مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (37) العدد (2) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (37) No. (2) 2015

استخدام نظم إدارة الرصف الطرقي بالتكامل مع نظم المعلومات الجغرافية في صيانة الطرق في اللاذقية

ريم بدور*

(تاريخ الإيداع 22 / 4 / 2014. قُبِل للنشر في 4/ 3 / 2015)

□ ملخّص □

تنبع أهمية هذا البحث من خلال الدور الحيوي الذي تلعبه نظم إدارة الرصف الطرقي Pavement Management Systems(PMS) بالتكامل مع نظم المعلومات الجغرافية Geographic Information Systems(GIS) في تخطيط وإدارة الصيانة الطرقية في اللاذقية، للحصول على نظام محلي مرن يتبع منهجية جديدة في معالجة المعلومات وإظهارها عبر تقنيات الـGIS بالشكل الذي يساعد على اتخاذ القرار المتعلق بالصيانة. ولهذا الغرض نفذ بحث تجريبي لإدارة صيانة الرصف على مجموعة من الطرق التابعة للمؤسسة العامة للمواصلات الطرقية، حيث قسمت الطرق المدروسة إلى وصلات وقطاعات طرقية، ثم تم تقييم حالة سطح الرصف لها، بالاعتماد على طريقة معهد الإسفلت (Asphalt Institute Method)، حيث تم التوصل بموجبها إلى مؤشر رقمي عن حالة الرصف، الذي دل بدوره على طريقة الصيانة اللازمة لذلك الرصف، واعتمادا على نظم المعلومات الجغرافية تم تصميم وبناء قاعدة بيانات فاعلة خاصة بالطرق، تعكس واقع الطرق المدروسة وتمكننا من تخزين وتحليل وتوثيق بيانات حالة سطح الرصف وربطها بالخرائط الرقمية التي تم انجازها، وهذا ضمن الوصول السريع والمباشر إلى مختلف البيانات والحلول، عبر توزيع الطرق وفق قطاعات تظهر كل قطاع بلون يعكس حالته الفنية حسب الغاية من الخريطة و بالشكل الذي يساعد على اتخاذ القرار المتعلق بالصيانة .

الكلمات المفتاحية: صيانة الطرق، نظم إدارة الرصف، نظم المعلومات الجغرافية، إدارة الصيانة الطرقية.

* قائمه بالأعمال – قسم هندسة النقل والمواصلات-كلية الهندسة المدنية-جامعة تشرين- اللاذقية- سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (37) العدد (2) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (37) No. (2) 2015

Using Pavement Management Systems (PMS) Along With Geographic Information Systems (GIS) In Roads Maintenance in Lattakia

Reem Baddour*

(Received 22 / 4 / 2014. Accepted 4 / 3 / 2015)

□ ABSTRACT □

This research highlights the vital role of Pavement Management Systems integrated with Geographic Information Systems in planning and managing road maintenance in Lattakia, and getting a flexible local system by following a new method in processing and viewing information that supports maintenance decision.

This study included applying a pilot project for managing pavement maintenance over a group of roads following The General Establishment for Road Communications. Those roads were divided to links and segments then evaluated using the " Asphalt Institute Method ", which gave us a numeric pointer that led in turn to the type of maintenance needed for a particular pavement. In this research, we depended on the Geographic Information Systems to design and build a comprehensive database, that reflected the present condition of the studied roads, and enabled us to store, analyze and document pavement surface condition and link it to the digitized maps of the studied roads. This guaranteed easy and direct access to various kinds of data and solutions as every segment appeared in a different color reflecting its conditions according to the theme of the map. By doing so, we could support the process of taking right maintenance decisions.

Key words: Road Maintenance, PMS, GIS,RMM

* **Academic Assistance, Department of Transportation Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة:

يعد الرصف الطرقي الاستثمار الأساسي الأضخم في أي نظام طرق, وينصب التركيز الحديث على صيانة وحفظ سطوح الرصف، وهذه النقلة أوجدت ثلاثة أنواع أساسية من عمليات الصيانة هي: الصيانة الوقائية والصيانة العلاجية والصيانة الطارئة، والخلاف الأساسي بينها هو حالة الرصف عند تطبيق المعالجة[2]. هذا وتتضمن صيانة الرصف قرارات معقدة تتعلق بزمن وكيفية إعادة إنشاء أو تطبيق معالجة أخرى لإبقاء الرصف في الخدمة لا سيما في حالة الموارد المحدودة، لذلك برزت الحاجة إلى تطبيق نظام عملي فعال لإدارة صيانة شبكات الطرق يستطيع التعامل مع مختلف المتغيرات التي تتعرض لها الطرق يساعد متخذي القرار على تحديد الاستراتيجيات المثلى لتقييم حالة الرصف وتحديد الأولويات الخاصة بصيانته. هذا يوصلنا إلى نظم إدارة الرصف Pavement Management Systems، وهي الأداة أو الطريقة التي تساعد في الاختيار الأمثل للاستراتيجيات اللازمة لصيانة الرصف وإبقائه في حالة دائمة للخدمة ضمن مدة زمنية معينة. وهي كنظم قادرة على [3]:

- إدارة كمية كبيرة من البيانات المرتبطة بالرصف كبيانات مراقبة الرصف وبيانات حالة الرصف .
- تقييم فعالية وجدوى استراتيجيات الصيانة المختلفة .
- إجراء الأفضلية بين مشاريع صيانة الرصف ضمن التمويل المناسب لتحقيق مستوى أداء معين للرصف .
- دعم تمويل برامج الصيانة .

إن الـ PMS بهكذا قدرات يمكن أن تلعب دوراً حاسماً في إدارة نظام الرصف في أي مؤسسة طرقية .

إن إحدى الفوائد الأساسية لنظام إدارة الرصف هي أنه يساعد المستخدمين على اختيار البدائل الاقتصادية لصيانة الرصف وإصلاحه ، كما أن نظاماً مبنياً بشكل جيد سيساعد في تحديد أفضلية وأولوية أعمال الصيانة على طول شبكة الطرقات وبين الطرق ذات الفئات والأنواع المختلفة ، وأخيراً يمكن أن تساعد نظم إدارة الرصف المهندس على تحديد المعالجة الأكثر فعالية على الأجزاء المناسبة من الطريق [4].

وحديثا قامت معظم الوكالات الطرقية تقريبا بتطبيق شكل من أشكال نظم إدارة الطرق المرتكز على الحاسوب بهدف مساعدة المؤسسات في التخطيط واختيار الأفضل بين استثمارات الطرق، ومن أهم عناصر هذه النظم نذكر[6] : -جمع البيانات.

-قاعدة البيانات المركزية.

-نظام ادارة الرصف.

-نظم المعلومات الجغرافية.

حيث تم دمج نظم المعلومات الجغرافية مع البيانات والنظم الطرقية على اختلافها، وكانت النتيجة نظما مرجعية ونتائج ومداخل واسعة إلى بيانات الطرق والنقل تساعد الحكومات في اتخاذ القرارات في التخطيط الأمثل واختيار الأفضل بين استثمارات الطرق لديها.

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف هذا البحث إلى التأسيس لنواة مرنة لنظام إدارة رصف طرقي محلي يتبع منهجية فعالة تقدم تقنية جديدة في جمع ومعالجة المعلومات وتحليلها عبر تقنيات نظم المعلومات الجغرافية، وذلك عبر تصميم وبناء قاعدة بيانات فعالة تمكننا من تخزين وتوثيق بيانات حالة سطح الرصف واستخدام امكانيات الGIS الهائلة في تحليلها بما يضمن

الوصول السريع والمباشر الى مختلف البدائل والحلول وبالتالي اتخاذ القرار السليم المتعلق بالصيانة، مؤكدين بذلك على أن العملية التقليدية في إصلاح الطرق و التي تبدأ بالطرق الأسوأ ليست بالضرورة هي الأنسب وأنه لابد من تغيير أسلوب صيانة الرصف التقليدي في معظم مؤسسات الطرق و الانتقال إلى تبني نظم إدارة الرصف الحديثة.

منهجية البحث:

نفذ في هذا البحث مشروع تجريبي لإدارة صيانة الرصف على ثلاثة طرق تابعة للمؤسسة العامة للمواصلات الطرقية وهي مختلفة بدرجاتها و أنواعها وأهميتها، بحيث تنتج لدينا صورة شاملة عند تقييم حالة تلك الطرقات وعند اقتراح أولويات الصيانة المتعلقة بها. حيث تم تقسيمها إلى مجموعة من الوصلات والقطاعات الطرقية و رفع واقعها حقلياً عبر مسح أنواع العجز المختلفة المتواجدة على القطاعات وشداتها وقياسها ثم تصنيفها رقمياً، وتم تسجيل كل ذلك في استمارات مسح حالة سطح الرصف التي اعتمدت فيها طريقة معهد الإسفلت و بموجب ذلك تم الحصول على مؤشر رقمي عن حالة الرصف دل بدوره على طريقة الصيانة اللازمة لذلك الرصف، وتم إجراء تقاطع فعال بين مجالات التصنيف الواردة في استمارة معهد الإسفلت ومجالات الكمية التابعة لعدة أنواع من العجز، وتم الحصول على مجموعة من المخططات البيانية الخاصة بها، التي سمحت بعملية تنسيب القيم وتحويلها إلى قيم تصنيف رقمية بشكل سهل ومباشر.

واعتمادا على نظم المعلومات الجغرافية(GIS) في تصميم وبناء قاعدة بيانات فاعلة خاصة بالطرق قيد الدراسة وربطها بالخرائط الرقمية الخاصة بها، تم تنظيم المعلومات الطرقية المكانية والوصفية ضمن بيئة عمل الـ ArcGIS9.x على شكل طبقات تضمنت :

- ◉ طبقة خريطة المحافظة وحدودها الإدارية.
- ◉ طبقة العناصر النقطية PointFeatures التي شملت المدن والبلدات الموجودة في المحافظة.
- ◉ طبقات العناصر الخطية PolylineFeatures التي شملت طبقات الطرق المدروسة المرقمة التي تظهر أنواع العجز المختلفة و تقييم حالة الرصف ونوع الصيانة اللازمة .

إضافة إلى ذلك تم تصميم قاعدة البيانات بحيث تحقق متطلبات المؤسسة العامة للمواصلات الطرقية، وهي تتضمن مجموعة كبيرة من جداول البيانات لمختلف أنواع العجز الواردة في استمارة معهد الإسفلت وقياساتها التي أجريتها حقليا وصولاً في النهاية إلى تصنيف حالة سطح الرصف للقطاعات المدروسة لكل منها ونوع الصيانة اللازمة لها.

المرحلة النهائية في البحث كانت استخدام قدرات الـ GIS في تحليل وعرض البيانات المرتبطة بالرصف للمساعدة في اتخاذ القرار المتعلق بالصيانة بطريقة سهلة متفاعلة مع الخرائط الرقمية للطرق المدروسة ، حيث تم الحصول على عدد كبير من الخرائط التي تضمن للمستخدم الوصول السريع والمباشر لمختلف الحلول والبدائل واختيار الأنسب منها.

النتائج والمناقشة:

1- الطرق المختارة:

اعتمادا على المنهجية المتبعة في البحث حددت الطرق المدروسة، ونظمت في الجدول التالي:

جدول (1) الطرق المركزية المختارة في البحث

رقم الطريق	اسم الطريق	بداية الطريق المركزي	نهاية الطريق المركزي	كيلومتراج البداية	كيلومتراج النهاية	طول الطريق المركزي(كم)
1	أوتوستراد القبو – القرداحة	عقدة القرداحة	تقاطع مدخل البلدة	17.5	33	15.5
2	الساحل – الغاب	مفرق عين الشرقية عن طريق بانياس القديم	حدود المحافظة	34	62	28
3	اللاذقية – الحفة – صلنفة	معمل المعاكس	حدود المحافظة	6	49	43

ملاحظة : نقطة البداية في أخذ الكيلومتراج هي وسط ساحة الشيخضاهر

2- نتائج مسح واقع الطرق المدروسة:

استخدمت في الدراسة العملية طريقة معهد الإسفلت Asphalt Institute Method للحصول على قيمة تصنيف حالة الرصف للقطاعات الطرقية المدروسة، ووفق هذه الطريقة تعطى القيمة الأقل للعيوب الأقل تأثيرا والأقل شدة، إن التصنيف . يشير إلى أن الرصف خال نسبيا من العيوب، أما التصنيف 5-10 فيشير إلى عجز جدي في الرصف، وبعد أن تتم إضافة التصنيفات لكل نوع عجز إلى التصنيفات الأخرى يتم طرح الناتج من 100 وتكون النتيجة هي تصنيف حالة السطح لذلك القطاع المحدد من الطريق. واعتمد للحصول على قياسات دقيقة لأنواع العجز المختلفة الداخلة في هذه الاستمارة ، دليل تصنيف حالة سطح الرصف Pavement Surface Condition Rating Manual المعتمد في مركز النقل في ولاية واشنطن [5] بالإضافة إلى كتيب تقييم حالة سطح الطريق وأساليب إعادة تأهيله وكتيب عيوب الطرق المعتمدان في المؤسسة العامة للمواصلات الطرقية[1]. وبعد عملية رفع واقع الطرق المدروسة حقلياً و مسح أنواع العجز المختلفة المتواجدة على القطاعات وشداتها وقياسها ثم تصنيفها رقمياً تم تسجيل ذلك في (53) استمارة تخص القطاعات التابعة للطرق المدروسة، وفيما يلي مثال عن هذه الاستمارات:

جدول (2) استمارة تصنيف حالة الطريق حسب طريقة معهد الإسفلت للقطاع 4-0100-6252

6252-0100-4

ASPHALT PAVEMENT RATING FORMاستمارة تصنيف معهد الاسفلت

STREET OR ROUTE _ Lattakia-Haffa-Slinfa _ CITY OR COUNTY _ Lattakia
LENGTH OF PROJECT _44.773KM _ LANE WIDTH _ 4 m
PAVEMENT TYPE _ Asphalt Pavement _ DATE _ 13/3/2009
(Note: A rating of (0) indicates defect does not occur)

DEFECTS		RATING
Transverse Cracksالشقوق الانعكاسية	0-5	3.1
Longitudinal Cracksالشقوق الطولية	0-5	0.2
Alligator Cracksالشقوق التمساحية	0-10	0.2
Shrinkage Cracksشقوق التقلص	0-5	0
Ruttingالتخدد	0-10	0
Corrugationsالتموجات	0-5	0
Ravelingالتطاير	0-5	1.5
Shoving or Pushingالزحف	0-10	0
Pot Holesالحفر	0-10	1
Excess Asphaltنزف الاسفلت	0-10	0
Polished Aggregateصقل الحصويات	0-5	2
Deficient Drainageضعف تصريف المياه	0-10	3
Overall Riding Quality (0 is excellent; 10 is very poor)نوعية القيادة	0-10	4.5

_16_ مجموع قيم العجز Sum of Defects

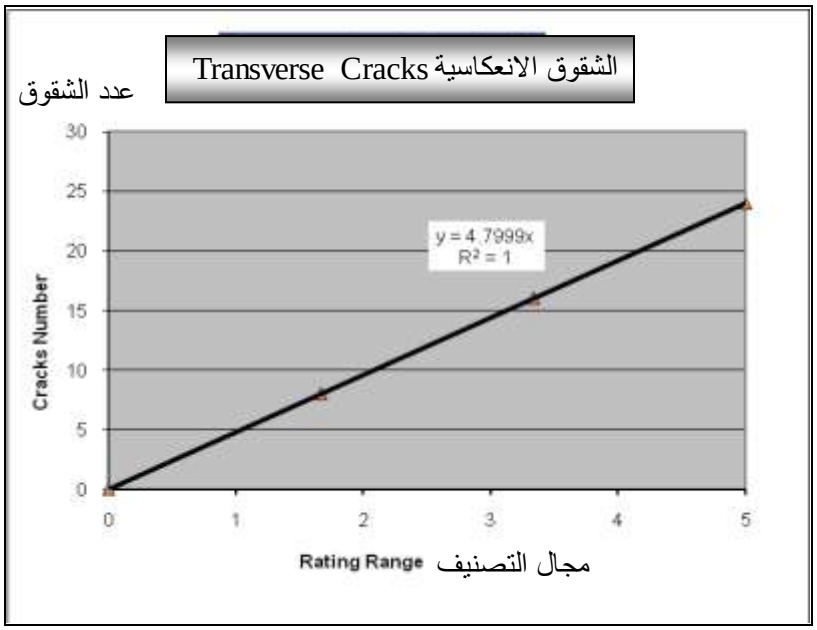
Condition Ratingتصنيف حالة سطح الرصف = 100 - Sum of Defects

= 100 - _16_

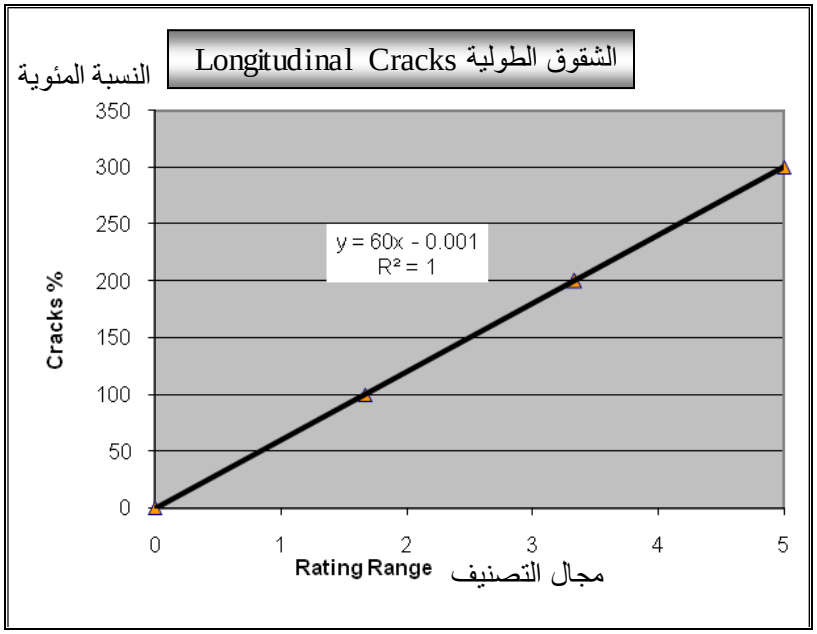
Condition Rating = 84

3- مخططات التحويل بين قياسات أنواع مختلفة للعجز و مجالات تصنيفها :

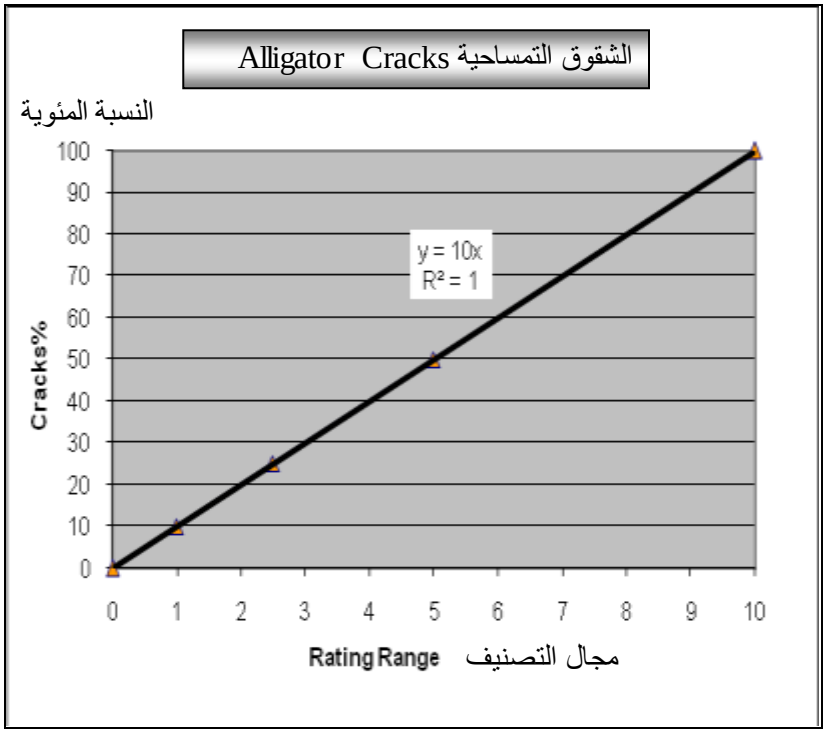
تم إجراء تقاطع بين مجالات التصنيف الواردة في استمارة معهد الاسفلت ومجالات الكمية الواردة في دليل تصنيف حالة سطح الرصف، وتم الحصول على مجموعة من المخططات البيانية التي تسمح بعملية تنسيب للقيم المقاسة حقليا وتحويلها الى قيم تصنيف رقمية بشكل سهل ومباشر، والمعادلات الناتجة تم الحصول عليها باستخدام تقنيات برنامج الExcel. وهي موضحة في الأشكال التالية:



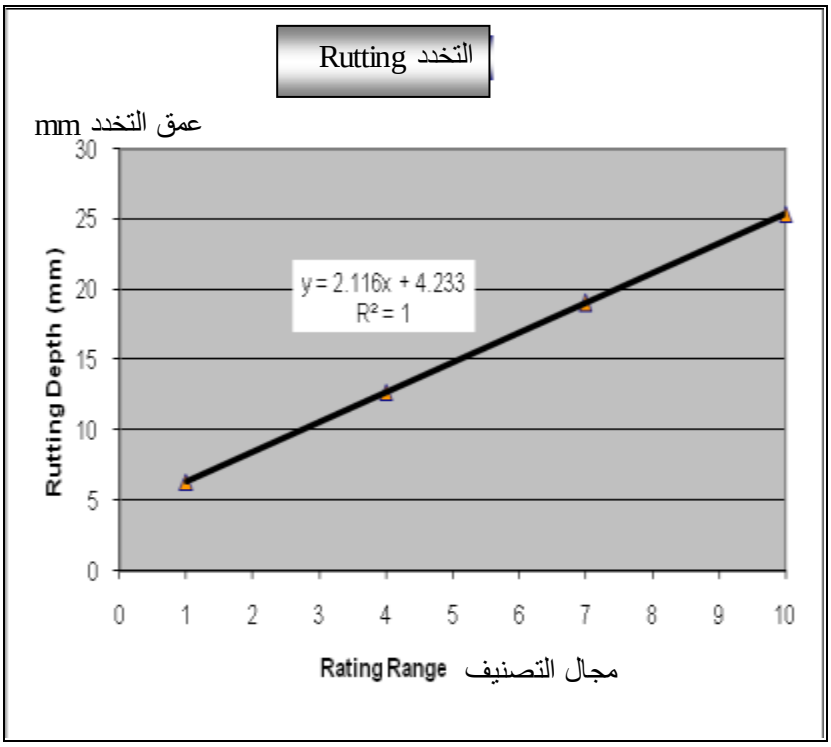
الشكل (1) مخطط التحويل للشقوق العرضية



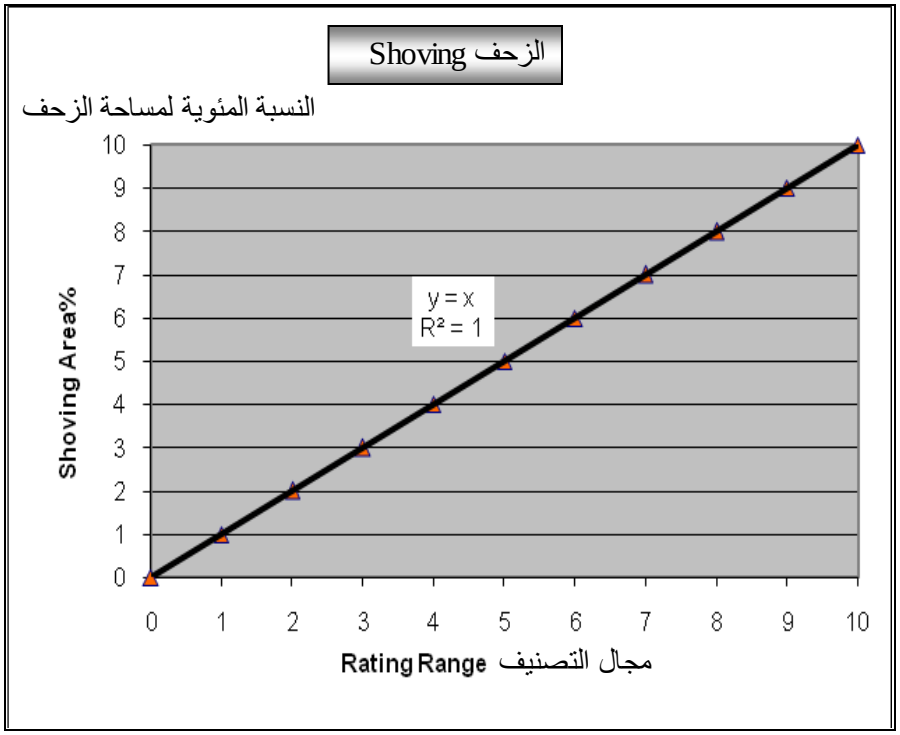
الشكل (2) مخطط التحويل للشقوق الطولية



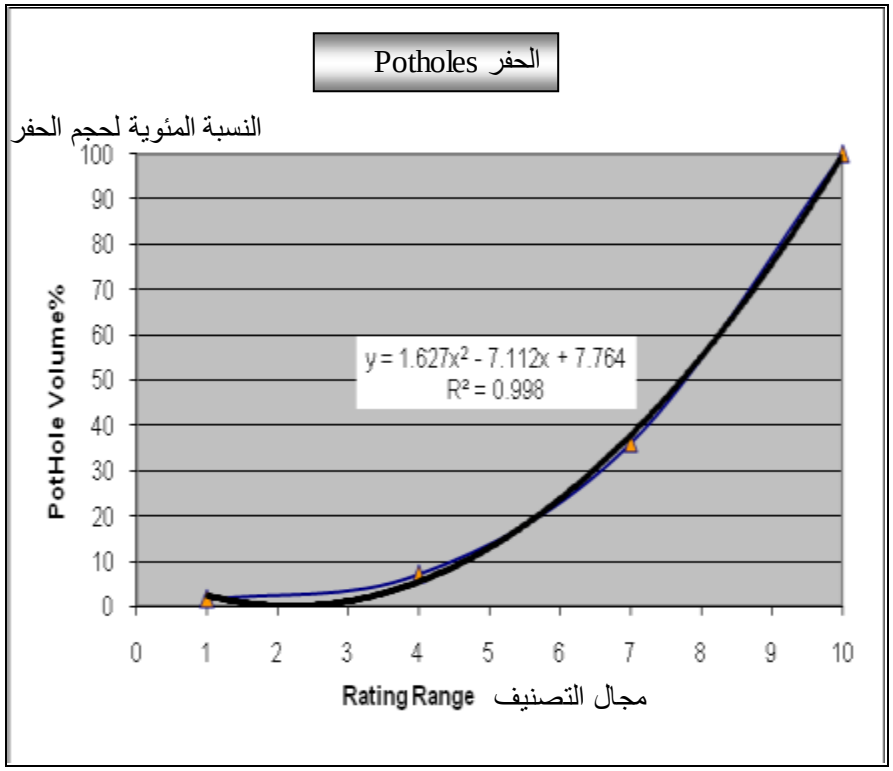
الشكل (3) مخطط التحويل للشقوق التمساحية



الشكل (4) مخطط التحويل للتخدد



الشكل (5) مخطط التحويل للزحف



الشكل (6) مخطط التحويل للحفر

4 – نتائج تصميم وبناء قاعدة البيانات المرتكزة على نظم المعلومات الجغرافية للطرق المدروسة :

تضمنت قاعدة البيانات مجموعة كبيرة من جداول البيانات لمختلف أنواع العجز المتواجدة على القطاعات الطرقية المدروسة وقياساتها وصولاً إلى تصنيف حالة سطح الرصف للقطاعات المدروسة لكل منها ونوع الصيانة اللازمة لها.

ولابد من الإشارة إلى أن هذه البيانات تتطلب التطوير والتحديث بشكل مستمر ودوري لتغطية التغيرات الحاصلة على الطرق المدروسة كافة بمرور الزمن وإلا ستنتفي الغاية من استخدام نظم إدارة الرصف أساساً .

وفيما يلي على سبيل المثال لا الحصر بعض قواعد البيانات الخاصة بقيم العجز الناتجة للقطاعات المدروسة:

الجدول (4) بيانات الشقوق التمساحية الخاصة بأوتوستراد القبو–القرداحة

SegmentNumber	FromKM	ToKM	SumOfAlligatorCracks(m)	RatingRange%	Value%	Notes
6251-0100-1	0	0.656	0	0-10	0	-
6251-0200-1	0	2	18.2	0-10	1.8	High
6251-0200-2	2	4	4.2	0-10	0.4	Low
6251-0200-3	4	6	0	0-10	0	-
6251-0200-4	6	8	0	0-10	0	-
6251-0200-5	8	10	16.3	0-10	1.6	High
6251-0200-6	10	12	0	0-10	3.8	-
6251-0200-7	12	13.8	38	0-10	1.8	Low
SegmentNumber	FromKM	ToKM	SumOfAlligatorCracks(m)	RatingRange%	Value%	Notes
6251-0200-8	0	2	8.6	0-10	0.8	Low
6251-0200-9	2	4	15.4	0-10	1.5	Low
6251-0200-10	4	6	0	0-10	0	-
6251-0200-11	6	8	16.2	0-10	1.6	Low
6251-0200-12	8	10	6.8	0-10	0.7	Low
6251-0200-13	10	12	0	0-10	0	-
6251-0200-14	12	13.9	0	0-10	0	-
6251-0100-15	0	0.65	8.2	0-10	0.8	Low

الجدول (5) بيانات الشقوق الطولية الخاصة بطريق الساحل–الغاب

SegmentNumber	FromKM	ToKM	SumOfLongitudinalCracks(m)	RatingRange%	Value%	Notes
5752-0100-1	0	2	23.6	0-5	0.8	Medium
5752-0100-2	2	4	0	0-5	0	-
5752-0100-3	4	6	0	0-5	0	-
5752-0100-4	6	8	0	0-5	0	-
5752-0100-5	8	10	0	0-5	0	-
5752-0100-6	10	12	28	0-5	0.9	Low
5752-0100-7	12	14	0	0-5	0	-
5752-0100-8	14	16	0	0-5	0	-
5752-0100-9	16	18	18.4	0-5	0.6	High
5752-0100-10	18	20	3.6	0-5	0.1	High
5752-0100-11	20	22	0	0-5	0	-
5752-0100-12	22	24	58	0-5	1.9	Medium
5752-0100-13	24	26	46.2	0-5	1.5	Low
5752-0100-14	26	27.2	65.6	0-5	2.2	Medium

الجدول (6) بيانات التطاير الخاصة بطريق اللاذقية–الحفة–صلنفة

SegmentNumber	FromKM	ToKM	RavelingExtent	RatingRange%	Value%	Notes
6252-0100-1	0	2	EntireLaneMost	0-5	2	Low-Medium
6252-0100-2	2	4	EntireLaneMost	0-5	2	Low-Medium
6252-0100-3	4	6	EntireLaneMost	0-5	3	Medium
6252-0100-4	6	8	WheelPath-EntireLaneMost	0-5	1.5	Low-Medium
6252-0100-5	8	10	EntireLaneMost	0-5	2	Low-Medium
6252-0100-6	10	12	WheelPath-EntireLaneMost	0-5	1.5	Low-Medium
6252-0100-7	12	14	EntireLaneMost	0-5	2	Low-Medium
6252-0100-8	14	16	WheelPath-EntireLaneMost	0-5	1.5	Low-Medium
6252-0100-9	16	18	WheelPath-LaneMost	0-5	2.5	Medium
6252-0100-10	18	20	WheelPath-LaneMost	0-5	2.5	Medium
6252-0100-11	20	22	EntireLaneMost	0-5	3	Medium
6252-0100-12	22	24	WheelPath-EntireLaneMost	0-5	1.5	Low-Medium
6252-0100-13	24	26	EntireLaneMost	0-5	2	Low-Medium
6252-0100-14	26	28	WheelPath-LaneMost	0-5	2.5	Medium
6252-010-15	28	30	EntireLaneMost	0-5	2	Low-Medium
6252-0100-16	30	32	EntireLaneMost	0-5	2	Low-Medium
6252-0100-17	32	34	EntireLaneMost	0-5	2	Low-Medium
6252-0100-18	34	36	EntireLaneMost	0-5	2	Low-Medium
6252-0100-19	36	38	EntireLaneMost	0-5	2	Low-Medium
6252-0100-20	38	40	EntireLaneMost	0-5	2	Low-Medium
6252-0100-21	40	42	EntireLaneMost	0-5	3	Medium
6252-0100-22	42	44	EntireLaneMost	0-5	3	Medium
6252-0100-23	44	44.7	WheelPath-LaneMost	0-5	4	High

ويلخص الجدول (7) نتائج القياسات الحقلية للقطاعات الطرقية على الطرق المركزية الثلاثة المدروسة في البحث :

الجدول (7) ملخص نتائج القياسات الحقلية على الطرق موضوع البحث

نوع العجز ومجال التصنيف	الشدة	أوتوستراد القبو–القرداحة	طريق الساحل– الغاب	طريق اللاذقية–الحفة–صلنفة
الشقوق العرضية	Lowمنخفضة	0.2%	0.4%	0.6%
مجال التصنيف	Mediumمتوسطة	0.6%	–	1.3%
(0 –5)%	Highعالية	–	–	0.2%
الشقوق الطولية	Lowمنخفضة	1%	1.15%	0.4%
مجال التصنيف	Mediumمتوسطة	2%	1.63%	1.1%
(0 –5)%	Highعالية	0.6%	0.35%	–
الشقوق التمساحية	Lowمنخفضة	1.1%	1.3%	0.33%
مجال التصنيف	Mediumمتوسطة	–	2.8%	1.7%
(0 –5)%	Highعالية	1.7%	–	0.94%
الشقوق الشبكية	Lowمنخفضة	–	–	–
مجال التصنيف	Mediumمتوسطة	–	–	–
(0 –5)%	Highعالية	–	–	–

التخدد	منخفضةLow	1.05%	1%	1%
مجال التصنيف	متوسطةMedium	–	–	–
%(10– 0)	عاليةHigh	–	–	–
عدم الاستوائية والتموجات	منخفضةLow	–	–	–
مجال التصنيف	متوسطةMedium	–	–	–
%(5– 0)	عاليةHigh	–	–	–
	منخفضةLow	–	–	–
التطاير	منخفضة الى متوسطةLow–Medium	2%	1.81%	1.87%
مجال التصنيف	متوسطةMedium	2.64%	2.67%	2.8%
%(5– 0)	متوسطة الى عاليةMedium–High	3.5%	3.67%	–
	عاليةHigh	–	–	4%
الزحف	منخفضةLow	–	–	–
مجال التصنيف	متوسطةMedium	–	–	–
%(10 –0)	عاليةHigh	–	2.9%	–
الحفر	منخفضةLow	–	–	1.25%
مجال التصنيف	متوسطةMedium	–	–	5.45%
%(10– 0)	عاليةHigh	–	–	7.6%
نزف الإسفلت	منخفضةLow	–	–	–
مجال التصنيف	متوسطةMedium	–	–	–
%(10– 0)	عاليةHigh	–	–	–
	منخفضةLow	–	1%	0.96%
صقل الحصويات	منخفضة الى متوسطةLow–Medium	1.94%	1.5%	1.72%
مجال التصنيف	متوسطةMedium	–	–	3%
%(5– 0)	متوسطة الى عاليةMedium–High	–	–	–
	عاليةHigh	–	–	–
تصريف المياه	No Drainage Structures لا توجد منشات تصريف	3%	3%	3%
مجال التصنيف	NoStructures+SmallWaterSpots لا منشات مع بقع ماء صغيرة	4%	4%	3.8%
%(10– 0)	No Structures+WaterSpots لا منشات مع بقع ماء	–	–	4.5%
	منشات تصريفDrainage Structures	2%	–	–
نوعية القيادة				
مجال التصنيف		3.88%	4%	4.13%
%(10 –0)				
القيمة الكلية الوسطية لحالة سطح الرصف		87.56%	86.71%	85.91%
أسوأ مقطع من حيث حالة سطح الرصف		6251–0200–7 84%	5752–0100–14 81%	6252–0100–3 73%

بمقارنة نسب الشقوق تمت ملاحظة :

– انتشار الشقوق العرضيةTransverse Cracks على طريق اللاذقية–الحفة–صلنفة بشكل أكبر من الطرق الأخرى.

– انتشار الشقوق الطولية Longtudinal Cracks على أوتوستراد القبو–القرداحة بشكل أكبر من الطرق الأخرى.

– انتشار الشقوق التمساحية Alligator Cracks على طريق الساحل الغاب بشكل أكبر من الطرق الأخرى.

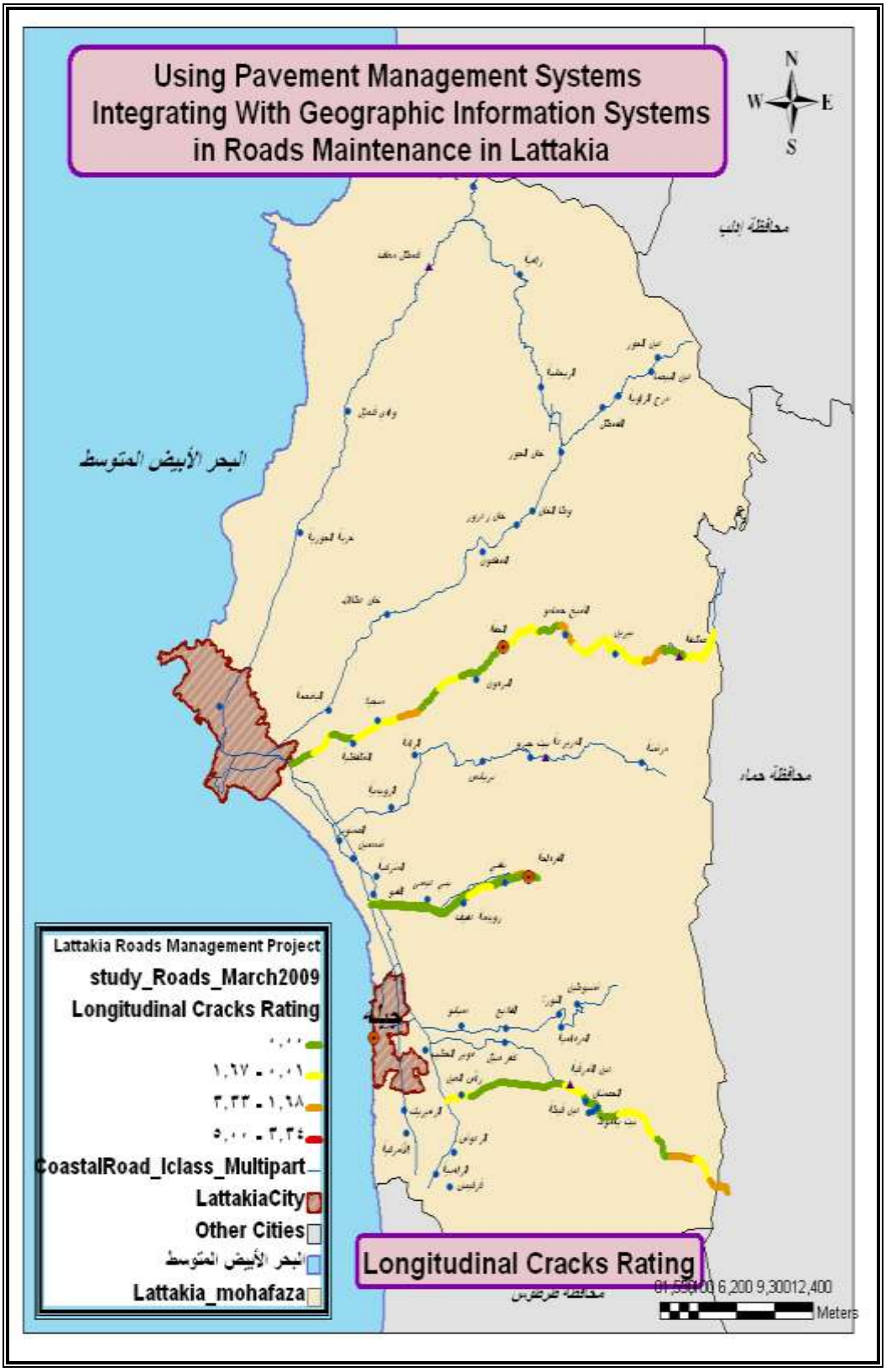
– يأخذ صقل الحصوياتPolished Aggregate نسبة أعلى وشدة أعلى على طريق اللاذقية–الحفة–صلنفة من الطرق الأخرى.

– وجود تقارب كبير في نسب (التخددRutting، التطايرRaveling، تصريف المياهDeficient Drainage، القيم الكلية الوسطية لحالة سطح الرصف) ، وهذا طبيعي لأن الطرق المدروسة تابعة للجهة المعنية نفسها، وهي أيضاً واقعة في المنطقة المناخية نفسها.

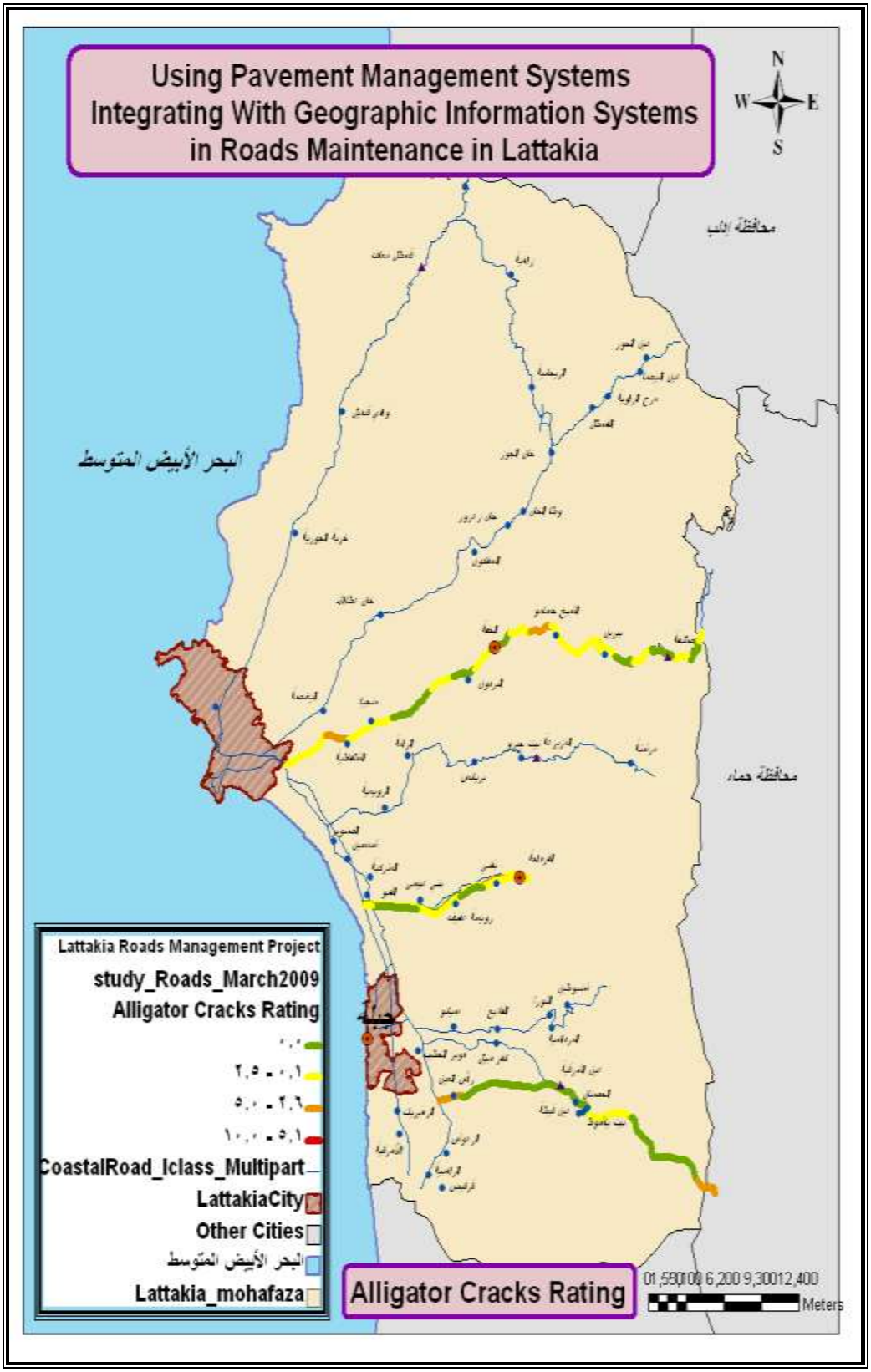
5– نتائج عملية استخدام تقنيات الـ GIS في تحليل وعرض النتائج:

تم استخدام قدرات الـ GIS في تحليل وعرض البيانات المرتبطة بالرصف للمساعدة في اتخاذ القرار بطريقة سهلة متفاعلة مع الخرائط الرقمية للطرق المدروسة، وقد تم الحصول على مجموعة من الخرائط الرقمية للطرق المدروسة عددها عشرة 10 تظهر تصنيف معظم أنواع العجز المتواجدة عليها وتوزعها على القطاعات الطرقية، إضافة إلى خريطتين تبينان قيم التصنيف الكلي لحالة سطح الرصف للقطاعات الطرقية وأنواع الصيانة اللازمة لها. وهذه الخرائط تضمن الوصول السريع والمباشر إلى مختلف البيانات والحلول حيث يظهر كل قطاع بلون يعكس حالته الفنية حسب الغاية من الخريطة. ومنها على سبيل المثال لا الحصر الخرائط التالية:

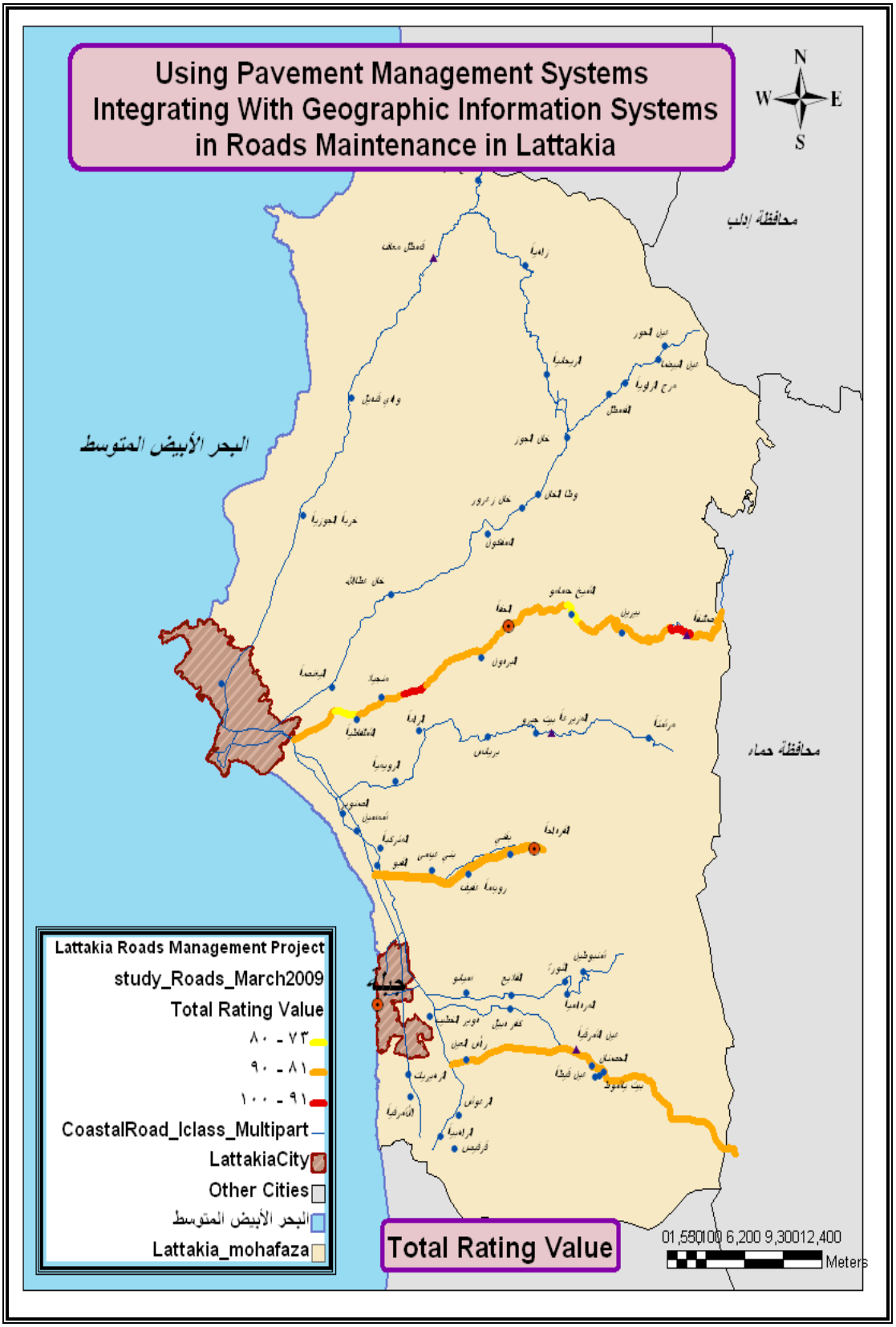
الشكل (7) خريطة توضح قيم التصنيف الكلي مع أنواع الصيانة للقطاعات المدروسة



الشكل (8) خريطة توضح تصنيف الشقوق الطولية للقطاعات المدروسة



الشكل (9) خريطة توضح تصنيف الشقوق التمساحية للقطاعات المدروسة



الشكل (10) خريطة توضح قيم التصنيف الكلي لحالة سطح الرصف للقطاعات المدروسة

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1- تم من خلال هذا البحث تصميم وبناء قاعدة بيانات فعالة خاصة بالرصف الطرقي في اللاذقية، تعكس واقع الطرق المدروسة، استطعنا من خلالها تخزين وتحليل وتوثيق بيانات حالة سطح الرصف ومختلف البيانات الطرقية الأخرى.

2-تم التوصل الى مجموعة من مخططات التحويل لمجموعة من انواع العجز المدروسة عبر إجراء تقاطع بين مجالات تصنيف هذه العيوب ومجالات الكمية التابعة لها، وقد جعلت هذه المخططات عملية تحويل قيم القياسات الحقلية الى تصنيفات رقمية عملية سهلة ومباشرة.

3-بنتيجة البحث تم الحصول على نظام محلي مرن وفعال لإدارة صيانة الرصف الطرقي في اللاذقية، يتبع منهجية جديدة في معالجة المعلومات وإظهارها عبر تقنيات الـGIS بالشكل الذي يساعد على اتخاذ القرار المتعلق بالصيانة بطريقة سهلة متفاعلة مع الخرائط الرقمية للطرق المدروسة، والتي ضمنت الوصول السريع والمباشر إلى مختلف البيانات والحلول، عبر عرض كل قطاع بلون يعكس حالته الفنية حسب الغاية من الخريطة.

4-أظهرت نتائج الدراسة ان هناك ارتباطا وثيقا بين مجال التصنيف لكل عيب من العيوب الطرقية المسجلة وكل من عددها ونسبها المئوية (الأشكال 1و2و3و4و5و6).

التوصيات:

1- توصية الجهات المعنية بإدارة الطرق واستثمارها باستخدام نظم ادارة الرصف الطرقي وتطبيقاتها المتكاملة مع نظم المعلومات الجغرافية، والتي أثبتت من خلال هذا البحث أنها تقدم نظاماً فعالاً وشاملاً يمكن تلك الجهات من تطوير جهودها في حفظ الطريق وصيانته، بما يكفل الاحاطة الشاملة بمختلف البيانات المكانية والوصفية في مجال الصيانة الطرقية ودعم اتخاذ القرار المتعلق بها.

2- إجراء دورات تدريبية للمهندسين والإداريين والعاملين في مجال الطرق للاطلاع على البرامج و التقنيات و الأجهزة الحديثة في مجال إدارة الرصف الطرقي والصيانة الطرقية، والمطالبة بشراء الأجهزة الحديثة للمسح الطرقي خاصة عربة المسح الطرقي، لأن هذا يقلص هامش الخطأ في عمليات المسح التي تتم حالياً بالطرق التقليدية فضلاً عن توفير الجهد والزمن. كما تمت التوصية باستمرار ملء وتحديث قواعد البيانات المنجزة بشكل دوري مع مرور الزمن، وذلك لاستكمال عدة دورات من جمع البيانات بحيث نصبح قادرين على الدخول في مجالات نمذجة أداء الرصف والتنبؤ بتخربه المستقبلي، والنقطة المهمة الواجب أخذها في الحسبان هي أن الإدارات والمؤسسات التي ستبدأ هذا الجهد من الصفر لديها امكانية هائلة لإنشاء قواعد بياناتها بشكل أمثل.

المراجع:

1-كتيبا عيوب الطرق، وتقييم حالة سطح الطريق وأساليب إعادة تأهيله-المؤسسة العامة للمواصلات الطرقية، 2004.

2- Johnson, A. *Best Practice Handbook on Asphalt Pavement Maintenance.* Minnesota Technology Transfer Center/LTP Program, USA, 2000, 113.

3- Gao, B. *A GIS-Enabled Multi-Year Pavement Rehabilitation Needs Analysis System*. Copy Right© Bo Gao, USA, 2004, 269.

4- O`Flaherty,C. A. *HIGHWAYS-The Location , Design , Construction & Maintenance of Pavements.* 4th edition, Elsevier a division of Reed Elsevier India Private Limited, India, 2006, 552.

5- Kay,R. K. and Northwest Pavement Management Systems Users Group. *Pavement Surface Condition Rating Manual.* Washington State Printing Office, USA, 1992, 82.

6- Kevin Mcpherson, Christopher R.Bennett. *Success Factors for Road Management Systems*. Version 1.0, 12 October,2005.