)، ويتراوح سمكها بين 31 مم الى 87 مم وبمتوسط 57 مم. وطبقة رابطة ويتراوح سمكها بين 42 مم الى 105 مم وبمتوسط 66 مم.

1.3.4نسبة البيتومين Bitumen Content

يقصد بنسبة البيتومين هو وزن البيتومين في الخلطة الى الوزن الكلي للخلطة الاسفلتية وحددت نسبة البيتومين للعينات الاسطوانية والعينات المربعة لكلتا الطبقتين وكانت النسب كالتالي:

- الطبقة السطحية Wearing Course

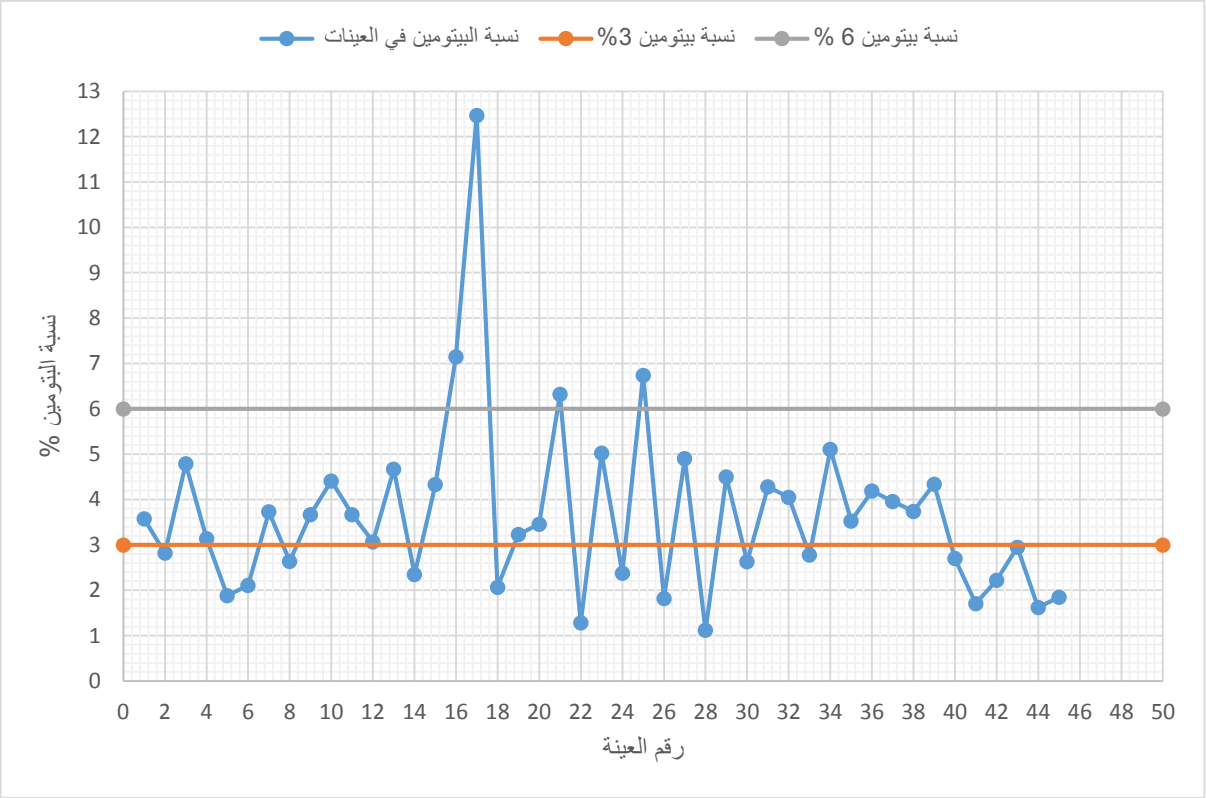
بالرجوع الى نتائج تدرج الركام في الخرسانة الاسفلتية حيث كانت أقرب ما يكون للتدرج رقم 4 حسب المواصفة الفنية الليبية لإنشاء الطرق لسنة 1976 م نسبة البيتومين المحددة في هذا التدرج من 3 % الى 6% وبمقارنتها بالنتائج المتحصل عليها من الاختبارات نجد ان 26.5% من العينات كانت نسبة البيتومين اقل من 3% و55.5% كانت نسبة البيتومين تقع بين 3% و6% وفي حدود 18% نسبة البيتومين زادت عن 6%. والشكل رقم (16) يبين الفرق بين نسب البيتومين بيانياً.



شكل رقم (16) يوضح تباين نسب البيتومين في عينات الطبقة السطحية

- الطبقة الرابطة Binder Course

اما بالنسبة للطبقة الاسفلتية الرابطة فكان التدرج رقم 6 حسب المواصفة الفنية الليبية لإنشاء الطرق لسنة 1976 م هو المقارن به للتدرج الموجود في الخلطة الاسفلتية للطبقة الرابطة للطريق موضوع الدراسة وكانت نسبة البيتومين المحددة تتراوح بين 3% الى 6% وبمقارنتها مع النتائج المتحصل عليها نلاحظ ان 41% من العينات اقل من 3% و54% كانت النسبة تقع بين 3% و6% واقل من5% من العينات كانت النسبة أكثر من 6%. والشكل رقم (17) الفرق بين نسب البيتومين بيانياً.



شكل رقم (17) يوضح تباين نسب البيتومين في عينات الطبقة الرابطة

ومما تقدم نلاحظ ان ان عدد العينات في الطبقة السطحية التي زادت فيها نسبة البيتومين عن 6% أكثر بشكل واضح عنها في الطبقة الرابطة ومن المرجح دخول جزء من الطبقة اللاصقة (RC–2) في الوزن اثناء اجراء الاختبار او ان كمية (RC–2) في الأصل زائدة اثناء التنفيذ وبالتالي يملئ الفراغات الهوائية في الطبقة السطحية. كما يلاحظ ان الفرق بين النسب في عينات الطبقة الرابطة اقل نسبيا وان الخط البياني أكثر انتظاما من الطبقة السطحية.

2.3.4 اختبار مارشال Marshall Test

تعتبر نتائج عينات مارشال متدنية بالنسبة للانسياب حيث كانت في معظم العينات اقل من 2 مم والسبب لتقادم مادة البيتومين والتي يصل عمرها لأكثر من 25 سنة وفقدانها جزء كبير من خواصها كمادة رابطة وكذلك تدني نسبة البيتومين في الخلطة يؤثر في مقدار الانسياب. في المقابل سجلت قيم عالية نسبيا في مقدار الثبات نتيجة لتصلب مادة البيتومين بمرور الزمن وتعرضها لتغير في درجات الحرارة.

4.4 الخلاصة

تم في هذا الباب تحليل ومناقشة نتائج الاختبارات ويمكن تلخيصها كالتالي:

- من خلال تحليل نتائج التربة يمكن تحديد مكونات التربة على أساس تربة رمل سلتي عديمة اللدونة وجيدة للاستخدام كتربة تأسيس في معظم مسار الطريق، كما يمكن تصنيف معظم كنوع A2-4 حسب تصنيف اشتو، ونسبة تحميل كاليفورنيا تتراوح بين 2.4 % الى 46 %.
- نسبة الكبريتات والكلوريدات في حدود المسموح به.
- تربة الأساس الحبيبي والأساس المساعد يمكن تصنيفها بتدرج Bوفق تصنيف اشتو عدا العينة عند البلاطة رقم 15 ونسبة تحميل كاليفورنيا تجاوزت 100 %.
- نسبة الدمك لتربة الأساس الحبيبي والأساس المساعد تتجاوز 95 % عدا العينة عند البلاطة رقم 13.

يمكن اعتبار ان تربة الأساس الحبيبي والأساس المساعد جيدة ويمكن الإبقاء عليها مع معالجتها بإضافة بعض الاحجام من الركام لتعديل التدرج في بعض المناطق.

- تتكون طبقات الرصف الاسفلتي من طبقتين طبقة سطحية وطبقة رابطة ويتراوح سمك الطبقة السطحية من 31 مم الى 87 مم وسمك الطبقة الرابطة تتراوح 42 مم الى 105 مم.
- الركام لطبقات الخرسانة الاسفلتية يمكن تصنيفه بركام تدرج رقم 4 حسب المواصفة الفنية الليبية لإنشاء الطرق المستند الرابع لسنة 1976.

- كثافة الطبقة السطحية تتراوح بين 2.084 الى 2.457 بينما كثافة الطبقة الرابطة تتراوح بين 2.113 الى 2.403.
- نسبة البتومين في الطبقة السطحية تتراوح بين 1.76% الى 12.63% وبمتوسط 4.9% والطبقة الرابطة نسبة البيتومين بها تتراوح بين 1.12% الى 12.47% وبمتوسط 3.7%.
- اختبار مارشال كانت النتائج بشكل عام متدنية حيث كان الانسياب في معظم العينات اقل من 2.0 مم.

الباب الخامس

تقييم حالة الرصف

1.5 مقدمة

تجرى عملية تقييم الرصف لتحديد مدى انتشار وشدة الاضرار الانشائية او الوظيفية مثل التشققات والتخدد والبري والهبوط .... الخ. ويتم تقييم الرصف بأجراء فحوصات بصرية وحقلية ومعملية تبدأ بتكوين فريق عمل ميداني يقوم بتقسيم الطريق الى قطاعات وبأطوال مناسبةوتحصر الاضراررويتم حساب مدى انتشارها حسب نوع الضرر فمنها ما يقاس بالمساحة ومنها بالوحدة الطولية ومنها بالعددويتم تحديد شدة الضرر مثل مدى اتساع الشقوق او عمق التخدد وهناك عدةمعدات وأجهزة تستخدم في قياس الضرر منها قنطرة بنكلمان Benkelman Beam وجهاز دينافليكت Dynaflect واللذين يستخدمان لقياس الانحناء وجهاز قياس الخشونة Roughmeter وجهاز قياس المناسيب Profilemeter وغيرها.

كما توجد الأجهزة الالكترونية الحديثة في مسح الطرق تقوم بتصوير سطح الطريق بعد ذلك يتم تحليل الصور باستخدام برمجيات خاصة حيث يتم حساب مساحة الضرر وشدته وكثافته مثل جهاز Automatic Road Analyzer ARANحيث تتكون هذه المعدة من سيارة مجهزة بأجهزة الكترونية ووحدات ليزر وآلة تصوير مرئي لتصوير سطح الطريق، وتقوم المعدة بتسجيل القراءات التالية:

- ✓ الشقوق في طبقة الاسفلت
- ✓ عمق التخدد
- ✓ مقدار التطاير في سطح الطريق
- ✓ خشونة السطح
- ✓ صور مرئية لحرم الطريق وكل عناصره

توجد عدة أساليب لتقييم الرصف، تتضمن القيام بعدد من الفحوصات البصرية والقياسات الحقلية، وتهدف جميعها الى التعبير عن قيمة الضرر الذي يصيب الرصف بقيمة عددية يمكن استخدامها في عمليات التقييم واعداد برنامج الصيانة ومن هذه الطرق والمراجع.

- تقييم حالة الرصف Pavement Condition Rating (PCR)
- مؤشر الخدمة الحالية Present Serviceability Index (PSI)
- مؤشر حالة الرصف Pavement Condition Index (PCI)

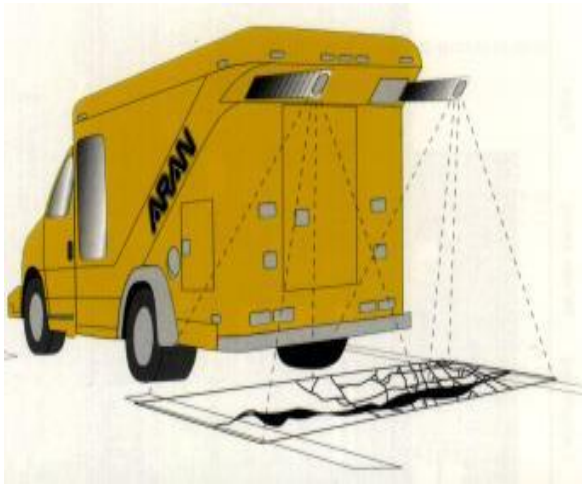
وسيتم استخدام طريقة (Pavement Condition Index)في تقييم حالة الرصف للطريق موضوع الدراسة.



صورة رقم (14) توضح شكل جهاز قنطرة بنكلمان



صورة(15) توضح شكل جهاز دينافليكت



صورة(16) توضح شكل جهاز Automatic Road Analyzer ARAN

2.5 مؤشر حالة الرصف Pavement Condition Index (PCI)

وهي طريقة طورت من قبل فيلق مهندسي الجيش الامريكي (Corps of Engineers us Army) وتتميز هذ الطريقة بالتالي:

- ✓ أكثر شمولا لحصر الاضرار المحتمل ظهورها على الرصف.
- ✓ تستند على دليل مكتوب وصور تفصيلية موضحة.
- ✓ سهلة الفهم والتنفيذ.
- ✓ واسعة الانتشار ومستخدمة في أجزاء مختلفة من العالم.

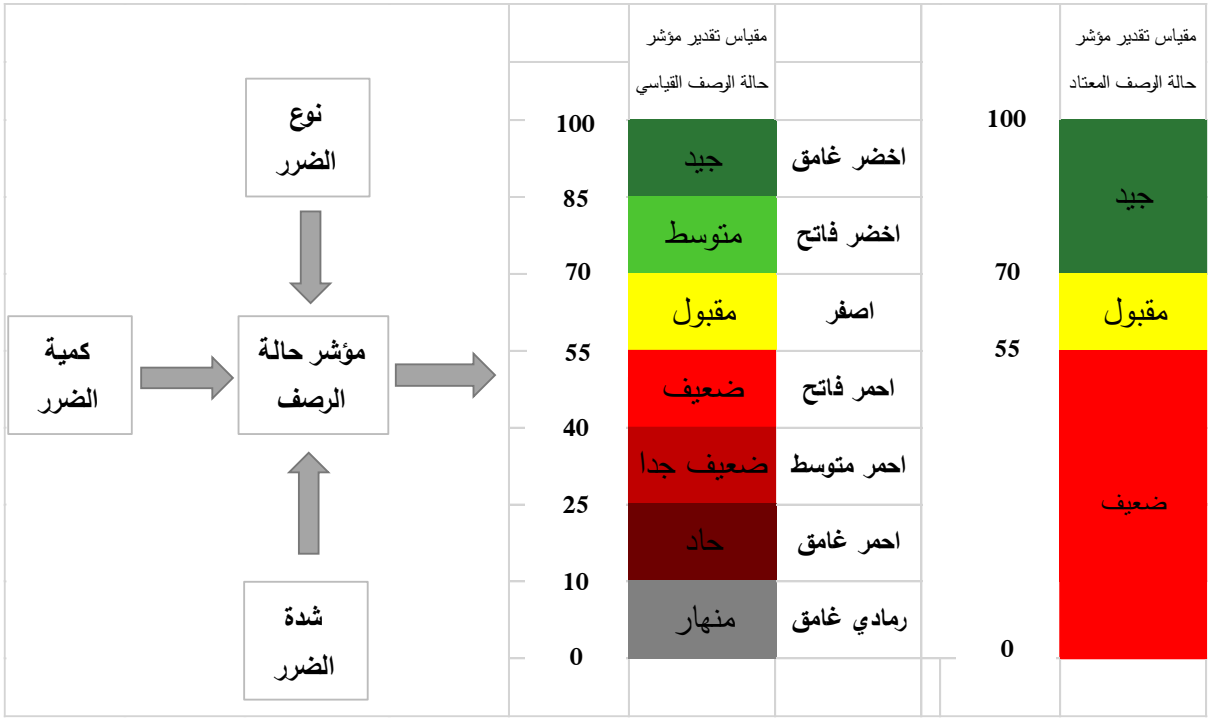
ويعتمد مؤشر حالة الرصف على إحصاء العيوب الظاهرة حيث يتم تحديد نوع الضرر (Distress Type) وكميته (Quantity) ومدى شدته (Severity Level) [11]، وتصنف الاضرار الى تسعة عشر ضرر لذا تعتبر أكثر أنظمة إدارة صيانة الطرق تفصيلا (7)

جدول رقم (32) يوضح أنواع الاضرار حسب تصنيف طريقة مؤشر حالة الرصف

رقم الضرر	اسم الضرر باللغة العربية	اسم الضرر باللغة الانجليزية
1	الشقوق التمساحية	Alligator Cracking
2	النزيف	Bleeding
3	تشققات الكتل	Block Cracking
4	التقعرات والتحدبات	Bumps and Sags
5	التموجات	Corrugation
6	الهبوط	Depression
7	تشققات الحواف	Edge Cracking
8	شقوق الفواصل الانعكاسية	Joint Reflection Cracking
9	هبوط الاكتاف	Lane/Shoulder Drop Off
10	الشقوق الطولية والعرضية	Long & Trans Cracking
11	الترقيع	Patching & Util Cut Patching
12	بري الحصى	Polished Aggregate
13	الحفر	Potholes
14	تقاطع سكة الحديد	Railroad Crossing
15	التخدد	Rutting
16	الزحف	Shoving
17	الشقوق الانزلاقية	Slippage Cracking
18	الانتفاخ	Swell
19	التطاير والتآكل	Weathering and Raveling

3.5 دليل حالة الرصف

دليل رقمي تتراوح قيمته من صفر الى مائة ويقسم الى سبع مجموعات حيث الصفر يمثل أدني تصنيف وهو منهار(FAILED)الى مائة وتمثل اعلى تصنيف وهو ممتاز(EXCELLENT)والشكل رقم (18) يوضح تصنيف حالة الرصف (8)



شكل رقم (18) يوضح تصنيف مؤشر حالة الرصف

4.5 خطوات تقييم حالة الرصف

1. تعريف المصطلحات المستخدمة

- كثافة الضرر Distress Density: هي المساحة المتضررة مقسومة على القطاع الممسوح مضروبا بمائة.
- كمية الضرر Quantity: تعتمد على نوع الضرر اما ان تكون الكمية بوحدة المساحة او بالطولي او بالعدد.
- شدة الضرر Severity: تنقسم الى ثلاث مستويات منخفضة ومتوسطة وعالية وهي كالتالي:

✓ مستوى الشدة المنخفض (Low Severity): هو المستوى الذي يسبب اهتزاز خفيفاً للسيارة دون ان يؤدي لتخفيف السرعة.

- ✓ مستوى الشدة المتوسط (Medium Severity): هو المستوى الذي يحدث اهتزاز واضحاً ويؤدي لتخفيف السرعة قليلاً.
- ✓ مستوى الشدة العالي (High Severity): هو المستوى الذي يحدث اهتزازاً واضحاً ومتزايداً، ويجب على السائق المركبة تخفيف السرعة تفادي عدم الراحة والمخاطر.

2. العمل الميداني

يمكن تقسيم العمل الميداني الى مرحلتين

- المرحلة الأولى

- ✓ يتم تقسيم الطريق الى قطاعات متماثلة وتوضع علامة عند نهاية وبداية كل مقطـــــع.
- ✓ تقسم القطاعات الى عينات لسهولة ودقة عملية مسح الاضرار.
- ✓ يمكن اجراء عملية المسح الاضرار لجميع العينات او يتم تحديد الحد الأدنى لعدد العينات بواسطة الشكل رقم (19) او بواسطة المعادلة رقم (2) (8)

$$n = \frac{N+\sigma^2}{\left(\frac{e^2}{4}\right)*(N-1)+\sigma^2} \quad \text{.........} \quad 2$$

ولحساب المسافة البينية بين العينة والعينة التي تليها

$$i = \frac{N}{n} \quad \text{.........} \quad 3$$

حيث

N = عدد العينات الكلية

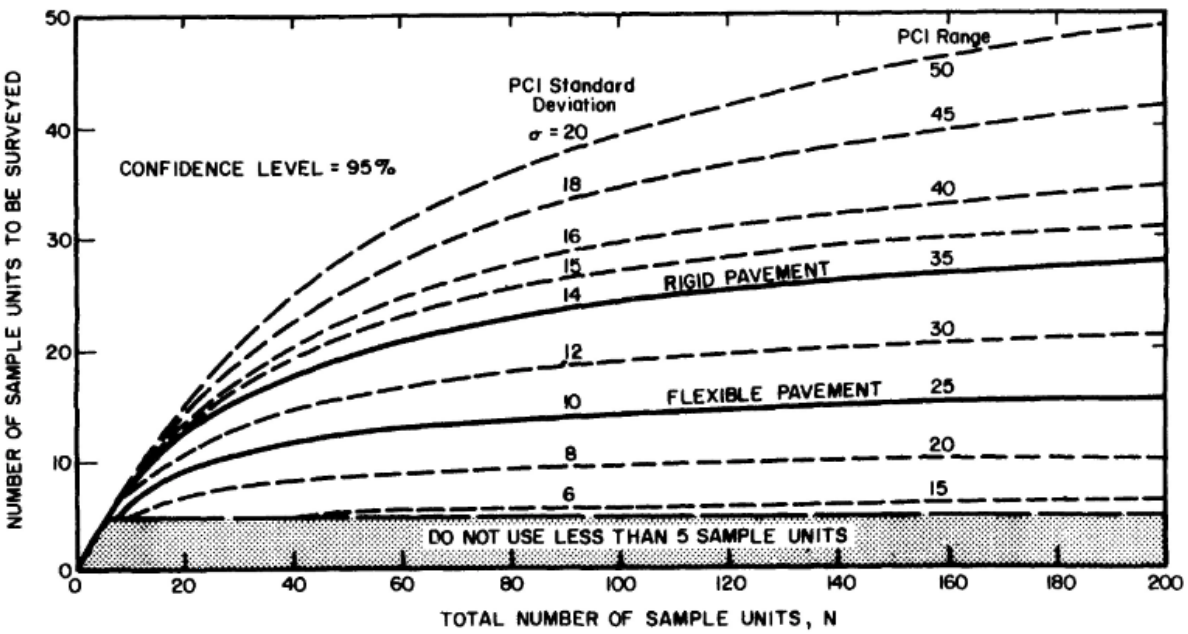
n = الحد الأدنى للعينات المراد فحصها

σ = ثابت قيمته 10

n = ثابت قيمته 5

i = المسافة البينية بين العينات

ويمكن استخدام المنحنيات التالية لحساب الحد الأدنى للعينات



شكل رقم (19) لحساب الحد الدنى لعدد العينات (9)

المرحلة الثانية

خطوات حساب مؤشر حالة الرصف

- حصر الاضرار عند كل عينة وكمية كل ضرر باستخدام الأدوات التالية:
  - ✓ عجلة قياس او شريط قياس وذلك لقياس طول الضرر وعرضه.
  - ✓ مسطرة تقويم (قدة) لاختبار الاستقامة.
  - ✓ مسطرة لقياس عمق التخدد والهبوط والحفر.
  - ✓ دهان لوضع علامات على نهاية المقطع او العينة.



صورة(17) توضح عجلة القياس والقدة

- تفريغ البيانات في جدول خاص كما هو مبين في الشكل (20)
- تحديد قيمة الخصم Deduct Value باستخدام الشكل المناسب حسب نوع وشدة الضـــــــرر.
- تجمع القيم المخصومة الكلية Total Deduct Value لكل الاضرار التي رصدت بالعينـــــــة.
- تحدد القيمة المخصومة المصححة Corrected Deduct Value (CDV) باستخدام منحنيات خاصة.
- تحسب قيمة مؤشر حالة الرصف لكل عينة تم معاينتها باستخدام العلاقة التالية (9)

$$PCI = 100 - CDV \quad \text{.....(4)}$$

- يحسب مؤشر حالة الرصف للمقطع كامل بواسطة المعادلة التالية:

$$PCI_s = \frac{(N-A)(PCI_1)+A(PCI_2)}{N} \quad \text{..... (5)}$$

حيث:

PCI_s = مؤشر حالة الرصف للمقطع

PCI_1 = متوسط مؤشر حالة الرصف للعينات العشوائية

PCI_2 = مؤشر حالة الرصف للعينات الإضافية

N= اجمالي عدد العينات في المقطع

A = عدد العينات الإضافية الممسوحة.

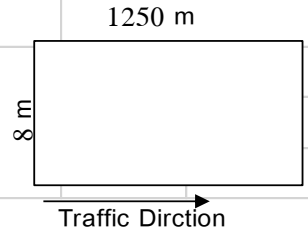
ASPHALT PAVEMENT INSPECTION SHEET

BRANCH	طريق قصر بن غشير – ترهونة	SECTION	
Date		SAMPLE UNIT	
SURVEYED BY		AREA OF SAMPLE	

Distress Types

1.Alligator Cracking	10.Long & Trans Cracking
2. Bleeding	11.Patching & Util Cut Patch
3.Block Cracking	12.Polished Aggregate
4.Bumps and Sags	13.Potholes
5.Corrugation	14.Railroad Crossing
6.Depression	15.Rutting
7.Edge Cracking	16.Shoving
8.Jt Reflection Cracking	17.Slippage Cracking
9.Lane/Shoulder Drop Off	18.Swell
	19.Weathering and Raveling

SKETCH:



EXISTING DISTRESS TYPE . QUANTITY & SEVERITY

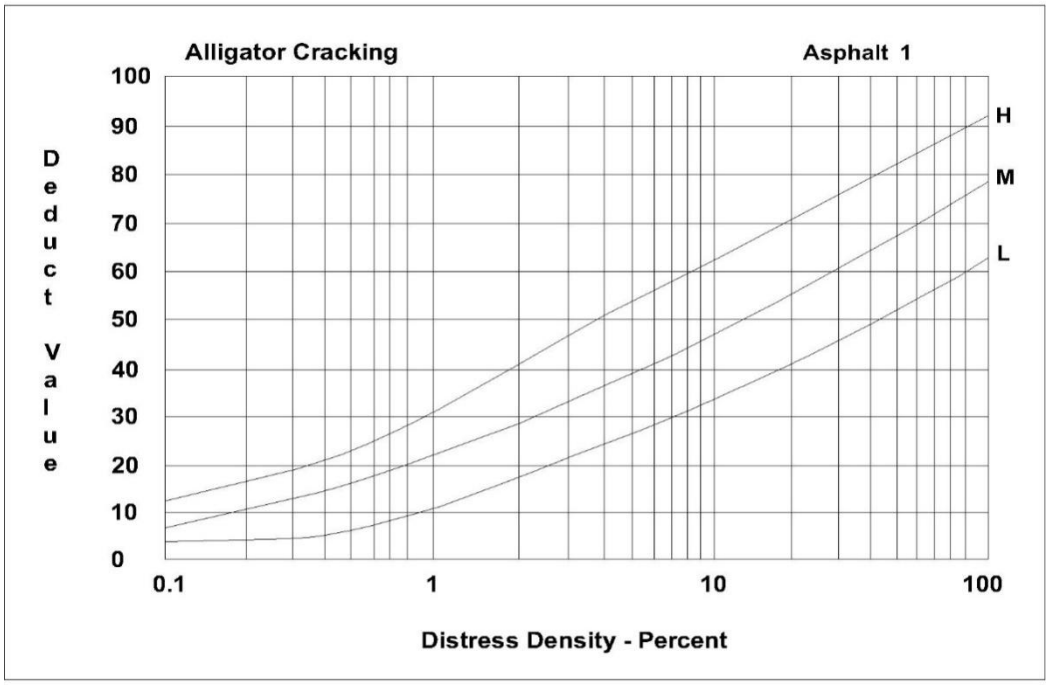
TYPE →								
QUANTITY & SEVERITY								
TOTAL SEVERITY L								
M								
H								

DISTRESS TYPE	DENSITY	SEVERITY	DEDUCT VALUE	
				PCI =
				RATING =
	TOTAL DEDUCT VALUE			
CORRECTED DEDUCT VALUE (CDV)				

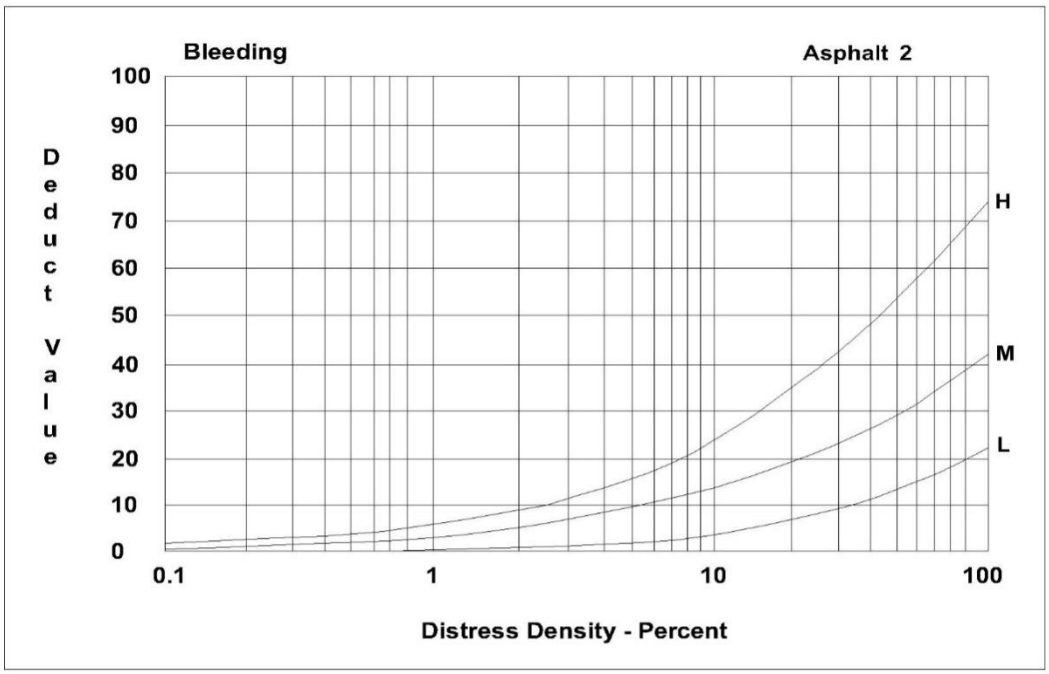
* جميع الاضرار قيست بالمتر المربع عدا الاضرار 4 و 7 و 8 و 9 و 10 قيست بالمتر الطولي و الضرر 13 بعدد الحفر

L = مستوى منخفض M = مستوى متوسط H = مستوى عالي

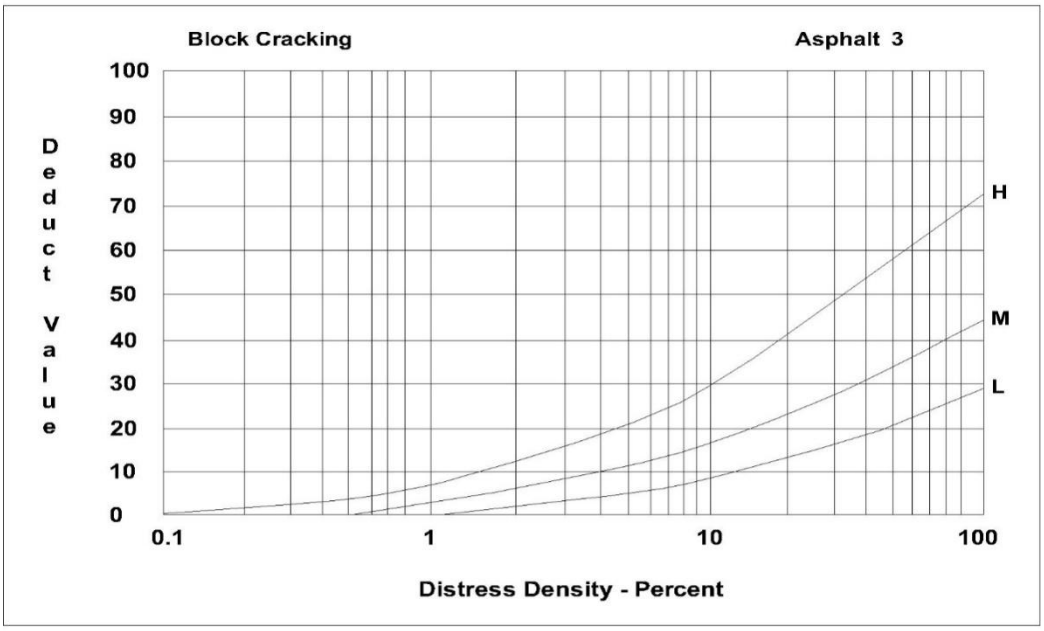
شكل رقم (20) النموذج المستخدم في مسح الاضرار (8)



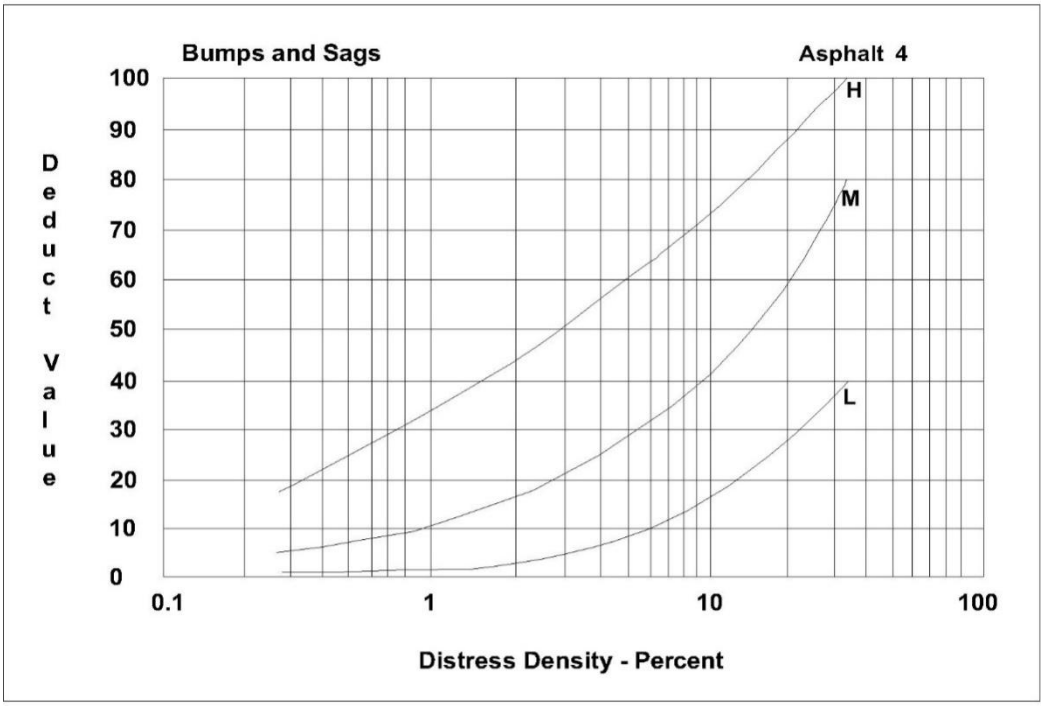
شكل رقم (21) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض للشقوق التمساحية (8)



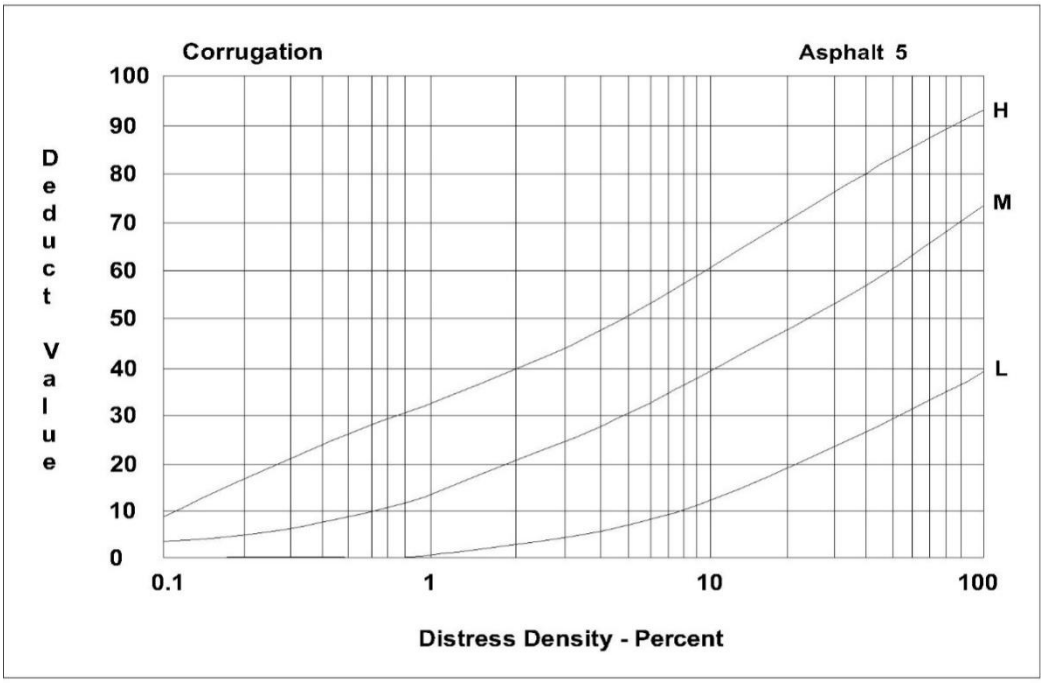
شكل رقم (22) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض للنزيف (8)



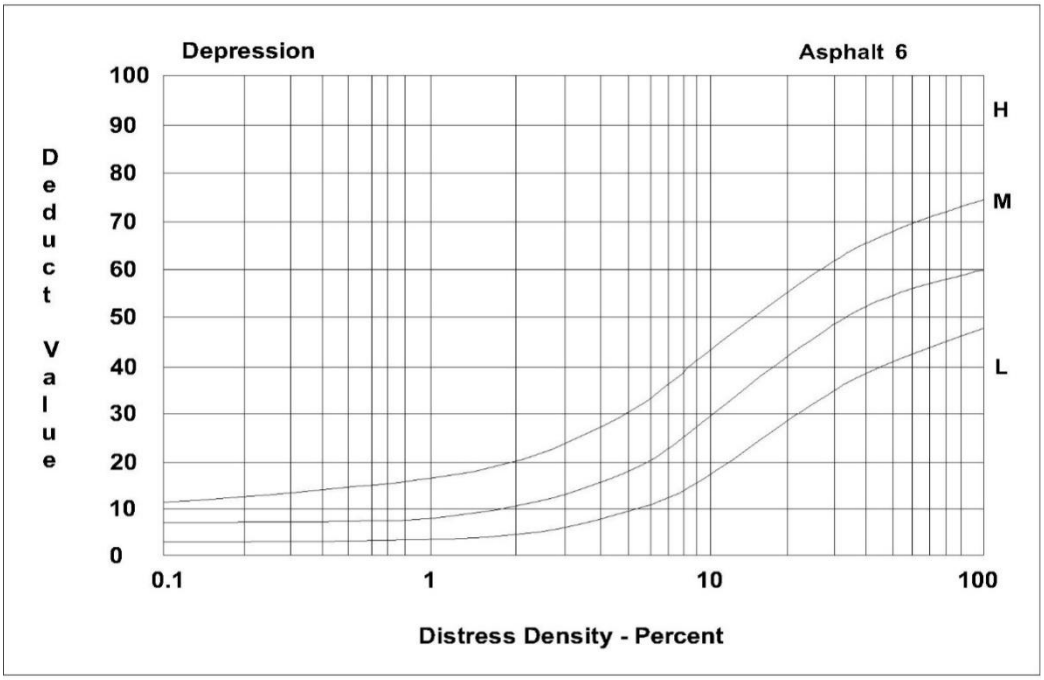
شكل رقم (23) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض لشقوق الكتل (8)



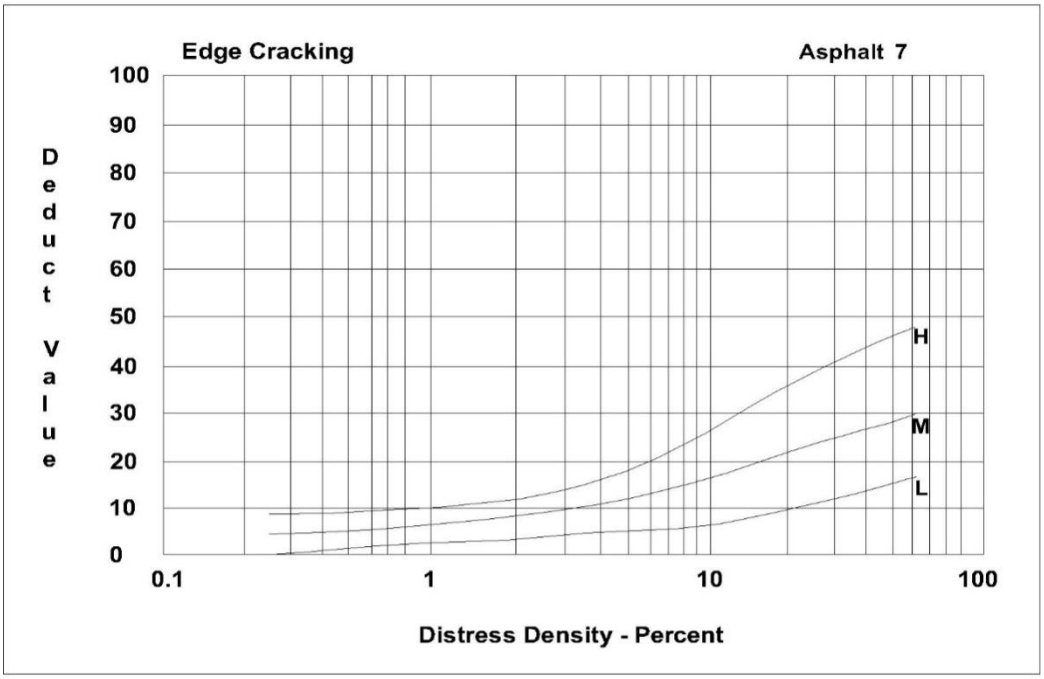
شكل رقم (24) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض للتقعرات والتحدبات (8)



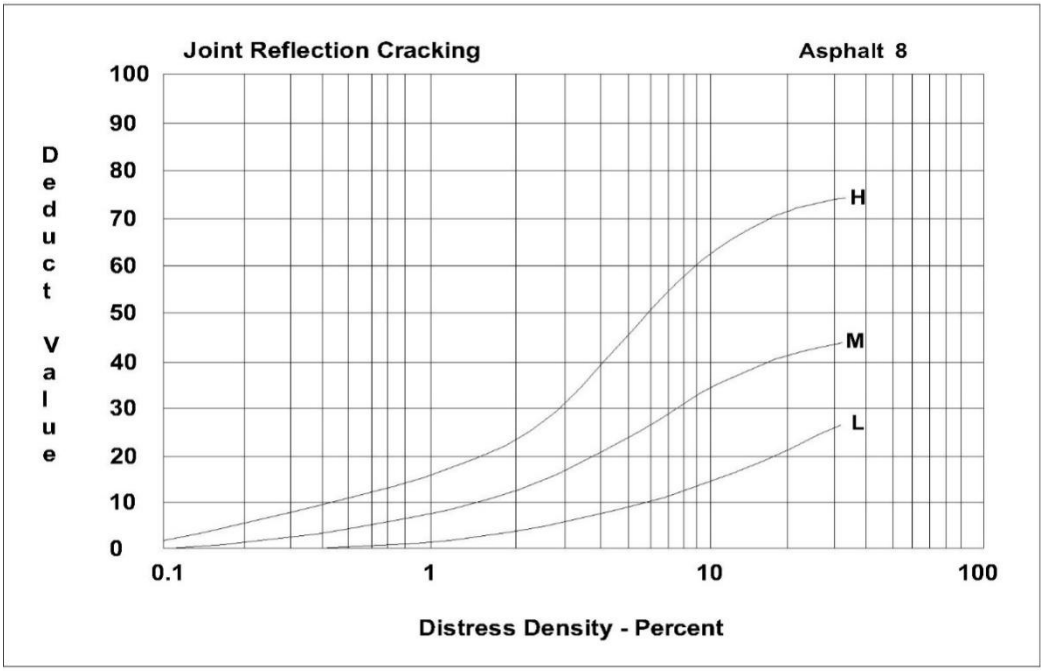
شكل رقم (25) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض للتموجات (8)



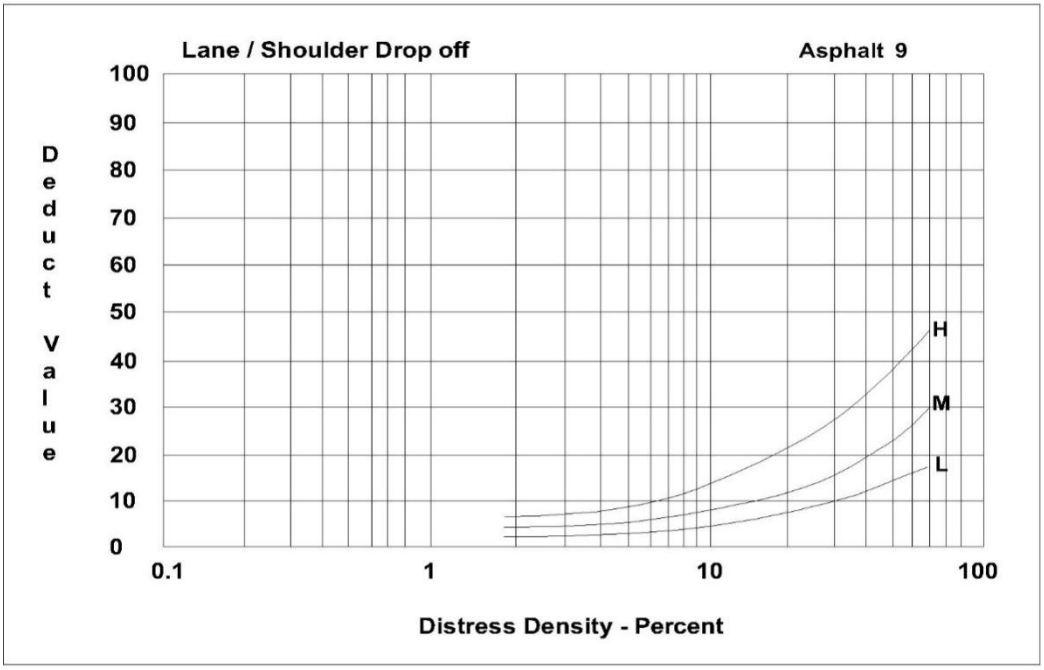
شكل رقم (26) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض للهبوط (8)



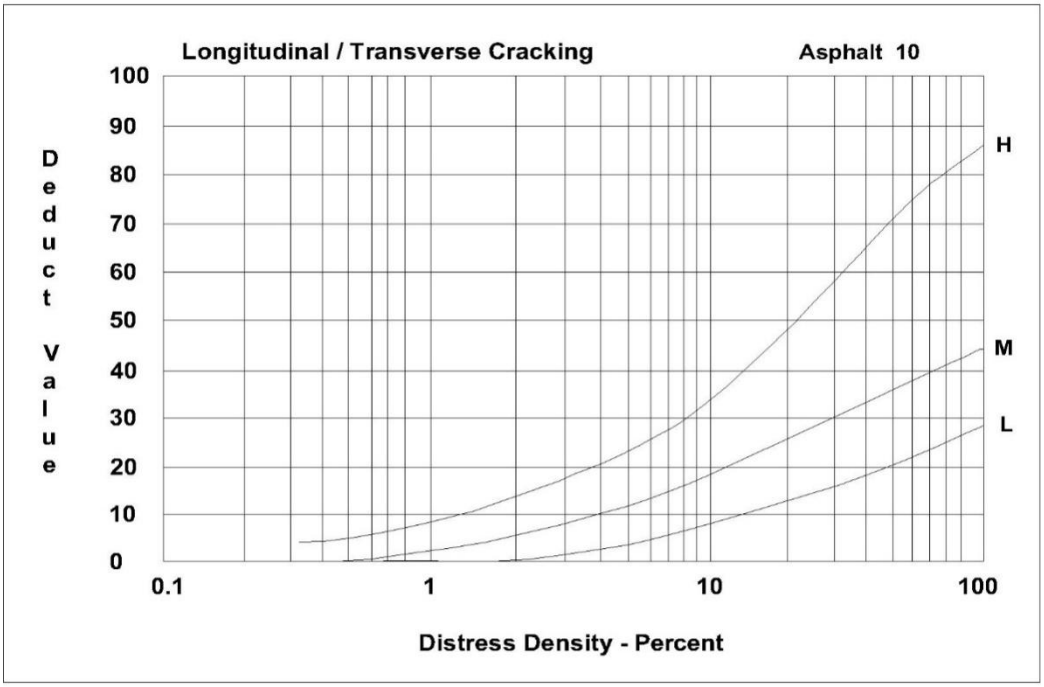
شكل رقم (27) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض لتكسر الحواف (8)



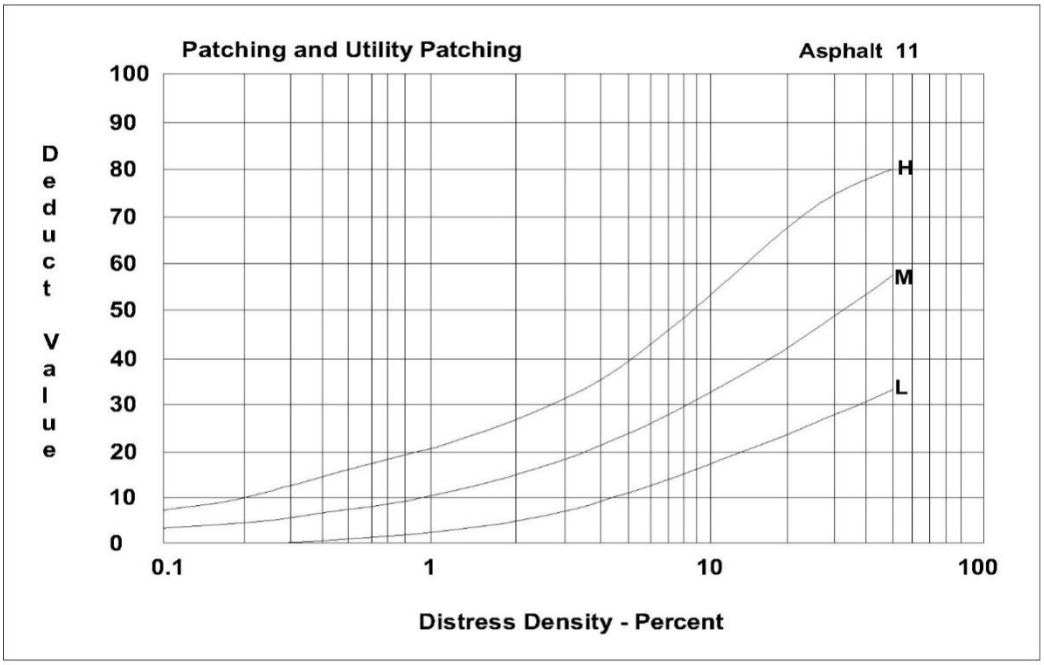
شكل رقم (28) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض لشقوق الفواصل الانعكاسية (8)



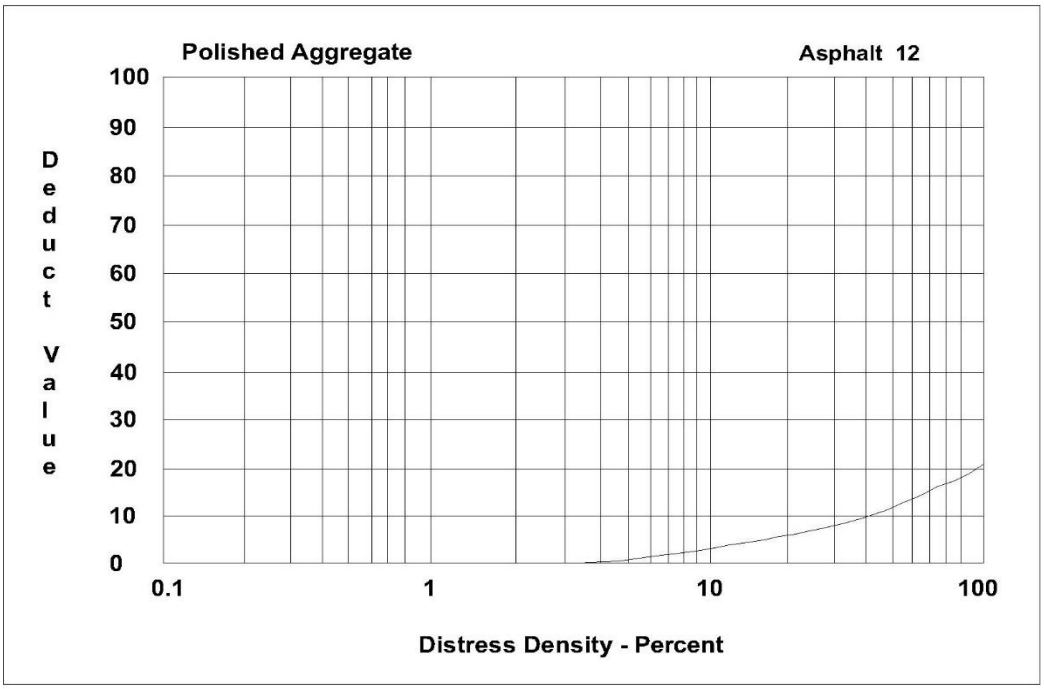
شكل رقم (29) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض لهبوط الاكتاف (8)



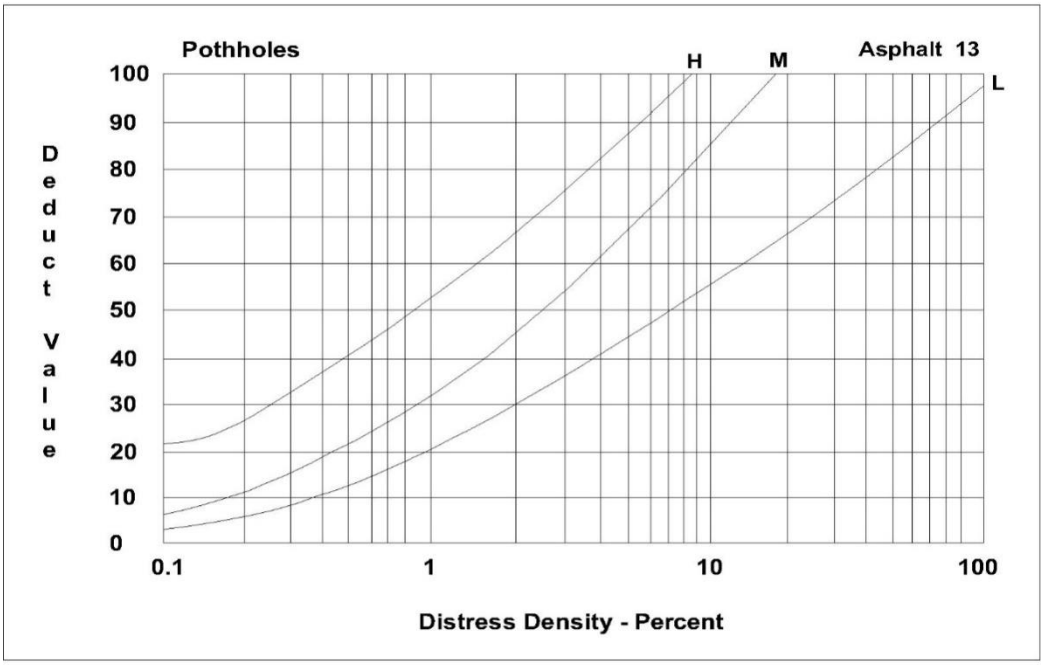
شكل رقم (30) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض للتشققات الطولية والعرضية (8)



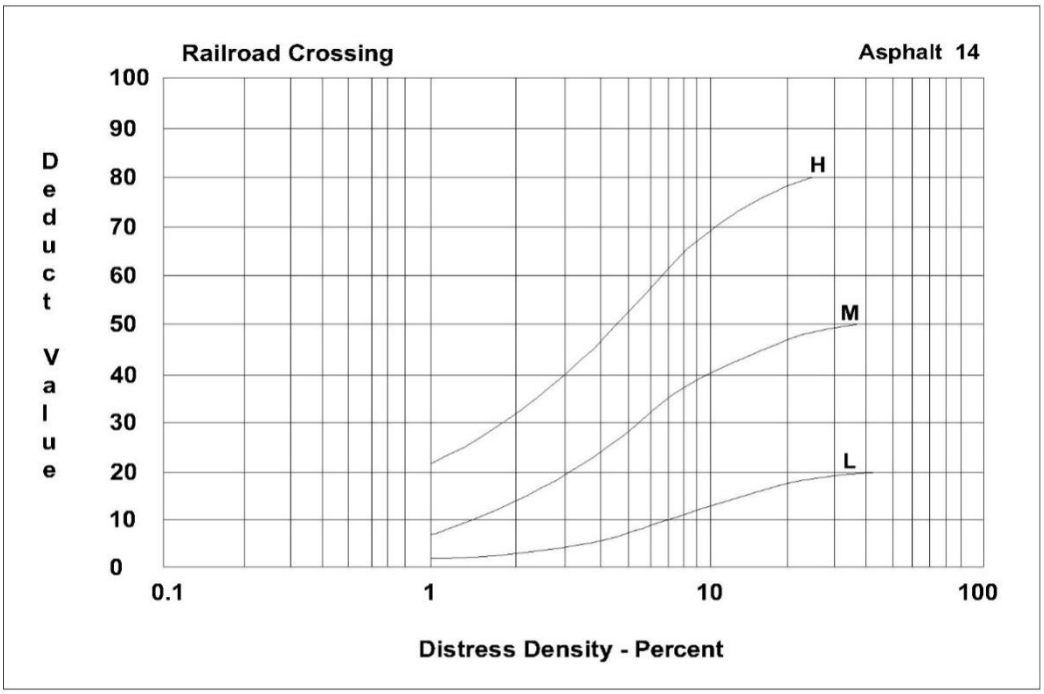
شكل رقم (31) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض للترقيع (8)



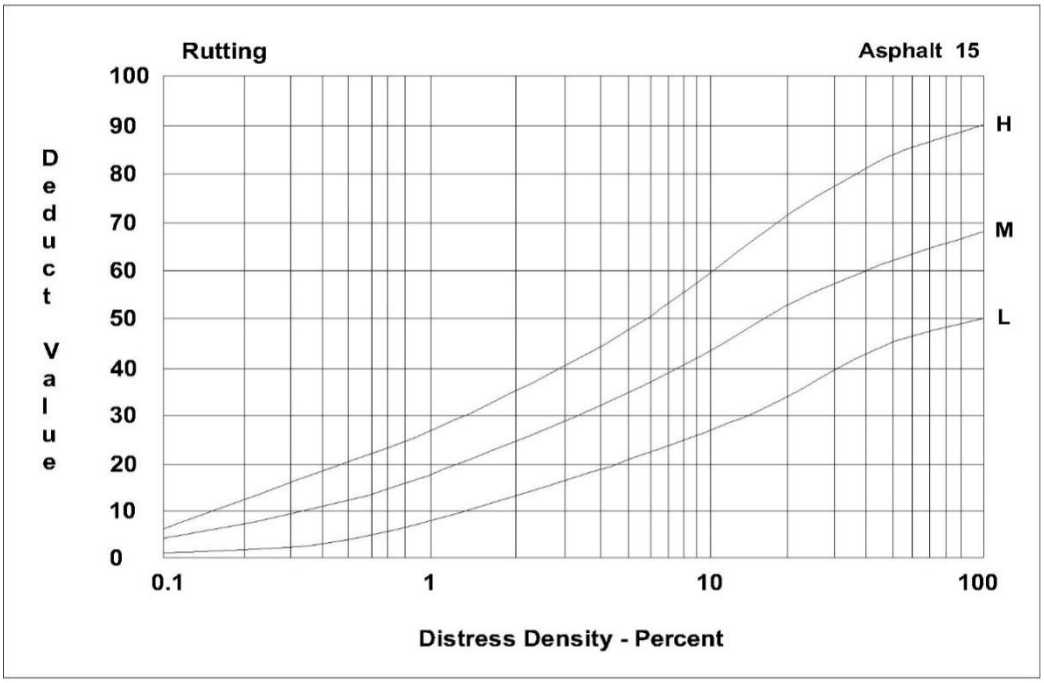
شكل رقم (32) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض لبري الحصى (8)



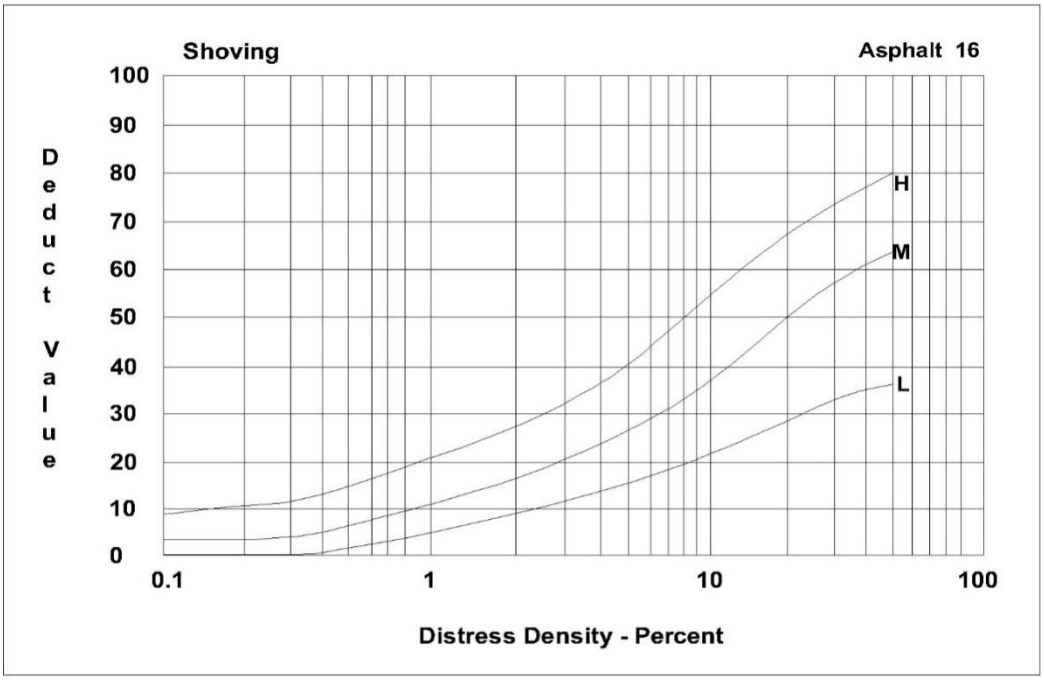
شكل رقم (33) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض للحفر (8)



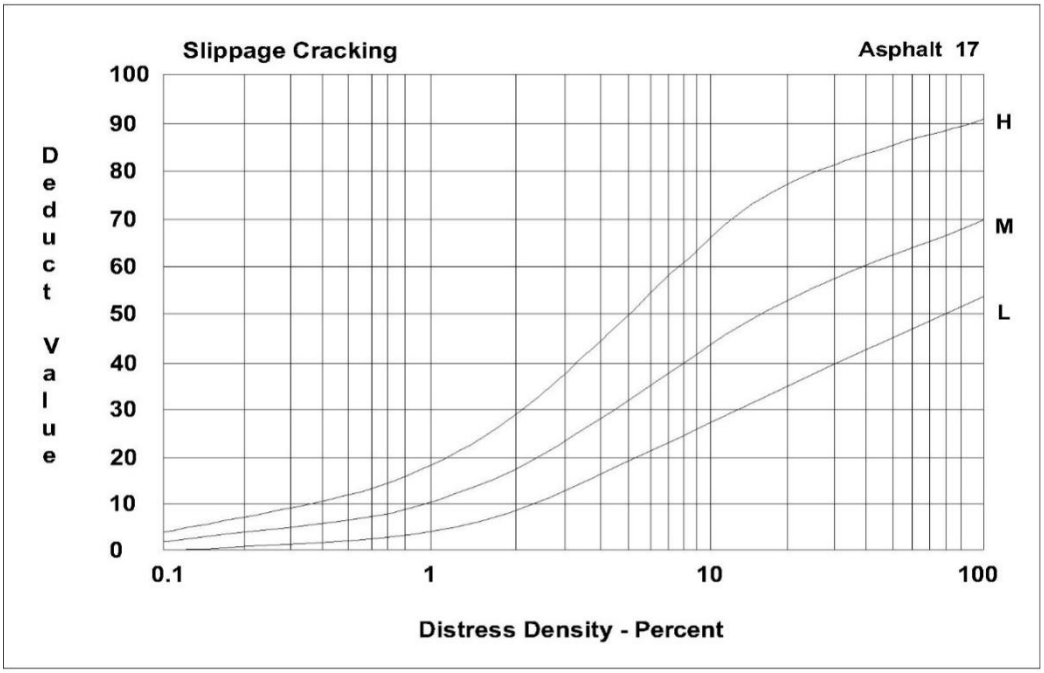
شكل رقم (34) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض لتقاطع سكة الحديد (8)



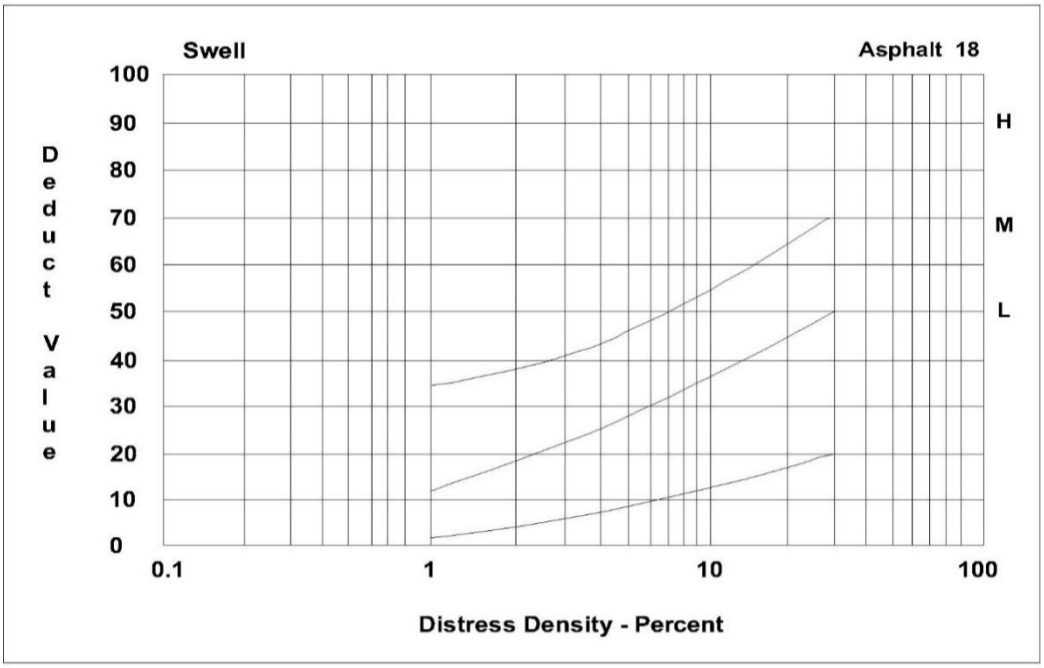
شكل رقم (35) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض للتخدد (8)



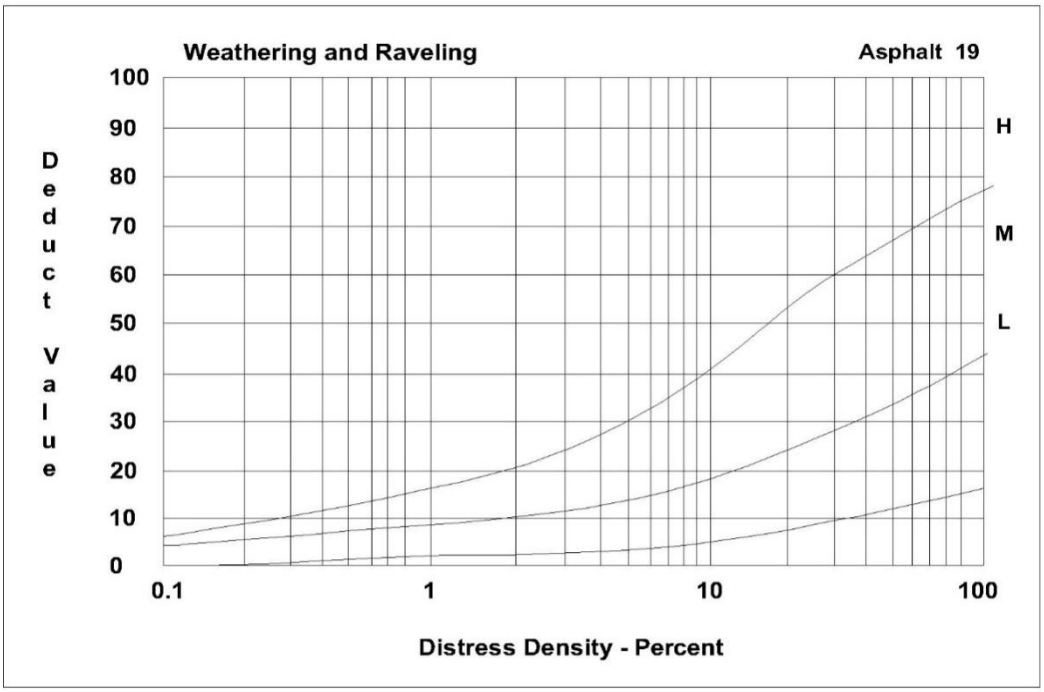
شكل رقم (36) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض للزحف (8)



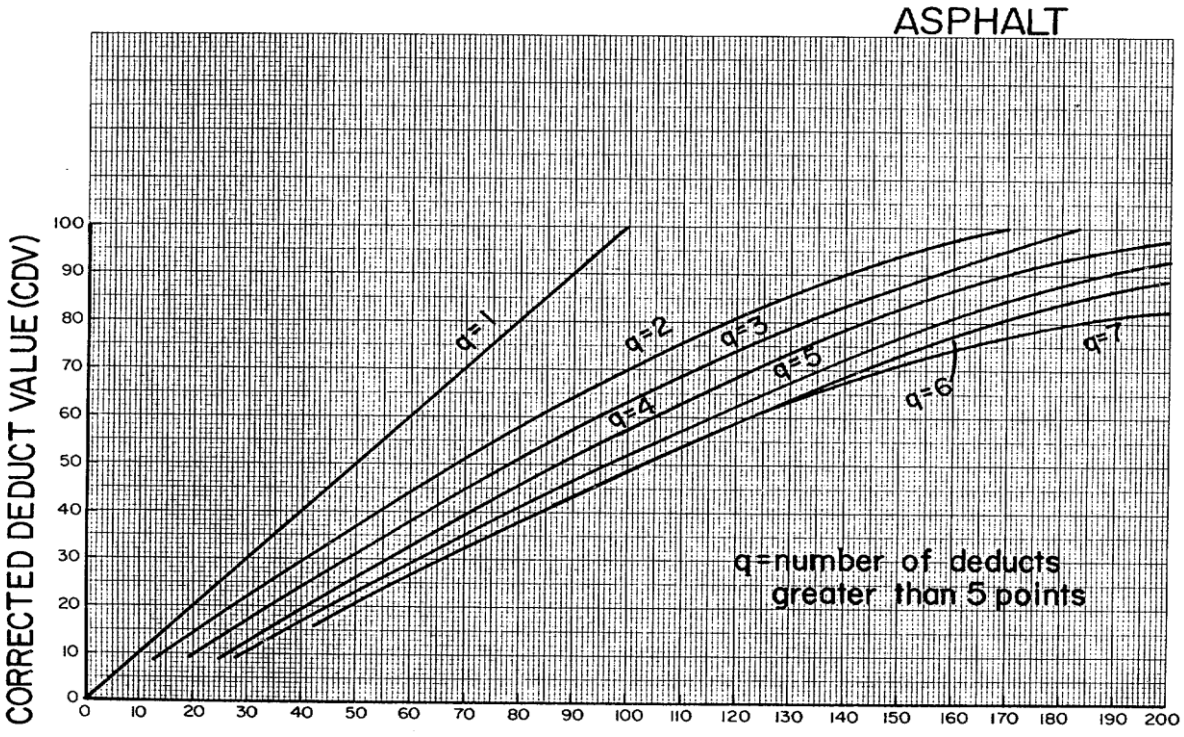
شكل رقم (37) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض للشقوق الانزلاقية (8)



شكل رقم (38) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض للانتفاخ (8)



شكل رقم (39) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض للتطاير والتآكل (8)



شكل رقم (40) يوضح المخطط البياني لنقاط التخفيض المصححة (CDV) (8)

جدول رقم (33) يوضح أسس تحديد شدة الضرر (2)

رقم الضرر	اسم الضرر	مستوى شدة منخفض	مستوى شدة متوسط	مستوى شدة عالي
1	الشقوق التمساحية Alligator Cracking	دقيقة غير مهترئة	متشابكة، مهترئة قليلا	الشقوق تشكل قطع محددة، ويمكن نزع بعضها
2	النزيف Bleeding	يمكث بضعة أيام في السنة	يلتصق بالأرجل والعجلات	يلتصق ويمكث لأسابيع
3	تشققات الكتل Block Cracking	عرضها اقل من 10 مم غير معبأة او معبأة بأي عرض	11–75 مم غير معبأة مع شقوق عشوائية متناثرة	عرضها أكثر من 75 مم او أي شقوق محاطة بشقوق عشوائية متناثرة متوسطة او عالية الشدة
4	التقعرات والتحدبات Bumps and Sags	تسبب تأثيرا خفيفا على مستوى القيادة	تسبب تأثيرا متوسطا على مستوى القيادة	تسبب تأثيرا شديدا على مستوى القيادة
5	التموجات Corrugation	تسبب تأثيرا خفيفا على مستوى القيادة وبعمق اقل من 20 مم	تسبب تأثيرا متوسطا على مستوى القيادة وبعمق من 21–50 مم	تسبب تأثيرا شديدا على مستوى القيادة وبعمق أكثر من 50 مم
6	الهبوط Depression	عمق 13 – 25 مم	عمق 26 – 50 مم	عمق أكبر من 50 مم
7	تشققات الحواف Edge Cracking	شقوق منخفضة او متوسطة بدون تطاير الحصى	شقوق متوسطة الشدة مع التكسرات وتطاير الحصى	تكسرات عالية وتطاير الحصى على حافة الطريق
8	شقوق الفواصل الانعكاسية Joint Reflection Cracking	عرضها اقل من 10 مم غير معبأة او معبأة بأي عرض	11–75 مم غير معبأة مع شقوق عشوائية متناثرة	عرضها أكثر من 75 مم او أي شقوق محاطة بشقوق عشوائية متناثرة متوسطة او عالية الشدة
9	هبوط الاكتاف Lane/Shoulder Drop Off	25 – 50 مم فرق في مستوى الكتف على حافة الطريق	51 – 100 مم فرق في مستوى الكتف عن حافة الطريق	أكثر من 100 مم فرق في مستوى الكتف عن حافة الطريق
10	الشقوق الطولية والعرضية Long & Trans Cracking	عرضها اقل من 10 مم غير معبأة او معبأة بأي عرض	11–75 مم غير معبأة مع شقوق عشوائية متناثرة	عرضها أكثر من 75 مم او أي شقوق محاطة بشقوق عشوائية متناثرة متوسطة او عالية الشدة
11	الترقيع Patching & Util Cut Patching	رقعة جيدة، وتسبب تأثيرا خفيفا على مستوى القيادة	رقعة متوسطة التلف وتسبب تأثيرا متوسطا على مستوى القيادة	رقعة شديدة التلف وتسبب تأثيرا شديدا على مستوى القيادة

يتبع جدول رقم (33)

12	بري الحصى Polished Aggregate	لا يوجد مستوى شدة			
13	الحفر Potholes			متوسط قطر الحفرة (مم)	
				100-200	201 - 450	451 - 750
		العمق (مم)	13 - 25	منخفضة	منخفضة	منخفضة
			26 - 50	منخفضة	متوسطة	عالية
			أكبر من 50	متوسطة	متوسطة	عالية
14	تقاطع سكة الحديد Railroad Crossing	تسبب تأثيرا خفيفا على مستوى القيادة	تسبب تأثيرا متوسطا على مستوى القيادة	تسبب تأثيرا شديدا على مستوى القيادة		
15	التخدد Rutting	6 – 13 مم عمق التخدد	14 – 50 مم عمق التخدد	أكبر من 50 مم		
16	الزحف Shoving	تسبب تأثيرا خفيفا على مستوى القيادة	تسبب تأثيرا متوسطا على مستوى القيادة	تسبب تأثيرا شديدا على مستوى القيادة		
17	الشقوق الانزلاقية Slippage Cracking	اقل من 10 مم عرض الشق	بين 11 – 40 مم عرض الشق	أكبر من 40 مم عرض الشق		
18	الانتفاخ Swell	تسبب تأثيرا خفيفا على مستوى القيادة	تسبب تأثيرا متوسطا على مستوى القيادة	تسبب تأثيرا شديدا على مستوى القيادة		
19	التطاير والتآكل Weathering and Raveling	تسبب تأثيرا خفيفا على مستوى القيادة	تسبب تأثيرا متوسطا على مستوى القيادة	تسبب تأثيرا شديدا على مستوى القيادة		

5.5 مثال على حساب مؤشر حالة الرصف

مقطع من طريق مطلوب تحديد مؤشر حالة الرصف وبياناته كالتالي:

بيانات عن الموقع

نوع الرصف: خرسانة اسفلتية

طول المقطع: 325 متر

عرض المقطع: 7 متر

مساحة المقطع: 2275 متر مربع

عدد العينات الكلي: 10 عينات

لتحديد الحد الأدنى لعدد العينات المطلوب فحصها نرجع الى الشكل رقم (19) صفحة رقم () نرسم خط عمودي على المحور السيني وبالاتجاه الى الأعلى ابتداءً من عدد العينات الكلي (10 عينات) حتى يتقاطع مع المنحنى الذي يمثل قيمة (PCI 25) ثم نتجه افقيا في اتجاه المحور الصادي ونحدد الحد الأدنى للعينات المطلوب فحصها حيث كانت (5 عينات).

نقوم بمسح الاضرار واخذ كمية كل ضرر وتحديد شدة كل ضرر وتفريغ البيانات في جدول كالتالي

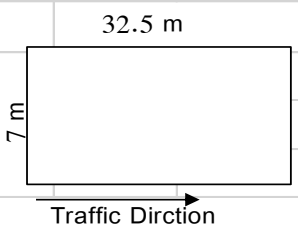
جدول العينة رقم (1)

ASPHALT PAVEMENT INSPECTION SHEET

BRANCH	طريق قصر بن غشير – ترهونة	SECTION	1
Date		SAMPLE UNIT	1
SURVEYED BY		AREA OF SAMPLE	227.5 m²

Distress Types		
*1.Alligator Cracking	*10.Long & Trans Cracking	
2. Bleeding	11.Patching & Util Cut Patchin	
3.Block Cracking	*12.Polished Aggregate	
4.Bumps and Sags	13.Potholes	
5.Corrugation	14.Railroad Crossing	
6.Depression	15.Rutting	
7.Edge Cracking	16.Shoving	
8.Jt Reflection Cracking	17.Slippage Cracking	
9.Lane/Shoulder Drop Off	18.Swell	
	19.Weathering and Raveling	

SKETCH:



EXISTING DISTRESS TYPE . QUANTITY & SEVERITY

TYPE →	1	10	12					
QUANTITY & SEVERITY	2.7x4 M	7 L	2x5					
	2.7x3 H	10 H	3x5					
TOTAL SEVERITY L		7	25.0					
TOTAL SEVERITY M	10.8	10						
TOTAL SEVERITY H	8.1							

DISTRESS TYPE	DENSITY	SEVERITY	DEDUCT VALUE
1	4.75	M	38.0
1	3.6	H	49
10	3.01	L	7
10	4.4	M	20
12	11	—	4
	TOTAL DEDUCT VALUE		118.0
CORRECTED DEDUCT VALUE (CDV)			62

PCI = 100 − 62 = 38

RATING = POOR

* جميع الاضرار قيست بالمتر المربع عدا الاضرار 4 و 7 و 8 و 9 و 10 قيست بالمتر الطولي و الضرر 13 بعدد الحفر

L = مستوى منخفض M = مستوى متوسط H = مستوى عالي

جدول العينة رقم (2)

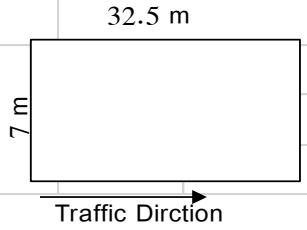
ASPHALT PAVEMENT INSPECTION SHEET

BRANCH	طريق قصر بن غشير – ترهونة	SECTION	1
Date		SAMPLE UNIT	2
SURVEYED BY		AREA OF SAMPLE	227.5

Distress Types

*1.Alligator Cracking	*10.Long & Trans Cracking
2. Bleeding	11.Patching & Util Cut Patcl
3.Block Cracking	*12.Polished Aggregate
4.Bumps and Sags	13.Potholes
5.Corrugation	14.Railroad Crossing
6.Depression	15.Rutting
7.Edge Cracking	16.Shoving
8.Jt Reflection Cracking	17.Slippage Cracking
9.Lane/Shoulder Drop Off	18.Swell
	19.Weathering and Raveling

SKETCH:



EXISTING DISTRESS TYPE . QUANTITY & SEVERITY

TYPE →	1	10	12					
QUANTITY & SEVERITY	2.7x3 L	8 H	3x3					
	2.8x4 L	10 M	3x4					
TOTAL SEVERITY L	19.3		21.0					
TOTAL SEVERITY M		10						
TOTAL SEVERITY H		8						

DISTRESS TYPE	DENSITY	SEVERITY	DEDUCT VALUE
1	8.5	L	31.0
10	4.4	M	20
10	3.5	H	36
12	9.2	—	3
	TOTAL DEDUCT VALUE		90.0
CORRECTED DEDUCT VALUE (CDV)			56

PCI = 100 − 56 = 44

RATING = FAIR

* جميع الاضرار قيست بالمتر المربع عدا الاضرار 4 و 7 و 8 و 9 و 10 قيست بالمتر الطولي و الضرر 13 بعدد الحفر

L = مستوى منخفض M = مستوى متوسط H = مستوى عالي

جدول العينة رقم (3)

ASPHALT PAVEMENT INSPECTION SHEET

BRANCH	طريق قصر بن غشير – ترهونة	SECTION	1
Date		SAMPLE UNIT	3
SURVEYED BY		AREA OF SAMPLE	227.5

Distress Types		SKETCH:
*1.Alligator Cracking	*10.Long & Trans Cracking	32.5 m, 7 m, Traffic Dirction
2. Bleeding	11.Patching & Util Cut Patch	
3.Block Cracking	*12.Polished Aggregate	
4.Bumps and Sags	13.Potholes	
5.Corrugation	14.Railroad Crossing	
6.Depression	15.Rutting	
7.Edge Cracking	16.Shoving	
8.Jt Reflection Cracking	17.Slippage Cracking	
9.Lane/Shoulder Drop Off	18.Swell	
	19.Weathering and Raveling	

EXISTING DISTRESS TYPE . QUANTITY & SEVERITY

TYPE →	1	10	12
QUANTITY & SEVERITY	2.7x3 L	5 H	3x4
	2.8x4 H	7 H	3x5
TOTAL SEVERITY L	8.1		27.0
TOTAL SEVERITY M			
TOTAL SEVERITY H	11.2	12	

DISTRESS TYPE	DENSITY	SEVERITY	DEDUCT VALUE
1	3.6	L	24.0
1	4.9	H	53
10	5.3	H	45
12	11.9	—	4
	TOTAL DEDUCT VALUE		126.0
CORRECTED DEDUCT VALUE (CDV)			76

PCI = 100 − 76 = 24

RATING = VERY POOR

* جميع الاضرار قيست بالمتر المربع عدا الاضرار 4 و 7 و 8 و 9 و 10 قيست بالمتر الطولي و الضرر 13 بعدد الحفر

L = مستوى منخفض M = مستوى متوسط H = مستوى عالي

جدول العينة رقم (4)

ASPHALT PAVEMENT INSPECTION SHEET

BRANCH	طريق قصر بن غشير – ترهونة	SECTION	1
Date		SAMPLE UNIT	4
SURVEYED BY		AREA OF SAMPLE	227.5

Distress Types		SKETCH:
*1.Alligator Cracking	*10.Long & Trans Cracking	32.5 m; 7 m; Traffic Dirction
2. Bleeding	11.Patching & Util Cut Patch	
3.Block Cracking	*12.Polished Aggregate	
4.Bumps and Sags	13.Potholes	
5.Corrugation	14.Railroad Crossing	
6.Depression	15.Rutting	
7.Edge Cracking	16.Shoving	
8.Jt Reflection Cracking	17.Slippage Cracking	
9.Lane/Shoulder Drop Off	18.Swell	
	19.Weathering and Raveling	

EXISTING DISTRESS TYPE . QUANTITY & SEVERITY

	TYPE →	1	10						
QUANTITY & SEVERITY		2.7x3 M	15 M						
		2.7x4 H	14 H						
TOTAL SEVERITY	L								
	M	8.1	15						
	H	10.8	14						

DISTRESS TYPE	DENSITY	SEVERITY	DEDUCT VALUE
1	3.6	M	34.0
1	4.7	H	52
10	6.6	M	25
10	6.2	H	49
	TOTAL DEDUCT VALUE		160.0
CORRECTED DEDUCT VALUE (CDV)			76

PCI = 100 − 85 = 15

RATING = VERY POOR

* جميع الاضرار قيست بالمتر المربع عدا الاضرار 4 و 7 و 8 و 9 و 10 قيست بالمتر الطولي و الضرر 13 بعدد الحفر

L = مستوى منخفض M = مستوى متوسط H = مستوى عالي

جدول العينة رقم (5)

ASPHALT PAVEMENT INSPECTION SHEET

BRANCH	طريق قصر بن غشير – ترهونة	SECTION	1
Date		SAMPLE UNIT	4
SURVEYED BY		AREA OF SAMPLE	227.5

Distress Types		SKETCH:
*1.Alligator Cracking	*10.Long & Trans Cracking	
2. Bleeding	11.Patching & Util Cut Patch	32.5 m
3.Block Cracking	*12.Polished Aggregate	7 m
4.Bumps and Sags	13.Potholes	
5.Corrugation	14.Railroad Crossing	
6.Depression	15.Rutting	Traffic Dirction
7.Edge Cracking	16.Shoving	
8.Jt Reflection Cracking	17.Slippage Cracking	
9.Lane/Shoulder Drop Off	18.Swell	
	19.Weathering and Raveling	

EXISTING DISTRESS TYPE . QUANTITY & SEVERITY

TYPE →	1	12						
QUANTITY & SEVERITY	3x4 M	4x3						
	2.5x3 H	5x5						
TOTAL SEVERITY L								
TOTAL SEVERITY M	12	37						
TOTAL SEVERITY H	7.5							

DISTRESS TYPE	DENSITY	SEVERITY	DEDUCT VALUE	
1	5.3	M	39.0	
1	3.3	H	47	PCI = 100 – 67 = 33
12	16.3	—	6	
				RATING = POOR
	TOTAL DEDUCT VALUE		92.0	
CORRECTED DEDUCT VALUE (CDV)			67	

* جميع الاضرار قيست بالمتر المربع عدا الاضرار 4 و 7 و 8 و 9 و 10 قيست بالمتر الطولي و الضرر 13 بعدد الحفر

L = مستوى منخفض M = مستوى متوسط H = مستوى عالي

جدول رقم (34) يوضح قيم مؤشر حالة الرصف في المثال والمتوسط الحسابي

رقم العينة	مؤشر حالة الرصف PCI	التصنيف
1	38	ضعيف
2	44	متوسط
3	24	ضعيف جداً
4	15	ضعيف جداً
5	33	ضعيف
المتوسط الحسابي	31	ضعيف
العينة الإضافية (6)	45	متوسط

بالرجوع الى الشكل رقم (19) للتأكد هل يجب إضافة عينات نجد انه يمكن إضافة عينة سادسة ليكون عدد العينات المفحوصة 6.

باستخدام المعادلة رقم 4 تكون قيمة مؤشر حالة الرصف هي كالتالي:

$$PCI_s = \frac{(N-A)(PCI_1)+A(PCI_2)}{N} = \frac{(10-1)(31)+1(45)}{10}$$

قيمة مؤشر حالة الرصف 32.4 وتصنيفها ضعيف.

الباب السادس

استخدام برنامج PAVER لتحديد مؤشر حالة الرصف (PCI)

1.6 تقديم عام

يعتبر نظام PAVER من الطرق المتقدمة لتقييم حالة رصف الطرق والكشف عن الاضرار الموجودة فيها (Pavement Distresses)، وهو نظام دقيق وموضوعي طوره فيلق مهندسي الجيش الامريكـــــي[4](U.S. Army Corps of Engineers) ويأخذ هذا النظام بعين الاعتبار نوع العيب وشدته وكثافته تمهيداً لحساب مؤشر حالة الرصف (Pavement Condition Index–PCI)، وهو مقياس رقمي يتراوح من صفر الى 100، يعبر الرقم 100 عن الوضع ممتاز للرصف. ويُستخدم هذا النظام للكشف عن حالة شبكة الطرق بشكل دوري لتقدير حاجة الطرق الى عمليات الصيانة وإعادة التأهيل المناسبة. وأهم ما يميز هذا النظام:

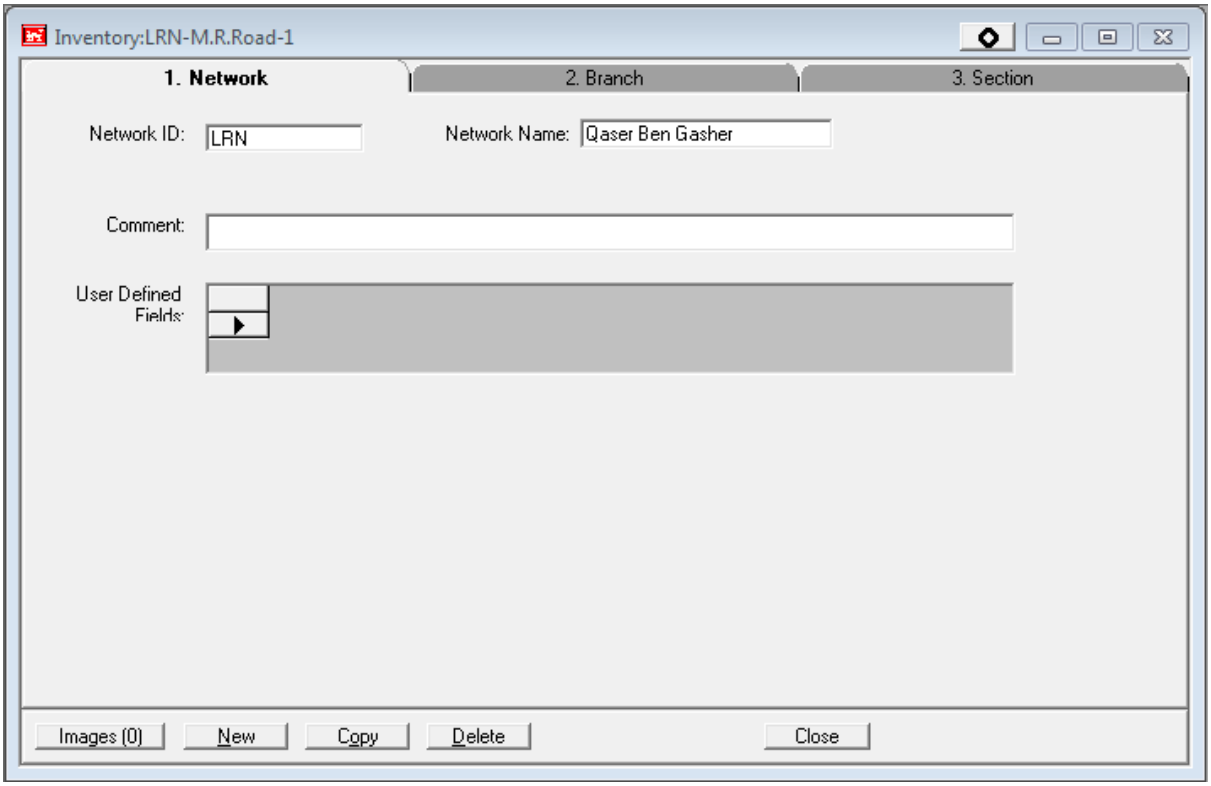
- احتوائه لكل الاضرار المحتمل ظهورها على الرصف.
- يستند على دليل مكتوب وصور تفصيلية توضح الاضرار وشدتها.
- سهل الفهم والتنفيذ.
- واسع الانتشار ومستخدم في أجزاء مختلفة من العالم ويستخدم لتقييم الرصف المرن والرصف الصلب للطرق والمهابط.

2.6 خطة العمل لتحديد مؤشر حالة الرصف واعداد التقرير التنفيذي

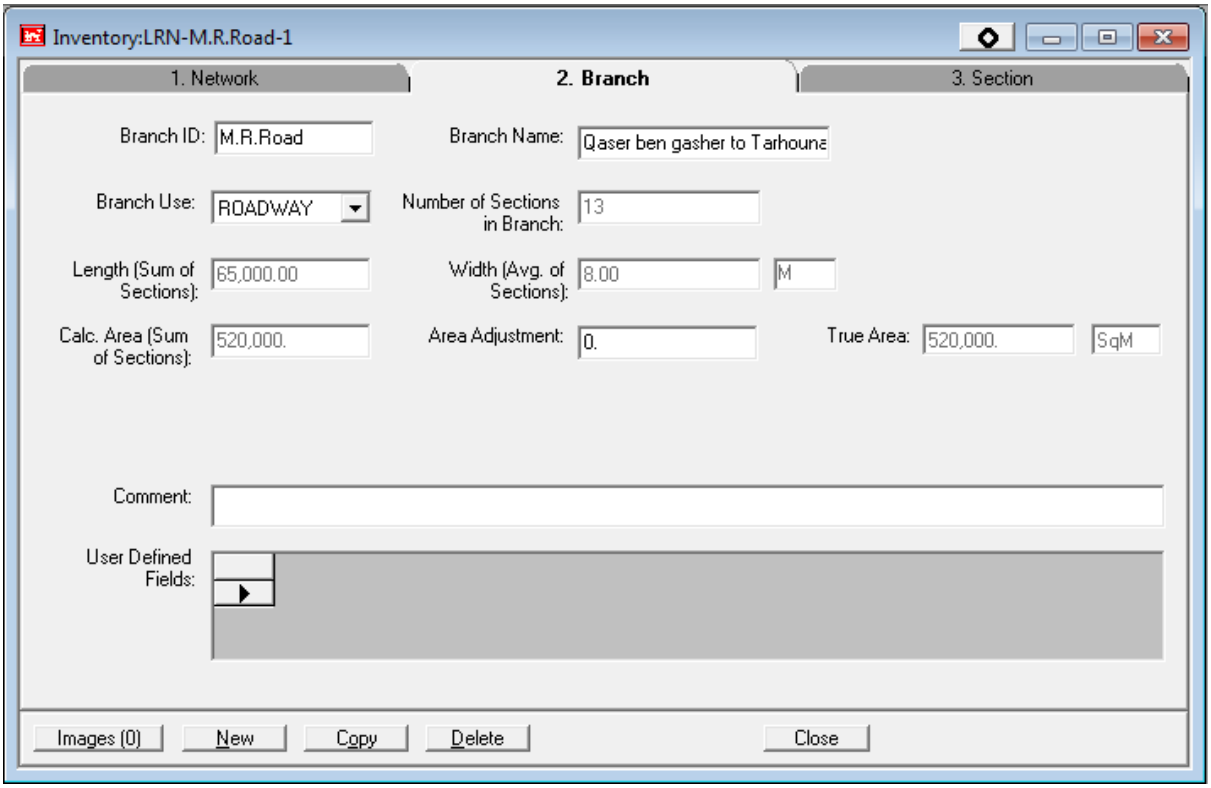
يتكون هذا التقرير من قسمين رئيسيين وهي كالتالي:

1.2.6 اعداد بيانات عن الطريق Inventory

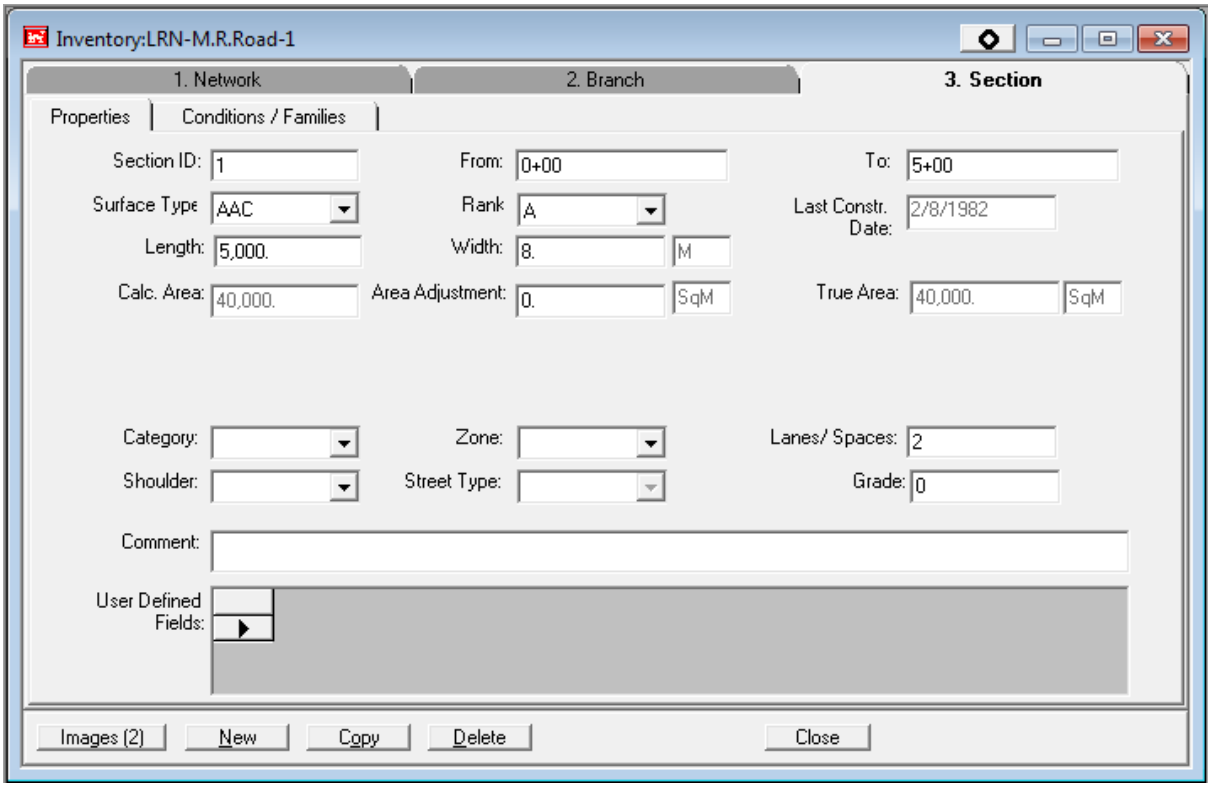
وهذا الجزء يتضمن تعريف الشبكة الواقع بها الطريق واسمها وكذلك اسم الفرع وتعريفه واستخدامه وعدد المقاطع في الفرع. وهناك عدة عوامل تدعو لأهمية الصيانة والتخطيط لإعادة تأهيل الطريق منها العمر الافتراضي وزيادة احمال المرور والحاجة لتطوير أنظمة النقل في المستقبل. تم اتباع التقسيم التالي في الدراسة حسب متطلبات تشغيل البرنامج وهي كما موضح في النوافذ التالية.



صورة رقم (16) نافذة بيانات الشبكة



صورة رقم (17) نافذة بيانات الفرع



صورة رقم (18) نافذة بيانات المقاطع

2.2.6 نظام إدارة الرصف Pavement Management System

يتم تصنيف وتحليل البيانات واعداد التقارير وتحديد حالة الرصف الحالية وتوقع الحالة المستقبلية. هذا يستخدم في التخطيط لتحديد أولويات الصيانة لشبكة الطرق. وتكمن في خطوتين رئيستين هما

- ✓ فحص سطح الطريق Pavement Inspection

هي عملية يتم فيها حصر الاضرار على سطح الرصف عند العينات المحددة مسبقا وهي ثلاث عينات في كل قطاع كل عينة بطول 250 متر وعرض 8 متر. ويتم تحديد كمية كل ضرر وحساب شدته ثم يتم ادخال البيانات لبرنامج (PAVER) لحساب مؤشر حالة الرصف والجداول من رقم (32) الى رقم (44) توضح نتائج الفحص للقطاعات.

جدول رقم (35) بيانات القطاع الاول

Re-inspection Report

Report Generated Date: 4/9/2015

Site Info:

Network:	LRN	Name:	Qaser Ben Gasher		
Branch:	M.R.Road	Name:	Qaser ben gasher to Tarho		
Section:	1	From:	0+00	To:	5+00
Surface:	AAC	Rank:	A	Area:	520000 m²
Area:	40000 m²	Length:	5000 m	Width:	8 m
Lanes:	2	Use:	ROADWAY	Last Const.:	2/8/1982

Section Comments:

Last Insp. Date: 3/31/2015 Total Samples: 3 Surveyed: 3

Conditions: PCI:31.00

Inspection Comments:

Sample Number: 2 Type: R Area: 2000 m² PCI = 16

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
01 ALLIGATOR CRACKING	H	55.00 SqM
07 EDGE CRACKING	H	33.00 M
09 LANE/SHOULDER DROP	H	41.00 M
11 PATCH/UTILITY CUT	H	52.00 SqM
12 POLISHED AGGREGATE	N	40.00 SqM
13 POTHOLE	H	42.00 Count
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	37.00 M

Sample Number: 8 Type: R Area: 2000 m² PCI = 15

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
01 ALLIGATOR CRACKING	H	45.00 SqM
03 BLOCK CRACKING	H	35.00 SqM
06 DEPRESSION	L	41.00 SqM
07 EDGE CRACKING	H	33.00 M
09 LANE/SHOULDER DROP	H	34.00 M
11 PATCH/UTILITY CUT	H	52.00 SqM
13 POTHOLE	H	55.00Count

Sample Number: 14 Type: R Area: 2000 m² PCI = 62

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
03 BLOCK CRACKING	H	42.00 SqM
06 DEPRESSION	L	24.00 SqM
07 EDGE CRACKING	H	42.00 M
09 LANE/SHOULDER DROP	H	35.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	51.00 M
11 PATCH/UTILITY CUT	H	45.00 SqM
12 POLISHED AGGREGATE	N	42.00 SqM

جدول رقم (36) بيانات القطاع الثاني

Network:	LRN	Name:	Qaser Ben Gasher		
Branch:	M.R.Road	Name:	Qaser ben gasher to Tarho		
Section:	2	From:	5+00	To:	10+00
Surface:	AAC	Rank:	A	Area:	520000 m²
Area:	40000 m²	Length:	5000 m	Width:	8 m
Lanes:	2	Use:	ROADWAY	Last Const.:	2/8/1982

Section Comments:

Last Insp. Date: 4/1/2015 Total Samples: 3 Surveyed: 3

Conditions: PCI:48.00

Inspection Comments:

Sample Number: 2 Type: R Area: 2000 m²

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
03 BLOCK CRACKING	M	70.00 SqM
06 DEPRESSION	L	10.00 SqM
07 EDGE CRACKING	H	50.00 M
09 LANE/SHOULDER DROP	L	60.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	50.00 M
12 POLISHED AGGREGATE	N	40.00 SqM
13 POTHOLE	M	42.00 Count

Sample Number: 8 Type: R Area: 2000 m²

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
01 ALLIGATOR CRACKING	H	65.00 SqM
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	38.00 M
11 PATCH/UTILITY CUT	M	32.00 SqM
12 POLISHED AGGREGATE	N	38.00 SqM
13 POTHOLE	M	51.00 Count

Sample Number: 14 Type: R Area: 2000 m²

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
06 DEPRESSION	L	12.00 SqM
07 EDGE CRACKING	H	53.00 M
09 LANE/SHOULDER DROP	L	47.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	49.00 M
11 PATCH/UTILITY CUT	M	37.00 SqM
12 POLISHED AGGREGATE	N	39.00 SqM

جدول رقم (37) بيانات القطاع الثالث

Network:	LRN	Name:	Qaser Ben Gasher		
Branch:	M.R.Road	Name:	Qaser ben gasher to Tarho		
Section:	3	From:	10+00	To:	15+00
Surface:	AAC	Rank:	A	Area:	520000 m²
Area:	40000 m²	Length:	5000 m	Width:	8 m
Lanes:	2	Use:	ROADWAY	Last Const.:	2/8/1982

Section Comments:

Last Insp. Date: 3/31/2015 Total Samples: 3 Surveyed: 3

Conditions: PCI:39.00

Inspection Comments:

Sample Number: 2 Type: R Area: 2000 m²

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
01 ALLIGATOR CRACKING	H	50.00 SqM
06 DEPRESSION	L	20.00 SqM
07 EDGE CRACKING	L	60.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	50.00 M
12 POLISHED AGGREGATE	N	70.00 SqM
13 POTHOLE	H	50.00 Count

Sample Number: 8 Type: R Area: 2000 m²

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
03 BLOCK CRACKING	L	48.00 SqM
06 DEPRESSION	L	11.00 SqM
09 LANE/SHOULDER DROP	M	52.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	50.00 M
11 PATCH/UTILITY CUT	M	42.00 SqM
12 POLISHED AGGREGATE	N	58.00 SqM

Sample Number: 14 Type: R Area: 2000 m²

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
01 ALLIGATOR CRACKING	H	35.00 SqM
06 DEPRESSION	L	15.00 SqM
07 EDGE CRACKING	L	42.00 M
09 LANE/SHOULDER DROP	M	42.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	43.00 M
11 PATCH/UTILITY CUT	M	40.00 SqM
12 POLISHED AGGREGATE	N	51.00 SqM
13 POTHOLE	H	45.00 Count

جدول رقم (38) بيانات القطاع الرابع

Network:	LRN	Name:	Qaser Ben Gasher		
Branch:	M.R.Road	Name:	Qaser ben gasher to Tarho		
Section:	4	From:	15+00	To:	20+00
Surface:	AAC	Rank:	A	Area:	520000 m²
Area:	40000 m²	Length:	5000 m	Width:	8 m
Lanes:	2	Use:	ROADWAY	Last Const.:	2/8/1982

Section Comments:

Last Insp. Date: 3/31/2015 Total Samples: 3 Surveyed: 3

Conditions: PCI:23.00

Inspection Comments:

Sample Number: 2 Type: R Area: 2000 m² PCI = 16

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
01 ALLIGATOR CRACKING	H	72.00 SqM
06 DEPRESSION	H	52.00 SqM
07 EDGE CRACKING	H	75.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	79.00 M
11 PATCH/UTILITY CUT	M	81.00 SqM
12 POLISHED AGGREGATE	N	60.00 SqM
13 POTHOLE	M	63.00 Count

Sample Number: 8 Type: R Area: 2000 m² PCI = 31

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
09 LANE/SHOULDER DROP	H	61.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	75.00 M
11 PATCH/UTILITY CUT	M	62.00 SqM
12 POLISHED AGGREGATE	N	79.00 SqM
13 POTHOLE	M	62.00 Count
03 BLOCK CRACKING	H	78.00 SqM
06 DEPRESSION	H	57.00 SqM

Sample Number: 14 Type: R Area: 2000 m² PCI = 21

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
01 ALLIGATOR CRACKING	H	42.00 SqM
03 BLOCK CRACKING	H	71.00 SqM
06 DEPRESSION	H	58.00 SqM
09 LANE/SHOULDER DROP	H	55.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	60.00 M
11 PATCH/UTILITY CUT	M	65.00 SqM
12 POLISHED AGGREGATE	N	61.00 SqM
13 POTHOLE	M	72.00 Count

جدول رقم (39) بيانات القطاع الخامس

Network:	LRN	Name:	Qaser Ben Gasher		
Branch:	M.R.Road	Name:	Qaser ben gasher to Tarho		
Section:	5	From:	20+00	To:	25+00
Surface:	AAC	Rank:	A	Area:	520000 m²
Area:	40000 m²	Length:	5000 m	Width:	8 m
Lanes:	2	Use:	ROADWAY	Last Const.:	2/8/1982

Section Comments:

Last Insp. Date: 4/3/2015 Total Samples: 3 Surveyed: 3

Conditions: PCI:46.00

Inspection Comments:

Sample Number: 2 Type: R Area: 2000 m² PCI = 30

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
01 ALLIGATOR CRACKING	H	67.00 SqM
06 DEPRESSION	L	20.00 SqM
09 LANE/SHOULDER DROP	H	60.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	61.00 M
12 POLISHED AGGREGATE	N	50.00 SqM
13 POTHOLE	M	37.00 Count
19 WEATHERING/RAVELING	L	10.00 SqM

Sample Number: 8 Type: R Area: 2000 m² PCI = 36

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
03 BLOCK CRACKING	H	55.00 SqM
06 DEPRESSION	L	15.00 SqM
07 EDGE CRACKING	H	52.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	65.00 M
11 PATCH/UTILITY CUT	M	51.00 SqM
12 POLISHED AGGREGATE	N	54.00 SqM
13 POTHOLE	M	59.00 Count

Sample Number: 14 Type: R Area: 2000 m² PCI = 73

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
09 LANE/SHOULDER DROP	H	55.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	54.00 M
12 POLISHED AGGREGATE	N	61.00 SqM
19 WEATHERING/RAVELING	L	31.00 SqM
01 ALLIGATOR CRACKING	L	35.00 SqM

جدول رقم (40) بيانات القطاع السادس

Network:	LRN	Name:	Qaser Ben Gasher		
Branch:	M.R.Road	Name:	Qaser ben gasher to Tarho		
Section:	6	From:	25+00	To:	30+00
Surface:	AAC	Rank:	A	Area:	520000 m²
Area:	40000 m²	Length:	5000 m	Width:	8 m
Lanes:	2	Use:	ROADWAY	Last Const.:	2/8/1982

Section Comments:

Last Insp. Date: 4/3/2015 Total Samples: 3 Surveyed: 3

Conditions: PCI:31.00

Inspection Comments:

Sample Number: 2 Type: R Area: 2000 m² PCI = 21

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
01 ALLIGATOR CRACKING	H	70.00 SqM
06 DEPRESSION	M	15.00 SqM
07 EDGE CRACKING	H	65.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	85.00 M
11 PATCH/UTILITY CUT	M	47.00 SqM
13 POTHOLE	M	63.00 Count

Sample Number: 8 Type: R Area: 2000 m² PCI = 47

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
03 BLOCK CRACKING	H	53.00 SqM
06 DEPRESSION	M	13.00 SqM
09 LANE/SHOULDER DROP	M	72.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	68.00 M
12 POLISHED AGGREGATE	N	71.00 SqM
13 POTHOLE	M	35.00 Count

Sample Number: 14 Type: R Area: 2000 m² PCI = 25

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
01 ALLIGATOR CRACKING	H	42.00 SqM
07 EDGE CRACKING	H	51.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	71.00 M
11 PATCH/UTILITY CUT	M	61.00 SqM
13 POTHOLE	M	58.00 Count
09 LANE/SHOULDER DROP	M	64.00 M

جدول رقم (41) بيانات القطاع السابع

Network:	LRN	Name:	Qaser Ben Gasher		
Branch:	M.R.Road	Name:	Qaser ben gasher to Tarho		
Section:	7	From:	30+00	To:	35+00
Surface:	AAC	Rank:	A	Area:	520000 m²
Area:	40000 m²	Length:	5000 m	Width:	8 m
Lanes:	2	Use:	ROADWAY	Last Const.:	2/8/1982

Section Comments:

Last Insp. Date: 4/3/2015 Total Samples: 3 Surveyed: 3

Conditions: PCI:36.00

Inspection Comments:

Sample Number: 2 Type: R Area: 2000 m² PCI = 20

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
01 ALLIGATOR CRACKING	H	60.00 SqM
05 CORRUGATION	L	12.00 SqM
06 DEPRESSION	L	15.00 SqM
09 LANE/SHOULDER DROP	M	70.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	100.00 M
13 POTHOLE	M	72.00 Count

Sample Number: 8 Type: R Area: 2000 m² PCI = 59

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
03 BLOCK CRACKING	H	80.00 SqM
07 EDGE CRACKING	H	72.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	84.00 M
11 PATCH/UTILITY CUT	M	71.00 SqM
12 POLISHED AGGREGATE	N	75.00 SqM
19 WEATHERING/RAVELING	L	17.00 SqM

Sample Number: 14 Type: R Area: 2000 m² PCI = 30

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
01 ALLIGATOR CRACKING	H	53.00 SqM
07 EDGE CRACKING	M	62.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	81.00 M
11 PATCH/UTILITY CUT	M	32.00 SqM
12 POLISHED AGGREGATE	N	15.00 SqM
13 POTHOLE	M	37.00 Count

جدول رقم (42) بيانات القطاع الثامن

Network:	LRN	Name:	Qaser Ben Gasher		
Branch:	M.R.Road	Name:	Qaser ben gasher to Tarho		
Section:	8	From:	35+00	To:	40+00
Surface:	AAC	Rank:	A	Area:	520000 m²
Area:	40000 m²	Length:	5000 m	Width:	8 m
Lanes:	2	Use:	ROADWAY	Last Const.:	2/8/1982

Section Comments:

Last Insp. Date: 4/3/2015 Total Samples: 3 Surveyed: 3

Conditions: PCI:29.00

Inspection Comments:

Sample Number: 2 Type: R Area: 2000 m² PCI = 71

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
03 BLOCK CRACKING	H	105.00 SqM
05 CORRUGATION	L	40.00 SqM
06 DEPRESSION	L	22.00 SqM
09 LANE/SHOULDER DROP	M	81.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	L	125.00 M
12 POLISHED AGGREGATE	N	43.00 SqM

Sample Number: 8 Type: R Area: 2000 m² PCI = 7

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
01 ALLIGATOR CRACKING	H	108.00 SqM
07 EDGE CRACKING	H	95.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	L	102.00 M
11 PATCH/UTILITY CUT	M	68.00 SqM
13 POTHOLE	H	105.00 Count

Sample Number: 14 Type: R Area: 2000 m² PCI = 9

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
01 ALLIGATOR CRACKING	H	107.00 SqM
06 DEPRESSION	L	12.00 SqM
07 EDGE CRACKING	H	87.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	L	105.00 M
12 POLISHED AGGREGATE	N	17.00 SqM
13 POTHOLE	H	98.00 Count

جدول رقم (43) بيانات القطاع التاسع

Network:	LRN	Name:	Qaser Ben Gasher		
Branch:	M.R.Road	Name:	Qaser ben gasher to Tarho		
Section:	9	From:	40+00	To:	45+00
Surface:	AAC	Rank:	A	Area:	520000 m²
Area:	40000 m²	Length:	5000 m	Width:	8 m
Lanes:	2	Use:	ROADWAY	Last Const.:	2/8/1982

Section Comments:

Last Insp. Date: 4/3/2015 Total Samples: 3 Surveyed: 3

Conditions: PCI:38.00

Inspection Comments:

Sample Number: 2 Type: R Area: 2000 m² PCI = 37

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
01 ALLIGATOR CRACKING	H	107.00 SqM
06 DEPRESSION	M	35.00 SqM
09 LANE/SHOULDER DROP	M	45.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	105.00 M
11 PATCH/UTILITY CUT	M	70.00 SqM

Sample Number: 8 Type: R Area: 2000 m² PCI = 32

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
19 WEATHERING/RAVELING	L	72.00 SqM
03 BLOCK CRACKING	H	112.00 SqM
07 EDGE CRACKING	H	68.00 M
09 LANE/SHOULDER DROP	M	30.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	72.00 M
12 POLISHED AGGREGATE	N	62.00 SqM
13 POTHOLE	M	71.00 Count

Sample Number: 14 Type: R Area: 2000 m² PCI = 44

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
01 ALLIGATOR CRACKING	H	92.00 SqM
07 EDGE CRACKING	H	95.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	73.00 M
12 POLISHED AGGREGATE	N	49.00 SqM

جدول رقم (44) بيانات القطاع العاشر

Network:	LRN	Name:	Qaser Ben Gasher		
Branch:	M.R.Road	Name:	Qaser ben gasher to Tarho		
Section:	10	From:	45+00	To:	50+00
Surface:	AAC	Rank:	A	Area:	520000 m²
Area:	40000 m²	Length:	5000 m	Width:	8 m
Lanes:	2	Use:	ROADWAY	Last Const.:	2/8/1982

Section Comments:

Last Insp. Date: 4/3/2015 Total Samples: 3 Surveyed: 3

Conditions: PCI:36.00

Inspection Comments:

Sample Number: 2 Type: R Area: 2000 m² PCI = 18

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
01 ALLIGATOR CRACKING	H	81.00 SqM
06 DEPRESSION	H	42.00 SqM
09 LANE/SHOULDER DROP	M	61.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	62.00 M
12 POLISHED AGGREGATE	N	105.00 SqM
13 POTHOLE	M	73.00 Count

Sample Number: 8 Type: R Area: 2000 m² PCI = 40

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
03 BLOCK CRACKING	H	68.00 SqM
05 CORRUGATION	H	43.00 SqM
07 EDGE CRACKING	H	68.00 M
09 LANE/SHOULDER DROP	M	59.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	71.00 M
11 PATCH/UTILITY CUT	M	81.00 SqM
19 WEATHERING/RAVELING	M	65.00 SqM

Sample Number: 14 Type: R Area: 2000 m² PCI = 48

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
01 ALLIGATOR CRACKING	H	62.00 SqM
07 EDGE CRACKING	H	68.00 M
09 LANE/SHOULDER DROP	M	71.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	54.00 M

جدول رقم (45) بيانات القطاع الحادي عشر

Network:	LRN	Name:	Qaser Ben Gasher		
Branch:	M.R.Road	Name:	Qaser ben gasher to Tarho		
Section:	11	From:	50+00	To:	55+00
Surface:	AAC	Rank:	A	Area:	520000 m²
Area:	40000 m²	Length:	5000 m	Width:	8 m
Lanes:	2	Use:	ROADWAY	Last Const.:	2/8/1982

Section Comments:

Last Insp. Date: 4/3/2015 Total Samples: 3 Surveyed: 3

Conditions: PCI:31.00

Inspection Comments:

Sample Number: 2 Type: R Area: 2000 m² PCI = 40

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
01 ALLIGATOR CRACKING	H	95.00 SqM
07 EDGE CRACKING	H	72.00 M
09 LANE/SHOULDER DROP	H	63.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	71.00 M
12 POLISHED AGGREGATE	N	54.00 SqM
19 WEATHERING/RAVELING	L	51.00 SqM

Sample Number: 8 Type: R Area: 2000 m² PCI = 46

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
03 BLOCK CRACKING	M	120.00 SqM
06 DEPRESSION	H	42.00 SqM
09 LANE/SHOULDER DROP	H	52.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	53.00 M
11 PATCH/UTILITY CUT	L	71.00 SqM
13 POTHOLE	M	32.00 Count

Sample Number: 14 Type: R Area: 2000 m² PCI = 6

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
01 ALLIGATOR CRACKING	H	96.00 SqM
09 LANE/SHOULDER DROP	H	43.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	64.00 M
13 POTHOLE	H	110.00 Count
19 WEATHERING/RAVELING	M	75.00 SqM

جدول رقم (46) بيانات القطاع الثاني عشر

Network:	LRN	Name:	Qaser Ben Gasher		
Branch:	M.R.Road	Name:	Qaser ben gasher to Tarho		
Section:	12	From:	55+00	To:	60+00
Surface:	AAC	Rank:	A	Area:	520000 m²
Area:	40000 m²	Length:	5000 m	Width:	8 m
Lanes:	2	Use:	ROADWAY	Last Const.:	2/8/1982

Section Comments:

Last Insp. Date: 4/4/2015 Total Samples: 3 Surveyed: 3

Conditions: PCI:28.00

Inspection Comments:

Sample Number: 2 Type: R Area: 2000 m² PCI = 10

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
01 ALLIGATOR CRACKING	H	103.00 SqM
06 DEPRESSION	H	91.00 SqM
07 EDGE CRACKING	H	83.00 M
09 LANE/SHOULDER DROP	H	65.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	71.00 M
12 POLISHED AGGREGATE	N	45.00 SqM
13 POTHOLE	H	61.00 Count

Sample Number: 8 Type: R Area: 2000 m² PCI = 10

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
03 BLOCK CRACKING	H	85.00 SqM
09 LANE/SHOULDER DROP	H	91.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	61.00 M
11 PATCH/UTILITY CUT	H	83.00 SqM
13 POTHOLE	H	91.00 Count

Sample Number: 14 Type: R Area: 2000 m² PCI = 63

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
09 LANE/SHOULDER DROP	H	63.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	54.00 M
15 RUTTING	L	83.00 SqM
19 WEATHERING/RAVELING	L	98.00 SqM
03 BLOCK CRACKING	H	92.00 SqM

جدول رقم (47) بيانات القطاع الثالث عشر

Network:	LRN	Name:	Qaser Ben Gasher		
Branch:	M.R.Road	Name:	Qaser ben gasher to Tarho		
Section:	13	From:	60+00	To:	65+00
Surface:	AAC	Rank:	A	Area:	520000 m²
Area:	40000 m²	Length:	5000 m	Width:	8 m
Lanes:	2	Use:	ROADWAY	Last Const.:	2/8/1982

Section Comments:

Last Insp. Date: 4/4/2015 Total Samples: 3 Surveyed: 3

Conditions: PCI:34.00

Inspection Comments:

Sample Number: 2 Type: R Area: 2000 m² PCI = 42

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
01 ALLIGATOR CRACKING	H	82.00 SqM
05 CORRUGATION	L	42.00 SqM
07 EDGE CRACKING	H	61.00 M
09 LANE/SHOULDER DROP	L	42.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	65.00 M
12 POLISHED AGGREGATE	N	61.00 SqM

Comments:

Sample Number: 8 Type: R Area: 2000 m² PCI = 38

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
03 BLOCK CRACKING	H	84.00 SqM
06 DEPRESSION	M	45.00 SqM
09 LANE/SHOULDER DROP	L	61.00 M
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	71.00 M
11 PATCH/UTILITY CUT	M	75.00 SqM
13 POTHOLE	M	42.00 Count

Sample Number: 14 Type: R Area: 2000 m² SqM PCI = 22

Sample Comments:

Distress Type	Severity	Quantity
01 ALLIGATOR CRACKING	H	75.00 SqM
10 LONGITUDINAL/TRANSVERSE CRACKING	H	74.00 M
13 POTHOLE	M	65.00 Count
19 WEATHERING/RAVELING	M	81.00 SqM

✓ حالة الرصف للقطاعات

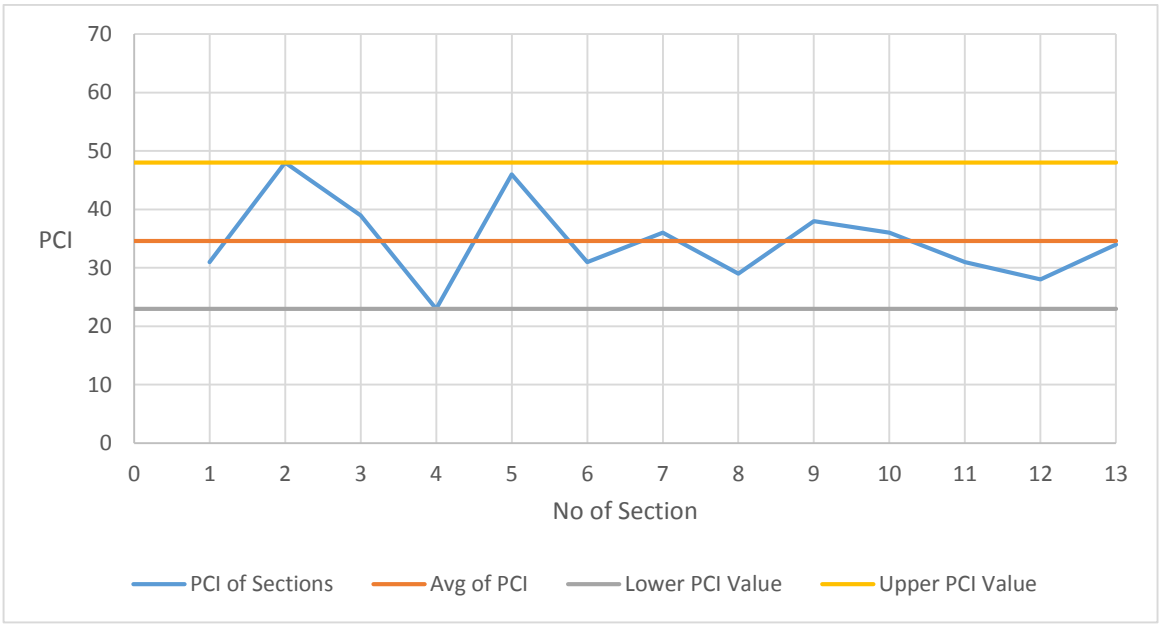
من خلال النتائج لوحظ ان حالة الرصف تتراوح من متدهور بقيمة مؤشر حالة الرصف 23 الى ضعيف (Poor) بقيمة مؤشر حالة الرصف 48. وأكثر من 75% من المساحة الاجمالية بحالة ضعيف جدا (Very Poor) ومتوسط مؤشر حالة الرصف 33.3 والجدول رقم(48) يبين حالة الرصف.

جدول (48) يبين قيم مؤشر حالة الرصف لكل القطاعات

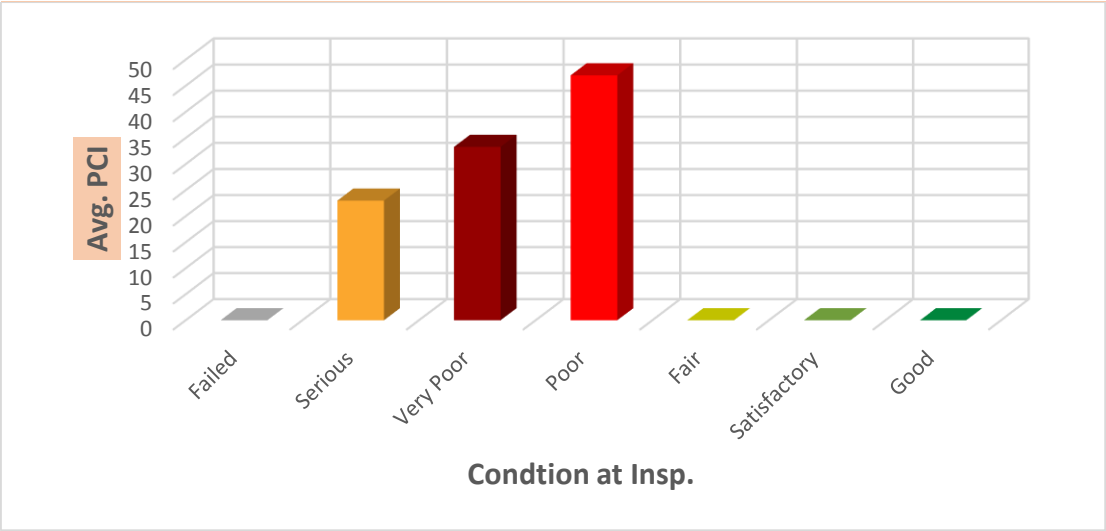
Sec. ID	Surface	Branch Area	Units	From	To	Length	Width	Units	Area	Units	Const_Date	Lanes	Age	PCI	Insp Date
1	AC	520,000	SqM	0+00	5+00	5,000	8	M	40,000	SqM	2/8/1982	2	33	31	3/31/2015
2	AC	520,000	SqM	5+00	10+00	5,000	8	M	40,000	SqM	2/8/1982	2	33	48	4/1/2015
3	AC	520,000	SqM	10+00	15+00	5,000	8	M	40,000	SqM	2/8/1982	2	33	39	3/31/2015
4	AC	520,000	SqM	15+00	20+00	5,000	8	M	40,000	SqM	2/8/1982	2	33	23	3/31/2015
5	AC	520,000	SqM	20+00	25+00	5,000	8	M	40,000	SqM	2/8/1982	2	33	46	4/3/2015
6	AC	520,000	SqM	25+00	30+00	5,000	8	M	40,000	SqM	2/8/1982	2	33	31	4/3/2015
7	AC	520,000	SqM	30+00	35+00	5,000	8	M	40,000	SqM	2/8/1982	2	33	36	4/3/2015
8	AC	520,000	SqM	35+00	40+00	5,000	8	M	40,000	SqM	2/8/1982	2	33	29	4/3/2015
9	AC	520,000	SqM	40+00	45+00	5,000	8	M	40,000	SqM	2/8/1982	2	33	38	4/3/2015
10	AC	520,000	SqM	45+00	50+00	5,000	8	M	40,000	SqM	2/8/1982	2	33	36	4/3/2015
11	AC	520,000	SqM	50+00	55+00	5,000	8	M	40,000	SqM	2/8/1982	2	33	31	4/3/2015
12	AC	520,000	SqM	55+00	60+00	5,000	8	M	40,000	SqM	2/8/1982	2	33	28	4/4/2015
13	AC	520,000	SqM	60+00	65+00	5,000	8	M	40,000	SqM	2/8/1982	2	33	34	4/4/2015

جدول رقم (49) يوضح تباين مؤشر حالة الرصف في القطاعات التي تم فحصها

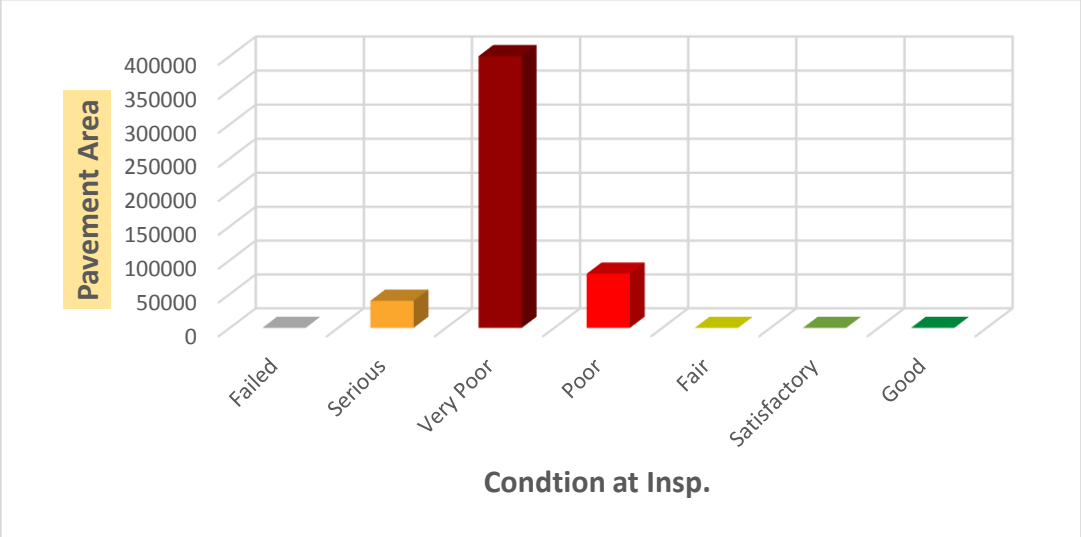
Condition Category	Avg Condition	Pavement Area	Unit	Pct Area	Sections	Pct Sections	Age at Report	Wt Age	Wt Avg Condition	Wt Avg Age at Insp
Failed	0	0			0	0				
Serious	23	40,000.00	SqM	8	1	8	33	33	23	33
Very Poor	33.3	400,000.00	SqM	77	10	77	33	33	33.3	33
Poor	47	80,000.00	SqM	15	2	15	33	33	47	33
Fair	0	0			0	0				
Satisfactory	0	0			0	0				
Good	0	0			0	0				



شكل رقم (41) يبين تغير قيمة مؤشر حالة الرصف من قطاع لأخر



شكل رقم (42) يبين القطاعات التي تشترك في نفس حالة الرصف



شكل رقم (43) يبين تقسيم المساحة الاجمالية للرصف كلا حسب حالة الرصف الحالية

3.6 الخلاصة

تم في هذا الباب تقييم حالة الرصف باستخدام برنامج (PAVER) ويمكن تلخيصها كالتالي:

- تم تقسيم الطريق الى ثلاثة عشر قطاع طول كل قطاع 5 كم تقريبا
- قسم كل قطاع الى 20 عينة طول كل عينة 250 متر وبعرض 8 متر تم تحديد ثلاثة عينات من كل قطاع باستخدام الشكل رقم (19) الموضح بالباب الخامس.
- تم استخدام برنامج (PAVER) لتحديد مؤشر حالة الرصف (PCI)
- انحصرت نتائج التقييم في ثلاثة تصنيفات وهي كالتالي: –

- ✓ كانت 7.7 % نسبة المساحة من المساحة الاجمالية للرصف التي صُنفت بحاد او جسيم (Serious) وكانت عند قطاع واحد فقط وهو القطاع الرابع وبقيمة مؤشر حالة الرصف (PCI) 23.
- ✓ نسبة 15.3 % من المساحة الاجمالية كانت قد صُنفت بضعيف (Poor) وكانت عند قطاعين وهما الثاني بقيمة مؤشر حالة الرصف 48 والقطاع الخامس بقيمة 46.
- ✓ ما تبقى من المساحة الاجمالية للرصف فكان تصنيفه بضعيف جداً (Very Poor).

الجدول التالي يبين قيم مؤشر حالة الرصف للكل قطاع

جدول يبين قيم مؤشر حالة الرصف لكل القطاعات

Sec. ID	Surface	Branch Area	Units	From	To	Length	Width	Units	Area	Units	Const_Date	Lanes	Age	PCI	Insp Date
1	AC	520,000	SqM	0+00	5+00	5,000	8	M	40,000	SqM	2/8/1982	2	33	31	3/31/2015
2	AC	520,000	SqM	5+00	10+00	5,000	8	M	40,000	SqM	2/8/1982	2	33	48	4/1/2015
3	AC	520,000	SqM	10+00	15+00	5,000	8	M	40,000	SqM	2/8/1982	2	33	39	3/31/2015
4	AC	520,000	SqM	15+00	20+00	5,000	8	M	40,000	SqM	2/8/1982	2	33	23	3/31/2015
5	AC	520,000	SqM	20+00	25+00	5,000	8	M	40,000	SqM	2/8/1982	2	33	46	4/3/2015
6	AC	520,000	SqM	25+00	30+00	5,000	8	M	40,000	SqM	2/8/1982	2	33	31	4/3/2015
7	AC	520,000	SqM	30+00	35+00	5,000	8	M	40,000	SqM	2/8/1982	2	33	36	4/3/2015
8	AC	520,000	SqM	35+00	40+00	5,000	8	M	40,000	SqM	2/8/1982	2	33	29	4/3/2015
9	AC	520,000	SqM	40+00	45+00	5,000	8	M	40,000	SqM	2/8/1982	2	33	38	4/3/2015
10	AC	520,000	SqM	45+00	50+00	5,000	8	M	40,000	SqM	2/8/1982	2	33	36	4/3/2015
11	AC	520,000	SqM	50+00	55+00	5,000	8	M	40,000	SqM	2/8/1982	2	33	31	4/3/2015
12	AC	520,000	SqM	55+00	60+00	5,000	8	M	40,000	SqM	2/8/1982	2	33	28	4/4/2015
13	AC	520,000	SqM	60+00	65+00	5,000	8	M	40,000	SqM	2/8/1982	2	33	34	4/4/2015

الباب السابع

استخدام برنامج SPDM 3.0 لإعادة تأهيل الرصف

1.7 مقدمة

يتكـــون البرنامـــج مـــن وحـــدات رئيسيـــة وهـــي تصميـــم سمـــك طبقـــات الرصـــف (Structural Thickness Design)وتقدير التشوه الدائم لطبقات الرصف (Rutting Calculation) وتصميم الطبقة الإضافية(Overlay Design) بدأت تطوير الطريقة سنة 1963 بإصدار مجموعة من الرسومات البيانية للتصميم يعتمد جزء منها المنهج التحليلي وجزء عن النهج التجريبي وفي عام 1978 تم التطوير بشكل أوسع ونشرت شركة شل (SHELL) دليل لتصميم الرصف (Shell Pavement Design Manual) وفي سنة 1992 تم إطلاق اول إصدار لبرنامج (SPDM) حسب دليل التصميم لسنة 1978 ولكن يسمح البرنامج باستخدام مجموعة واسعة من درجات الحرارة مع إمكانية ادخال خصائص المواد الداخلة في الانشاء (10)

2.7 معاملات التصميم Design Modulus

- تصميم سمك الطبقات Thickness Design

التصميم الانشائي لسمك طبقات الرصف يعتمد على نظرية ثلاث طبقات (Three Layer System) وهي طبقة الاسفلت (Asphalt Layer)وطبقة الأساس والأساس المساعد (Sub–base Layer) والمتكون من مواد حبيبية غير معالجة بمادة رابطة وطبقة الأساس الترابي Subgrade).

- حساب التخدد Rutting Calculation

تقدير التخدد اساساً يحسب على طبقات الاسفلت والتشوه الدائم الحاصل في تربة الأساس ضئيل ويمكن اهماله.

- تصميم الطبقة الإضافية Overlay Design

تصميم الطبقة الإضافية يتم بعدة حالات وهي طبقة إضافية متماسك وطبقة إضافية فوق الاسفلت القائم متفكك ويعامل مثل طبقة الأساس وهذا يشبه حالة تصميم جديد مع اختلاف بسيط في ترتيب عرض النوافذ وبعضها تتطلب بيانات أكثر تفصيلا، ويتكون هذا الاجراء من جزئيين حسب حالة الرصف القائم.

3.7 اعداد بيانات التصميم Prepare Design Data

- درجات الحرارة

تم اعداد المتوسط الشهري لدرجات الحرارة لفترة 11 سنة من سنة 2000 الى سنة 2010 والتي تم الحصول عليها من المركز الوطني للأرصاد الجوية لمحطة مطار طرابلس وهي كما موضحة في الجدولين رقم (50) و (51) (11)

جدول رقم (50) متوسط درجات الحرارة لكل شهر من سنة 2000 الى 2010 في كل سنة

العنصر : متوسط درجة الحرارة العظمى												
اسم المحطة : مطار طرابلس												
الفترة : (2000-2010)												
YEAR	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUN.	JUL.	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.
2000	16.3	17.4	24.1	28.6	31.7	32.2	35.7	35.5	34.1	28.7	26.4	21.7
2001	20.1	20.1	26.9	24.9	31.3	33.5	37.6	34.5	35.8	31.6	24.5	18.0
2002	16.7	20.5	24.0	27.5	32.1	34.4	37.7	38.0	34.2	29.5	24.2	19.4
2003	19.0	16.9	20.0	27.1	30.7	34.5	38.4	37.1	34.4	34.2	26.1	18.8
2004	17.6	21.3	23.7	26.6	29.2	35.1	35.2	37.7	31.7	33.6	23.5	20.9
2005	16.2	18.4	23.6	26.9	31.7	33.1	37.6	36.8	33.9	30.4	24.5	17.2
2006	15.6	17.8	23.3	28.1	31.9	35.3	35.3	38.0	33.1	30.4	23.5	19.8
2007	19.8	19.7	22.1	26.8	29.9	37.2	33.8	36.9	34.4	29.6	23.6	17.7
2008	16.3	17.5	24.5	28.6	33.4	33.4	37.9	36.0	35.2	30.5	24.4	18.3
2009	18.9	18.7	22.8	26.1	29.9	34.5	36.2	37.4	34.1	28.0	24.1	22.9
2010	19.8	23.9	25.7	27.3	31.8	35.1	35.4	35.6	32.8	29.4	25.6	21.3
Av.high	17.8	19.3	23.7	27.1	31.2	34.4	36.4	36.7	34.0	30.5	24.6	19.6
العنصر : متوسط درجة الحرارة الصغرى												
اسم المحطة : مطار طرابلس												
YEAR	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUN.	JUL.	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.
2000	3.9	4.0	7.7	10.8	17.7	18.9	20.4	20.5	19.8	17.2	12.1	9.5
2001	7.3	7.4	11.8	11.7	17.9	18.7	22.6	21.4	22.3	18.5	13.9	8.2
2002	4.4	6.8	10.7	13.0	16.6	18.9	23.5	23.3	21.2	16.3	13.1	7.5
2003	7.1	6.4	7.8	12.4	16.7	20.1	23.2	22.0	21.4	19.8	13.9	9.1
2004	6.8	7.9	10.4	13.5	15.6	19.4	19.9	23.2	19.0	17.4	12.4	10.0
2005	7.0	5.9	10.3	12.3	15.6	19.3	22.5	23.2	21.9	18.1	12.6	8.3
2006	6.8	7.3	9.4	13.2	17.4	19.9	21.1	23.1	20.1	18.1	11.8	8.8
2007	8.4	9.5	9.2	14.3	15.7	21.7	20.5	22.7	21.3	17.6	11.9	8.1
2008	7.2	5.6	8.6	12.6	18.0	19.2	22.8	21.8	21.4	18.5	12.0	7.6
2009	8.7	6.5	9.2	12.2	16.1	19.9	22.0	23.0	22.1	16.9	11.1	9.8
2010	8.4	10.1	11.8	14.5	17.1	21.1	22.1	22.6	21.1	17.4	13.2	9.7
Av.Low	6.9	7.0	9.7	12.8	16.8	19.7	21.9	22.4	21.1	17.8	12.5	8.8

جدول رقم (51) متوسط درجات الحرارة

JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUN.	JUL.	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.
12.4	13.2	16.7	20.0	24.0	27.1	29.2	29.6	27.5	24.2	18.6	14.2

- حركة المرور لفترة التصميم

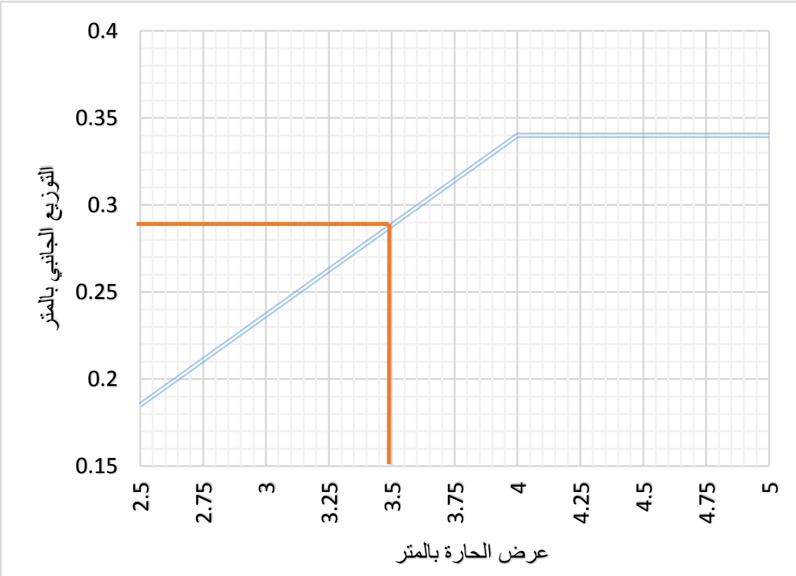
تعتمد بيانات حركة المرور على دراسة حديثة تم الحصول عليها من مصلحة الطرق والجسور.

وكان حمل المحور المفرد المكافئ (ESAL) يساوي 2.92×10^6 (3)

✓ معامل التوزيع الجانبي في الحارة التصميمية Lateral Distribution Factor

ان المركبات لا تسير جميعها في نفس الخط المستقيم حيث يوجد إزاحة جانبية تتغير من مركبة لأخرى. والخطوات التالية تم اتباعها لتقدير قيمة المعامل. وبمعلومية عرض الحارة

وهو 3.5 متر وباستخدام شكل رقم (44) لإيجاد التوزيع الجانبي (12)



شكل رقم (44) العلاقة بين عرض الحارة والتوزيع الجانبي.

ومن الشكل رقم (45) وبمعلومية التوزيع الجانبي المتحصل عليه من الشكل رقم (44) وهو 0.29 ونصف قطر الصلابة النسبية والتي يتم حسابها من المعادلة رقم 5 (12)صسئ

$$L_k = [\frac{E_1 h_1^3 (1-v_s^2)}{6E_s(1-v_1^2)}]^{0.33} \text{...} 5$$

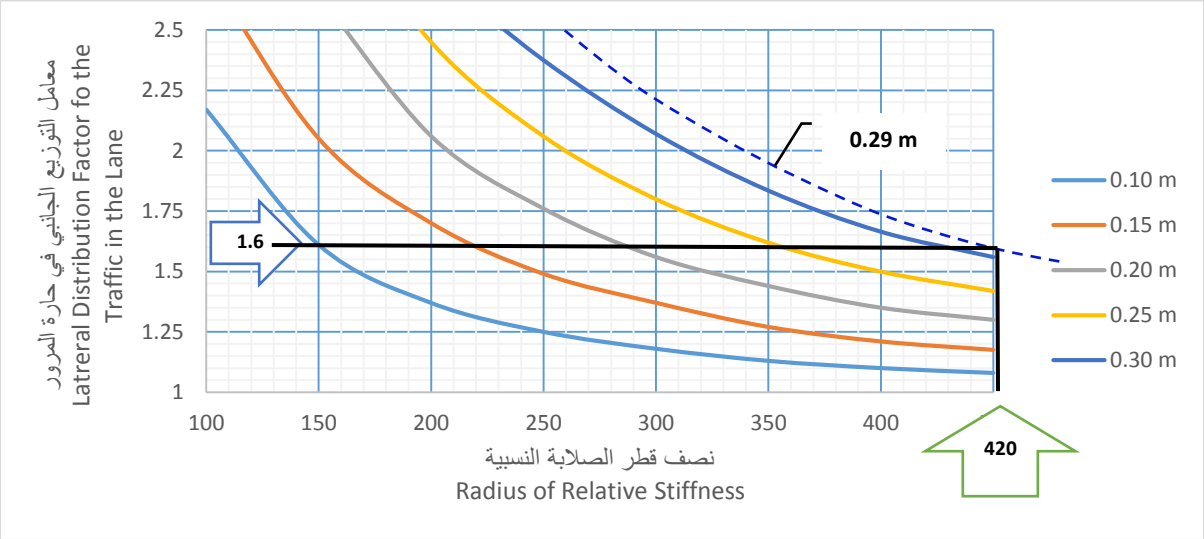
حيث

L_k=نصف قطر الصلابة النسبيـــة E_1 = معامل المرونة لطبقة الأسفلــــــــت

v_1 = معامل بواسون لطبقة الاسفلت V_s = معامل بواسون لطبقة الأساس الترابي

h_1= سمك طبقة الأساس الحبيبـــي E_s = معامل المرونة لطبقة الأساس الترابي

نصف قطر الصلابة النسبية(L_k) = 420 mm

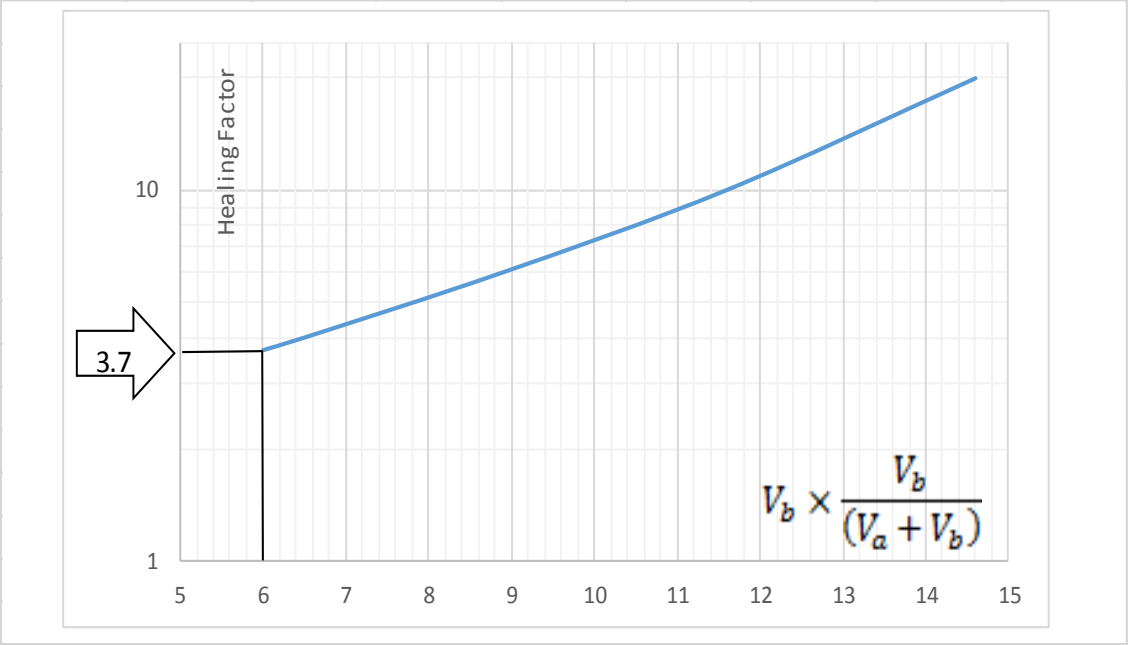


شكل رقم (45) العلاقة بين نصف قطر الصلابة النسبية ومعامل التوزيع الجانبي

ومن الشكل السابق نلاحظ ان قيمة معامل التوزيع الجانبي 1.6 التي سيتم استخدامها في التصميم

✓ معامل الرجوع Healing factor

يحدث انضغاط لطبقات الرصف تحت تأثير احمال المرور ويرجع الرصف الى وضعه الأصلي بعد زوال الاحمال الا مقدار بسيط جدا يسمى بالتشكل الدائم او التشوه الدائم وطريقة (Shell Pavement Design Method SPDM) لتصميم الرصف اخذت بعين الاعتبار هذا المعامل ويمكن حسابه بمعلومية بعض خصائص الخلطة الاسفلتية المستخدمة في الانشاء وهو حجم البيتومين وحجم الفراغات الهوائية والشكل رقم (46) يتم تقدير قيمة معامل الرجوع.



شكل رقم (46) علاقة حجم البيتومين وحجم الفراغات الهوائية بمعامل الرجوع (Healing Factor)[14]

- خصائص طبقة الأساس والأساس الترابي

✓ بمعلومية نسبة تحميل كاليفورنيا (CBR) لتربة الأساس من الاختبارات الجيوتقنية في الباب الثالث وكانت 12.5 % وسنستخدم 12 % في التصميم.

وباستخدام المعادلة رقم (5) يمكن تقدير معامل المرونة[14]

E (Mpa) = 10 X CBR ..... (5)

حيث

E = معامل المرونة لتربة للأساس الترابي

CBR = نسبة تحميل كاليفورنيا للأساس الترابي

E =10X12= 120 Mpa

✓ سمك طبقة الأساسوالأساس المساعد

تم تقدير سمك طبقة الأساس الحبيبي والأساس المساعد من نتائج اختبار غرز المخروط الديناميكي وهي كما موضحة في الجدول رقم (52).

جدول رقم (52) تقدير سمك طبقة الأساس الحبيبي

المحطة	رقم العينة	السمك مم	المحطة	رقم العينة	السمك مم
0+100	C1	750	59+900	C15	365
4+100	C2	380	63+300	C16	450
8+00	C3	555	61+300	C17	190
12+00	C4	135	58+300	C18	315
15+300	C5	135	56+200	C19	628
19+100	C6	350	51+400	C20	350
23+00	C7	620	46+600	C21	545
26+900	C8	575	41+400	C22	150
34+800	C9	265	31+00	C24	500
38+600	C10	320	25+600	C25	350
42+400	C11	660	14+300	C28	567
46+300	C12	345	3+500	C30	675
55+700	C14	220			
المتوسط مم			416		

- خصائص الخلطة الاسفلتية

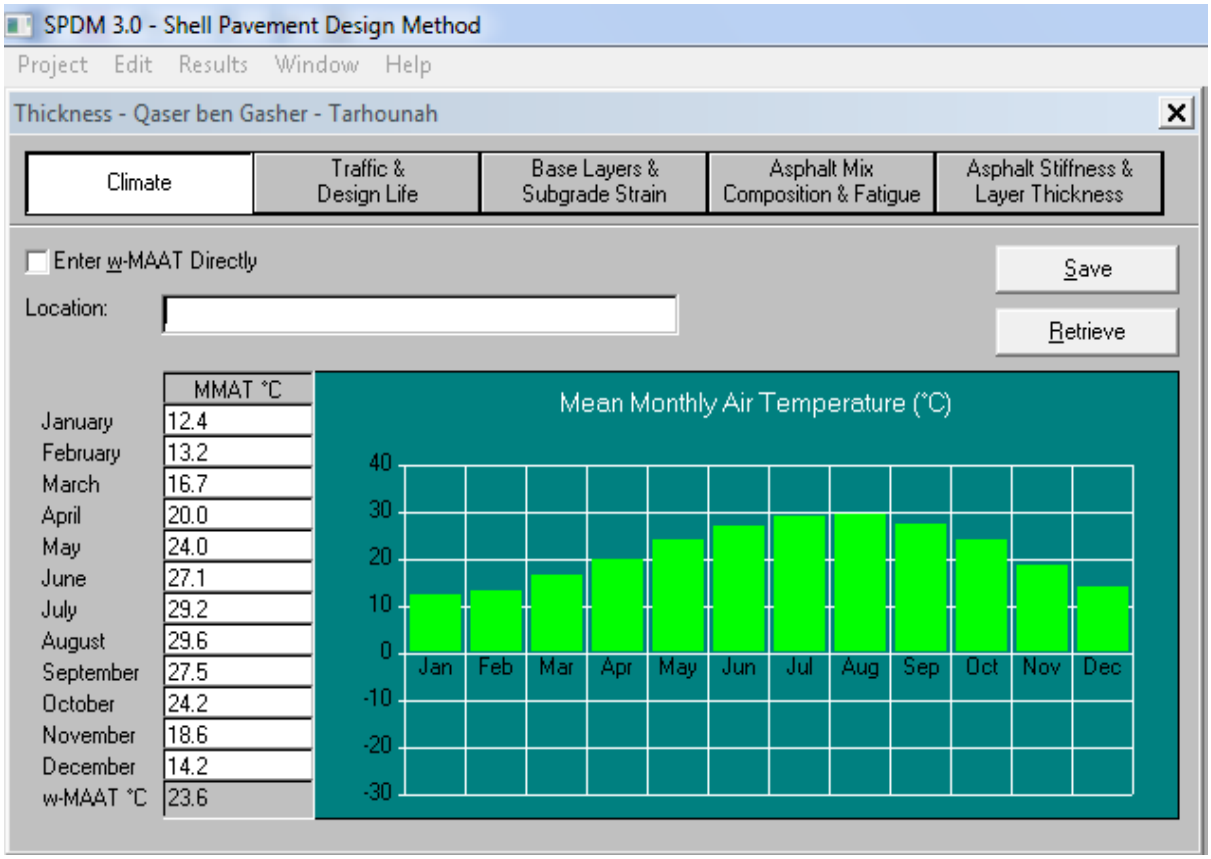
اخذت الخصائص من خلطة اسفلتية تم تصميمها بطريقة الخلطة العالية الأداء (Super pave)والاسفلت المستخدم 70/60 وكانت نسبة حجم الفراغات الهوائية 4.88 % ونسبة حجم البيتومين في الخلطة 9.12 % وسيتم استخدام معادلة الكلال القياسية(Standard Fatigue Equation) . كما سيتم استخدام خصائص الاسفلت القياسية وهي متوسط نقطة التلين 52 ومتوسط درجة الغرز 65 مم (13)

4.7 استخدام البرنامج

✓ ادخال درجات الحرارة

يتم ادخال متوسط درجات الحرارة لكل شهر ويقوم البرنامج بحساب المتوسط السنوي لدرجة حرارة الهواء Weighted Mean Annual Air Temperature (w-MAAT)

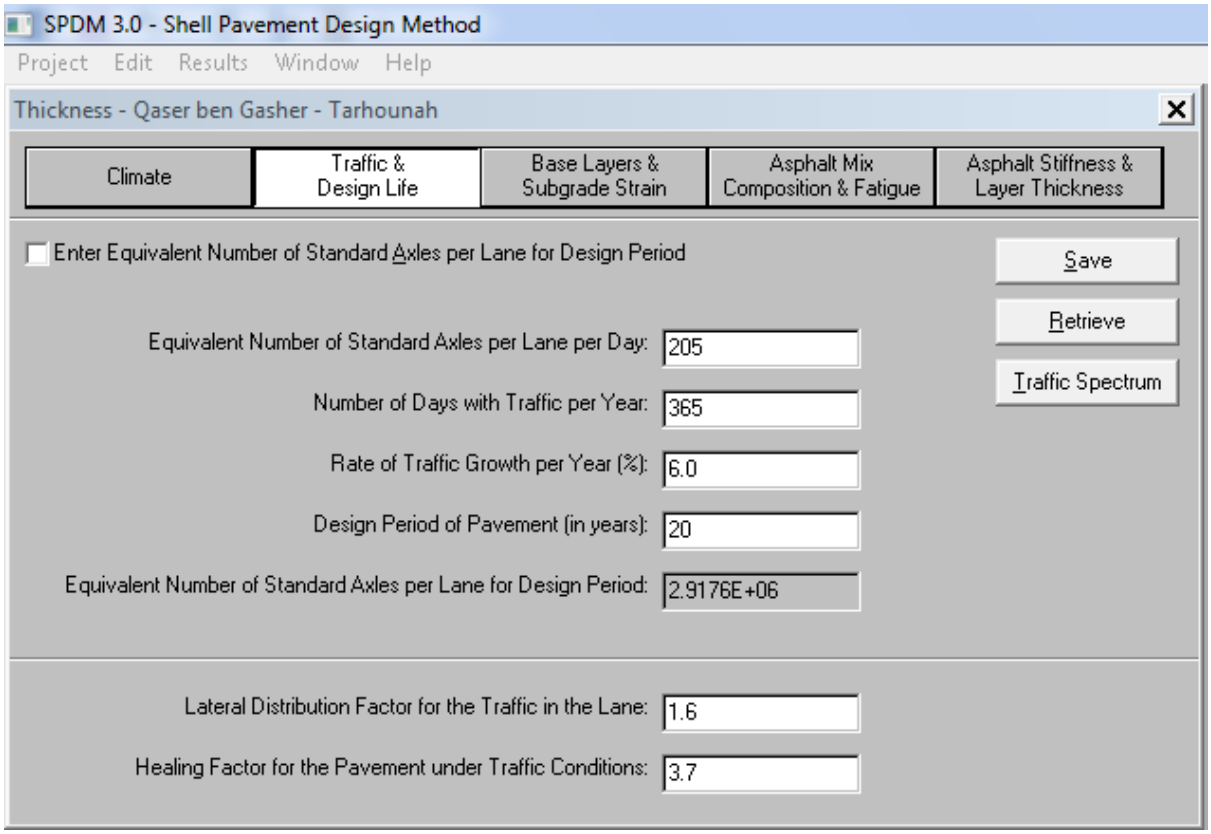
وتكون نافذة الادخال في البرنامج كما موضحة في الشكل (51)



شكل رقم (47) طريقة ادخال درجات الحرارة

✓ ادخال حركة المرور وفترة التصميم

اعتمدت بيانات حركة المرور على دراسة حديثة تمت على الطريق موضوع البحث من قبل مصلحة الطرق والجسور، حيث كان متوسط المرور اليومي في الحارة التصميمية 205 محور مكافئي في اليوم، وبإدخال باقي البيانات اللازمة حسب نافذة البرنامج يتم حساب حمل المحور المفرد المكافئ Equivalent Single Axle Load (ESAL) والشكل رقم (52) يوضح طريقة حساب حمل المحور المفرد المكافئ.



شكل رقم (48) حساب حمل المحور المفرد المكافئ (ESAL)

كما نلاحظ في الشكل انه تم حساب حمل المحور القياسي المكافئ لمدة التصميم وكانت $2.9x10^6$ حيث تم اعتبار نسبة النمو 6 % وفترة التصميم 20 سنة. ومعامل التوزيع الجانبي 1.6، ومعامل رجوع الرصف لوضعه بعد مرور الاحمال 3.7.

- ✓ خصائص طبقة الأساس

يتم ادخال خصائص الأساس الحبيبي والأساس الترابي حيث تم اختيار مستوى الثقة 85% سمك طبقة الأساس الحبيبي 416مم ونسبة الانفعال الجانبي الى الانفعال الطولي لطبقتي الأساس والأساس الترابي (Poisson's Ratio 0.35)ومعامل المرونة للأساس الترابي (120 Mpa) (Subgrade (E_3) ويقوم البرنامج بحساب معامل المرونة للأساس الحبيبي (E_2) حسب المعادلة التالية[5].

$$E2 = K \times E_3 \quad \ldots\ldots (6)$$

$$K = 0.2 \times h_2^{0.45} \; (2 \leq K \leq 4) \quad \ldots\ldots (7)$$

حيث

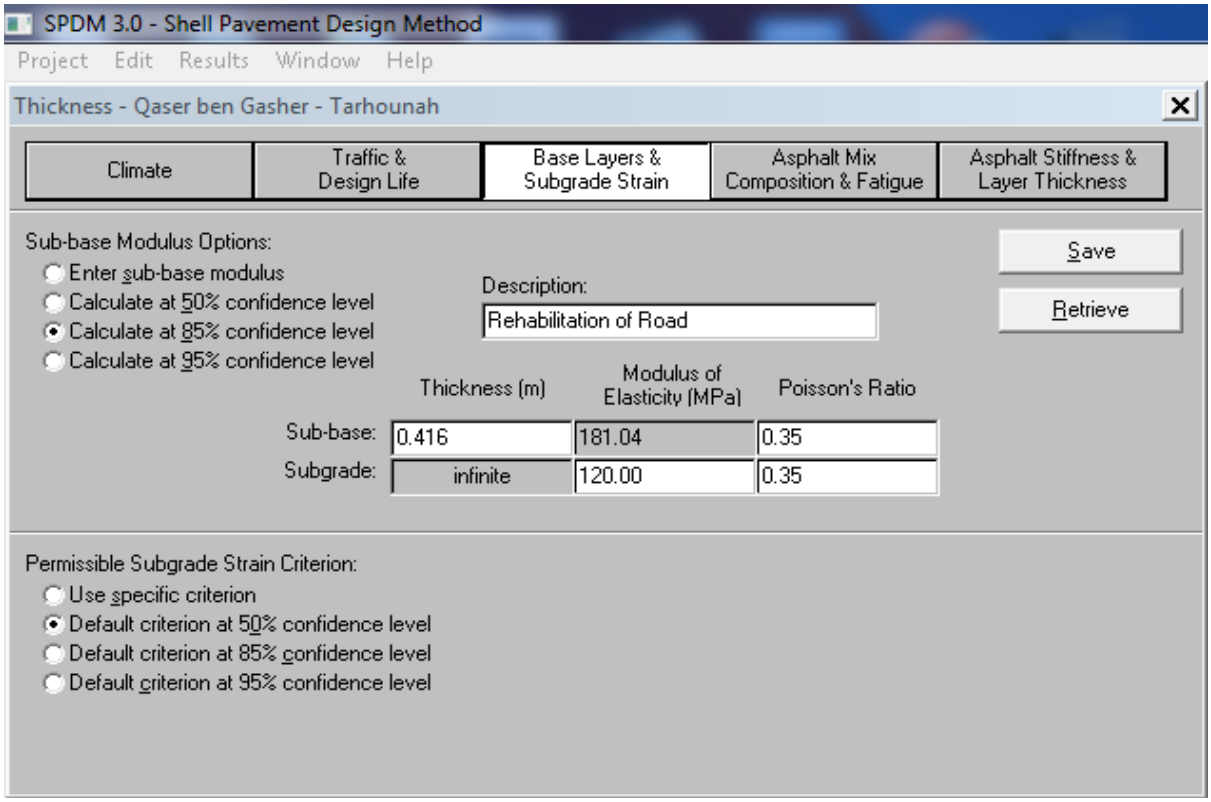
E_2 = معامل المرونة للأساس الحبيبي.

E_3 = معامل المرونة للأساس الترابي.

K = رد فعل التربة Subgrade Reaction.

H_2= سمك طبقة الأساس الحبيبي.

تم اختيار مستوى الثقة 85%.



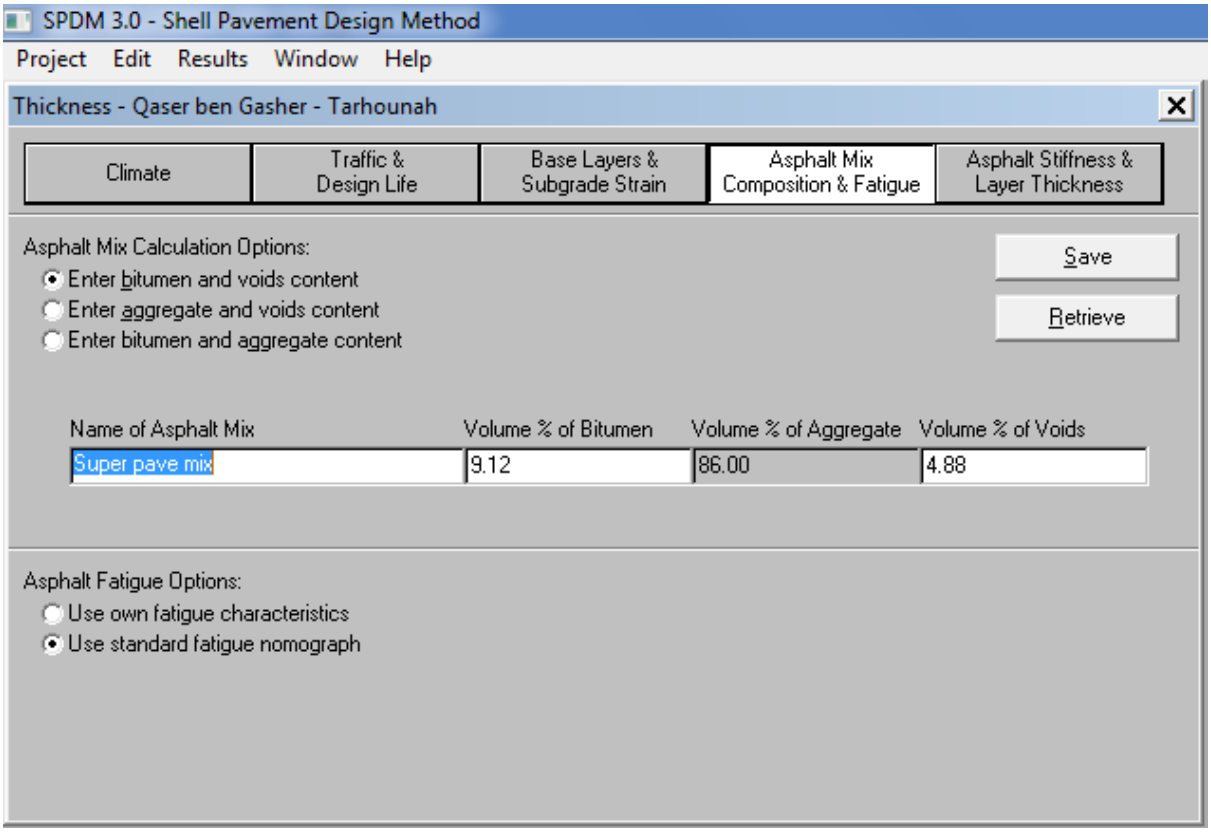
شكل رقم (49) ادخال خصائص طبقة الأساس

- ✓ نسب مكونات الخلطة

تم اخذ نسب مكونات الخلطة الاسفلتية من خلطة مصممة بطريقة الخلطات العالية الأداء Superpave (13). وهي كالتالي:-

نسبة حجم الهواء 4.88 %

نسبة حجم البيتومين 9.12 % وتكون نسبة الركام بمختلف تدرجاته بالإضافة للمواد الناعمـــة 86 %.



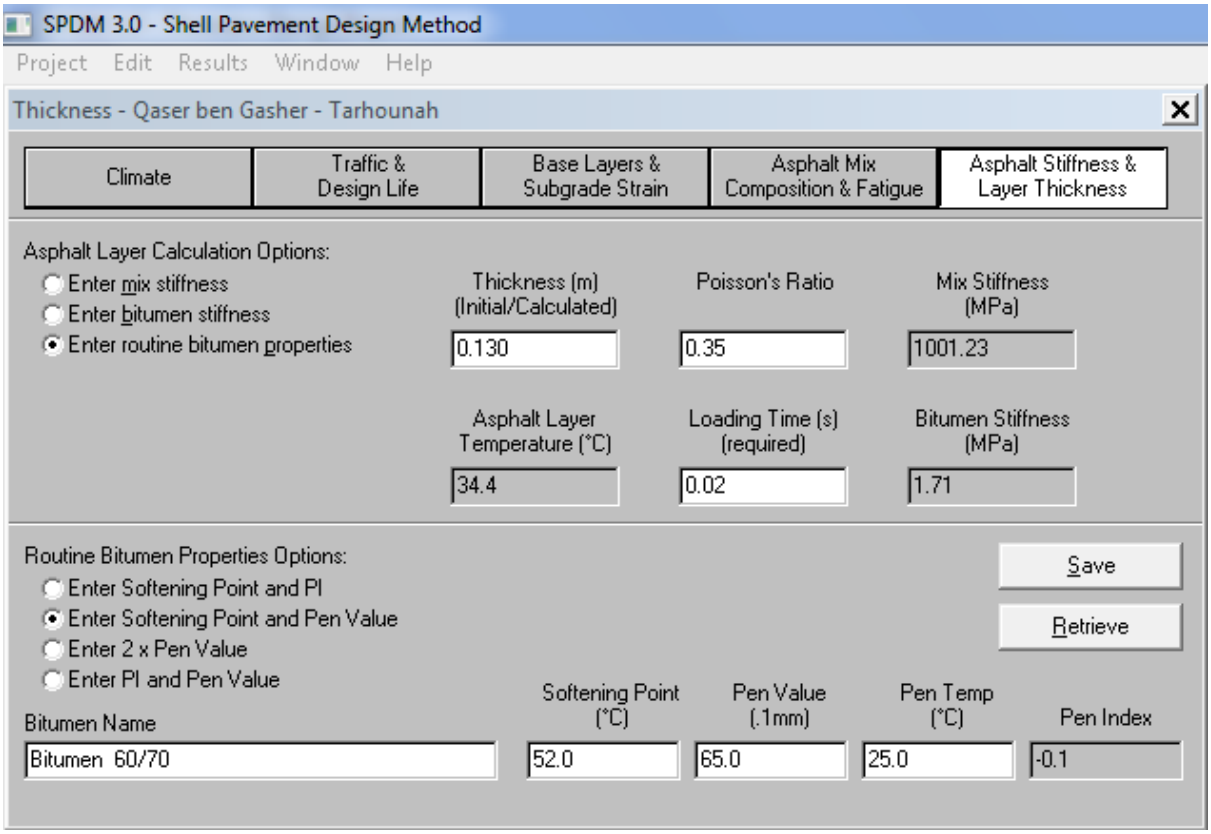
شكل رقم (50) نسب مكونات الخلطة

- ✓ معامل المرونة وسمك الطبقات الاسفلتية

كانت البيانات التي تم إدخالها كالتالي:

تقدير سمك طبقة الاسفلت مبدئيا ويقوم البرنامج بتصحيح سمك الطبقة بعد اجراء عملية الحساب. ويتم ادخال زمن التحميل وهو مقلوب السرعة التصميمية حيث كانت 50 كم/الساعةوبذلك يكون زمن التحميل $(\frac{1}{50} = 0.02)$ وخصائص البيتومين المستخدم في ليبيا وهي متوسط نقطة التلين 52 ومتوسط مقدار الغرز عند درجة حرارة 25 درجة مئوية وهو 65 مم ثم يقوم البرنامج بحساب معامل المرونة للبيتومين والخلطة الاسفلتية ودرجة حرارة الاسفلت.

ثم نقوم باستخراج التقرير النهائي للنتائج كما موضح في الصفحات التالية.



شكل رقم (51) خصائص الخلطة الاسفلتية وسمك الطبقة

تقرير سمك طبقات الرصف SPDM 3.0

طريق قصر بن غشير ترهونة

طبقات الرصف صممت بسمك 0.130 م

(حددت بواسطة خصائص انفعال الاسفلت)

حركة المرور و مدة التصميم

80 كن محور قياسي في اليوم عند الحارة التصميمية 205

معدل النمو السنوي لحركة المرور (%) 6.0

عدد أيام السنة التصميمية 365

مدة التصميم (سنة) 20

حمل المحور المفرد المكافئ لمدة التصميم ..... $2.92 * 10^6$

معامل التوزيع الجانبي 1.6

معامل رجوع الرصف 3.7

خصائص الخلطة الاسفلتية و الكلل

طريقة تصميم الخلطة	حجم البيتومين %	نسبة الركام %	نسبة الفراغات الهوائية %
سوبر بيف	9.12	86.00	4.88

معادلة الكلل القياسية

خصائص البيتومين

نوع البيتومين	نقطة التلين(م°)	الغرز (مم)	درجة حرارة الغرز (م°)	مؤشر الغرز
بيتومين 70/60	52.0	65.0	25	0.1-

المناخ

الموقع طريق قصر بن غشير ترهونة

المتوسط السنوي لدرجة حرارة الهواء (م°) 23.6

يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
12.4	13.2	16.7	20	24	27.1	29.2	29.6	27.5	24.2	18.6	14.2

خصائص الأساس الحبيبي

الوصف إعادة تاهيل طريق

(معامل المرونة لاساس تم حسابه بمعدل ثقة 85 %)

الطبقة	السمك (م)	معامل المرونة (Mpa)	معدل بواسون
الأساس الحبيبي	0.416	181.04	0.35
الأساس الترابي	غير محدد	120	0.35

خصائص الأساس الترابي تم حسابها بعدل ثقة 50 %

صلابة الاسفلت و سمك الطبقة

الطبقة	السمك (م)	صلابة الخلطة الاسفلتية (Mpa)	معدل بواسون
طبقة اسفلتية	0.130	1001.2	0.35

درجة حرارة طبقة الاسفلت (م°) 34.4

صلابة البيتومين (Mpa) 1.7

زمن التحميل بالثواني 0.02

SPDM 3.0 - Thickness Design Report

Qaser ben Gasher - Tarhounah

Asphalt Thickness designed at 0.130 m
(Determined by the Asphalt Strain Criterion)

Climate

Location:
w-MAAT (°C): 23.6

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
12.4	13.2	16.7	20.0	24.0	27.1	29.2	29.6	27.5	24.2	18.6	14.2

Base Layers & Subgrade Strain

Description: Rehabilitation of Road

(Sub-base modulus calculated at 85% confidence level)

Layer	Thickness (m)	Modulus of Elasticity (MPa)	Poisson's Ratio
Sub-base	0.416	181.04	0.35
Subgrade	infinite	120.00	0.35

Subgrade criterion at 50% confidence level

Asphalt Stiffness & Layer Thickness

Layer	Thickness (m)	Mix Stiffness (MPa)	Poisson's Ratio
Asphalt Layer	**0.130**	1001.2	0.35

Asphalt Layer Temperature (°C):	34.4
Bitumen Stiffness (MPa):	1.7
Loading Time in Seconds (Required):	0.02

Traffic & Design Life

80kN Standard Axles per Day per Lane:	205
Rate of Traffic Growth per Year (%):	6.0
Number of Days with Traffic per Year:	365
Design Period (Years):	20
Design Life:	2.92E+06
Lateral Distribution Factor:	1.6
Healing Factor:	3.7

Asphalt Mix Composition & Fatigue

Name of Asphalt Mix	% Bitumen	% Aggregate	% Voids
Super pave mix	9.12	86.00	4.88

Standard Fatigue Nomograph

Bitumen Properties

Bitumen Name	Softening Point (°C)	Pen (.1mm)	Pen Temp (°C)	Pen Index
Bitumen 60/70	52.0	65.0	25.0	-0.1

BISAR 3.0 - Block Report

Qaser Ben Gasher Tarouna

System 1: Qaser ben gasher Tarhouna Road

Structure

Layer Number	Thickness (m)	Modulus of Elasticity (MPa)	Poisson's Ratio
1	0.060	1.000E+03	0.35
2	0.070	1.000E+03	0.35
3	0.416	1.810E+02	0.35
4		1.200E+02	0.35

Loads

Load Number	Vertical Load (kN)	Vertical Stress (MPa)	Horizontal (Shear) Load (kN)	Horizontal (Shear) Stress (MPa)	Radius (m)	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Shear Angle (Degrees)
1	2.000E+01	5.774E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.050E-01	0.000E+00	-1.575E-01	0.000E+00
2	2.000E+01	5.774E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.050E-01	0.000E+00	1.575E-01	0.000E+00

Position Number	Layer Number	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Depth (m)	Stresses XX (MPa)	Stresses YY (MPa)	Stresses ZZ (MPa)	Strains XX µstrain	Strains YY µstrain	Strains ZZ µstrain	Displacements UX (µm)	Displacements UY (µm)	Displacements UZ (µm)
1	1	0.000E+00	0.000E+00	6.000E-02	-8.084E-02	-1.955E-01	-7.767E-02	1.475E+01	-1.400E+02	1.903E+01	0.000E+00	0.000E+00	4.178E+02
2	2	0.000E+00	0.000E+00	6.000E-02	-8.084E-02	-1.955E-01	-7.767E-02	1.476E+01	-1.400E+02	1.903E+01	0.000E+00	0.000E+00	4.178E+02
3	1	0.000E+00	-1.575E-01	6.000E-02	-1.666E-01	-1.654E-01	-4.434E-01	4.648E+01	4.813E+01	-3.272E+02	0.000E+00	3.691E+00	4.315E+02
4	2	0.000E+00	-1.575E-01	6.000E-02	-1.666E-01	-1.654E-01	-4.434E-01	4.648E+01	4.813E+01	-3.272E+02	0.000E+00	3.690E+00	4.315E+02
5	2	0.000E+00	0.000E+00	1.300E-01	2.976E-01	4.455E-03	-1.382E-01	3.444E+02	-5.132E+01	-2.439E+02	0.000E+00	0.000E+00	4.090E+02
6	3	0.000E+00	0.000E+00	1.300E-01	-7.096E-03	-6.015E-02	-1.382E-01	3.444E+02	-5.132E+01	-6.336E+02	0.000E+00	0.000E+00	4.090E+02
7	2	0.000E+00	-1.575E-01	1.300E-01	4.196E-01	3.285E-01	-1.889E-01	3.707E+02	2.477E+02	-4.507E+02	0.000E+00	-1.598E+01	4.060E+02
8	3	0.000E+00	-1.575E-01	1.300E-01	-7.360E-03	-2.385E-02	-1.889E-01	3.707E+02	2.477E+02	-9.833E+02	0.000E+00	-1.598E+01	4.060E+02
9	3	0.000E+00	0.000E+00	5.460E-01	1.400E-02	1.098E-02	-3.718E-02	1.280E+02	1.055E+02	-2.537E+02	0.000E+00	0.000E+00	2.303E+02
10	4	0.000E+00	0.000E+00	5.460E-01	2.535E-03	5.332E-04	-3.718E-02	1.280E+02	1.055E+02	-3.188E+02	0.000E+00	0.000E+00	2.303E+02
11	3	0.000E+00	-1.575E-01	5.460E-01	1.289E-02	8.810E-03	-3.412E-02	1.202E+02	8.972E+01	-2.304E+02	0.000E+00	-1.578E+01	2.218E+02
12	4	0.000E+00	-1.575E-01	5.460E-01	2.355E-03	-3.504E-04	-3.412E-02	1.202E+02	8.972E+01	-2.901E+02	0.000E+00	-1.578E+01	2.218E+02
13	3	0.000E+00	0.000E+00	5.460E-01	1.400E-02	1.098E-02	-3.718E-02	1.280E+02	1.055E+02	-2.537E+02	0.000E+00	0.000E+00	2.303E+02
14	4	0.000E+00	0.000E+00	5.460E-01	2.535E-03	5.332E-04	-3.718E-02	1.280E+02	1.055E+02	-3.188E+02	0.000E+00	0.000E+00	2.303E+02
15	3	0.000E+00	-1.575E-01	5.460E-01	1.289E-02	8.810E-03	-3.412E-02	1.202E+02	8.972E+01	-2.304E+02	0.000E+00	-1.578E+01	2.218E+02
16	4	0.000E+00	-1.575E-01	5.460E-01	2.355E-03	-3.504E-04	-3.412E-02	1.202E+02	8.972E+01	-2.901E+02	0.000E+00	-1.578E+01	2.218E+02

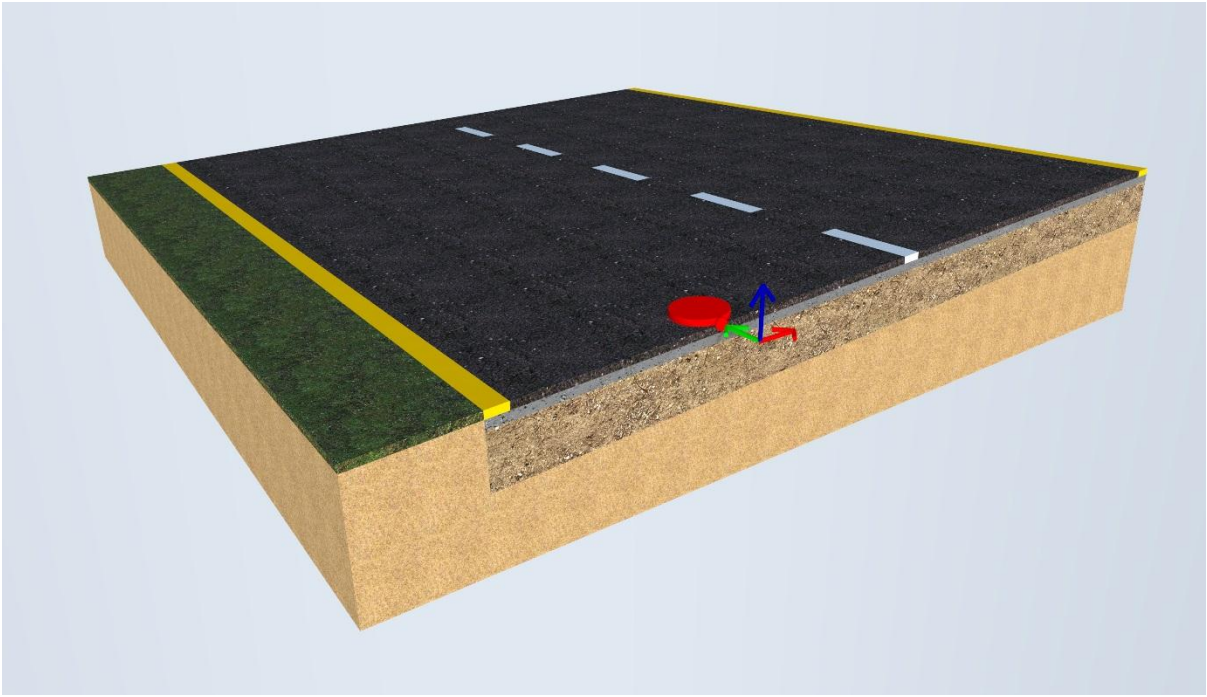
5.7 تقرير التصميم النهائي

يبين الجدول رقم (53) التقدير التصميمي النهائي لتحديد سمك طبقات الرصف مع توضيح بعض النقاط الحرجة التي يجب اخذها بعين الاعتبار.

جدول رقم (53) يوضح سمك طبقات الرصف

نوع الطبقة	المعايير
الطبقة الاسفلتية السطحية	• 60 مم سمك الطبقة السطحية الاسفلتية • نسبة البري لوس انجلوس حد اعلى 25 % • قيمة الصدم للركام حد اعلى 25 % • المكافئ الرملي أكبر من 35 • نسبة الامتصاص للركام اقل من 2%
الطبقة الاسفلتية الرابطة	• 70 مم سمك الطبقة السطحية الاسفلتية • نسبة البري لوس انجلوس حد اعلى 30 % • قيمة الصدم للركام حد اعلى 30 % • المكافئ الرملي أكبر من 35 • نسبة الامتصاص للركام اقل من 1.5%
طبقة الأساس الحبيبي القائم	يحرث الأساس الحبيبي القائم بسمك لا يقل عن 10 سم بعد تنظيفه من مخلفات الطبقة الاسفلتية ويتم تعويض الفاقد بمواد متدرجه بنفس التدرج الأساس القائم وذات خصائص لا تقل عنها جودة وتدمك.

القطاعات التالية توضح مواقع النقاط التي تم تحليل الاجهادات عندها مع جدول تحت قطاع يوضح احداثيات النقطة وقيم الاجهادات والانفعالات والازاحة.



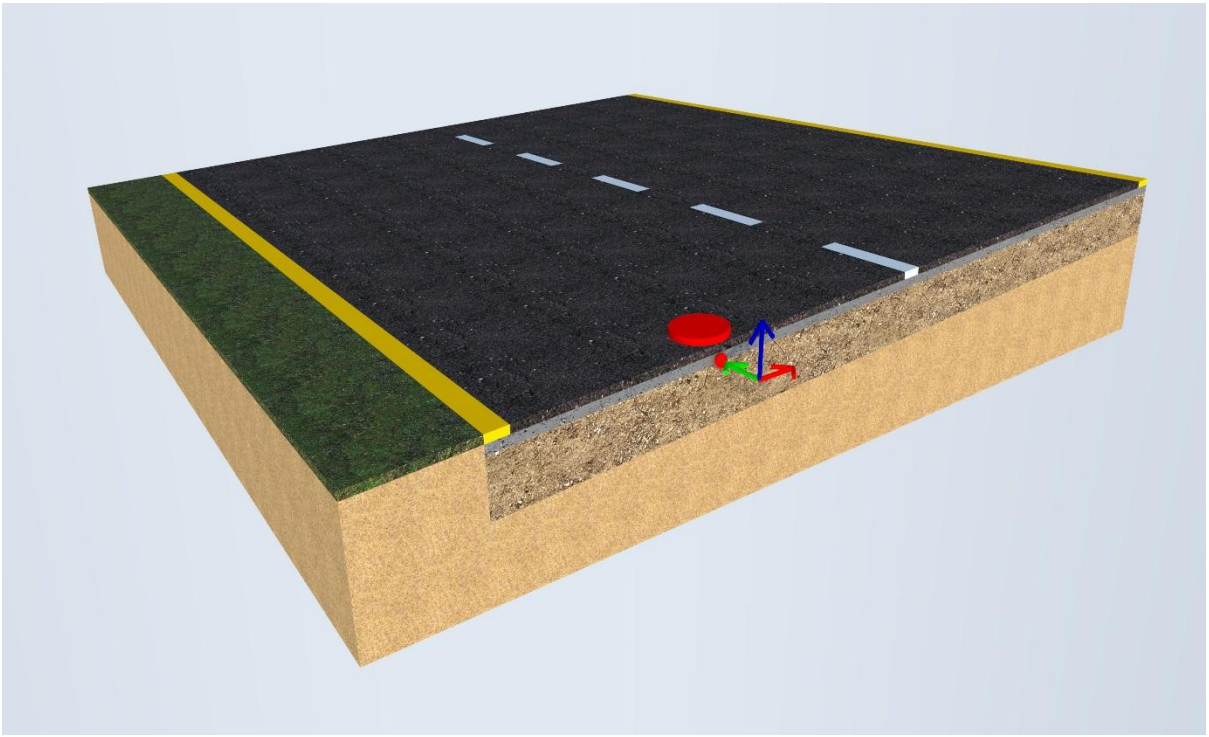
شكل (52) يوضح النقطة الاولى

جدول رقم (54) يوضح معلومات عن النقطة (1) واحداثياتها

معلومات واحداثيات النقطة				
رقم النقطة	**رقم الطبقة (السطح)**	**احداثي– X (m)**	**احداثي–Y (m)**	**احداثي–Z (m)**
1	1	0.00	0.00	0.00

جدول رقم (55) يوضح قيم الإجهادات والانفعالات والازاحة عند النقطة (1)

الاجهادات (MPa)			الانفعالات(µstrain)			الازاحة(µm)		
XX	YY	ZZ	XX	YY	ZZ	XX	YY	ZZ
-0.2025	**-0.05456**	**0.00**	**-183.4**	**16.30**	**89.96**	**0.00**	**28.88**	**205.1**



شكل (53) يوضح النقطة الثانية

جدول رقم (56) يوضح معلومات عن النقطة (2) واحداثياتها

معلومات واحداثيات النقطة				
رقم النقطة	رقم الطبقة (الأسفل)	احداثي– X (m)	احداثي–Y (m)	احداثي–Z (m)
2	1	0.00	0.00	0.06

جدول رقم (57) يوضح قيم الإجهادات والانفعالات والازاحة عند النقطة (2)

الاجهادات (MPa)			الانفعالات (µstrain)			الازاحة (µm)		
XX	YY	ZZ	XX	YY	ZZ	XX	YY	ZZ
-0.04042	-0.09773	-0.03884	7.376	-69.99	9.515	0.00	-1.162	208.9

الباب الثامن

الاستنتاجات والتوصيات

1.8 الاستنتاجات

1. ان طريق بن غشير – ترهونة يعاني من مشاكل منها تصلب وتقادم الطبقات الاسفلتية السطحية والرابطة.
2. تبين الاختبارات التي تم عملها على طبقة الأساس الحبيبي بانها لاتزال بحالة جيدة ويمكن الاعتماد عليها واستمرارها في الخدمة بشرط حرث الجزء العلوي من طبقة الأساس الحبيبي بسمك حوالي 10 سم وإعادة دمكه مع تعويض الفاقد الذي قد يحدث اثناء إزالة الطبقات الاسفلتية.
3. تبين دراسة تربة التأسيس بالطريق المذكور بان قيمة (CBR) تتراوح من 2.4% الى 46% والقيمة التصميمية 12%.
4. تبين دراسة الطبقات الاسفلتية ان المحتوى الاسفلتي بالطبقة السطحية يتراوح من 1.76% الى 12.63% وبالطبقة الرابطة من 1.12% الى 12.47% وهذا التفاوت في قيم المحتوى الاسفلتي يعكس عدم التجانس بالمحتوى الاسفلتي على طول مسار الطريق ويرجع ذلك الى ضعف إدارة الجودة اثناء تنفيذ الطريق.
5. معظم نتائج اختبار تدرج الركام للخرسانة الاسفلتية للطبقة الاسفلتية السطحية خارج حدود المواصفة (كتيب المواصفات الليبية 1976 تدرج رقم 4) عند المناخل (12.5، 9.5، 4.75، 2.36) عدا العينات عند البلاطات (1، 8، 13، 14، 15).
6. فيما يتعلق بالطبقة الاسفلتية الرابطة فان جميع نتائج اختبار تدرج الركام للخرسانة الاسفلتية للطبقة الرابطة خارج حدود المواصفة (كتيب المواصفات الليبية 1976 تدرج رقم 6) عدا العينة عند البلاطة رقم (4).
7. تعتبر نتائج عينات مارشال متدنية بالنسبة للانسياب حيث كانت في معظم العينات اقل من 2 مم والسبب لتقادم مادة البيتومين والتي يصل عمرها لأكثر من 25 سنة وفقدانها جزء كبير من خواصها كمادة رابطة، وكذلك تدني نسبة البيتومين في الخلطة يؤثر في مقدار الانسياب. في المقابل سجلت قيم عالية نسبيا في مقدار الثبات نتيجة لتصلب مادة البيتومين بمرور الزمن وتعرضها لتغير في درجات الحرارة.

8. التصميم لإعادة التأهيل يمكن تلخيصه كالتالي:

- بيانات التصميم Design Data
  - ✓ المتوسط السنوي لدرجة حرارة الهواء 23.6° مئوية (11)
  - ✓ حمل المحور المفرد المكافئ لمدة 20 سنة (مدة التصميم) 106*2.92 (3)
  - ✓ معامل المرونة للأساس الترابي 120 ميجا باسكال
  - ✓ نوع البيتومين المستخدم 70/60
  - ✓ صلابة البيتومين 1.7 ميجا باسكال
- سمك طبقات الرصف 130 مم على ان يتم التنفيذ على طبقتين ولتكن 70 مم و60 مم

2.8 التوصيات

مما سبق ذكره في الدراسة ومن خلال النتائج والاستنتاجات المتحصل عليها توصي الدراسة بالتالي:

1. تصنيف شبكة الطرق حسب نوعها وأهميتها للمساعدة في إعطاء الأولوية في الصيانة.
2. عمل دراسات على شبكة الطرق بشكل دوري لتقدير حالة الرصف وتحديد نوع الصيانة اللازمة
3. استخدام برامج الية حديثة في إدارة الرصف مثل برنامج PAVER لتقدير حالة الرصف القائم والتنبؤ بحالة الرصف المستقبلي ومراقبة أداء الرصف ووضع ميزانية وتكاليف الصيانة.

المراجع

1. **شركة الساحل للاستشارات الهندسية.** *دراسة جيولوجية و مصادر المواد.* طرابلس : مصلحة الطرق و الجسور، 2014.

2. **وزارة الشئون البلدية و القروية.** *دليل عيوب رصفات الطرق و اقتراحات الصيانة.* الرياض : وزارة الشئون البلدية و القروية، 2004.

3. **مصلحة الطرق و الجسور.** *دراسة حالة المنشآت لطريق قصر بن غشير ترهونة.* طرابلس : مصلحة الطرق و الجسور، 2014.

4. **السيد عبدالفتاح القصبي.** *ميكانيكا التربة.* القاهرة : دار الكتب العلمية للنشر و التوزيع، 1999. المجلد الثانية.

5. **محمد عمران امبارك و محمد خليفة علي.** *هندسة الرصف.* دار الكتب الوطنية. طرابلس : مكتب البحوث و الاستشارات الهندسية جامعة طرابلس، 2004. المجلد الاولى.

6. **AUSTROADS Guide to Pavement Technology.** *engineering note 9.* sydney : AUSTROADS Guide to Pavement Technology, 2013.

7. **M.Y.Shahin.** *User Manual Paver 6.5.* s.l. : US Army Corps of Engineering, 2012.

8. **ASTM International.** *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys.* West Conshohocken : ASTM International, 2007.

9. **M.Y.Shahin.** *Pavement Management for airports,roads and parking lots.* s.l. : Spring Science, 1994. Vol. First .

10. **Shell Inernational Petroleum Company Ltd.** *Shell Pavement Design Manual.* London : Shell Inernational Petroleum Company Ltd, 1978.

11. **المركز الوطني للأرصاد الجوية.** *احصائية لدرجات الحرارة من سنة 2000م الى 2010 م.* طرابلس : المركز الوطني للأرصاد الجوية، 2010.

12. **Molenar, A.A.A.** www.citg.tudelft.nl. *Delft University of Technology.* [Online] 2015.

13. **عبد المعطي الطاهر الهمالي.** *تقييم خصائص المحاجر الممتدة بين اجدابيا و الكفرة.* طرابلس : كلية الهندسة، جامعة طرابلس، 2015.