مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (37) العدد (1) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (37) No. (1) 2015

مساهمة في تطوير عمليات جمع وترحيل النفايات الصلبة في مدينة اللاذقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

الدكتور هيثم شاهين*
الدكتورة كوكب حربا**
هزار جركس***

(تاريخ الإيداع 24 / 8 / 2014. قُبِل للنشر في 1/ 2 / 2015)

□ ملخّص □

إنَّ عملية جمع ونقل المخلّفات الصلبة تعتبر المسألة الأولى والأساسيّة في إدارة النفايات الصلبة كما أنّها العمليّة الأكلف اقتصاديّاً حيث تصل نفقاتها في عمليّة نظام إدارة النفايات الصلبة البلديّة إلى نحو60–70 % من إجمالي النفقات، حيث تبدأ هذه العمليّة من وضع المخلّفات في الحاويات إلى تفريغ هذه الحاويات في سيّارات النقل ومن ثمَّ نقلها إلى محطّات الترحيل أو مواقع التخلّص النهائي.

يمكن تقليل تكاليف الجمع والنقل عبر القيام باختيار المسار الأمثل، وبالتالي يمكن الحصول على العديد من المنافع الاقتصاديّة.

في هذا البحث تمَّ استخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافيّة من أجل الاختيار الأمثل لمسار جمع النفايات ونقلها وترحيلها في مدينة اللاذقيّة، حيث تمَّ تصميم قاعدة بيانات مكانيّة تضمّنت بشكل رئيسي تمثيلاً للشوارع الرئيسيّة والجسور والأنفاق، كما تضمّنت تمثيلاً للمناطق السكنيّة المخدّمة بالحاويات، وجرت عمليّة ربطها مع بعضها باستخدام تقنيّات نظم المعلومات الجغرافيّة من أجل اختيار أفضل الطرق اقتصاديّاً وزمنيّاً لحركة سيّارات جمع ونقل النفايات ممّا يساهم بشكل عملي وفعّال في تحسين أنشطة إدارة النفايات الصلبة البلديّة في هذه المدينة.

الكلمات المفتاحيّة: إدارة النفايات الصلبة البلديّة، المسار الأمثل، جمع النفايات، الترحيل الأمثل، نظم المعلومات الجغرافيّة.

* أستاذ – قسم هندسة النظم البيئية – المعهد العالي لبحوث البيئة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
** مدرسة – قسم الهندسة البيئية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
*** طالبة دراسات عليا (ماجستير) – قسم الهندسة البيئية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (37) العدد (1) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (37) No. (1) 2015

Contribution To The Development of The Collection And The Transfer Processes of Solid Waste In Lattakia City Using Geographical Information Systems

Dr. Haitham Shahin*
Dr. Kaukab Harba**
Hazar Jarkas***

(Received 24 / 8 / 2014. Accepted 1 / 2 / 2015)

□ ABSTRACT □

The process of collecting and transporting solid waste is the first and fundamental issue in the management of solid waste as it is the most economically expensive operation, in which its expenses in the process of system of municipal solid waste management (MSWM) reaches about 60-70% of the total expenditure. This process starts from placing waste in containers till unloading these containers in transportation vehicles and then carry them to transfer stations or final disposal sites.

The fees of collection and transportation can be reduced through the selection of the optimal path, and thus obtaining many economical benefits.
In this research, the applications of geographical information systems (GIS) have been used in order to choose the optimal route for waste collection, transportation and transference in the city of Lattakia, Where a database has been designed which included mainly the streets, bridges and tunnels, it also included residential areas serviced by waste containers, and the process of linking them to each other took place by using the techniques of GIS in order to choose the best economical and timetable ways for the traffic of vehicles to collect and transport the waste, which contributes practically and effectively in improving the activities of municipal solid waste management in this city.

Keywords: Municipal Solid Waste Management, The Optimal Path, Waste Collection, Transfer Optimization, Geographical Information Systems.

*Professor, Department of Environmental Systems Engineering, Higher Institute for Environmental Research ,Tishreen University, Lattakia, Syria.
**Assistant Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.
***Postgraduate Student, Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدّمة:

نتج عن النمو السكّاني في العديد من المدن الحضريّة في البلدان النامية الآسيويّة زيادة معدّل تولّد النفايات الصلبة البلديّة. تعاني أجهزة النظافة في المنطقة الساحليّة – مثلما هو الحال في معظم أنحاء القطر– من ضعف مزمن وعجز عن مواكبة معدّلات النمو السكّاني المرتفعة ووتائر التحول إلى أنماط الحياة المدينيّة و مشاكل بيئيّة خطيرة في إدارة النفايات الصلبة البلديّة ويتبدّى ذلك أساساً في: الإدارة غير الكافية، الافتقار إلى التكنولوجيا (نقص مركبات الجمع والنقل وعجز في المعدّات وتدنّي مستوى الجاهزيّة لما هو متوفّر منها) والموارد البشريّة (عجز في أعداد عمّال النظافة والضعف العام لسويّة أدائهم)، وعدم كفاية التمويل [1].

إنَّ نظام الإدارة الفعّالة للنفايات الصلبة يجب أن يشمل واحداً أو أكثر من الخيارات التالية بما يضمن أنَّ إدارة النفايات آمنة بيئيّاً «التخلّص الآمن والمستدام»: تجميع النفايات، نقلها وترحيلها، المعالجة المتوسّطة، أنشطة: الحد من تولّدها، إعادة استخدامها، إعادة تدويرها والتخلّص منها وتعتمد أساليب كل من الجمع والنقل والترحيل على: الموقع المحدّد، النفايات الناتجة، توزيع شبكة الطرق، القوى العاملة، المركبات، طرق المعالجة [2]، كما تتطلّب الدراسات البيئيّة استخدام كم هائل من البيانات المعقّدة والكثيرة فتأتي نظم المعلومات الجغرافيّة كتكنولوجيا حاسوبيّة تقوم بأداء المهمّة على أكمل وجه، كما تساعد في دمج المعلومات الجغرافيّة المكانيّة مع المعلومات الوصفيّة في نظام تحليلي متكامل وتمكّن الخبراء البيئيّين من تصوّر ونمذجة العالم الحقيقي رقميّاً وتنظيم المعلومات [3].

تمتلك نظم المعلومات الجغرافيّة (GIS) والتي هي أنظمة معلومات لتخزين، تحليل، إدارة وعرض البيانات التي تمَّ إرجاعها جغرافيّاً، جميع المعايير المطلوبة لإدارة النفايات الصلبة البلديّة وهي: الخرائط، نقاط التجميع، محطّات الترحيل، شبكة طرق الجمع والترحيل، مواقع التخلّص، وغيرها كما أنَّ تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية التي استخدمت لتحليل البيانات والخرائط، قد أنشئت لإعطاء المعلومات الفعّالة المتعلّقة بالبارامترات الستاتيكيّة والديناميكيّة لمشاكل إدارة النفايات البلديّة الصلبة والتحكّم في الانبعاثات مع الطريق الأمثل في عمليّة جمع النفايات باستخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافيّة [4]، كما وجد أنَّ تطبيق نظم المعلومات الجغرافية يستخدم نموذج المسار الأمثل الذي اقترح لتحديد الحد الأدنى لكلفة مسافة مسارات تجميع ونقل النفايات، وأنَّ الاستفادة المثلى من الكفاءة التشغيليّة للتجميع والنقل والترحيل يصبح مكوّناً هامّاً من النظام الفعّال في إدارة النفايات البلديّة الصلبة [5].

ضمن بيئة ال GIS تمَّ وضع خطّة من أجل تسيير عربات جمع النفايات والجدولة الزمنيّة لعملها في نظام إدارة النفايات الصلبة ولقد تمَّ تطبيق هذه الخطّة في منطقة محدّدة في تايوان، حيث يسمح هذا البرنامج لأصحاب القرار باختيار عدّة بدائل لجمع النفايات قبل اختيار سيناريو التشغيل النهائي [6].

تخطّط بلديّة دلهي في الهند لاستخدام شاحنات جديدة لنقل النفايات الصلبة مجهّزة بنظام تحديد المواقع العالمي GPS لأنَّ البلديّة بدأت بخصخصة جزئيّة لنظام إدارة النفايات الصلبة في المدينة وهي بحاجة إلى تعقُّب سير شاحنات القمامة بدقّة من أجل مراقبة عمل المقاولين وتحديد قيمة أعمالهم بدقّة، ممّا يمكّن البلدية من تعقُّب سير شاحنات القمامة [7]، في حين تمَّ استخدام نظام تحديد المواقع العالمي في اليابان لتقدير زمن التأخير لمحطات ترحيل النفايات [8].

أهمّيّة البحث وأهدافه:

إنَّ الإدارة غير السليمة للنفايات الصلبة البلديّة في مدينة اللاذقيّة سبّبت مشاكل بيئيّة خطيرة تتجلّى في نقص أعداد عمّال النظافة والافتقار لمركبات الجمع والنقل و توزّع الحاويات بشكل عشوائي وعدم كفاية التمويل ممّا يستدعي تنظيم مسار جديد لجمع ونقل النفايات لتحقيق فوائد بيئيّة واقتصاديّة تتضمّن:

جمع وترحيل النفايات الصلبة البلديّة بشكل سليم وآمن الأمر الذي يضمن سلامة عناصر البيئة المختلفة.

توفير كمّيات معقولة من الوقود نتيجة اختيار المسار الأمثل لجمع وترحيل النفايات الصلبة البلديّة من القطاعات المختلفة من المدينة.

إنَّ الهدف الرئيسي من البحث هو تحسين أنشطة إدارة النفايات الصلبة البلديّة في مدينة اللاذقيّة من خلال اختيار المسار الأمثل لجمع وترحيل النفايات باستخدام نظم المعلومات الجغرافيّة.

موقع منطقة البحث:

تقع مدينة اللاذقيّة السوريّة على شاطئ البحر الأبيض المتوسّط الشمالي الشرقي في شمال غرب سورية، مقابل أقصى طرف قبرص. كانت قديما مرفأً مهمّاً، وتعتبر الآن الميناء الرئيسي في الجمهوريّة العربيّة السوريّة. تبلغ مساحتها حوالي 2300 $k.m^2$، يبلغ عدد سكّانها حوالي 460 ألف نسمة [9] وتنتج حوالي 670 طن من النفايات يوميّاً تتوزّع ما بين 550 طن للنفايات البلديّة و 120 طن للأنقاض والأتربة عام 2012، وأصبح عدد السكّان حوالي 1.5 مليون نسمة بسبب الظروف الراهنة وكمّيّة النفايات المنتجة حوالي 1000 طن يوميّاً [10].

طرائق البحث وموادّه:

اعتمدت الدراسة على:

-بيئة عمل geographic information systems (GIS).

-برنامج Arc Map مزود ب:"Spatial Network Analysis extension".

وذلك باتّباع الخطوات التالية:

أوّلاً: جمع المعلومات.

لتحضير القاعدة المعلوماتيّة الخاصّة بموضوع الدراسة، قمنا بجمع المعطيات اللازمة والخاصّة بمنطقة الدراسة وذلك بالاعتماد على البيانات والمعطيات الآتية:

عدد المناطق التي تجمع وترحَّل منها النفايات والمخدّمة من قبل شعبة النفايات البلديّة التابعة لدائرة التنظيفات والتابعة بدورها لمجلس مدينة اللاذقيّة، عدد الحاويات ومكان توضّعها، عدد النقلات، كمّيّة النفايات في كل منطقة.

ثانياً: المعطيات المكانيّة الخاصّة بالخرائط.

نضيف الصورة الفضائيّة لمدينة اللاذقية إلى arcmap بعد إسقاط الخريطة وفق نظام الإحداثيات الجغرافي WGS1984 والإرجاع بأن نأخذ أربع نقاط بالزوايا ونضيف النقاط add control point ونختار input x.y للنقطة وتكون الإحداثيّات المضافة هي الجديدة والمقروءة على الواقع الحقيقي.

ثالثاً: تصميم قاعدة البيانات.

في Arc catalog ننشئ قاعدة بيانات File geodatabase وبداخلها ننشئ Feature dataset ثمَّ ننشئ بداخلها عدداً من ال Feature class ونسمّي ونحدِّد نوع كلّ منها كما يلي:

الأولى تمثّل الشوارع اسمها Streetsنوعها line.

رسم الشوارع وتحديد اتّجاهاتها،حيث يتمّ إضافة الحقول الوصفية التالية:

اسم الشارع، نوع الشارع، طول الشارع، الاتّجاه، السرعة، الزمن، ارتفاعات الجسور والأنفاق.

الاسم "street_name": يحدَّد كما هو متعارف عليه.

النوع "type": فيما إذا كان أوتوستراداً أم رئيسيّاً أم فرعيّاً.

الطول "shape_lenght": يحسب بشكل افتراضي عند رسم الشارع.

الاتّجاه "one_way": خلال معرفتنا وخبرتنا في اتّجاهات بعض شوارع مدينة اللاذقيّة والجولات الميدانيّة التي قمنا بها لمعرفة اتّجاهات البعض الآخر من الشوارع، تمَّ توصيف اتجاه الشوارع كالتالي:

في الشوارع ذات الاتّجاهين لم تكتب أيّة معلومة وصفية في حقل one way <Null>.

في الشوارع المرسومة مع اتّجاهها الحقيقي F.

في الشوارع المرسومة عكس اتّجاهها الحقيقي T.

السرعة "speed": تمّ إدخال السرعات عن طريق أخذ قيم السرعة من شرطة مرور اللاذقيّة وتمَّ تحديدها على الشكل التالي:

في الأوتوستراد: 80 km/h.

في الشوارع الرئيسيّة: 60 km/h.

في الشوارع الفرعيّة: 40 km/h.

الزمن "time": تمّ حسابه عن طريق إدخال معادلة في field calculator (الزمن = $\frac{\text{المسافة}}{\text{السرعة}}$).

(الجدول 1. المعلومات الوصفيّة لطبقة الشوارع)

Attributes of Street

* OBJECTID	* Shape	type	speed	Street_name	oneway	Length_k_m	Time	Shape_Length	F_elevation	T_elevation
162	Polyline	فرعي	40	<Null>	<Null>	2.805857	0.070146	2799.46955	<Null>	<Null>
163	Polyline	فرعي	40	<Null>	<Null>	14.743084	0.368577	14743.083552	<Null>	<Null>
164	Polyline	رئيسي	60	الحرية	<Null>	1.357392	0.022823	1385.392716	<Null>	<Null>
165	Polyline	رئيسي	60	جسر الفاروق - حمص	<Null>	0.506657	0.008444	513.163491	<Null>	<Null>
166	Polyline	رئيسي	60	الكويت	F	0.669918	0.011165	669.917511	<Null>	<Null>
167	Polyline	رئيسي	60	الخوارزمي	<Null>	0.472444	0.007874	472.443656	<Null>	<Null>
168	Polyline	فرعي	40	الرصافة	<Null>	0.921401	0.023035	923.570973	<Null>	<Null>
169	Polyline	رئيسي	60	السابع من نيسان	<Null>	1.28325	0.021388	1282.441418	<Null>	<Null>
170	Polyline	فرعي	40	غريب العامودية - الدالية	<Null>	1.005942	0.025149	1006.355806	<Null>	<Null>
171	Polyline	رئيسي	60	بوك	<Null>	2.228592	0.037143	2228.592431	<Null>	<Null>
172	Polyline	رئيسي	60	غسان حرفوش	<Null>	0.711081	0.011851	711.380045	<Null>	<Null>
173	Polyline	رئيسي	60	صناع الطبي	<Null>	1.921456	0.032024	1920.87664	<Null>	<Null>
174	Polyline	رئيسي	60	الدمية	<Null>	0.562711	0.009379	562.711278	<Null>	<Null>
175	Polyline	رئيسي	60	الأرجوان	<Null>	0.832067	0.013868	808.630833	<Null>	<Null>
176	Polyline	رئيسي	60	القلس	F	0.716084	0.011935	717.134742	<Null>	<Null>
177	Polyline	رئيسي	60	جمال عبد الناصر	<Null>	1.974669	0.032911	1976.485659	<Null>	<Null>
178	Polyline	رئيسي	60	الجزائر	<Null>	1.06975	0.017829	1069.904697	<Null>	<Null>
179	Polyline	رئيسي	60	العروبة	<Null>	2.59788	0.043298	2593.155203	<Null>	<Null>
180	Polyline	رئيسي	60	عقبة بن نافع	<Null>	1.09242	0.018207	1096.624399	<Null>	<Null>
181	Polyline	رئيسي	60	عبد الرحمن الداخل	T	0.594876	0.009916	595.981174	<Null>	<Null>
182	Polyline	رئيسي	60	رمضان ١٤	<Null>	0.648296	0.010822	903.709601	<Null>	<Null>
183	Polyline	رئيسي	60	طرابلس	<Null>	0.351217	0.005854	444.491558	<Null>	<Null>
184	Polyline	رئيسي	60	حلب	<Null>	2.246088	0.037433	2246.277825	<Null>	<Null>
185	Polyline	رئيسي	60	القادسية	<Null>	0.626884	0.01046	628.33923	<Null>	<Null>
186	Polyline	فرعي	40	<Null>	<Null>	0.452026	0.011301	453.444797	<Null>	<Null>
187	Polyline	رئيسي	60	<Null>	<Null>	0.987735	0.016462	1001.012189	<Null>	<Null>
188	Polyline	أوتوستراد	80	حلب	<Null>	6.286511	0.078581	6286.51127	<Null>	<Null>
189	Polyline	...	40	<Null>	<Null>	2.628588	0.06571	2628.384379	<Null>	<Null>

Record: 0 Show: All Selected Records (0 out of 392 Selected) Options

الثانية تمثّل مناطق المدينة اسمها Districts نوعها polygon.

نرسم حدود كل منطقة في المدينة حسب التقسيمات الإدارية [10]، حيث يتمّ إضافة الحقول الوصفيّة التالية:

اسم المنطقة Name.

كمّيّة النفايات الناتجة في الورديّة النهاريّة Waste_Quantity.

كمّيّة النفايات في الورديّة الليليّة Waste_Quantity_2.

عدد النقلات في كل ورديّة Movement_Number.

عدد الحاويات الإجمالي الحالي Total_Bin.

عدد الحاويات الجديد New_Number وهو عدد الحاويات المحسوب وفق العلاقة:

$$N_{HC} = V.t.k_1.k_2.k_3/365v$$

حيث V–حجم المخلفات المتجمعة سنويّاً في القطاع المدروس (m^3).

t– الزمن الدوري لإزالة المخلّفات (day).

k_1– عامل التجميع غير المتساوي للمخلّفات $(k_1 = 1.25)$.

k_2– عامل يأخذ صيانة الحاويات بعين الاعتبار $(k_2 = 1.05)$.

k_3– عامل يحسب كما يلي : $k_3 = 1 + \frac{B_1}{B_2}$ (B_1– عدد الحاويات الموجودة على السيّارة، B_2– عدد الحاويات المستخدمة والموزّعة في مكان جمع المخلّفات).

v– حجم الحاوية الواحدة (m^3)، [11].

(الجدول 2. المعلومات الوصفيّة لطبقة المناطق)

Attributes of Districts

* SHAPE	SHAPE_Length	SHAPE_Area	Name	Waste_Quantity	Waste_Quantity2	Transformation	Movement_Number	Total_Bins	New_Bins_11001_
Polygon	4953.727768	1079243.294689	الزمن الشمالي	11	16	24	3	95	191
Polygon	5831.155818	1516851.884376	الزراعة	11	26	0	3	131	206
Polygon	6116.784285	2202776.970975	الصناعة	7	0	0	2	152	63
Polygon	6937.892913	1899973.854062	المشاعير	16	11	6	3	141	131
Polygon	3448.933466	635938.660751	مزرعة	11	14	2	2	88	126
Polygon	4888.99739	401983.601894	الأشرفية	10	16	12	3	41	127
Polygon	4585.215886	721997.336585	الهرية	11	16	6	3	41	127
Polygon	5452.77979	1074557.711722	الصليبة	11	16	12	3	127	127
Polygon	8968.436586	2488161.720313	الزمن الجديد	26	20	30	3	100	203
Polygon	9789.209133	4791604.332825	الزراعية	24	0	24	3	157	191
Polygon	5256.352854	1604429.507883	قيمس	44	39	0	3	74	346
Polygon	27623.606194	8852729.483692	المشروع المشتر	11	14	0	2	189	111
Polygon	18825.677986	11180380.662615	الدعتور	44	0	0	2	0	346
Polygon	14717.340512	10984571.120205	مربع القصر	7	0	0	2	0	63

Record: 14 | 10 | Show: All Selected | Records (0 out of 14 Selected) | Options

الثالثة تمثّل ارتفاعات الجسور والأنفاق اسمها Tunnel نوعها polyline.

يتمّ تحديد ارتفاعات أطراف الشوارع والجسور والأنفاق عن طريق إضافة حقلين هما:

F_ elevation , T_ elevation.

حيث :

طبقة الشوارع كلها تأخذ القيمة <0>.

قمّة الجسر تأخذ القيمة <1>.

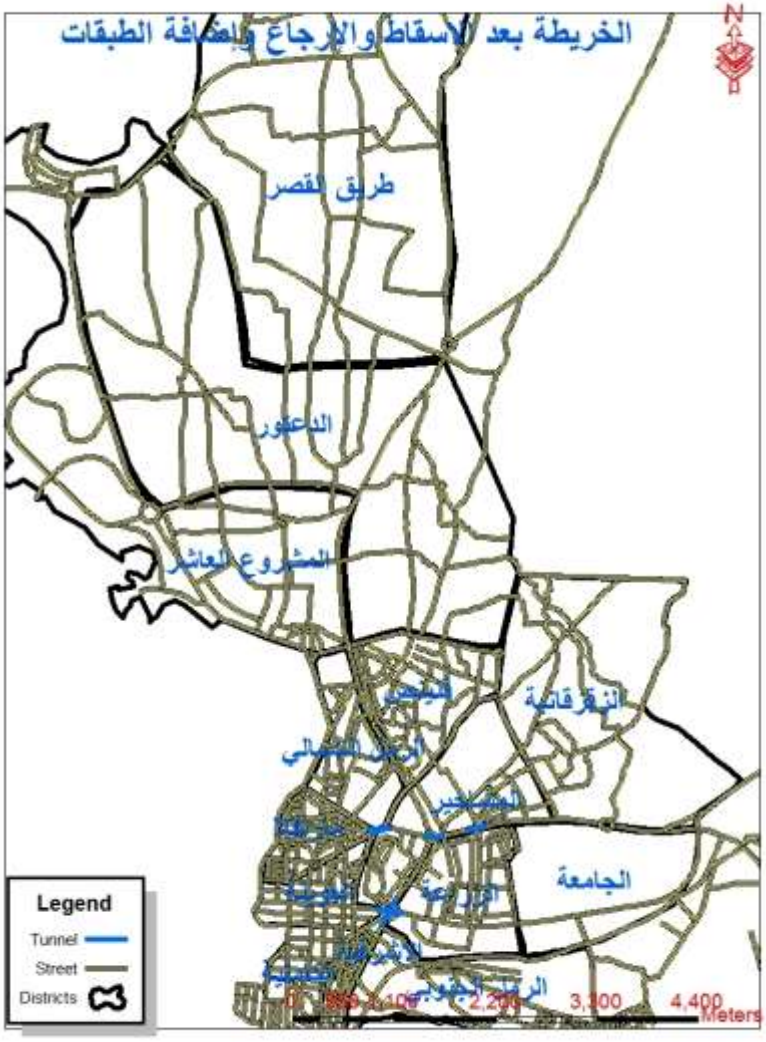
منتصف النفق يأخذ القيمة <2>، [12].

(الجدول 3. المعلومات الوصفية لطبقة الجسور والأنفاق)

Attributes of Tunnel

* OBJECTID	* Shape	Id	type	speed	Street_name	oneway	Length_k_m	Time	Shape_Length	F_elevation	T_elevation
363	Polyline	<Null>	<Null>	65	جسر الشيخضاهر	<Null>	0.213404	0.0032	213.404101	<Null>	<Null>
364	Polyline	<Null>	<Null>	65	جسر الشيخضاهر	<Null>	0.215951	0.0033	215.95059	<Null>	<Null>
365	Polyline	<Null>	<Null>	65	نفق الشيخضاهر	F	0.305569	0.0047	305.569127	<Null>	<Null>
366	Polyline	<Null>	<Null>	65	نفق دوار هارون	<Null>	0.223571	0.0034	223.570847	<Null>	<Null>
367	Polyline	<Null>	<Null>	65	نفق دوار هارون	<Null>	0.221024	0.0034	221.024403	<Null>	<Null>
368	Polyline	<Null>	<Null>	65	نفق دوار الزراعة	<Null>	0.251545	0.0038	251.544999	<Null>	<Null>
369	Polyline	<Null>	<Null>	65	نفق دوار الزراعة	<Null>	0.251545	0.0038	251.544999	<Null>	<Null>
370	Polyline	<Null>	<Null>	65	جسر ساحة اليمن	<Null>	0.368538	0.0056	368.537895	<Null>	<Null>
371	Polyline	<Null>	<Null>	65	جسر ساحة اليمن	<Null>	0.36792	0.0056	367.920124	<Null>	<Null>
372	Polyline	<Null>	<Null>	65	نفق ساحة اليمن (الوحدات)	F	0.315954	0.0048	315.953628	<Null>	<Null>

Record: 1 Show: All Selected Records (0 out of 10 Selected) Options



(الشكل 1. خريطة اللاذقيّة بعد الإسقاط والإرجاع وإضافة الطبقات)

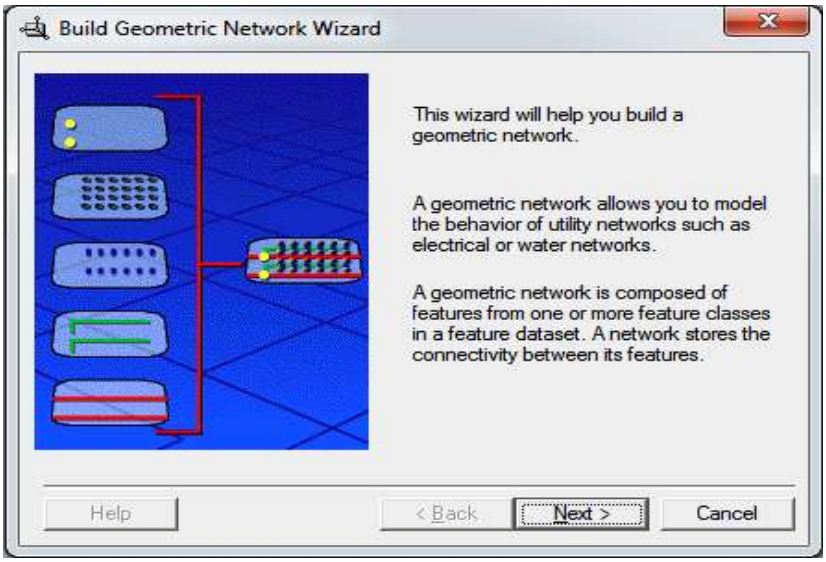
رابعاً: بناء الشبكة.

قبل القيام ببناء الشبكة لا بدَّ من إنجاز خطوة بالغة الأهمّية وهي Topology (مفهوم العلاقات المكانية Topology يسمح بالمحافظة على التحام وتماسك المعالم باستبعاد كل ازدواجيّة في الخطوط أو السلاسل أو النقاط أو العقد المستخدمة لتعريف المكونات البسيطة لتلافي المعلومات الزائدة بغية إنتاج قاعدة معلومات جغرافيّة متراصّة تسهل معها عملية التحرير editing) وذلك بهدف إظهار أيّ خطأ قد تمَّ ارتكابه في رسم الشوارع من حيث اتّصالها مع بعضها.

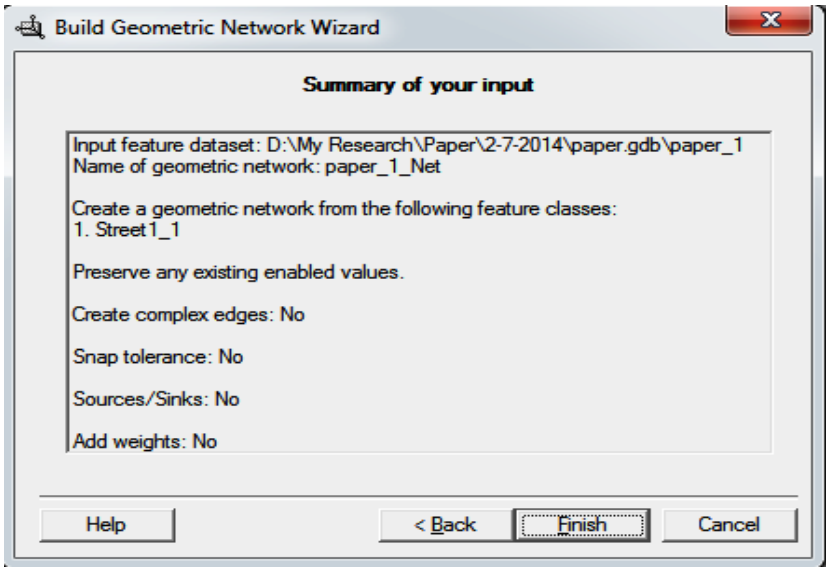
ننقر على ال feature dataset المسمّاة paper ونختار new ثم Topology.

Topology →ok→ next→ next→ street→ next→ next→ add rule: must not have dangles→ ok→ next→ finish.

ننقر على ال feature dataset المسمّاة paper ونختار new ثمConnectivity.



(الشكل 2. معالج بناء الشبكة)



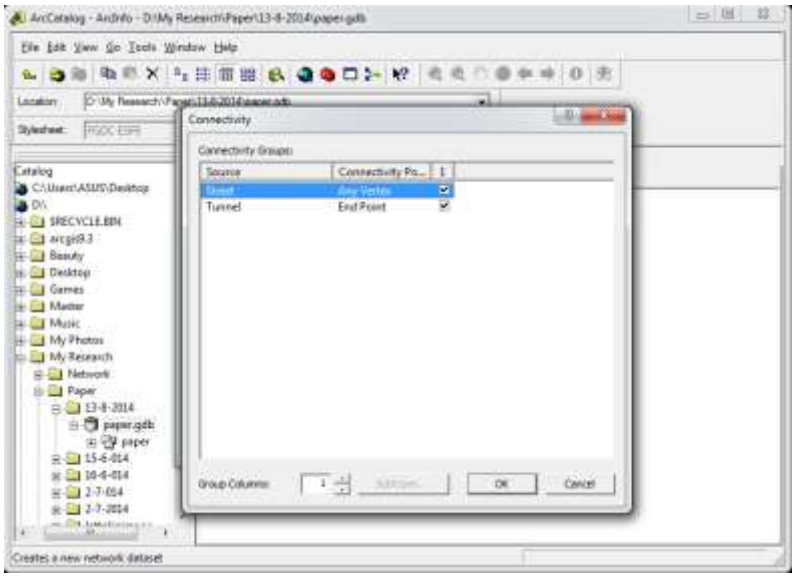
(الشكل 3. ملخّص مراحل بناء الشبكة)

ثمَّ نبدأ ببناء الشبكة عن طريق Arc catalog.

New Geodatabase→ Feature dataset→ Network Dataset

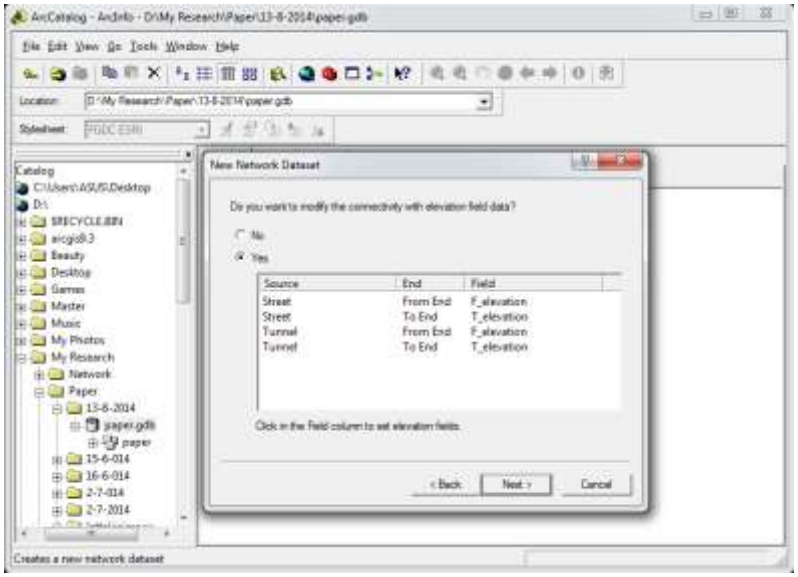
الطبقات المشاركة في الشبكة هما : Tunnel،street .

كيفية ربط الطبقتين المشاركتين في بناء الشبكة:



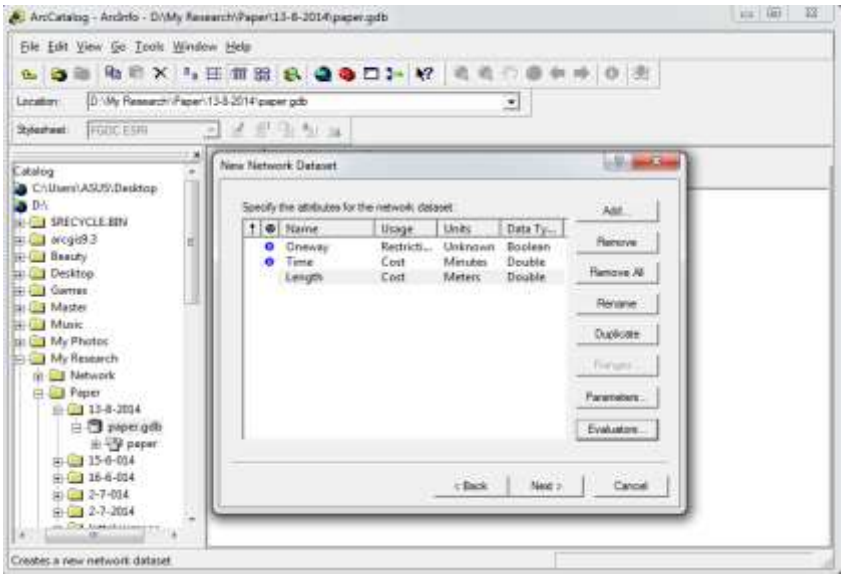
(الشكل 4. خطوة ربط طبقتي الشوارع والجسوروالأنفاق في بناء الشبكة)

كيفية إدخال اتّجاهات الطبقات المشاركة في بناء الشبكة:



(الشكل 5. خطوة إدخال اتّجاهات الشوارع والجسور والأنفاق في بناء الشبكة)

كيفيّة إدخال خصائص الطول والوقت والاتجاه في بناء الشبكة:



(الشكل 6. خطوة إدخال خصائص الطول والوقت والاتجاه في بناء الشبكة)

النتائج والمناقشة:

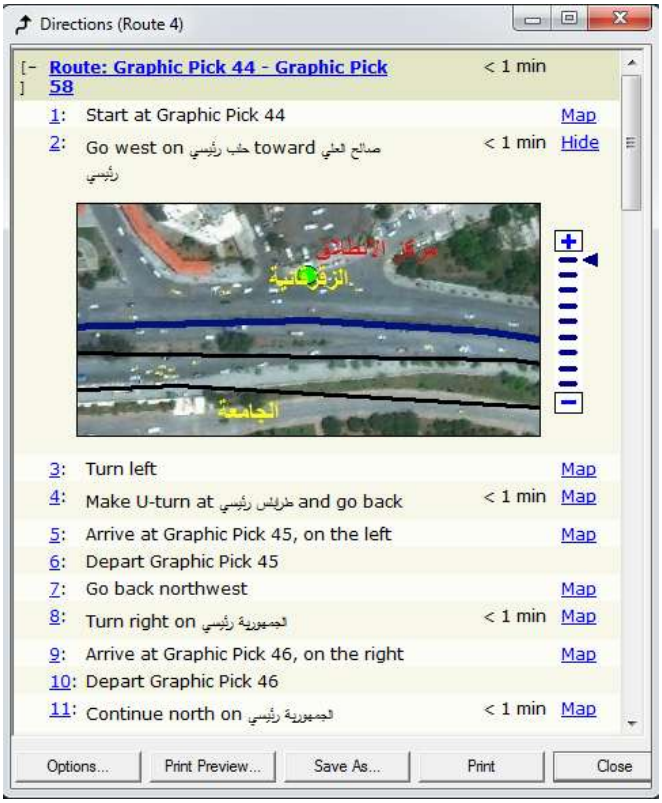
سيتم إيراد الخرائط والأشكال بالنسبة لأجزاء من خمس مناطق – واقعة في الأطراف الأربعة للمدينة وفي وسطها– وهي : المشروع العاشر، الكامليّة، الرمل الجنوبي، المشاحير، الزقزقانيّة.

من Spatial Analyst Tool وهو يوفّر شبكة بالاعتماد على التحليل المكاني. وباستخدام نموذج بيانات الشبكة، يمكّن المستخدم بسهولة من بناء شبكات انطلاقاً من بيانات نظام المعلومات الجغرافي، كما يمكّنه من نمذجة شروط الشبكات المنطقية ديناميكيّاً مثل تقييدات الانعطاف والدوران، حدود السرعة، شروط حركة المرور وذلك في أوقات مختلفة من اليوم [14]، ويختار هذا الامتداد المسار الأمثل عن طريق حساب المسافة الطبولوجيّة الصغرى التي يمكن للسيّارة اجتيازها.

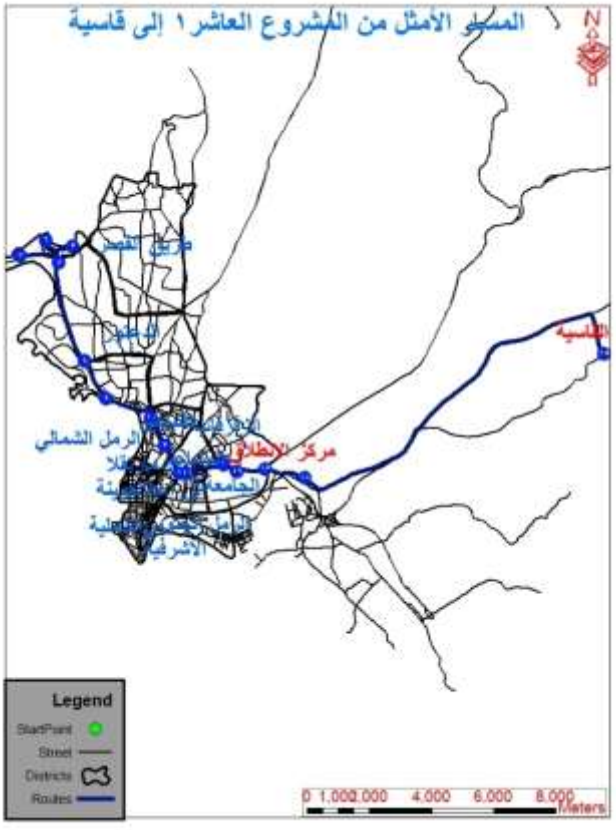
نختار مساراً جديداً New Route لكلّ جزء من المنطقة ثم نحدِّد المراكز الرئيسية لتجميع النفايات وبعدها Solve فيقوم البرنامج فور انتهاء نمذجة المشروع باختيار المسار الأمثل لخطة سير عملية الجمع والترحيل.

المشروع العاشر:

تنطلق السيارة من شارع حلب باتّجاه شارع صالح العلي وتنعطف يساراً وتسير بشكل حرف U في شارع طرابلس ثم تنعطف يميناً في شارع الجمهورية ثم يساراً وتمر بشوارع المحبة وطريق المدينة الرياضية وشارع النداف حتى تصل لأوتوستراد المدينة ثم تعود مارة بشوارع الجمهورية وطرابلس واليمن وتشرين وحلب ودوار الصيدلية حتى تصل لطريق اللاذقيّة – الحفة ثم إلى مكب القاسية كما هو مبين في الشكلين (7,8).



(الشكل7. اتجاهات المسار في منطقة المشروع العاشر)

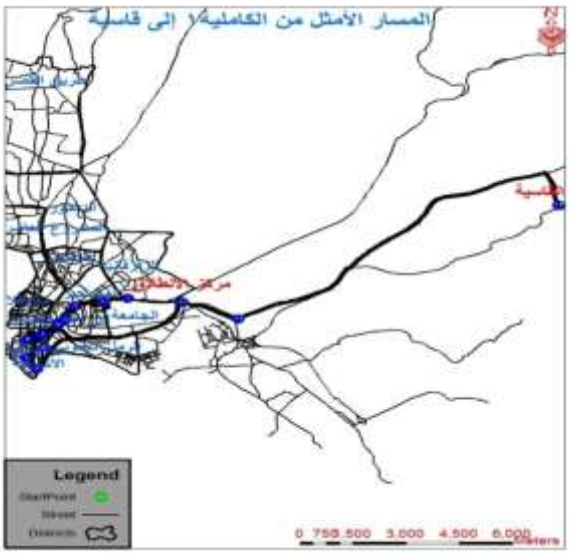


(الشكل 8. المسار الأمثل من الجزء الأول من المشروع العاشر إلى قاسية)

الكامليّة:

تنطلق السيارة من شارع حلب باتّجاه شارع صالح العلي وتنعطف يساراً إلى شارع طرابلس وتتابع سيرها في شارع اليمن ونفق دوار هارون ثم شارع سورية وعروة بن الورد وعثمان بن عفّان وتنعطف يساراً إلى شارع عبد الرحمن الغافقي وبور سعيد وتمر بشوارع الحسين بن علي وعبد القادر الجزائري وبغداد ثم الجزائر على الكورنيش الغربي ثم شارع ابن رشد وبغداد والبيروني وبيروت والعروبة والحرّيّة لتعود مارّةً بشوارع العروبة والسورية وعثمان بن عفان وعروة بن الورد حتى تصل إلى شارع حلب ودوار الصيدلية وطريق اللاذقيّة – الحفة وصولاً إلى مكب القاسية كما هو مبين في الشكلين (9,10).

(الشكل9. اتجاهات المسار في منطقة الكامليّة)



(الشكل 10. المسار الأمثل من الجزء الأول من الكامليّة إلى قاسية)

الرمل الجنوبي:

تتّجه السيارة غرباً في شارع حلب إلى شارع صالح العلي وتنعطف يساراً إلى شارع طرابلس ثم يميناً إلى شارع سورية وعروة بن الورد وعثمان بن عفّان وامرؤ القيس ثم تصل لشوارع العروبة والقنيطرة وأحمد زامل وتنعطف يساراً إلى شارع بلودان وعز الدين القسام ثم تعود إلى شارع بلودان وعز الدين القسام وتمر بشارع الشام ثم شارع حلب وطريق اللاذقيّة – الحفة وصولاً إلى مكب القاسية كما هو مبين في الشكلين (11,12).

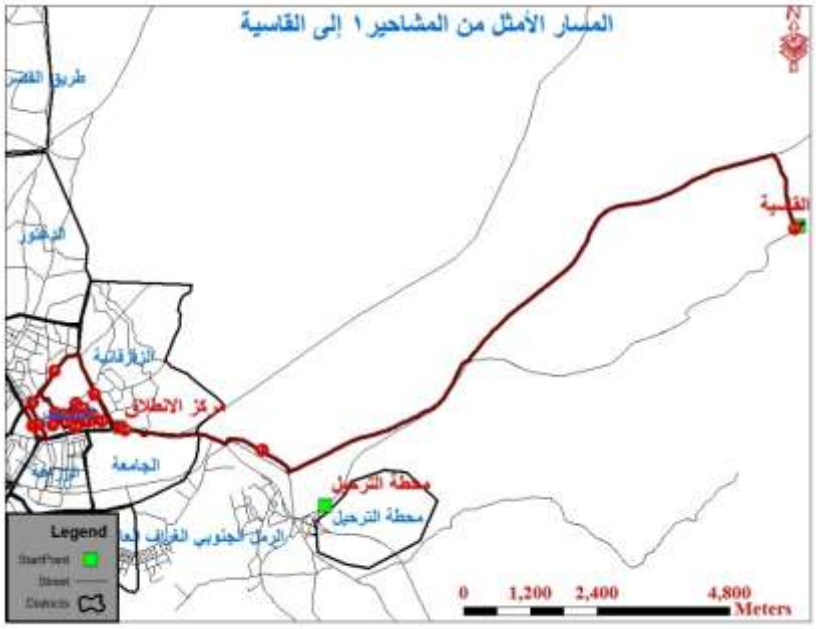
(الشكل 11. اتجاهات المسار في منطقة الرمل الجنوبي)

(الشكل 12. المسار الأمثل من الجزء الأول من الرمل الجنوبي إلى قاسية)

المشاحير:

تتّجه السيارة غرباً في شارع حلب إلى شارع صالح العلي وتنعطف يساراً إلى شارع عمر بن عبد العزيز ثم الجمهورية وطرابلس واليمن والكويت وتنعطف يميناً إلى شارع خالد بن الوليد والسابع من نيسان ثم شارع ابن النفيس والجاحظ والخوارزمي مارة بشوارع السابع من نيسان وخالد بن الوليد وابن النفيس وتونس والخوارزمي والفارابي لتعود في شارع الفارابي والإسكندرية وصالح العلي ثم شارع حلب ودوار الصيدلية وطريق اللاذقيّة – الحفة وصولاً إلى مكب القاسية كما هو مبين في الشكلين (13,14).

(الشكل13. اتجاهات المسار في منطقة المشاحير)

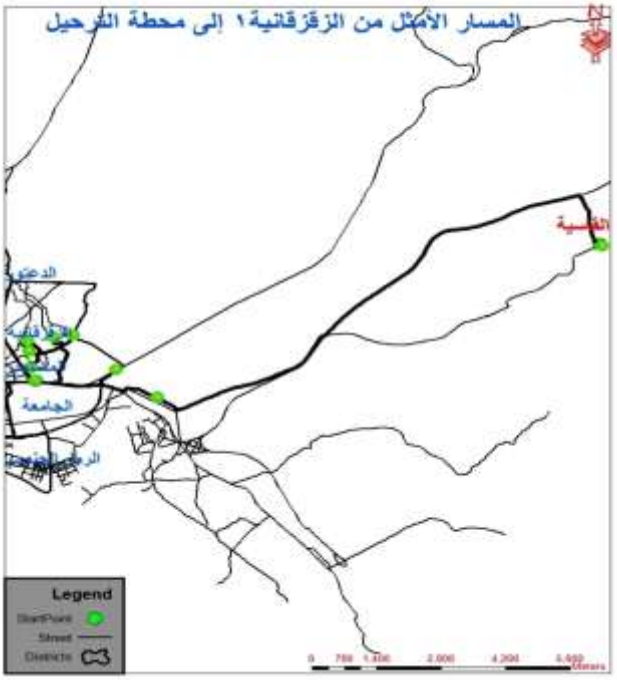


(الشكل 14. المسار الأمثل من الجزء الأول من المشاحير إلى قاسية)

الزقزقانيّة:

تنطلق السيارة في شارع حلب ثم صالح العلي وتنعطف يساراً إلى شارع أحمد شوقي والغابة وابن مالك وتنعطف بشكل حاد لتصل إلى دوار الصيدلية وشارع حلب وطريق اللاذقيّة – الحفة وصولاً إلى مكب القاسية كما هو مبين في الشكلين (15,16).

(الشكل15. اتجاهات المسار في منطقة الزقزقانيّة)



(الشكل 16. المسار الأمثل من الجزء الأول من الزقزقانيّة إلى قاسية)

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

- أظهرت النتائج أهمّية استخدام نظام المعلومات الجغرافيّة (GIS) في تطوير عملية الإدارة المتكاملة للنفايات الصلبة البلديّة في مدينة اللاذقيّة كمثال عن المدن السوريّة التي تعاني تأزّماً في مشكلة النفايات البلديّة فيها وذلك باختصار الزمن اللازم لإنجاز عملية الجمع والترحيل من كل منطقة إلى مكب القاسية حيث أنّه لا يتجاوز الساعة بدلاً من المسار الحالي الذي يستغرق حوالي الساعة ونصف نظراً للتراكم الهائل للنفايات في منطقة البصّة.
- توفير الزمن بما يقارب النصف ساعة يوفّر كمّيّات كبيرة من الوقود بسبب إنجاز عمليّات الترحيل يوميّاً وبموجب ورديّتين نهاريّة وليليّة وتعدّد النقلات في نفس الورديّة حسب المنطقة.

التوصيات:

- نظراً لتأزّم مشكلة النفايات البلدية في مدينة اللاذقيّة فإنّه من الضروري جدّاً الإسراع في وضع قانون جديد مرتبط بإدارة النفايات البلديّة وإنشاء التنظيمات والبنى اللازمة وتحديد المرجعيّة الرسميّة المرتبطة بذلك.
- تطوير برامج التوعية البيئيّة وآليّاتها حول مخاطر النفايات وطرق التخلّص منها، وضرورة إجراء عمليّات الفرز المنزلي للنفايات، وتزويد السكّان بمعلومات كافية عن مفهوم الإدارة المتكاملة للنفايات، وذلك لتحسين وتطوير عمليّات جمع النفايات البلديّة من خلال نشرات موزّعة في الجرائد ووسائل الإعلام.
- تطوير برنامج حاسوبي متكامل لإدارة النفايات الصلبة في مدينة اللاذقيّة خاصّةً عمليّات الجمع والترحيل يتضمّن أتمتة إشارات المرور بحيث تتمّ حركة سيّارات ترحيل النفايات عند عدم يوجد ازدحام إذا التزمت السيّارات بسرعة محدّدة.
- بناء خرائط رقميّة تضمن إمكانيّة تكامل نظم المعلومات الجغرافيّة وإتاحتها للجهات المعنيّة.
- مسح البيانات الرقميّة المتوفّرة محلّيّاً وعالميّاً لدى جميع الجهات المعنيّة وتحديد إمكانيّة الاستفادة منها وجمع هذه البيانات من أجل إنشاء قاعدة بيانات متكاملة وتوحيد طرق جمع البيانات وتطبيق المعياريّة لتوفير البيانات.
- وضع أسس ومعايير وأساليب الجودة الشاملة لنظم المعلومات الجغرافيّة.
- تدريب الكوادر المتخصّصة في مجال استخدام وتطوير نظم المعلومات الجغرافيّة.
- جمع البيانات من الجهات والوزارات المختلفة ووضعها في بيئة ال (GIS) والتنسيق بين هذه الجهات.

المراجع:

[1] المخطط التوجيهي العام لإدارة النفايات في الجمهورية العربية السورية، *مشروع الخطة الوطنية لخفض الانبعاثات الملوثة من المصادر البرية في الإقليم الساحلي للجمهورية العربية السورية. الخطة القطاعية للنفايات الصلبة البلدية*. وزارة الإدارة المحلية والبيئة بالتعاون مع شركة تريفالور (الفرنسية) للطاقة والنفايات والمعالجة البيئية، تموز 2004، 27.

[2] KHAJURIA, A.; MATSUI, T. and MACHIMURA, T. *GIS Application for Estimating the Current Status of Municipal Solid Waste Management System: Case Study of Chandigarh City, India*. Division of Sustainable Energy an Environmental Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka University, Yamadaoka 2-1, Suita, Osaka 565-0871, Japan, 2011, 8.

[3] مجلة البيئة والتنمية. *نظم المعلومات الجغرافية (GIS): استخدامات بيئية في العالم العربي*، المجلد السادس، العدد 37، 2001، 24–26.

[4] SHARHOLY, M.; AHMAD, K.; VAISHYA, R.C. and Gupta, R.D. *Municipal solid waste characteristics and management in Allahabad, India*. Waste Management 27, 2007, 490-496.

[5] GHOSE, M.K.; Dikshit, A.K. and Sharma, S.K. *A GIS based transportation model for solid waste disposal- A case study on Asansol municipality*. Waste *Management* 26, 2006, 1287-1293.

[6] NI-BIN CHANG, *GIS Technology for Vehicle Routing and Scheduling in Solid Waste Collection Systems*, Journal of Environmental Engineering, Vol.123, No. 9, September 1997, 901-910.

[7] RAGHUVANSHI, G. *Garbage trucks soon with GPS/GIS equipment*, Businessline. Chennal: Apr 21, 2004.

[8] WILSON, B.G. and Vincent, J.K. *Estimating waste transfer station delays using GPS*. Waste Management 28, 2008, 1742-1750.

[9] مديرية إحصاء اللاذقية، 2012.

[10] مجلس مدينة اللاذقية، دائرة التنظيفات في مجلس مدينة اللاذقية، 2012–2014.

[11] شاهين، هيثم. *معالجة المخلفات الصلبة*. منشورات جامعة تشرين، اللاذقية، 1996.

[12] وزان، محمد. أحمد. *المسار الأمثل لجمع و ترحيل النفايات الطبية في مدينة اللاذقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS*، 2010.

[13] بيانات وخرائط الهيئة العامة للاستشعار عن بعد، 2010.

[14] Herleman, K. and Basit, V. *Geographical Information Systems*. *Senior Network Analyst*, Department of Information Technology, Miami Dade College, USA, 2014.