التحليل المكاني لحوادث المرور باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

علي إمحمد بن سعيد ورشيد بشير الغريب

قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة طرابلس

Email: a.bin-saeid@uot.edu.ly

تم الاستلام في 30 مايو 2024، وتمت المراجعة في 11 سبتمبر 2024، وتم القبول في 19 اكتوبر 2024

ABSTRACT

The interactive digital map provided by GIS is a means that enables specialists in many fields to conduct various analyses, starting with the creation of a geographical database on the basis of which the necessary analysis operations can be performed. Traffic accident data has been collected from paper records in the archives of the Evidence Collection Section at the Traffic Affairs Office - Tripoli Security Directorate, and the results of the density analysis "Cornell Density" showed that traffic accidents were distributed more in the downtown neighbourhoods than in the suburbs. On the other hand, the severity was higher in the suburbs than in the city centre, and the first cause of traffic accidents in the entire road network was the speed of vehicles which is excess of the permitted vehicles one.

الملخص

الخريطة الرقمية التفاعلية التي توفرها نظم المعلومات الجغرافية هي وسيلة تمكن المتخصصين في العديد من المجالات من إجراء عمليات التحليل المختلفة، وذلك ابتداءً بإنشاء قاعدة بيانات جغرافية والتي على أساسها يمكن إجراء عمليات التحليل اللازمة، وقد تم تجميع بيانات الحوادث المرورية من السجلات الورقية بأرشيف قسم جمع الاستدلالات بمكتب شؤون المرور- مديرية أمن طرابلس، وقد اظهرت نتائج تحليل الكثافة "كثافة كرنل" أن الحوادث المرورية توزعت بشكل أكبر في أحياء وسط المدينة عنها في الضواحي، غير أن خطورتها كانت أعلى في الضواحي عن وسط المدينة، وكان السبب الأول في الحوادث المرورية في مجمل شبكة الطرق هو السرعة الزائدة عن المسموح به للمركبات.

الكلمات المفتاحية: الخريطة الرقمية التفاعلية؛ حوادث المرور؛ التحليل المكاني، كثافة كرنل

المقدمة

أضحت الحوادث المرورية من أبرز المشاكل التى تعانى منها جميع دول العالم لما تسببه هذه الحوادث من أضرار وخسائر اجتماعية واقتصادية، وتعتبر حوادث الطرق من أكثر مسببات الوفاة بعدد 1.25 مليون قتيل فى العام بحسب منظمة الصحة العالمية والأول فى وفاة الشباب من الذكور، ولهذا الرقم المخيف من الوفيات على الطرق فقد كان لبرنامج الأمم المتحدة للتنمية المستدامة (2020-2030) بنداً خاصاً يحث الدول على دراسة مسببات الموت على الطرق وكيفية تلافيها، وتقدم لنا نظم المعلومات الجغرافية ((Geographic Information Systems (GIS) قدرات عالية فى الرصد والتوثيق والتحليل والإظهار وغيرها من القدرات التى تتعامل مع كميات كبيرة من البيانات المكانية وغير المكانية. بالإضافة إلى تحويل قواعد البيانات الجغرافية إلى الشكل المؤسسى الذى يتيح لأكثر من مستخدم أو إدارة الوصول إلى البيانات وتعديلها آنيا ليوفر الكثير من الوقت والجهد والتكلفة على المدى المتوسط والطويل ويعطى لاحقا أفق أوسع فى نشر البيانات وتصميم تطبيقات مؤسسة عليها، لتعظيم الاستفادة من البيانات المكانية التي يتم جمعها [1].

منطقة البحث والبيانات المستخدمة

المنطقة المستهدفة في هذه الدراسة هي شبكة الطرق لمدينة طرابلس، من الاشارة الضوئية البيفي شرقاً إلى منطقة الغيران غرباً حتى وادي الربيع جنوباً، حيث تحتوي على أعلى كثافة سكانية

في ليبيا، والبيانات المستخدمة هي سجلات الحوادث المرورية الموثقة لسبع سنوات من قبل قسم جمع الاستدلالات بمكتب شؤون المرور- مديرية أمن طرابلس.

المنهجية

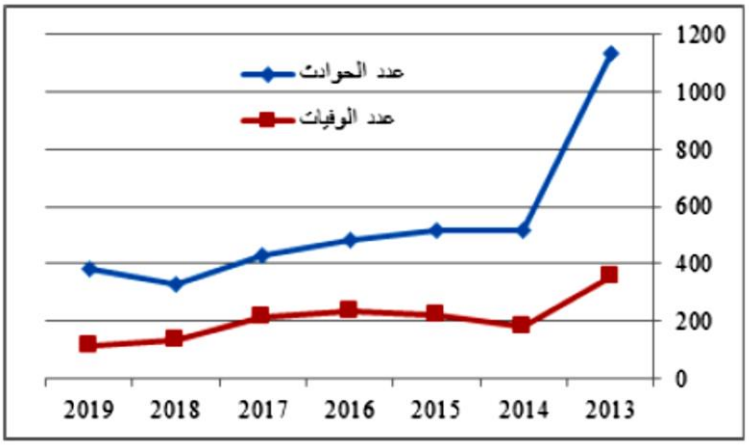
بشكل عام، تتبع الدراسة المنهج الإحصائي للوصول الى الاهداف المنشودة، باعتبار أن البحث سوف يتعامل مع كمية كبيرة من البيانات، وبشكل خاص المنهجية سوف تكون كالتالي:

1) تجميع بيانات الحوادث للفترة الزمنية (2013-2019)، والتي وقعت ضمن نطاق مدينة طرابلس.
2) بناء قاعدة بيانات جغرافية للحوادث المرورية في مدينة طرابلس للفترة الزمنية قيد البحث.
3) استخدام البرنامج الحاسوبي (Arc Map) لإجراء عملية التحليل على البيانات التاريخية للحوادث المرورية باستخدام أداة تحليل "كثافة كرنل".

تجميع البيانات

تم تجميع البيانات المكانية وغير المكانية المستخدمة في هذا البحث من سجلات الحوادث أرشيف قسم جمع الاستدلالات بمكتب شؤون المرور- مديرية أمن طرابلس للفترة الزمنية (2013-2019)، ويبين الشكل (1) أعداد الحوادث المرورية وأعداد الوفيات لكل سنة، حيث أن البيانات المكانية المتعلقة بموقع الحادث المروري موثقة ورقياً في ملفات المحاضر على هيئة رسم يدوي تصويري تقريبي لملابسات التصادم، أما البيانات غير المكانية فهي موثقة ورقيا أيضاً في سجلات منفصلة ولكن على شكل جداول.

تم إدخال عينات الحوادث المرورية يدوياً الى برنامج (Arc Map) المختص بنظم المعلومات الجغرافية، على أن يتم استخدام خرائط الشوارع المفتوحة لتبين الحادث المروري على هيئة نقطة في خريطة GIS.



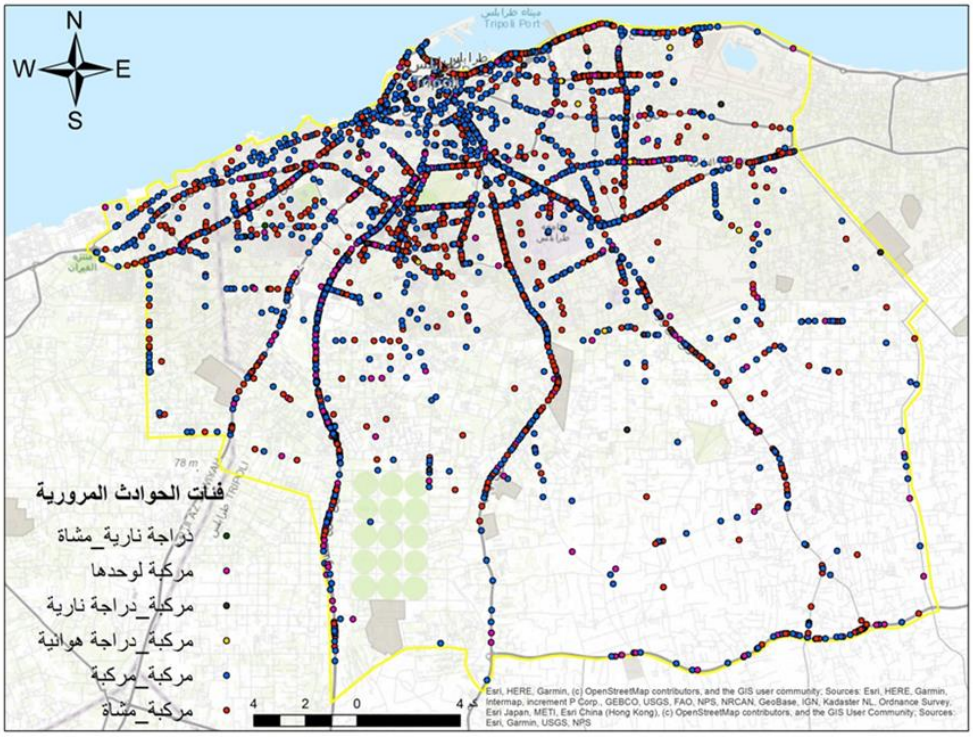
شكل 1: أعداد الحوادث المرورية وأعداد الوفيات للسنوات (2013-2019)

تحليل البيانات

الغرض من المعلومات يختلف باختلاف الهدف المنشود، فإن كانت معلومات إحصائية عن كيانات لمجتمع من البيانات، أو معلومات تحليلية فسوف يتم استخدام طرائق ومقاربات متعددة لتكوين فكرة أكثر شمولية عن ظاهرة أو تجمع معين، وصولا الى التنبؤ بمثال ظاهرة بذاتها بناءً على السلوك التاريخي لها أي بصفة التابع الرياضي والذي يتأثر بعدد من المتغيرات المستقلة، وهو ما يمكّن من وضع استراتيجية فعالة لحل مشكلة أو ظاهرة مستمرة [2-4].

يمكن تعريف تحليل البيانات على أنه التحقيق في الاجزاء المكونة للبيانات أو فصل البيانات الى أجزاء متوافقة لغرض دراستها وعلاقاتها بعضها البعض، وطبقاً للبيانات المجمعة يمكن تقسيم

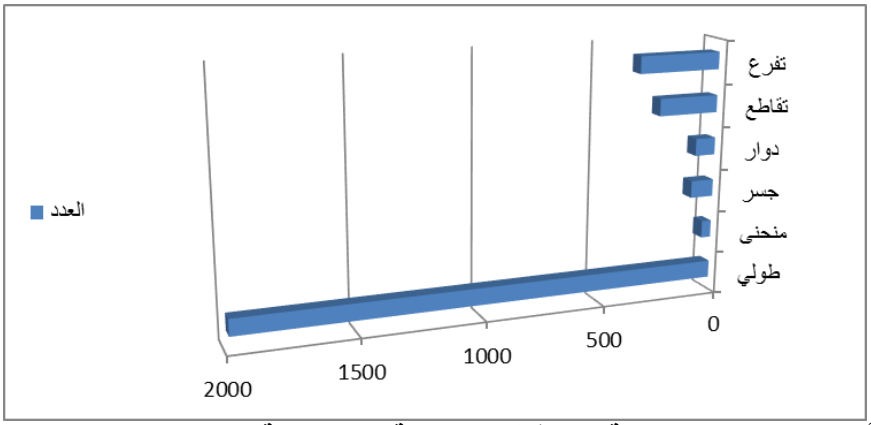
الحوادث المرورية الى أربع فئات وهي: حوادث الدراجات النارية، وحوادث الدراجات الهوائية، وحوادث المركبات، وحوادث المشاة، ويبين الشكل (2) توزيع الحوادث المرورية على شبكة الطرق لمدينة طرابلس للسنوات (2013-2019).



شكل 2: توزيع الحوادث المرورية على شبكة طرق مدينة طرابلس للسنوات (2013-2019)

تحليل البيانات المكانية

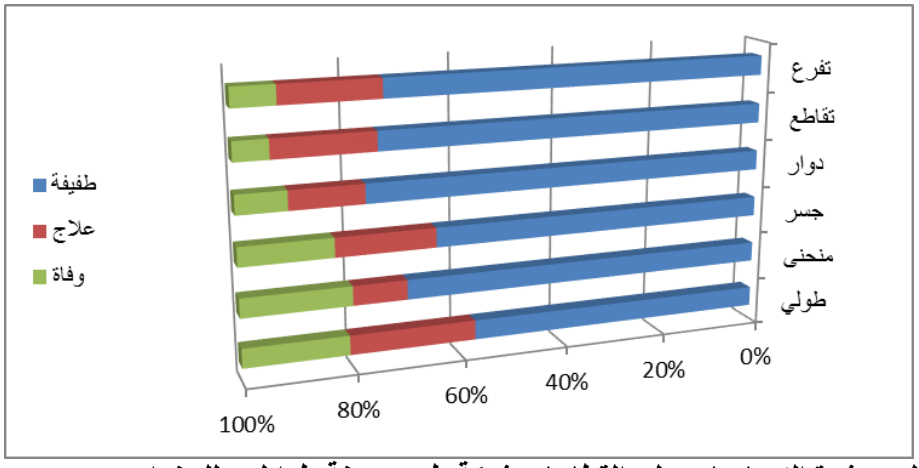
يمكن تقسيم البيانات التي تم جمعها إلى بيانات مكانية، وبيانات غير مكانية "توابع". البيانات المكانية هي كل معلومة متعلقة بالطريق الذي وقع فيه الحادث المروري، أما البيانات غير المكانية فهي كل معلومة تتعلق بالحادث المروري عن الأشخاص، والمركبات، والزمن، وقد تم تقسيم شبكة طرق مدينة طرابلس إلى عدد من القطاعات بحسب أصول إدارة الرصف، وهي مبينة في الشكل (3).



شكل 3: أعداد الحوادث المرورية على قطاعات شبكة طرق مدينة طرابلس للسنوات (2013-2019)

من الشكل (3) يتضح أن القطاعات الطولية كانت الأعلى عدداً للتصادمات بنسبة 70.59%، والأقل عدداً كانت المنحنيات بنسبة 1.46% من مجمل الحوادث المرورية في مدينة طرابلس، وعلى

الرغم من التفاوت الكبير بين عدد الحوادث المرورية في القطاعات الطولية وباقي قطاعات شبكة طرق مدينة طرابلس إلا أن شدة خطورة التصادمات على كل قطاع مسألة أخرى، وقد تم تقسيم شدة الخطورة إلى ثلاث مستويات وهي: طفيفة، وعلاج، ووفاة.

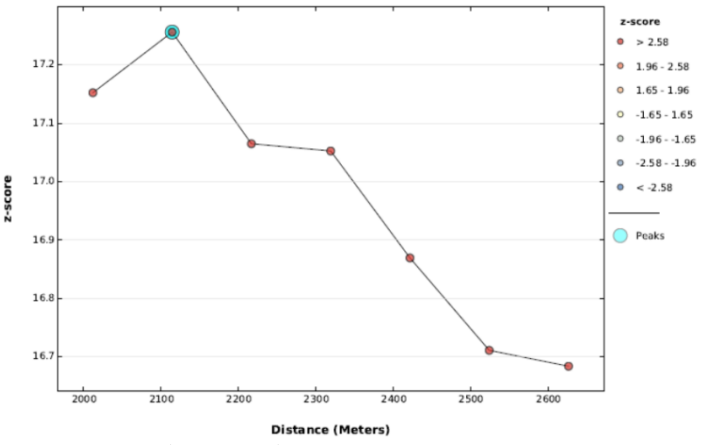


شكل 4: شدة التصادمات على القطاعات شبكة طرق مدينة طرابلس للسنوات (2013-2019)

من الشكل (4) الذي يستعرض مستويات شدة الخطورة بشكل نسبي لكل قطاع من قطاعات شبكة الطرق يتضح أن هناك تقاربا نسبيا في شدة الخطورة مقارنةً بعدد التصادمات على كل قطاع، حيث تراوحت النسبة بين 56.5% في القطاع الطولي و 77.27% عند الدوار للإصابات الطفيفة، وبين 10% في المنحنيات و 23.5% في القطاع الطولي للإصابات العلاجية، وبين 6.31% في التقاطعات و19.24% عند المنحنيات للوفاة.

الترابط الذاتي المكاني الزائدي

من المهم تحديد مقياس التحليل المكاني للظواهر، بحيث يعكس المقياس طبيعة السؤال المطروح، لأنه أحيانا من الصعب تبرير استخدام أي مسافة للتحليل، كما يوضح الشكل (5)، وهنا تكمن أهمية أداة تحليل الترابط الذاتي المكاني الزائدي، ويحسب تحليل الترابط الذاتي المكاني لسلسلة من المسافات لتبيان كثافة التقارب المكاني، عن طريق العلاقة الخطية بين z-score والمسافة، بحيث تحدد المسافة الامثل بأعلى قيمة من z-score، ويمكن أن ينتج أكثر من ذروة من هذه العلاقة [5].



شكل (5) مخطط التقارب مع المسافات للحوادث المرورية في مدينة طرابلس للسنوات (2013-2019)

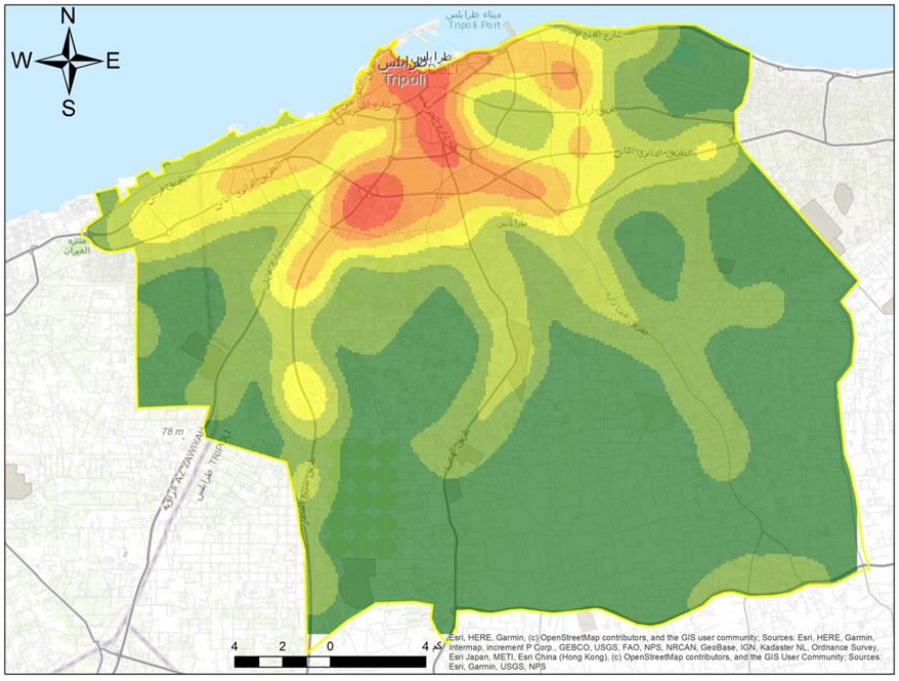
من الشكل (5) نلاحظ وجود ذروة واحدة عند مسافة 2114 متر، وبقيمة z-score تساوي (17.2559)، وهى المسافة الأمثل التى تبدى تجمع أكثر من غيرها للحوادث المرورية قيد البحث، وسوف يتم استخدام هذه المسافة في إجراء تحليل الكثافة "كرنل".

كثافة "كرنل"

كثافة "كرنل" تحسب المقدار لكل وحدة مساحة من ظاهرة نقطة أو مضلع باستخدام معادلة "كرنل" لتلائم سطح مدبب سلس لكل نقطة أو مضلع، وتندرج أدوات الكثافة ضمن صندوق ادوات المحلل المكاني في البرنامج الحاسوبي المستخدم (Arc Map).

تحسب هذه الأداة كثافة الظواهر في الجوار الذي حول هذه الظواهر في المساحة قيد البحث، وذلك بحساب الكثافة حول المركز، ويمكن أن تحسب لظواهر النقاط، والخطوط، حيث أن مخرجات هذه الاداة عبارة عن صورة مسحية/نقطية (raster)، وفيما يخص الظواهر النقطية فإنها تكون عبارة عن سطح منحني سلس فوق كل نقطة، وقيمة السطح تكون الأعلى عند موقع النقطة وتتلاشى بالابتعاد عنها، لتصل الى الصفر عند مسافة نصف قطر البحث من النقطة، والقيمة عند كل خلية مسحية تحسب بإضافة كل قيم سطوح "كرنل" بحيث تتراكب على مركز الخلية المسحية، ويمكن اضافة قيم توابع غير مكانية بحيث تعبر عن عدد مرات احتساب الظاهرة [7,6].

بما أن نوع البيانات المجمعة فى هذا البحث هو بيانات فئوية، أي أنها لا تتكون من قيم رقمية تعبر عن كل سمة بحد ذاتها، لذا وجب إرجاعها الى قيمة رقمية حتى يمكن إجراء التحليلات اللازمة، وهذه القيمة يجب أن تعبر عن مستوى خطورة كل حادث. ستستخدم شدة الإصابات كأساس تبنى عليه قيمة مستوى خطورة الحادث المروري، وذلك بتحديد وزن رقمى افتراضى لكل مستوى من مستويات شدة الإصابات المستخدمة، حيث يزداد الوزن بزيادة القيمة الرقمية كالتالى: وزن الاصابة الطفيفة "1"، ووزن الاصابة العلاجية "2"، ووزن الإصابة المميتة "4"، ولأن كل حادث مرورى يمكن أن ينتج عنه إصابة أكثر من شخص وبشدة مختلفة لكل شخص، فقد وجب توحيد هذا الاختلاف فى مستويات الشدة فى قيمة رقمية مفردة للتعبير عن شدة الحادث المرورى، وهى وزن أشد إصابة ناجمة عن الحادث المروري بصرف النظر عن عدد الإصابات وتباين شدتها شكل (6)



شكل 6: توزيع "كثافة كرنل" للحوادث المرورية للسنوات (2013-2019)

يظهر الشكل (6) تدرج انتشار الحوادث المرورية عبر مساحة البحث، وقد استخدم نصف قطر بحث يساوي 2114 متراً، حيث أن اللون الأحمر يشير إلى كثافة العدد عبر اللون الاصفر وصولاً الى اللون الاخضر الذي تتلاشى فيه الحوادث المرورية، ومن الملاحظ تركيز الحوادث في عدة مواقع متفرقة وهي: طريق الشط ابتداء من ميناء طرابلس غرباً إلى القاعدة البحرية بميناء الشعاب شرقاً، وطريق السكة وما حولها من الأحياء السكنية، وطريق المطار وما جاوره من منطقة ابو سليم

الى الجسر الحديدي، وطريق "العمروص" بسوق الجمعة عند القطاع الذي يبدأ من جسر عشرين من رمضان إلى جسر باب تاجوراء، وبتركيز أقل عند مخرج الطريق الدائري الثاني إلى الاشارة الضوئية "البيفي" شرقاً، وقرب خزانات النفط بطريق المطار.

الاستنتاجات

تظهر نتيجة تحليل "كثافة كرنل" أن الحوادث المرورية منتشرة بكثرة في نطاق وسط المدينة حيث تبدء بالتناقص تدريجياً بالابتعاد إلى الضواحي، بينما شدة الخطورة ازدادت على الطرق ذات السرعات التصميمية العالية بصورة عامة سواء في وسط المدينة أو في الضواحي، ومن خلال ما تم استنباطه من عدد من محاضر التحقيق عن ملابسات الحوادث المرورية بمختلف فئاتها، يتبين أن العامل المفتاح هو التحكم في حركة المرور، وهو ما يعني تنظيم وتقييد حركة مستخدمي الطريق، حيث أن السرعة العالية للمركبات في كل رُتب شبكة الطرق كانت السبب الأول في التصادمات بسبب عدم وجود قيود مكانية مثل تقليل عدد الحارات عند بعض القطاعات، أو قيود غير مكانية مثل الغرامات وهو ما يعد أحد الإجراءات التنظيمية لحركة المرور، بالإضافة الى عدم تواجد شرطي المرور في بعض القطاعات الحرجة مثل التقاطعات التي بدون اشارة مرورية، أو التي تحوي اشارة مرورية لا تعمل، أو الأماكن التي تتداخل فيها حركة المركبات مع حركة المشاة، كما لوحظ في بعض حوادث الدهس أنها وقعت تحت أو بالقرب من جسر للمشاة وهو ما يدل على تهاون بعض المشاة في تقدير مدى خطورة عبور الطريق.

التوصيات

من خلال ما تم عرضه في هذه الدراسة والنتائج المتحصل عليها يوصى بالتالي:

- التوسع في استخدام نظم المعلومات الجغرافية في إدارات المرور لما لها من أهمية في تخزين وتحليل وعرض البيانات والمعلومات الخاصة بالمرور.
- التوعية المرورية لكافة شرائح المجتمع لما لها من أهمية في التعريف بالنظم المرورية المتبعة بالدولة.
- الاهتمام بالصيانة الدورية للطرق والعلامات المرورية.

المراجع

[1] نسرين أحمد إمام التهامي. 2014. تطبيق نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في الخدمات الشرطية، جامعة الرباط الوطني، الخرطوم، 2014.

[2] Amar Ibrahim Abdalla, Abdelrahman Karrar Mohamed S. Adrees .A Proposed Framework for Using GIS to Enhance Traffic Safety in Sudan: A Case Study . *American Journal of Traffic and Transportation Engineering*.1 ،2016 ،1 .

[3] Andrew Imwati Evangeline Muthoni Njeru .GPS & GIS In Road Accident Mapping And Emergency Response Management .*Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology* .October.10 ،10 ،2016 ،

[4] Ei Ei Monb, Leonard Johnstonec, Rattaphol Pueboobpaphand,Vatanavongs Ratanavarahae, Rajeshwar Goodaryf and Roodheer Beeharryg Kyaw Zin Htuta . .2016*Application of GIS to Traffic Accident Analysis: Case Study of Naypyitaw-Mandalay Expressway* .Naypyitaw: Institute of Engineering Suranaree University of Technology.2016 ،

[5] Matthew Albee. *Alabama's Safety Planning Tools For MPOs: Roadway Safety Data And Analysis Case Study* .Washington, DC. Federal Highway Administration Office of Safety .2016 ،FHWA-SA-17-015.

[6] S. Cafiso & G. La Cava M. G. Augeri .Road safety evaluation using GIS for accident analysis .*Transactions on Ecology and the Environment* المجلد ،2003 .I.67 ،

[7] Vidhya Kumaresan .*Development of a GIS-based safety analysis system* .Las Vegas : UNLV Retrospective Theses & Dissertations2008,2378.