مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (38) العدد (6) 2016
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (38) No. (6) 2016

دعم اتخاذ القرار المتعلق بصيانة سطح الرصف من المجبول البيتومينيي بالاعتماد على منهجية التفضيل بين المشاريع حسب أولويتها بالتكامل مع نظم المعلومات الجغرافية

الدكتور عماد فاضل*

ريم بدور**

(تاريخ الإيداع 9 / 8 / 2016. قُبِل للنشر في 17/ 11 / 2016)

□ ملخّص □

تنبع أهمية هذا البحث من خلال انشاء نظام متكامل لدعم اتخاذ القرار المتعلق بصيانة سطوح رصف الطرق البيومينيةفي اللاذقية ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية، بما يؤدي لرفع سوية الأداء للوصول إلى شروط أفضل من الراحة والأمان لمستخدمي الطرق.

لقد تم في بحث سابق رفع واقع الطرق المدروسة وملء استمارات مسح حالة سطح الرصف من المجبول البيتومينيي وفق طريقة معهد الاسفلت Asphalt Institute Method، والتي تم من خلالها الحصول على قيمة تصنيف حالة سطح الرصف للقطاعات الطرقية المدروسة ونوع الصيانة اللازمة لكل قطاع وربطها بالخرائط الرقمية التي تم انجازها بحيث ظهر كل قطاع بلون يعكس حالته الفنية حسب الغاية من الخريطة.

واستكمالا للبحث السابق تم في بحثنا هذا الاعتماد على منهجية التفضيل بين المشاريع حسب أولويتها Project Priority Methodology، لاستعراض مختلف البدائل والحلول اللازمة لدعم اتخاذ القرار حول أي القطاعات التي تم تقييم حالة سطح الرصف البيتومينيي الخاصة لها مسبقاً تلزم صيانتها أولاً. لقد تم استخدام خمس فئات للتفضيل بين القطاعات الطرقية ينتج عن كل منها قيمة مثقلة ثم تم وضع قيمة مثقلة كلية للفئات مجتمعة، وربط ذلك بمجموعة من الخرائط الرقمية التي تم إنجازها لهذا الغرض والتي ضمنت الوصول السريع والمباشر لمختلف الحلول والبدائل واختيار الأنسب منها، مؤكدين بنتيجة البحث على أن العملية التقليدية في إصلاح الطرق والتي تبدأ بالطرق الأسوأ ليست بالضرورة هي الأنسب وأنه لابد من الانتقال إلى تبني نظم إدارة صيانة الرصف الحديثة.

الكلمات المفتاحية: المجبول البيتومينيي للطرق، إدارة الصيانة الطرقية، نظم المعلومات الجغرافية، اتخاذ القرار، أولوية المشاريع.

* أستاذ مساعد–قسم هندسة الإدارة والتشييد–كلية الهندسة المدنية–جامعة تشرين – اللاذقية– سورية.

**مشرفة على الأعمال – قسم هندسة النقل والمواصلات–كلية الهندسة المدنية–جامعة تشرين – اللاذقية– سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (38) العدد (6) 2016
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (38) No. (6) 2016

Supporting Bituminous Road Surface Maintenance Decision Making by Using Project Priority Methodology Integrating With Geographic Information Systems (GIS)

Dr. Imad Fadel*
Reem Baddour**

(Received 9 / 8 / 2016. Accepted 17 / 11 / 2016)

□ ABSTRACT □

The importance of this research lies in establishing an integrated system to support decision making of bituminous road surface maintenance in Lattakia within the environment of Geographic Information Systems, which leads to improve the level of performance and reach better conditions of road safety and comfort.

In a former research, the bituminous surface condition data was conducted and filled in the Asphalt Institute Form by which we obtained an overall condition rating that led in turn to the type of maintenance of each studied segment and link them to the digitized maps where every segment appeared in a color reflecting its condition according to the purpose of the map.

In this research we depended on the " Project Priority Methodology " to view and query different alternatives to support decision making of which road segments should be maintained first by using five categories each one gives us a weighing value, then we collected the total weighed value for the five categories together, and link that to digitized maps that guaranteed fast and direct reach to various solutions to choose the best, insuring as a result that the traditional way in maintenance which begins with the worst segment is not always the best, and that its time to move towards new pavement maintenance management systems.

Key words: Road Bituminous Mixtures, Road Maintenance Management, GIS, Decision making, Project priority.

***Associate professor, Department of Managing and Constructing Engineering ,Faculty of Civil Engineering , Tishreen University, Lattakia, Syria.**
****Engineer, Department of Transportation Engineering ,Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة:

تركت الطرق التقليدية في صيانة سطح الرصف من المجبول البيتوميني اتخاذ القرار لمراقب الطرق في اختيار عملية الصيانة اعتماداً على معرفته وخبرته، لكن مع تقدم الزمن ازدادت الحجوم المرورية بشكل كبير إضافةً إلى محدودية النفقات المخصصة لأعمال الصيانة وعدم كفايتها لإنهاء كل عمليات إصلاح الطرق اللازمةوالمشقة والدقة الكبيرة اللازمة لتقييم أفضل السبل اللازمة لاختيار أولوية الطرق في الصيانة ونوع هذه الصيانة، لذلك برزت الحاجة الى تطبيق نظام مرن وعملي لإدارة صيانة القطاعات الطرقية لتحديد الأولويات الخاصة بالصيانة والاختيار الأمثل للاستراتيجيات اللازمة لصيانة الرصف البيتوميني وإبقائه في حالة دائمة من الخدمة لمدة زمنية معينة [1].

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف هذا البحث إلى إنشاء نظام متكامل لدعم اتخاذ القرار الخاص بصيانة الرصف الطرقي من المجبول البيتوميني ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية من حيث تقييم حالة الرصف وتوثيق بياناته وأولوية اتخاذ القرارات، وبالتالي اتخاذ القرار السليم المتعلق بالصيانة. مؤكدين بذلك على أن العملية التقليدية في إصلاح الطرق و التي تبدأ بالطرق الأسوأ ليست بالضرورة هي الأنسبوأنه لابد من تغيير أسلوب صيانة الرصف التقليدي في معظم مؤسسات الطرق و الانتقال إلى تبني نظم إدارة صيانة الرصف الحديثة.

منهجية البحث:

تم اختيار ثلاثة طرق تابعة للمؤسسة العامة للمواصلات الطرقية، ومن ثم تم تقييم حالة سطح الرصف لها في بحث سابق بالاعتماد على دليل تصنيف حالة سطح الرصف Pavement Surface Condition Rating Manual [2] ودليل مسح حالة سطح الطريق [3](Condition Rating Survey(CRS، كما تم تصميم وبناء قاعدة بيانات خاصة بالطرق قيد الدراسة تضمنت مجموعة كبيرة من جداول البيانات لمختلف أنواع العجز الواردة في استمارة معهد الإسفلت و تم تقييم حالة سطح الرصف من المجبول البيتوميني الكلية ونوع الصيانة اللازمة لكل منها [4]، واستكمالاً لما سبق إنجازه واعتماداً على منهجية التفضيل بين المشاريع حسب أولويتها Project Priority Methodology، تم تثقيل خمس فئات تضمنت حجم المرور وحالة الطريق والالتزام المحلي والسلامة وقياسات التحكم بالنقل وإضافتها الى قاعدة البيانات واستعراض الحلول المختلفة التي تأخذ بعين الاعتبار سلم أولويات الصيانة، وصولاً إلى القيمة النهائية للتثقيل اللازمة لدعم اتخاذ القرار حول أي القطاعات تحتاج الصيانة أولاً،حيث من المفترض أنه كلما زاد تثقيل الفئة زادت أهميتها بالنسبة للأولوية[5].

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 التفاعلي السريع والمباشر لمختلف الحلول والبدائل واختيار الأنسب منها.

النتائج والمناقشة:

1- الطرق المدروسة في البحث:

تم اختيار ثلاثة طرق تابعة للمؤسسة العامة للمواصلات الطرقية وهي مختلفة بدرجاتها وأنواعها وأهميتها، بحيث تنتج لدينا صورة شاملة عند تقييم حالة تلك الطرقات وعند اقتراح أولويات الصيانة المتعلقة بها.

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	طريق الساحل – الغاب	من مفرق عين الشرقية عن طريق بانياس القديم	حدود المحافظة	34	62	28
3	طريق اللاذقية – الحفة – صلنفة	من معمل المعاكس	حدود المحافظة	6	49	43

ملاحظة : نقطة البداية في أخذ الكيلومتراج هي وسط ساحة الشيخضاهر

2- نتائج مسح واقع الطرق المدروسة:

يتم استخدام بيانات حالة الرصف في نظم إدارة الرصف Pavement Management Systems (PMS) لتحديد أي الطرق تحتاج الصيانة والإصلاح أولاً، وهي تتضمن مسوحات حقلية لنوعية القيادة وتصنيف امتداد وشدة أنواع العجز المختلفة الظاهرة أثناء القيادة [6] ، وقد تم في بحث سابق إنجاز الدراسة الحقلية ورفع واقع الطرق المدروسة والحصول على قيمة تصنيف حالة سطح الرصف من المجبول البيتوميني للقطاعات الطرقية المدروسة وإنشاء قاعدة بيانات لمختلف انواع العجز المتواجدة على القطاعات الطرقية، نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر:

الجدول (2) بيانات الشقوق العرضية الخاصة بأوتوستراد القبو–القرداحة

SegmentNumber	FromKM	ToKM	NumberTransverseCracks	RatingRange%	Value%	Notes
6251-0100-1	0	0.656	0	0-5	0	-
6251-0200-1	0	2	0	0-5	0	-
6251-0200-2	2	4	0	0-5	0	-
6251-0200-3	4	6	0	0-5	0	-
6251-0200-4	6	8	0	0-5	0	-
6251-0200-5	8	10	1	0-5	0.2	Low
6251-0200-6	10	12	0	0-5	0	-
6251-0200-7	12	13.8	3	0-5	0.6	medium
SegmentNumber	FromKM	ToKM	NumberTransverseCracks	RatingRange%	Value%	Notes
6251-0200-8	0	2	0	0-5	0	-
6251-0200-9	2	4	0	0-5	0	-

6251-0200-10	4	6	0	0-5	0	-
6251-0200-11	6	8	0	0-5	0	-
6251-0200-12	8	10	0	0-5	0	-
6251-0200-13	10	12	0	0-5	0	-
6251-0200-14	12	13.9	0	0-5	0	-
6251-0100-15	0	0.65	0	0-5	0	-

الجدول (3) بيانات الشقوق التمساحية الخاصة بطريق الساحل–الغاب

SegmentNumber	FromKM	ToKM	SumOfAlligatorCracks(m)	RatingRange%	Value%	Notes
5752–0100–1	0	2	28.4	0–10	2.8	Medium
5752–0100–2	2	4	0	0–10	0	–
5752–0100–3	4	6	0	0–10	0	–
5752–0100–4	6	8	0	0–10	0	–
5752–0100–5	8	10	0	0–10	0	–
5752–0100–6	10	12	0	0–10	0	–
5752–0100–7	12	14	0	0–10	0	–
5752–0100–8	14	16	3.2	0–10	0.3	Low
5752–0100–9	16	18	1.2	0–10	0.1	Low
5752–0100–10	18	20	0	0–10	0	–
5752–0100–11	20	22	0	0–10	0	–
5752–0100–12	22	24	0	0–10	0	–
5752–0100–13	24	26	0	0–10	0	–
5752–0100–14	26	27.2	35.4	0–10	3.5	Low

الجدول (4) بيانات الشقوق الطولية الخاصة بطريق اللاذقية–الحفة–صلنفة

SegmentNumber	FromKM	ToKM	SumOfLongitudinalCracks(m)	RatingRange%	Value%	Notes
6252-0100-1	0	2	0	0-5	0	-
6252-0100-2	2	4	26.2	0-5	0.9	Medium
6252-0100-3	4	6	0	0-5	0	-
6252-0100-4	6	8	5.8	0-5	0.2	Medium
6252-0100-5	8	10	31.2	0-5	1	Medium
6252-0100-6	10	12	0	0-5	1.7	-
6252-0100-7	12	14	0	0-5	0	-
6252-0100-8	14	16	2.1	0-5	0.6	Medium
6252-0100-9	16	18	0	0-5	0	-
6252-0100-10	18	20	0	0-5	0	-
6252-0100-11	20	22	8.4	0-5	1	Low
6252-0100-12	22	24	1.4	0-5	0.05	Medium
6252-0100-13	24	26	0	0-5	0	-
6252-0100-14	26	28	67.5	0-5	2.3	Medium
6252-010-15	28	30	10.4	0-5	0.3	Low
6252-0100-16	30	32	3.2	0-5	0.1	Low
6252-0100-17	32	34	9.6	0-5	0.3	Low
6252-0100-18	34	36	36	0-5	1.2	Medium

6252-0100-19	36	38	50.6	0-5	1.7	Medium
6252-0100-20	38	40	0	0-5	0	-
6252-0100-21	40	42	45.4	0-5	1.5	Medium
6252-0100-22	42	44	34.4	0-5	1.1	Medium
6252-0100-23	44	44.7	47.5	0-5	1.6	Medium

ويلخص الجدول (5) نتائج القياسات الحقلية للقطاعات الطرقية على الطرق المركزية الثلاثة المدروسة في البحث :

الجدول (5) ملخص نتائج القياسات الحقلية على الطرق موضوع البحث

نوع العجز ومجال تصنيفه	الشدة	أوتوستراد القبو–القرداحة	طريق الساحل– الغاب	طريق اللاذقية–الحفة–صلنفة
الشقوق العرضية	Low	0.2%	0.4%	0.6%
مجال التصنيف	Medium	0.6%	–	1.3%
%(0 –5)	High	–	–	0.2%
الشقوق الطولية	Low	1%	1.15%	0.4%
مجال التصنيف	Medium	2%	1.63%	1.1%
%(0 –5)	High	0.6%	0.35%	–
الشقوق التمساحية	Low	1.1%	1.3%	0.33%
مجال التصنيف	Medium	–	2.8%	1.7%
%(0 –5)	High	1.7%	–	0.94%
الشقوق الشبكية	Low	–	–	–
مجال التصنيف	Medium	–	–	–
%(0 –5)	High	–	–	–
التخدد	Low	1.05%	1%	1%
مجال التصنيف	Medium	–	–	–
%(0 –10)	High	–	–	–
عدم الاستوائية والتموجات	Low	–	–	–
مجال التصنيف	Medium	–	–	–
%(0 –5)	High	–	–	–
	Low	–	–	–
التطاير	Low–Medium	2%	1.81%	1.87%
مجال التصنيف	Medium	2.64%	2.67%	2.8%
%(0 –5)	Medium–High	3.5%	3.67%	–
	High	–	–	4%
الزحف	Low	–	–	–
مجال التصنيف	Medium	–	–	–
%(0 –10)	High	–	2.9%	–
الحفر	Low	–	–	1.25%
مجال التصنيف	Medium	–	–	5.45%
%(0 –10)	High	–	–	7.6%
نزف الإسفلت	Low	–	–	–
مجال التصنيف	Medium	–	–	–
%(0 –10)	High	–	–	–
	Low	–	1%	0.96%
صقل الحصويات	Low–Medium	1.94%	1.5%	1.72%
مجال التصنيف	Medium	–	–	3%

(0 -5)% 	Medium-High High	- -	- -	- -
تصريف المياه مجال التصنيف (0 -10)%	No Drainage Structures NoStructures+SmallWaterSpots No Structures+WaterSpots Drainage Structures	3% 4% - 2%	3% 4% - -	3% 3.8% 4.5% -
نوعية القيادة مجال التصنيف (0 -10)%	Low Medium High	3.88%	4%	4.13%
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%
المقطع ذو قيمة التثقيل الأعلى		6251-0200-7 61%	5752-0100-8 60% 5752-0100-9 60%	6252-0100-3 59% 6252-0100-14 59% 6252-0100-15 59%

3- نتائج إرساء معايير التثقيل بين الطرق المدروسة :

لقد قمنا باعتماد منهجية التفضيل بين المشاريع حسب أولويتها Project Priority Methodology ، وذلك لاقتراح القطاعات والطرق التي تحتاج عمليات الصيانة أولاً من بين الطرق المدروسة ، وتنص هذه المنهجية على أنه يجب أن يتم تقييم كل مشروع صيانة طرقي باستخدام خمس فئات ينتج عن كل منها قيمة مثقلة ، و كلما زاد تثقيل الفئة زادت أهميتها بالنسبة للأولوية ولعائد المشروع، وهذه الفئات الخمس هي [5]:

1-حجم المرور (25%)Traffic Volume

2-حالة الطريق (15%)Road Condition

3-الالتزام المحلي (30%)Local Commitment

4-السلامة (15%) Safety

5-قياسات التحكم بالنقل(15%) Transportation Control Measures

3-1- حجم المرور Traffic Volume

توضع قيم نقاط التثقيل في هذه الفئة بناءً على معدل المرور اليومي (Average Daily Traffic (ADT وفق المجالات الآتية:

الجدول (6) قيم نقاط التثقيل حسب حجم المرور اليومي (ADT)

معدل المرور اليومي لطريق بحارتين Two Lane Road	النقاط Points	معدل المرور اليومي لطريق بأربع حارات Four Lane Road	النقاط Points
20000 وما فوق	25	35000 وما فوق	25
19000-19999	24	32500-34999	24
18000-18999	23	30000-32499	23
17000-17999	22	27500-29999	22
16000-16999	21	25000-27499	21
15000-15999	20	22500-24999	20
14000-14999	19	20000-22499	19
13000-13999	18	17500-19999	18
12000-12999	17	15000-17499	17
11000-11999	16	12500-14999	16
10000-10999	15	10000-12499	15
9000-9999	14	9000-9999	14
8000-8999	13	8000-8999	13
7000-7999	12	7000-7999	12
6000-6999	11	6000-6999	11
5000-5999	10	5000-5999	10
4000-4999	9	4000-4999	9
3000-3999	8	3000-3999	8
2000-2999	7	2000-2999	7
1000-1999	6	1000-1999	6
0-999	5	0-999	5

3-2- حالة الطريق Road Condition

توضع قيم نقاط التثقيل في هذه الفئة بناء على أربع تصنيفات لحالة سطح الطريق ، وذلك حسب قيم دليل مسح حالة سطح الطريق Condition Rating Survey (CRS) وفق المجالات الآتية:

الجدول (7) قيم نقاط التثقيل حسب حالة الطريق Road Condition

حالة الطريق Condition Road	مجال قيمة الـ CRS Range of CRS Values	النقاط Points
سيئة Poor	0-4.5	15
معتدلة Fair	4.6-6.0	10
مرضية Satisfactory	6.1-7.5	5
جيدة Good	7.6-9.0	0

3-3- الالتزام المحلي Local Commitment

توضع قيم نقاط التثقيل في هذه الفئة بناءً على الضمان المالي الإضافي، وتدفق الالتزام المالي والتزام مستوى معين من المؤسسات المحلية على طول المشروع ، وذلك وفق المجالات الآتية:

الجدول (8) قيم نقاط التثقيل حسب الالتزام المحلي Local Commitment

الالتزام بالعمل Action Commitment	مجموع النقاط Cumulative Points
التزام محلي بالتمويل (مؤسسات محلية)	+15
ضمان مالي إضافي من عدة أطراف (تضاف 5 نقاط لكل راعي إضافي)	+5-10
عدة أطراف تتعهد الضمان المالي (موافقة مسبقة على الميزانية)	+5

3-4- السلامة Safety

توضع قيم نقاط التثقيل في هذه الفئة بناءً على قدرة المؤسسة المحلية على الربط بين المشروع المقترح وزيادة مستوى السلامة بين المشاة / الدراجات أو العربات ، وكمثال على ذلك نذكر التقليل من معدل الحوادث و إنشاء ممرات للمشاة ووضع الإشارات وتخفيض السرعة وإنشاء الحواجز..الخ ويتم تقدير عدد النقاط الممكن إضافتها في هذه الفئة من قبل الإدارات العليا.

3-5- إجراءات التحكم بالنقل Transportation Control Measures

إذا تضمن المشروع الطرقي مفهوماً يزيد من استفادة العربات ذات الراكب الواحد ويعزز استخدام نماذج أخرى من النقل، فإن المشروع عندها يستحق حتى (15) نقطة إضافية في هذه المجموعة ، كمثال على ذلك نذكر المشاريع الطرقية التي تزودنا بتسهيلات للمشاة أو الدراجات الهوائية ، أو المشاريع الطرقية التي تطور القدرة التمريرية لمحطة ترانزيت.

4- النتائج العملية الحاسوبية لعملية التثقيل

نظراً لعدم وجود نماذج نقل إضافية على الطرق المركزية المدروسة قمنا بالتعاون مع رئيسة دائرة الصيانة ورئيس شعبة الجرد الطرقي في مديرية الطرق المركزية باللاذقية بالتعويض عن تثقيل تلك الفئة بفئة تعبر عن أهمية الطريق الاستراتيجية والإدارية، وفيما يأتي جدول بنتائج عملية التثقيل للقطاعات المدروسة :

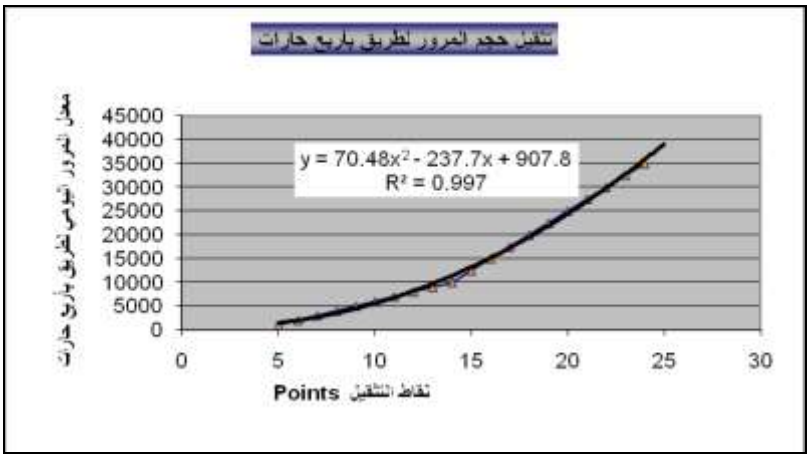
الجدول (9) نتائج معايير التثقيل للقطاعات المدروسة

SegmentNum	CRS value	ADT value	CRS points	ADT points	Commit Points	Safety Points	Road Points	Total Points
6251_0100_1	6.5	3894.0	8.0	8.0	15.0	10.0	15.0	56.0
6251_0200_1	6.5	3894.0	8.0	8.0	15.0	10.0	15.0	56.0
6251_0200_2	7.0	3894.0	7.0	8.0	15.0	10.0	15.0	55.0
6251_0200_3	6.5	3894.0	8.0	8.0	15.0	10.0	15.0	56.0
6251_0200_4	6.5	3894.0	8.0	8.0	15.0	10.0	15.0	56.0
6251_0200_5	6.0	3894.0	10.0	8.0	15.0	10.0	15.0	58.0

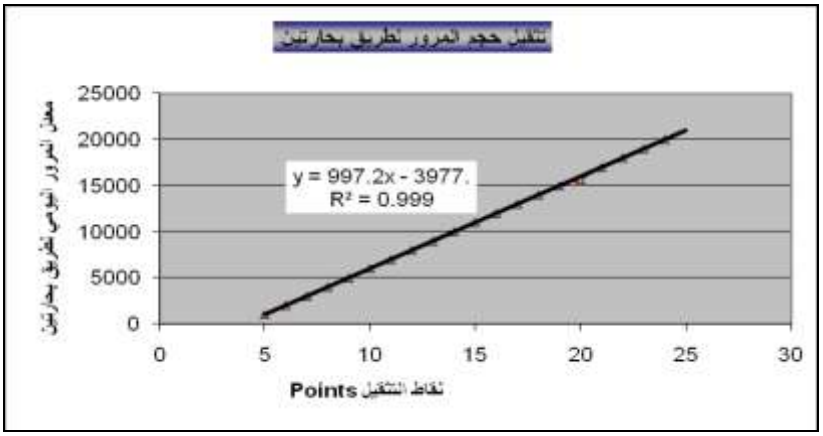
6251_0200_6	6.5	3894.0	8.0	8.0	15.0	10.0	15.0	56.0
6251_0200_7	5.0	3894.0	13.0	8.0	15.0	10.0	15.0	61.0
6251_0200_8	6.0	3989.0	10.0	8.0	15.0	10.0	15.0	58.0
6251_0200_9	6.0	3989.0	10.0	8.0	15.0	10.0	15.0	58.0
6251_0200_10	6.0	3989.0	10.0	8.0	15.0	10.0	15.0	58.0
6251_0200_11	6.5	3989.0	8.0	8.0	15.0	10.0	15.0	56.0
6251_0200_12	6.5	3989.0	8.0	8.0	15.0	10.0	15.0	56.0
6251_0200_13	7.0	3989.0	7.0	8.0	15.0	10.0	15.0	55.0
6251_0200_14	6.5	3989.0	8.0	8.0	15.0	10.0	15.0	56.0
6251_0100_15	6.5	3989.0	8.0	8.0	15.0	10.0	15.0	56.0
5752_0100_1	6.5	7793.0	8.0	12.0	15.0	10.0	10.0	55.0
5752_0100_2	7.0	7793.0	7.0	12.0	15.0	10.0	10.0	54.0
5752_0100_3	6.0	7793.0	10.0	12.0	15.0	10.0	10.0	57.0
5752_0100_4	6.0	7793.0	10.0	12.0	15.0	10.0	10.0	57.0
5752_0100_5	6.5	7793.0	8.0	12.0	15.0	10.0	10.0	55.0
5752_0100_6	7.0	7793.0	7.0	12.0	15.0	10.0	10.0	54.0
5752_0100_7	6.5	7793.0	8.0	12.0	15.0	10.0	10.0	55.0
5752_0100_8	5.0	7793.0	13.0	12.0	15.0	10.0	10.0	60.0
5752_0100_9	5.0	7793.0	13.0	12.0	15.0	10.0	10.0	60.0
5752_0100_10	6.0	7793.0	10.0	12.0	15.0	10.0	10.0	57.0
5752_0100_11	6.5	7793.0	8.0	12.0	15.0	10.0	10.0	55.0
5752_0100_12	6.0	7793.0	10.0	12.0	15.0	10.0	10.0	57.0
5752_0100_13	6.5	7793.0	8.0	12.0	15.0	10.0	10.0	55.0
5752_0100_14	5.5	7793.0	12.0	12.0	15.0	10.0	10.0	59.0
6252_0100_1	6.0	9881.0	10.0	14.0	15.0	5.0	10.0	54.0
6252_0100_2	6.0	9881.0	10.0	14.0	15.0	5.0	10.0	54.0
6252_0100_3	4.5	9881.0	15.0	14.0	15.0	5.0	10.0	59.0
6252_0100_4	5.0	9881.0	13.0	14.0	15.0	5.0	10.0	57.0
6252_0100_5	5.0	9881.0	13.0	14.0	15.0	5.0	10.0	57.0
6252_0100_6	7.0	9881.0	7.0	14.0	15.0	5.0	10.0	51.0
6252_0100_7	6.0	9881.0	10.0	14.0	15.0	5.0	10.0	54.0
6252_0100_8	6.0	9881.0	10.0	14.0	15.0	5.0	10.0	54.0
6252_0100_9	6.5	9881.0	8.0	14.0	15.0	5.0	10.0	52.0
6252_0100_10	6.0	9881.0	10.0	14.0	15.0	5.0	10.0	54.0
6252_0100_11	5.0	9881.0	13.0	14.0	15.0	5.0	10.0	57.0
6252_0100_12	6.0	9881.0	10.0	14.0	15.0	5.0	10.0	54.0
6252_0100_13	5.5	9881.0	12.0	14.0	15.0	5.0	10.0	56.0
6252_0100_14	4.0	9881.0	15.0	14.0	15.0	5.0	10.0	59.0
6252_0100_15	4.5	9881.0	15.0	14.0	15.0	5.0	10.0	59.0
6252_0100_16	6.5	9881.0	8.0	14.0	15.0	5.0	10.0	52.0
6252_0100_17	6.5	9881.0	8.0	14.0	15.0	5.0	10.0	52.0
6252_0100_18	6.5	9881.0	8.0	14.0	15.0	5.0	10.0	52.0
6252_0100_19	6.0	9881.0	10.0	14.0	15.0	5.0	10.0	54.0
6252_0100_20	7.0	9881.0	7.0	14.0	15.0	5.0	10.0	51.0
6252_0100_21	6.0	9881.0	10.0	14.0	15.0	5.0	10.0	54.0

6252_0100_22	5.0	9881.0	13.0	14.0	15.0	5.0	10.0	57.0
6252_0100_23	6.0	9881.0	10.0	14.0	15.0	5.0	10.0	54.0

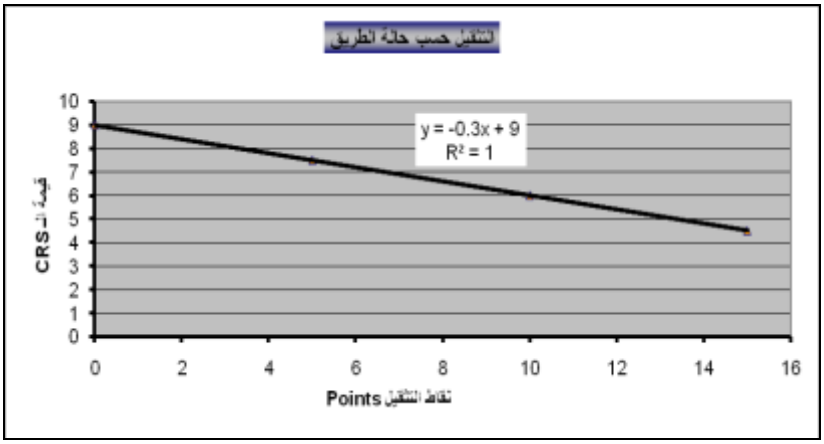
كما تم إجراء تقاطع فعال بين بعض مجالات معايير التثقيل الواردة أعلاه وقيم نقاط التثقيل التابعة لها وحصلنا بالنتيجة على مجموعة من المخططات البيانية الخاصة بها التي جعلت عملية تنسيب القيم فعالة ومباشرة .



الشكل (1) مخطط التثقيل الخاص بحجم المرور لطريق بأربع حارات

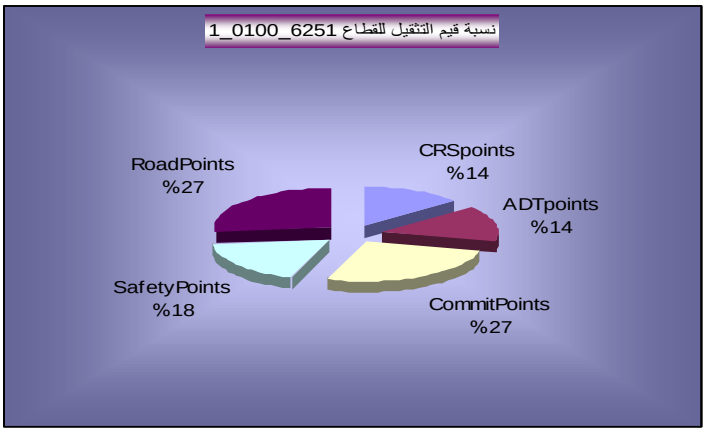


الشكل (2) مخطط التثقيل الخاص بحجم المرور لطريق بحارتين

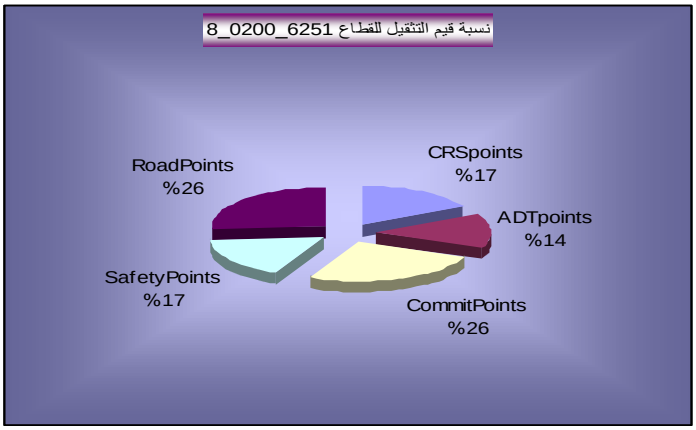


الشكل (3) مخطط التثقيل الخاص بحالة الطريق

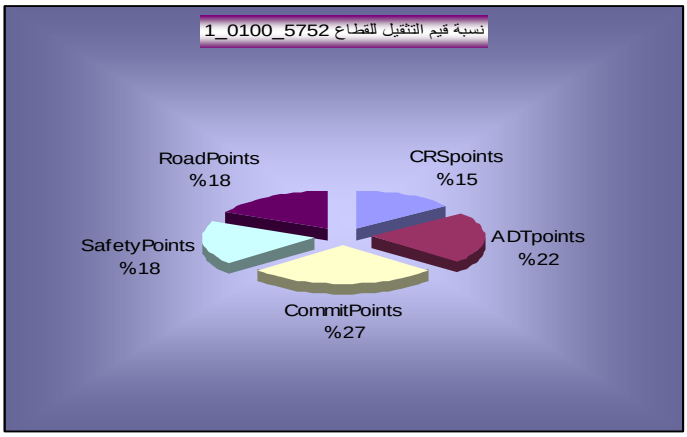
أيضاً نورد بعض المخططات القرصية التي تبين النسبة المئوية لمساهمة كل عامل من عوامل التثقيل المختلفة من قيمة التثقيل الكلية لبعض القطاعات على الطرق المدروسة:



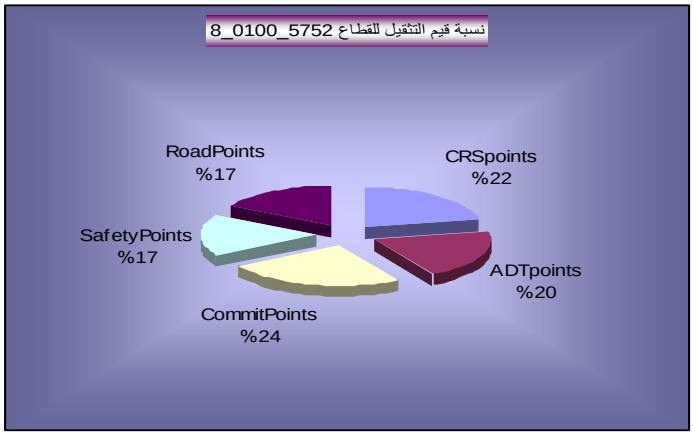
الشكل (4) النسبة المئوية لقيم التثقيل للقطاع 1-0100-6251



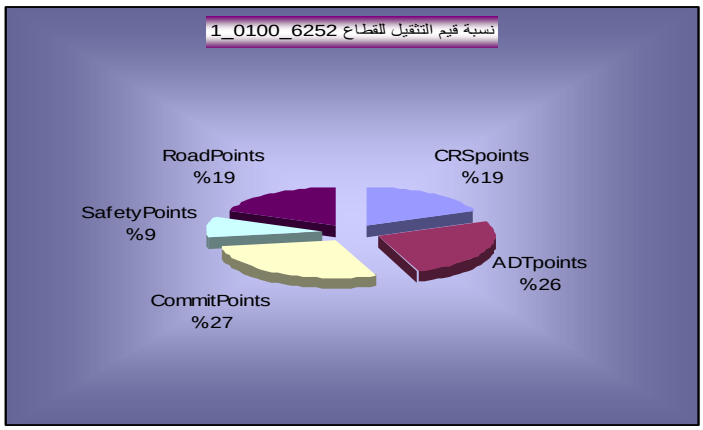
الشكل (5) النسبة المئوية لقيم التثقيل للقطاع 8-0200-6251



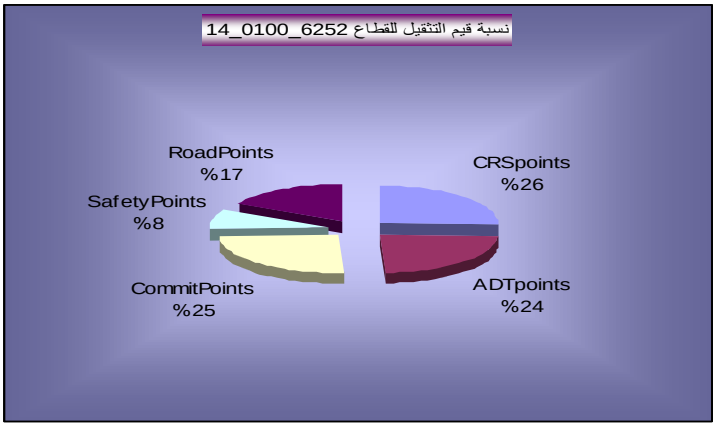
الشكل (6) النسبة المئوية لقيم التثقيل للقطاع 1-0100-5752



الشكل (7) النسبة المئوية لقيم التثقيل للقطاع 8-0100-5752



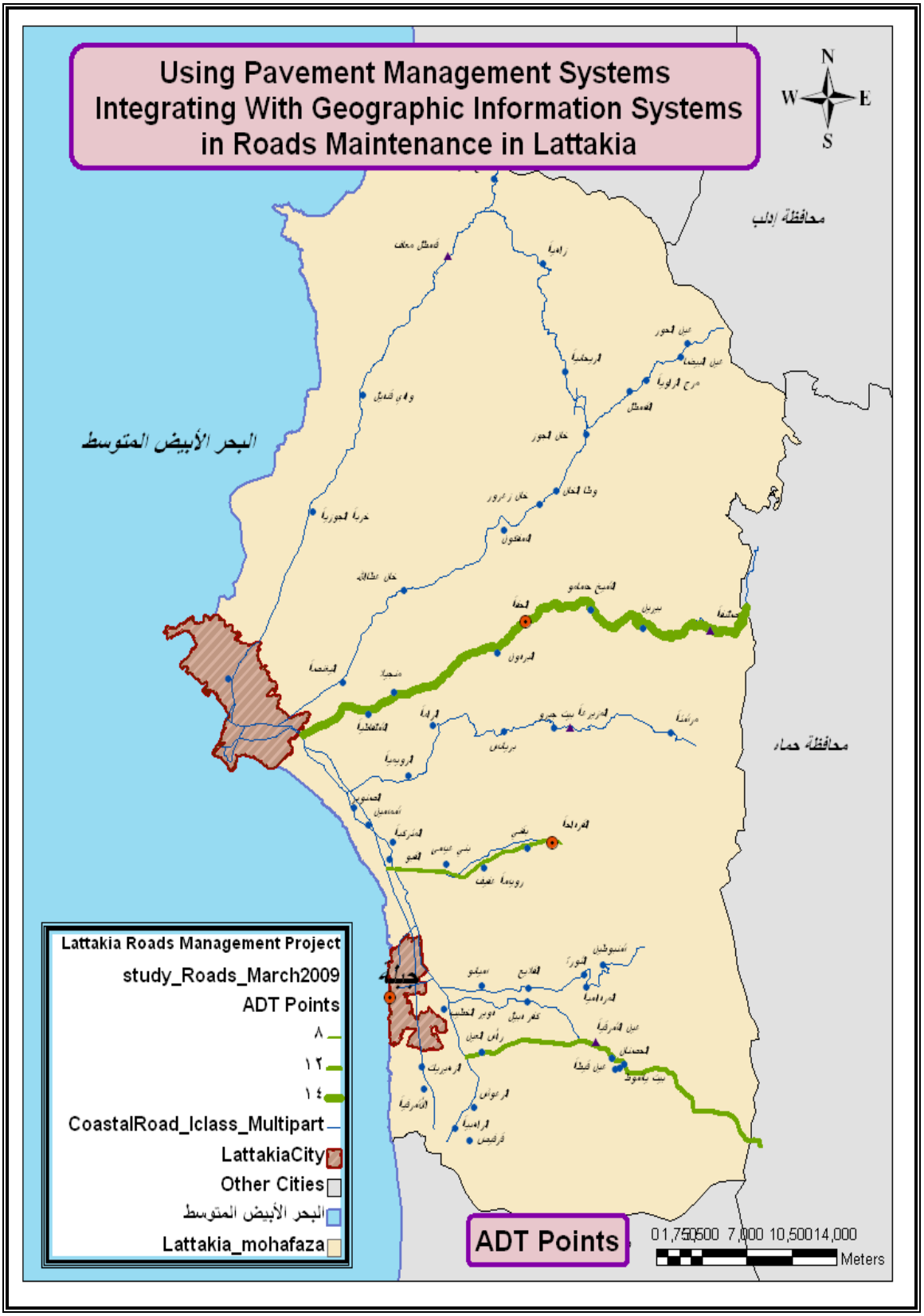
الشكل (8) النسبة المئوية لقيم التثقيل للقطاع 1_0100_6252



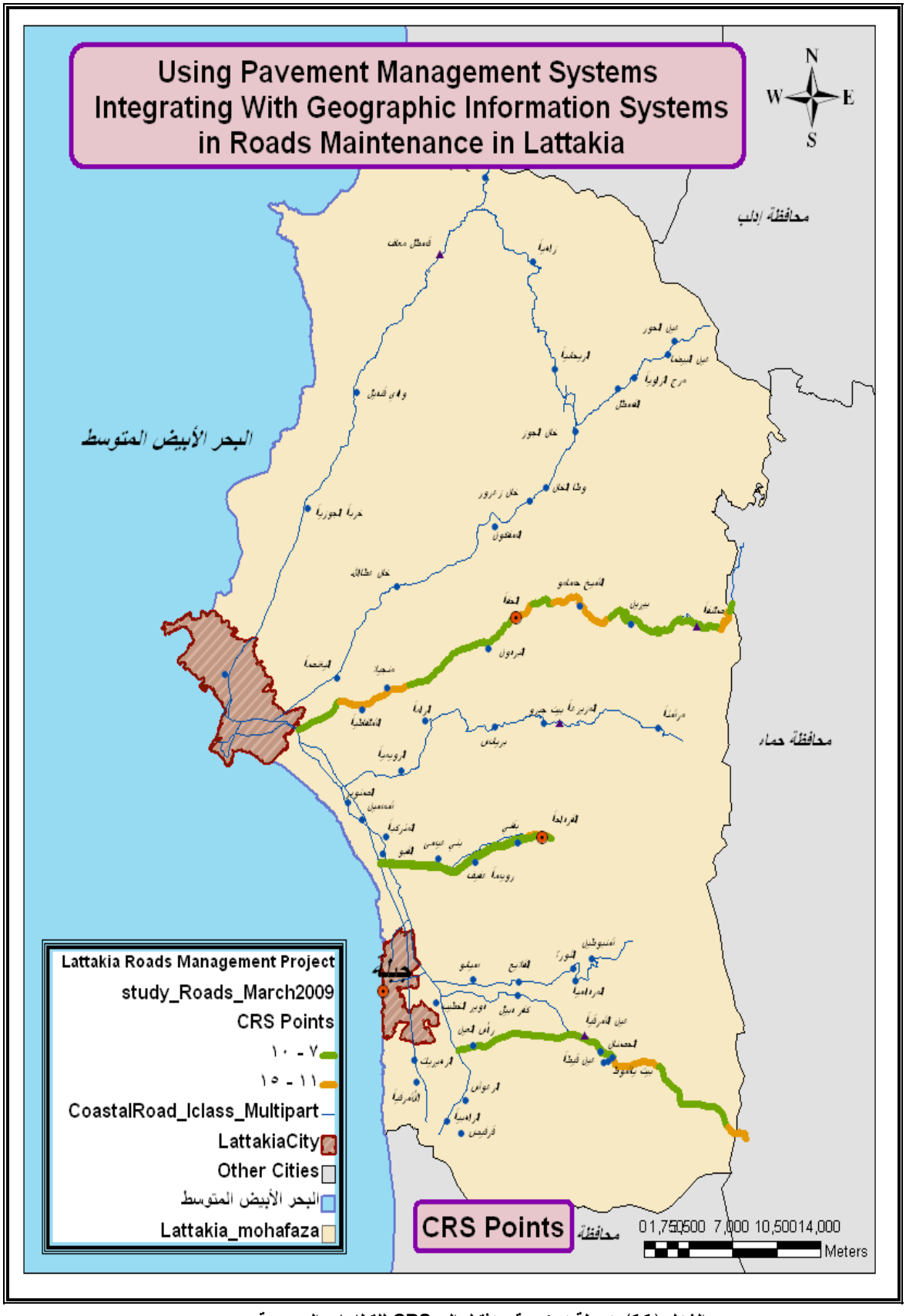
الشكل (9) النسبة المئوية لقيم التثقيل للقطاع 14_0100_6252

5- استخدام تقنيات الـ GIS في تحليل وعرض النتائج

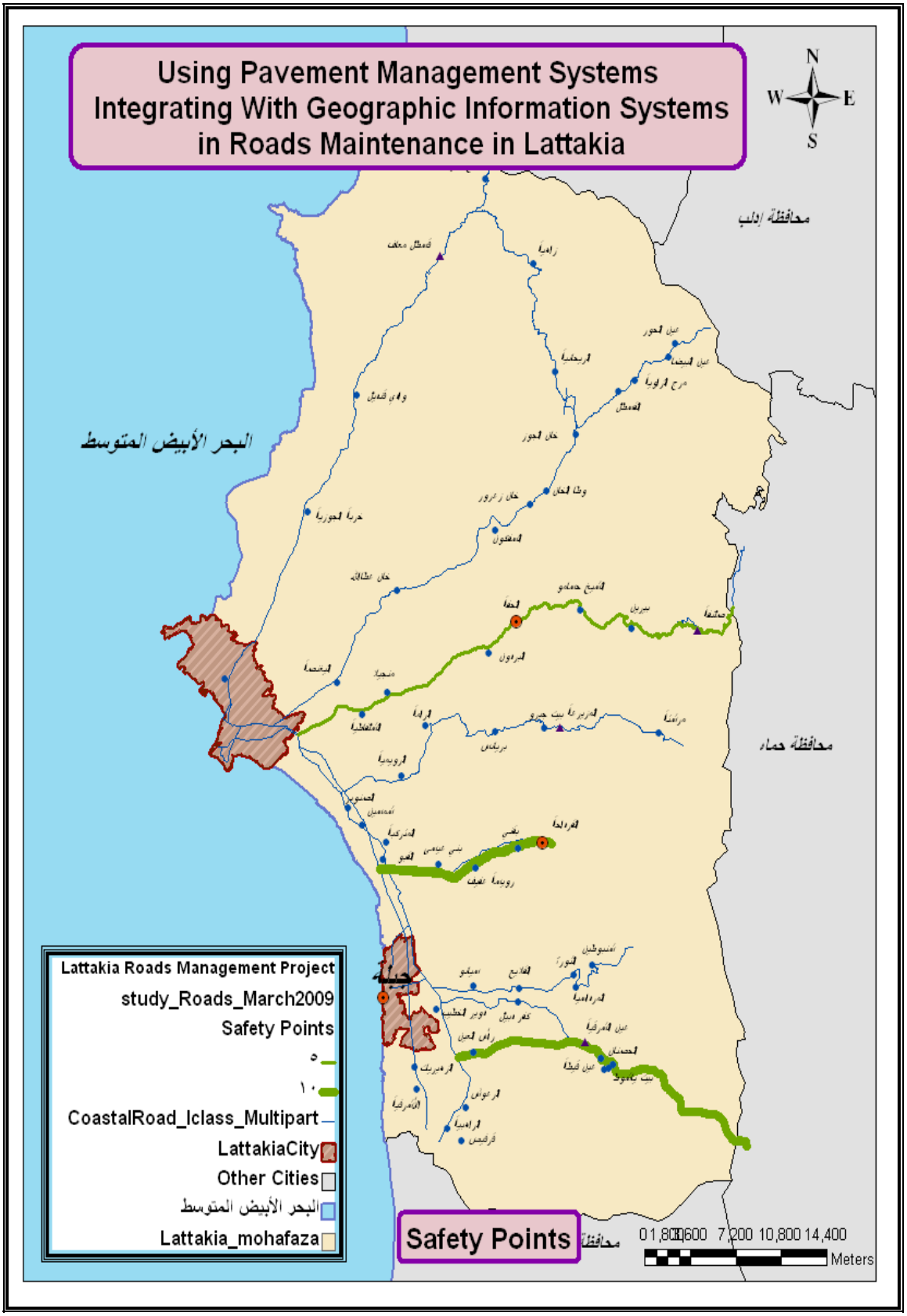
تم تنظيم وتحليل المعلومات والربط بين البيانات المكانية والوصفية عبر قدرة الـ GIS المتميزة على البحث في قواعد البيانات وإجراء الاستفسارات المختلفة، ثم تم إظهار النتائج والتحليلات بصورة مبسطة لمتخذ القرار عبر مجموعة من الخرائط الرقمية تضمنت عوامل التثقيل المختلفة وصولاً الى خريطة التثقيل الكلي للبيانات، وهي الخرائط التالية:



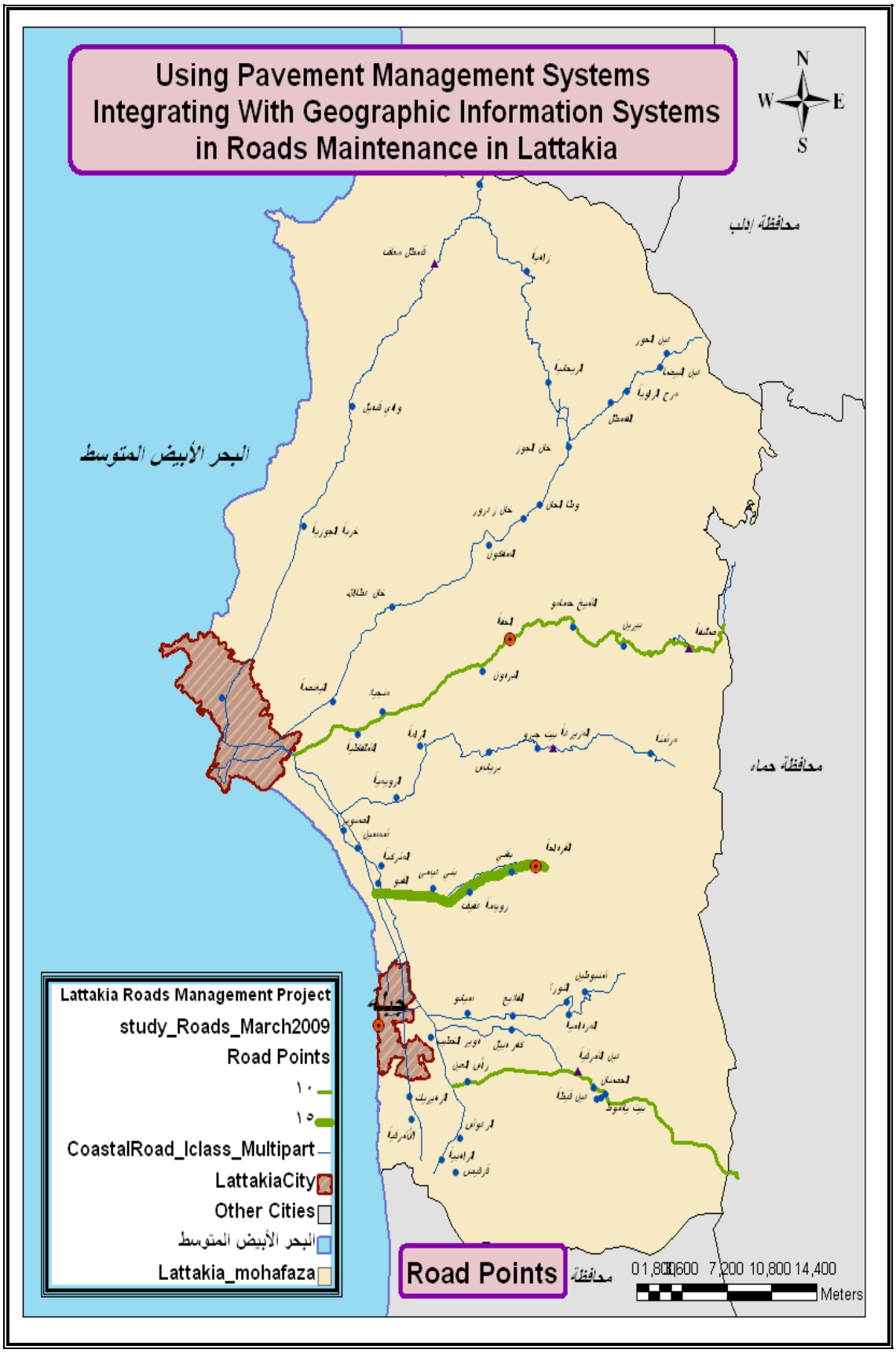
الشكل (10) خريطة توضح قيم تثقيل الـ ADT للقطاعات المدروسة



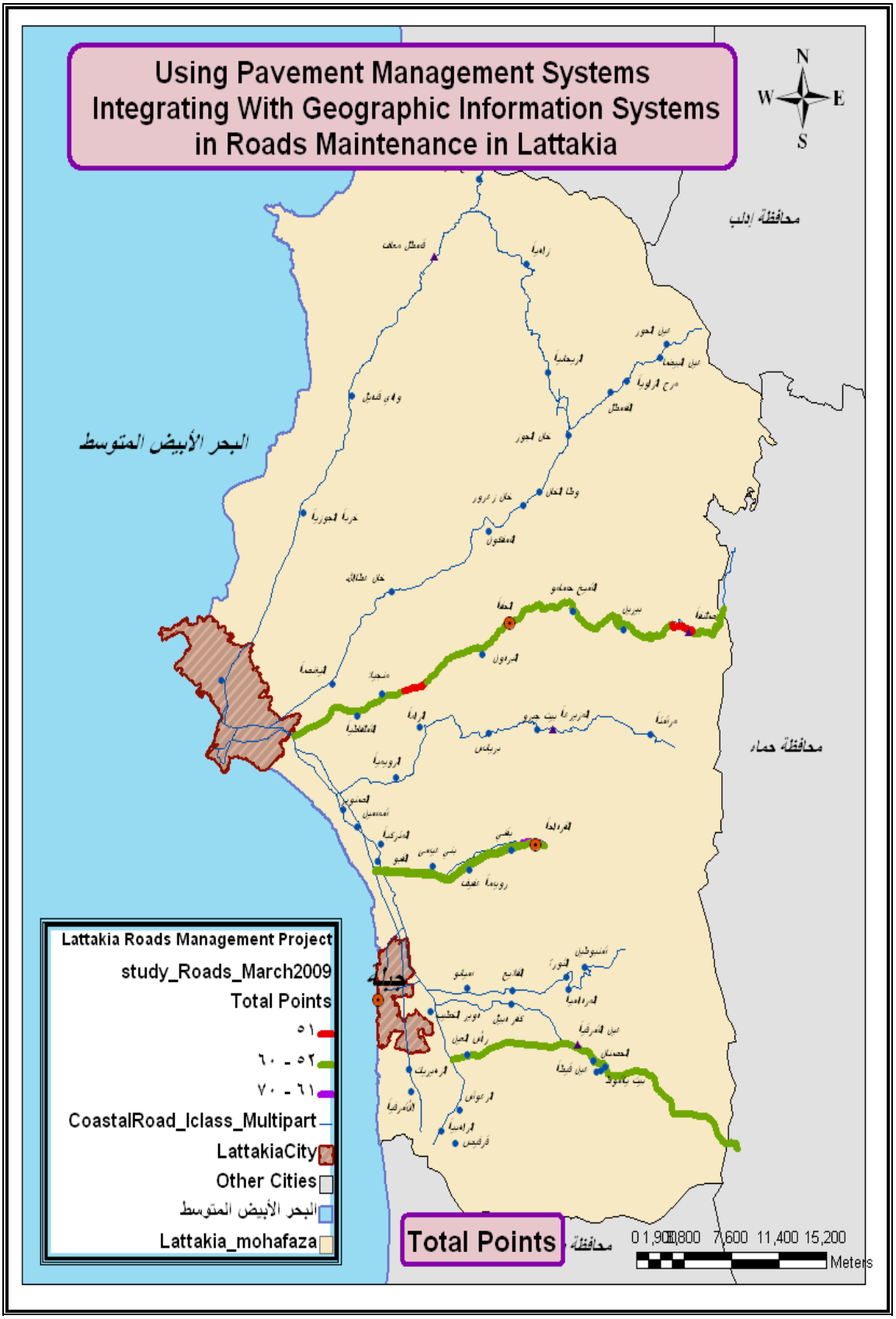
الشكل (11) خريطة توضح قيم تثقيل الـ CRS للقطاعات المدروسة



الشكل (12) خريطة توضح قيم تثقيل السلامة للقطاعات المدروسة



الشكل (13) خريطة توضح قيم تثقيل أهمية الطريق للقطاعات المدروسة



الشكل (14) خريطة توضح قيم التثقيل الكلية للقطاعات المدروسة

الاستنتاجات والتوصيات

◈ الاستنتاجات:

1- القطاعات الأسوأ حسب الحالة الكلية لسطح الرصف على أوتوستراد القبو –القرداحة وعلى طريق اللاذقية– الحفة–صلنفة كانت موافقة لأعلى قيم للتثقيل ، بينما كانت القطاعات مختلفة على طريق الساحل –الغاب، وهذا يؤكد نظرية عدم ضرورة البدء بصيانة القطاعات أو الطرق الأسوأ أولاً ، كما يدعم اتخاذ القرار بالتوجه بالصيانة نحو القطاعات الحاصلة على التثقيل الأكبر لأن ذلك أجدى على المدى الطويل.

2- إن استخدام قدرات الـ GIS في توثيق وتحليل وعرض البيانات المرتبطة بالرصف يساعد على اتخاذ القرار المتعلق بالصيانة بطريقة سهلة متفاعلة مع الخرائط الرقمية للطرق المدروسة التي تضمن الوصول السريع والمباشر إلى مختلف البيانات والحلول.

◈ التوصيات:

1-لابد أن تكون الصيانة في المؤسسات الطرقية عملاً إدارياً متسلسلاً متكاملاً وليس مجموعة من المهمات المنفصلة عن بعضها بعضاً، كما يجب عدم تقييد عقود الصيانة بقيم محددة ولكن حسب الدراسات والمتطلبات الفعلية وذلك حتى نضمن عمل الصيانة المناسبة في المكان المناسب و الوقت المناسب ، وإلا فإن قدرات نظم إدارة الرصف و تخطيط الصيانة الطرقية لن تصبح فاعلة و لن تعطي النتائج المرجوة منها .

2-إن هذا البحث قدم فرصة مهمة للتعرف على نظم إدارة صيانة الرصف الطرقي وتطبيقاتها المتكاملة مع نظم المعلومات الجغرافية بما يكفل الإحاطة الشاملة بمختلف البيانات المكانية والوصفية في مجال الصيانة الطرقية ودعم اتخاذ القرار، ونحن نوصي باستمرار وتوسيع الأبحاث في هذا المجال للمضي قدماً ومواكبة التطورات المستمرة في هذا المجال .

المراجع:

1- Ann Johnson , P. E. , Professional Engineering Services ," *Best Practice Handbook on Asphalt Pavement Maintenance"*, February 2000 .

2- Northwest Pavement Management Systems Users Group and R. Keith Kay , Washington State Department of Transportation ," *Pavement Surface Condition Rating Manual "*, March 1992 .

3- Illinois Highway Information System – Roadway Information and Procedure Manual , Condition Rating Survey Item No.42

4- The Asphalt Institute – *" A Pavement Rating System for Low-Volume Asphalt Roads "*, Information Series No.169

5- Kane/Kendall Council of Mayors , Surface Transportation Program (STP) , *" Project Priority Methodology "* , November 10th, 2005 .

6-TRANSPORTATION RESEARCH CIRCULAR, *"Maintenance Management ",* Number E-C163, July 2012.