تخطيط الاسلوب الامثل لادارة رفع الانقاض في المراكز الحضرية الكبيرة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية/ دراسة تطبيقية/ منطقة الدراسة: سوق مدينة الموصل القديمة

أ. د. قصي كمال الدين الاحمدي سارة ضرغام جا سم

كلية علوم البيئة وتقاناتها /جامعة المو صل

الخلاصة:

شهدت المدينة القديمة في الموصل تدهورًا كبيرًا بعد التحريرعام ٢٠١٧ بسبب الأضرار الكبيرة التي لحقت بنسيجها الحضري والبنى التحتية والتراث الثقافي اثناء العمليات العسكرية. وتعد منطقة سوق الموصل من اكثر المناطق تأثراً في المدينة القديمة، ومن هنا برزت اهمية وضع نظام إدارة مناسب وكفوء لإزالة الكميات الضخمة من الأنقاض من المنطقة المنكوبة.

في الدراسة الحالية، تم حساب المساحات المدمرة في منطقة سوق الموصل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، وبينت نتائج الدراسة أن مساحة الارض المدمرة شكلت ٧٣,١٢% من المساحة الكلية لمنطقة سوق الموصل، وحسب طبيعة استخدام الارض فان الابنية التجارية شكلت ٥٨,٧ % من مجموع المساحة المدمرة لمنطقة الدراسة.

تم بعد ذلك إيجاد المسار الأمثل لرفع الأنقاض من منطقة سوق الموصل بوساطة تحليل الشبكات ضمن نظم المعلومات الجغرافية لحساب المسار الأكثر كفاءة لرفع الأنقاض مع التركيز على خفض الوقت المستغرق في عملية الجمع والمسافة المقطوعة لخفض التكاليف الاقتصادية والبيئية لنظام الجمع المقترح مع الاخذ بنظر

الاعتبار المواقع الاثرية في منطقة الدراسة، واعطيت النتائج في جدول يعطي معلومات تفصيلية عن المسار المقترح.

كلمات مفتاحية:نظم المعلومات الجغرافية، إدارة الكوارث، تحديد المسار الأمثل، المدينة القديمة، سوق الموصل.

Planning the optimal debris removal in large urban centers using GIS/Study case: Souq Almosul in the Old City

Sarah Dhurgham Jasim / Prof. Dr. Kossay K. Al-Ahmady
College of Environmental Sciences and Technology / University of Mosul

Abstract:

After the liberation of the Old City in Mosul, the Old City has experienced large-scale deterioration due to the severe damage that happened to its urban fabric, Infrastructures and cultural heritage, and Souq Al-Mosul region appears to be one of the most affected parts in the Old City. In the current study, the destroyed areas in Souq Al-Mosul region were calculated using GIS, The results showed that the destruction was about 73.12% of Souq Al-Mosul total area, and according to land use, the commercial buildings area accounted for about 58.7% of the total destroyed area in the region.

The optimal route for collecting the debris from Souq Al-Mosul region was found by utilizing ArcGIS network analyst extension, taking into account the archaeological sites in the study area, the proposed collection system assumed to have the benefits of minimizing collection time, distance travelled, man-effort, and consequently financial and environmental costs. Total distance and accumulated time was illustrated in a table providing detailed information on the proposed route.

Keywords: Geographic information systems, Debris collection, Optimal route, Mosul.

١.المقدمة

تعاني المدينة القديمة في الموصل في الوقت الحالي من تدهور كبير،حيث دمّرت أعداد هائلة من الوحدات السكنية والمباني الأثرية والبنى التحتية للمدينة، وتحولت معظم الأماكن فيها الى أماكن غير آمنة تحتوي كميات هائلة من الأنقاض ومخلفات الحرب.

تختلف الاستراتيجيات المتبعة لإزالة الأنقاض من بلد إلى آخر، كما تختلف كمية الأنقاض المتولدة عن كارثة معينة وتوزيعها والمعدات المتاحة لإزالتها من بلد إلى آخر، فضلاً عن الاختلاف في الموارد البشرية والمالية المتاحة، وهو ما يوفر بدوره مجموعة واسعة من الخيارات لإدارة الكوارث (١).

ان مشكلة تحديد المسار الأمثل لجمع الأنقاض وتحديد الموقع الملائم لطرحها هو العامل الأبرز والأكثر تأثيرا في عملية إدارة مخلفات الكوارث وأن تحديد المسار الأمثل يعد من أبرز العوامل التي تحدد تكلفة عملية الإزالة للمخلفات باعتبار أن اختيار مسار معين سيؤثر في كلفة النقل الكلية للأنقاض(٢) .

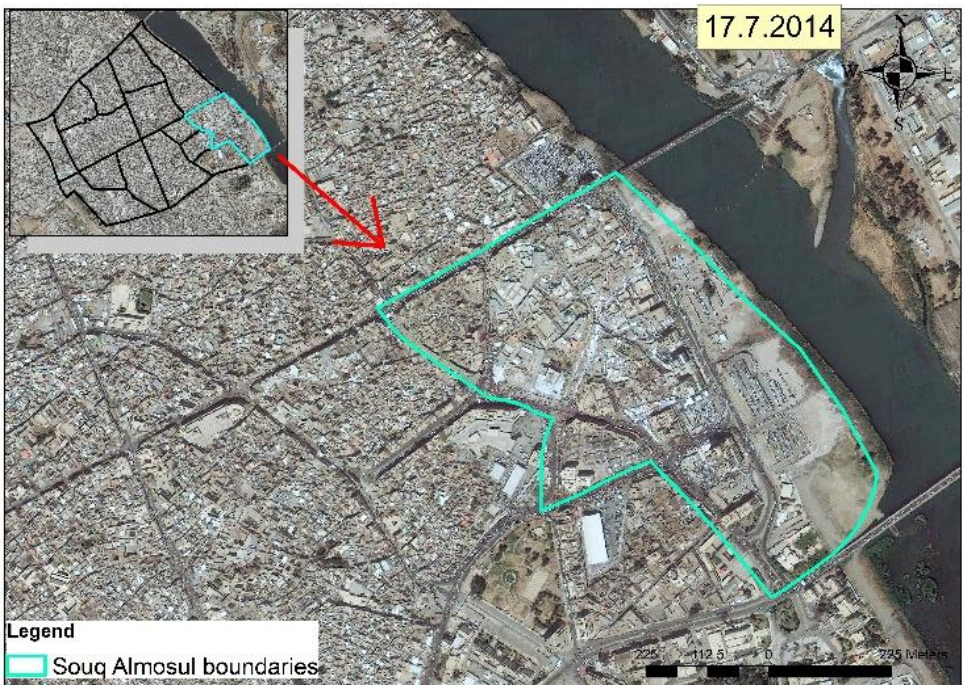
تشير الابحاث الى ان استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية في إدارة النفايات وجمعها ونقلها يمكن أن يوفر فوائد اقتصادية وبيئية من خلال تقليل الوقت المستغرق والمسافة المقطوعة، وبالتالي استهلاك الوقود وانبعاث الملوثات (٣).

تهدف الدراسة الحالية إلى حساب المساحة المدمرة في منطقة سوق الموصل في المدينة القديمة في الموصل ومن ثم تحديد المسار الأمثل لرفع هذه الأنقاض من منطقة الدراسة من أجل خفض المسافة المقطوعة والوقت المستغرق، وبالتالي خفض التكاليف الإجمالية الاقتصادية والبيئية لعملية رفع الأنقاض.

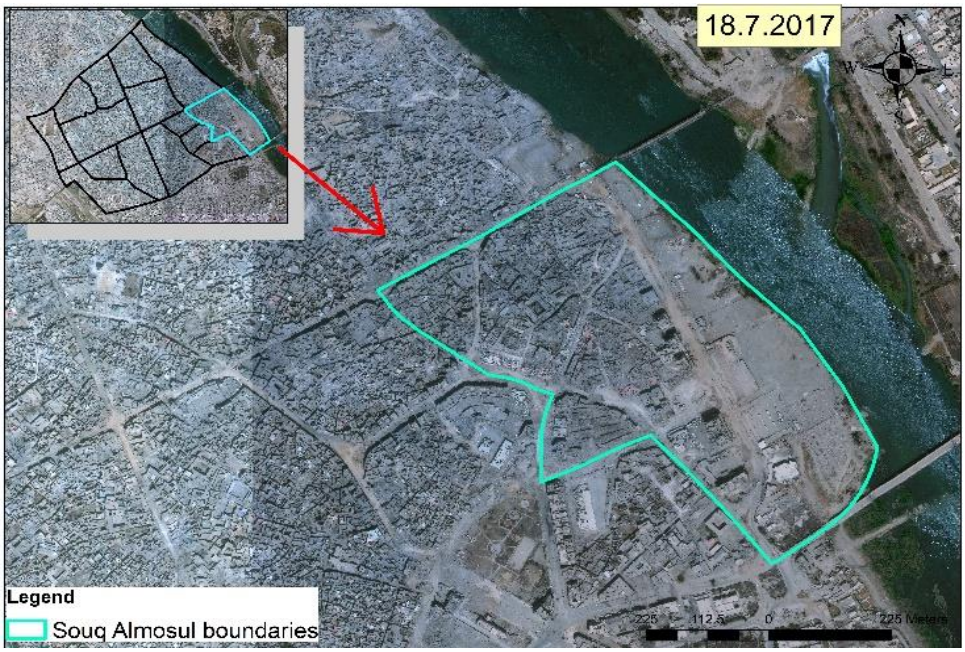
٢. الجانب العملي

١.٢ تحليل بيانات صور الأقمار الصناعية وحساب المساحات المدمرة:

باستخدام صور الأقمار الصناعية تم تحديد المساحات المدمرة في منطقة سوق الموصل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وذلك بإجراء عملية كشف التغيير لصورتين فضائيتين، إحداهما أخذت بتاريخ(٢٠١٤/٧/١٧) (الشكل ٢ . ١) والثانية(٢٠١٧/٧/١٨)(الشكل ٢ . ٢) إذْ طُرِحت الثانية من الاولى لتمييز التغيير الحاصل بعد الأحداث.

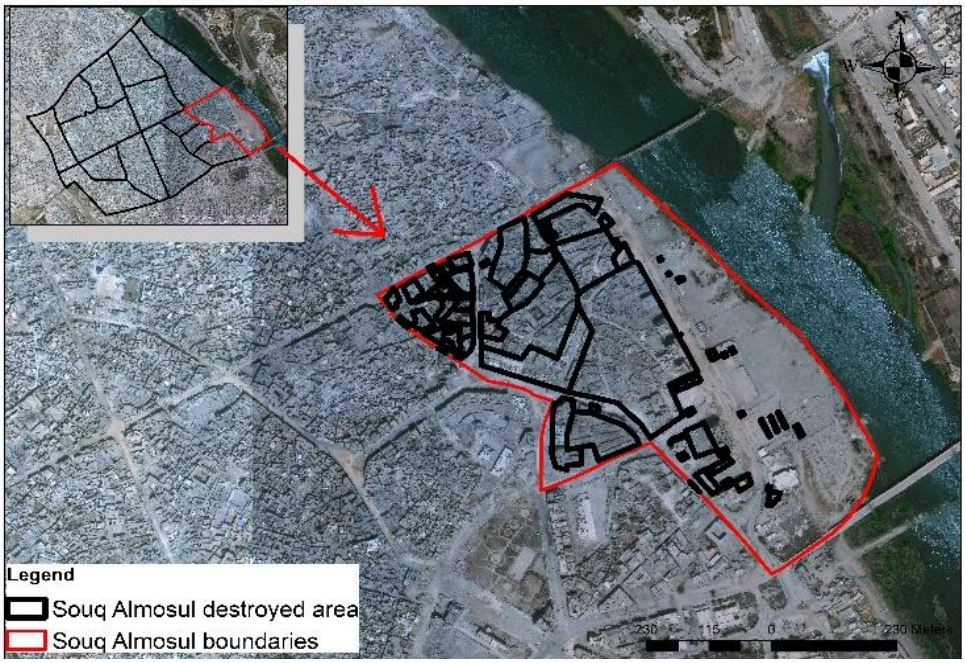


شكل (٢ . ١): صورة فضائية بتاريخ(٢٠١٤/٧/١٧)



شكل (٢ . ٢): صورة فضائية بتاريخ (٢٠١٧/٧/١٨)

تم بعد ذلك تحديد المواقع المدمرة في المنطقة باعداد طبقة خاصة بها عن طريق رسمها يدويا باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية Arc map وكما موضح في الشكل (٢ . ٣) ومن ثم حساب مجموع المساحات المدمرة باستخدام البرنامج ذاته.



شكل (٢ . ٣): المواقع المدمرة في منطقة الدراسة

بعد ذلك تم إيجاد النسبة المئوية للمساحات المدمرة بتطبيق القانون الآتي:

النسبة المئوية = (المساحة المدمرة / المساحة الكلية) x ١٠٠%

وقد تم التطبيق باستخدام نظم المعلومات الجغرافية لكون بيانات المساحات الكلية والمدمرة مرتبطة بالخارطة ضمن البرنامج لغرض تسهيل إجراء العمليات الحسابية لعدد هائل من الارقام.

تم بعد ذلك مقاطعة بيانات المساحات المدمرة مع شريحة طبيعة استخدام الأرض (والتي تم الحصول عليها من منظمة الامم المتحدة) باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتم بعد ذلك توحيد النتائج لتقليصها بجمع المساحات المدمرة حسب طبيعة استخدام الأرض، وتم تثبيت النتائج في جدول سيرد لاحقا في النتائج.

٢ . ٢ تقييم نسبة الأضرار:

لقد تعرضت المباني في منطقة سوق الموصل الى درجات متفاوتة من الدمار، وقد تم تقييم نسبة الاضرار في اجزاء منطقة سوق الموصل كافة أثناء المسح الميداني ومطابقة نتائج المسح الميداني فيما بعد مع النتائج المستحصلة من تحليل صور الأقمار الصناعية.

٢ . ٣ تحديد مواقع المحطات الوسيطة

اقترحت الوكالة الفيدرالية لإدارة الطوارىء (٤) عند وضع خطة إدارة أنقاض الكوارث انشاء مواقع تخدم كمحطات وسيطة لتجميع ألانقاض الناتجة عن الكوارث، وذلك لتسهيل عملية خزن الأنقاض وفرزها ونقلها الى موقع الطمر النهائي المخصص.

ان المحددات التي تؤخذ بنظر الاعتبار عند تعيين مواقع التجميع المؤقتة للأنقاض تتمثل بملكية الأرض وطبيعة استخدام الأرض والمواقع التاريخية والأثرية

ومساحة الموقع المحدد (والتي يجب ان تستوعب أنقاض المناطق القريبة منها) وشبكة الطرق الرئيسة والفرعية والمسافة عن مواقع كدس الأنقاض والمسافة بالنسبة للطرق الرئيسة المفتوحة بما يسهل نقل الأنقاض من مواقع التجميع المؤقتة الى موقع الطمر النهائي (٥)، والمحددات التي تم اعتمادها في تحديد مواقع التجميع المؤقتة للأنقاض في هذه الدراسة تتمثل بما يلي:

- ملكية الأرض

ان ملكية الأرض مهمة جدا في عملية تحديد مواقع المحطات الوسيطة لتجميع الأنقاض، وبصورة عامة فان الملكية العامة من الممكن استخدامها على خلاف الملكية الخاصة التي تتطلب موافقة صاحب الملك لذلك يتم استبعادها في أغلب ألاحيان (٦).

- طبيعة استخدام الأرض

يجب الأخذ بنظر الاعتبار طبيعة استخدام الأرض عند اختيار موقع المحطات الوسيطة، إذْ يجب استبعاد المناطق الزراعية والمناطق السكنية عند اختيار موقع المحطة المؤقتة لتجميع الأنقاض، اضافة الى كون المناطق السكنية تعد ضمن الملكية الخاصة التي لايجوز انشاء محطة تجميع أنقاض مؤقتة فيها (٧).

- شبكات الطرق الرئيسة والفرعية

تُعد مواقع الطرق والشبكات محددات يجب استبعادها عند اختيار مواقع المحطات الوسطية لتجميع الأنقاض(٨).

- المواقع الأثرية والتاريخية

تُعد المواقع الأثرية حواجزاً لا يسمح لأي إجراء يؤدي الى تغيير استخدامها اونقل أنقاضها لحين تدخل المختصين في الآثار وذلك من أجل الحفاظ على هذه المعالم التاريخية،وربما تستخدم الأنقاض المتبقية منها في إعادة بنائها من جديد(٩).

- إمكانية الوصول الى الطرق

عند اختيار موقع يخدم كمحطة وسيطة لتجميع الأنقاض يجب أن لايبعد الموقع عن شبكة الطرق أكثر من ٥٠٠ متر (١٠)، على أية حال، فأنّ منطقة سوق الموصل تحتوي على شبكة طرق كثيفة تسهل امكانية الوصول الى أي موقع سيتم اختياره ليخدم كمحطة مؤقتة لتجميع الأنقاض.

- المسافة عن مواقع كدس الأنقاض

ان بعد مسافة الموقع المستخدم للتجميع المؤقت للأنقاض عن اكداس الأنقاض سيؤدي الى زيادة كلفة عملية النقل لذا تستخدم مسافة ٢ كيلومتر كمحدد لبعد الموقع عن كدس الأنقاض(٨)، بالنسبة لمنطقة سوق الموصل فإن الأنقاض تغطي مساحات كبيرة منها لذا فإن اي موقع داخل المنطقة سيتم اختياره لتجميع الأنقاض لن يبعد مسافة تتجاوز ٢ كيلومتر عن أكوام الأنقاض.

بناءً على ذلك، تم تحديد عدة مواقع ممكن ان تخدم كمحطة مؤقتة لتجميع الأنقاض بتطبيق المحددات أعلاه وباستخدام نظم المعلومات الجغرافية إذْ أُخذت مجموعة خرائط لمنطقة سوق الموصل على هيئة طبقات وبعد تركيب الطبقات الواحدة فوق الاخرى ودمج بياناتها تم استبعاد المناطق التي لايمكن استخدامها كمحطات نقل وسيطة (والتي تظهر باللون الاسود في الشكل ٢ . ٤).

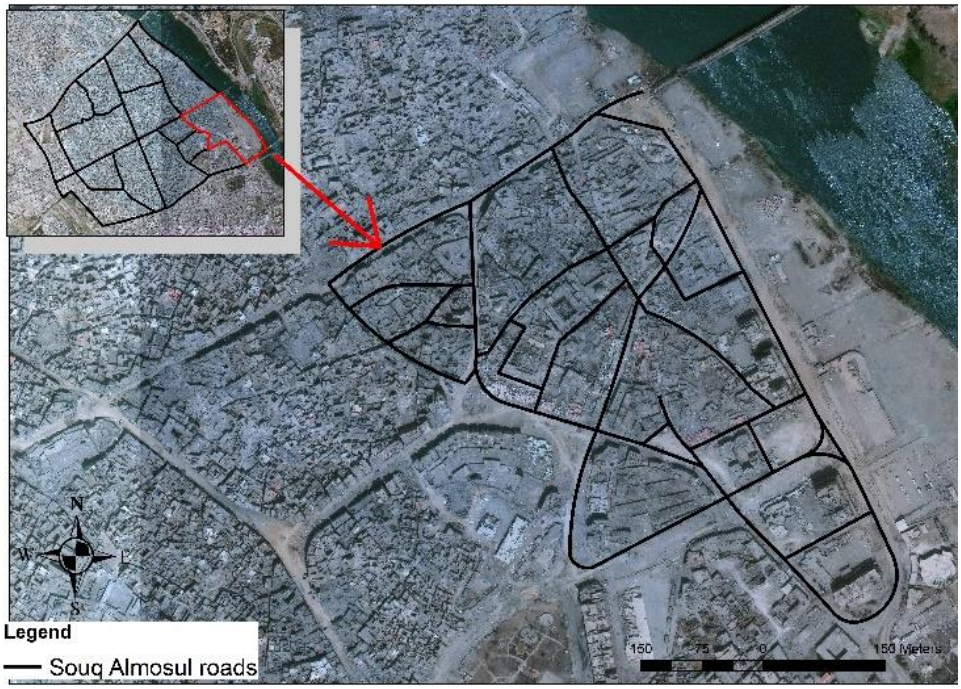
شكل (٢ . ٤): المناطق التي لايمكن استخدامها كمحطات نقل وسيطة تظهر باللون الاسود

وتم بعد ذلك أثناء الجولة الميدانية تحديد الموقع الانسب من بين تلك التي لا تخضع للمحددات ليتم استخدامه في عملية تحديد المسار الأمثل في عملية رفع الأنقاض باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

٢ . ٤ تحديد المسار الأمثل لرفع الأنقاض

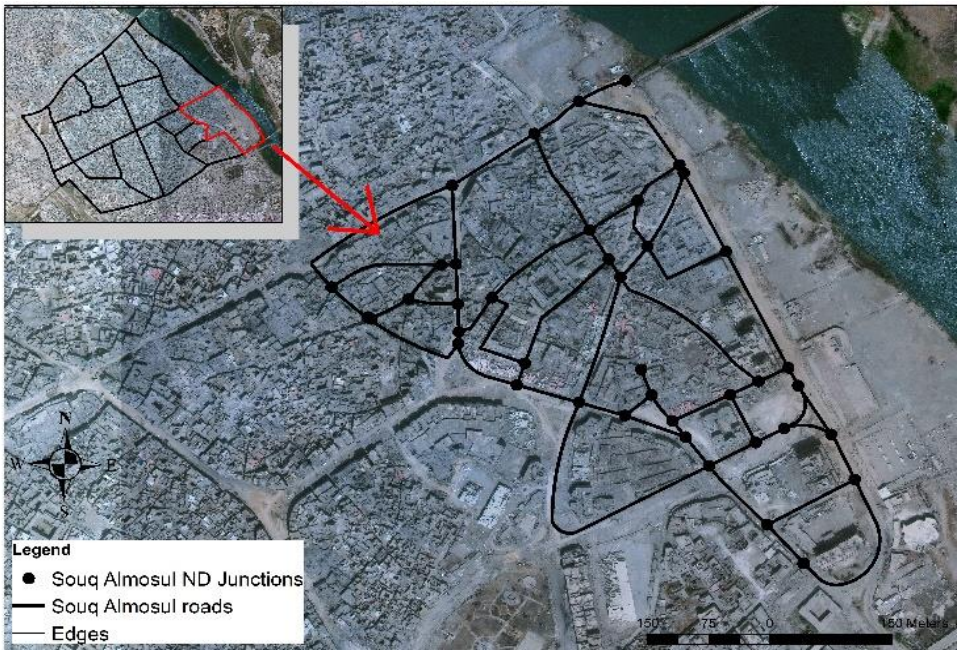
في هذه الدراسة تم استخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية (Esri's Arc GIS Desktop version 10.4.1) وتم استخدام تحليل الشبكات (Network Analyst (NA) extension) وتم استخدام (Route solver) لإجراء عملية تحديد المسار الأمثل.

في البداية تم رسم شبكة الطرق في منطقة سوق الموصل بإعتماد صورة القمر الصناعي الماخوذة للمدينة القديمة بتاريخ (٢٠١٤/٧/١٧) وتعديل البيانات بإعتماد صورة ماخوذة بتاريخ (٢٠١٧/٧/١٨)(نظرا للتغيرات الكبيرة التي حدثت في شبكة الطرق بعد الأحداث)،(لاحظ الشكل ٢ . ٥).



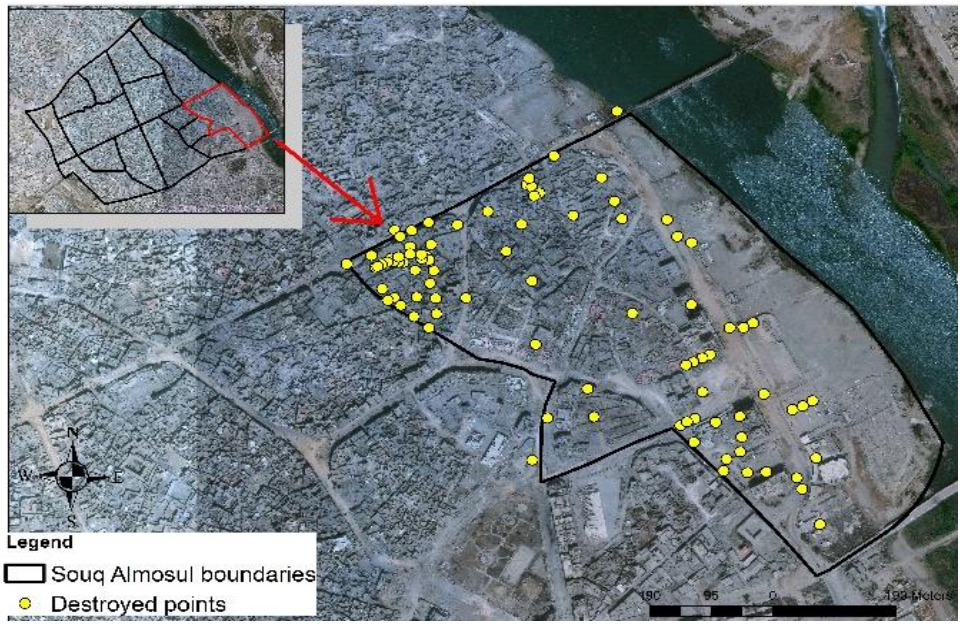
شكل (٢ . ٥): شبكة الطرق في منطقة سوق الموصل

عند إجراء عملية تحديد المسار الأمثل باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية Arc map يتم بناء مجموعة بيانات الشبكة وإنشاء نقاط تقاطع (junctions) من قبل البرنامج مباشرة، هذه النقاط تربط بين الحافات على طول الطريق لمنطقة الدراسة وتخزن على شكل طبقة (شريحة) مستقلة ضمن قاعدة البيانات الجغرافية للمنطقة (١١)، وفي الدراسة الحالية تم بناء مجموعة بيانات الشبكة بإعتماد شريحة شوارع منطقة سوق الموصل (الشكل ٢ . ٦)، وعند بناء مجموعة بيانات الشبكة تم مباشرة انشاء شريحة نقاط تقاطع وشريحة حافات الطرق (edges) من قبل البرنامج.

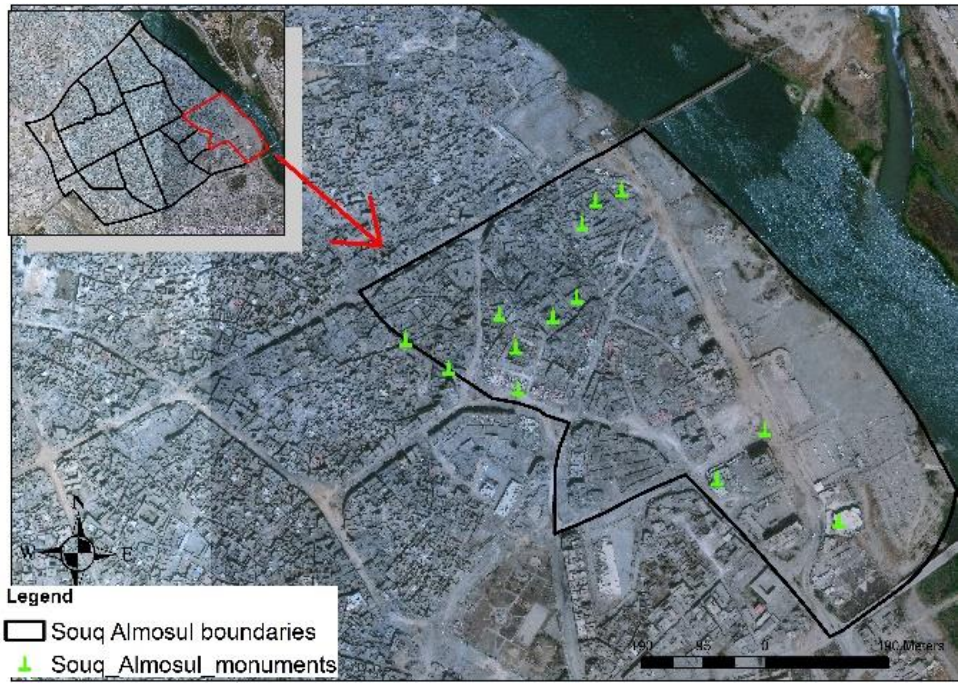


شكل (٢ . ٦): نقاط تقاطع وحافات الطرق

تم بعد ذلك اضافة شريحة تحتوي على مواقع الأنقاض في منطقة الدراسة (شكل ٢ . ٧) واخرى تحتوي على المواقع الأثرية في المنطقة وقد تم اعتبارها كحواجز (شكل ٢ . ٨).



شكل (٢ . ٧): مواقع الأنقاض في منطقة الدراسة



شكل (٢ . ٨): المواقع الأثرية في منطقة الدراسة

تم تحديد نقطة البداية بالقرب من شارع رئيسي إذْ يفضل قدر المستطاع وضع المسار بحيث يبدأ وينتهي بالقرب من شارع رئيسي باستخدام حواجز فيزيائية* وطوبوغرافية** حدوداً للمسار(١٢)، ونقطة النهاية تمثل أقرب موقع مناسب من المواقع التي تم اختيارها في هذه الدراسة كمحطات مؤقتة لتجميع الأنقاض، إذْ انه يجب وضع المسار بحيث ان آخر نقطة لرفع الأنقاض على المسار تكون قريبة من موقع الطرح(١٢). وقد تم اعتماد معياري المسافة والزمن لتحديد المسار الأمثل (المتر وحدة للمسافة والدقيقة وحدة للزمن) وافتراض أنّ الآلية المستعملة في جمع الأنقاض قلاب كبير حمولة ١٨ طناً (وهو المتوفر حاليا ضمن آليات بلدية الموصل) وتم بعد ذلك تحديد المسار الأمثل لرفع الأنقاض من منطقة سوق الموصل بعد إعطاء البرنامج الأمر (solve).

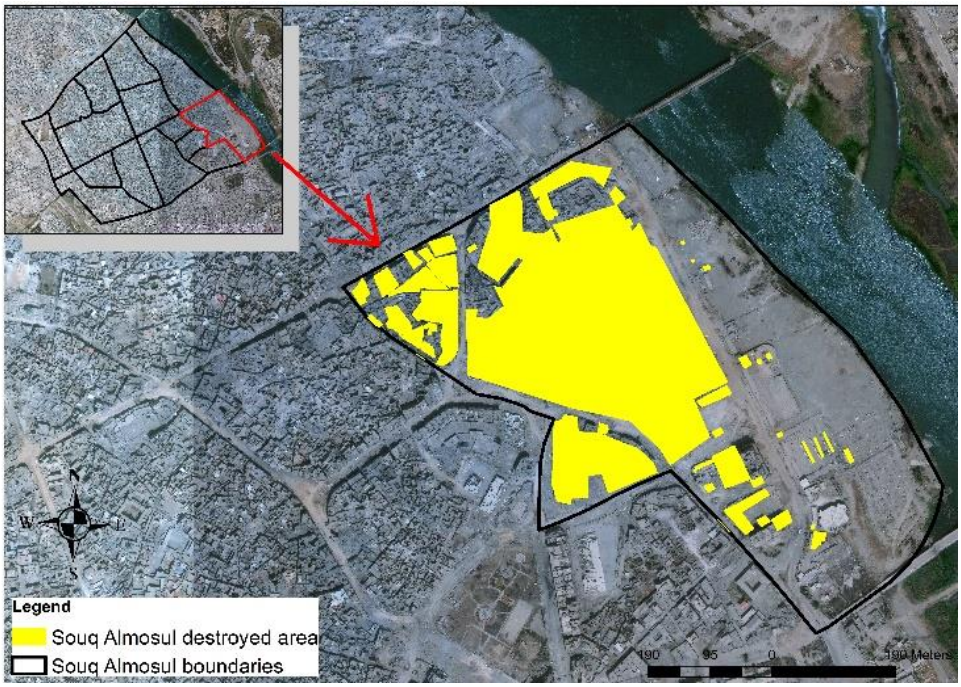
٣. النتائج والمناقشة:

٣ . ١المساحات المدمرة

بتحليل صور الأقمار الصناعية لمنطقة سوق الموصل، تم تحديد المساحات المدمرة فيها وحسابها بوحدة المتر المربع، والشكل (٣ . ١) يوضح المساحات المدمرة في منطقة سوق الموصل.

*حواجز فيزيائية وتشمل الحواجز المادية.

**حواجز طوبوغرافية وتشمل الحواجز المتعلقة بتضاريس الارض.



شكل (٣ . ١): المساحات المدمرة في منطقة سوق الموصل

يتضح من الشكل (٣ . ١) أن منطقة سوق الموصل تعرضت الى درجة كبيرة من الدمار، وهذا يتفق مع تقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة (١٣)، حيث يذكر التقرير أن المدينة القديمة تعرضت بكل اجزاءها الى تدمير شديد، يعطي الجدول (٣ . ١) معلومات مفصلة حول المناطق المدمرة في منطقة سوق الموصل تم الحصول عليها من تحليل صور الاقمار الصناعية.

جدول (٣ . ١): المناطق المدمرة في منطقة سوق الموصل

المساحة الكلية بالمتر المربع		المساحة المدمرة بالمتر المربع		النسبة المؤية للمساحات المدمرة	مساحة الاراضي المدمرة طبقا لنوع استخدام الارض بوحدة المتر المربع		
				سكني	تجاري	صناعي	استخدامات اخرى
425339.2	311008.02	73.12	37320.9	182636.161	80862.086	1000.76	

وحسب طبيعة استخدام الارض في منطقة سوق الموصل، فان المناطق التجارية تمثل النسبة الاكبر من المساحة الكلية بصورة عامة والمدمرة بصورة خاصة، وتمثل نسبة تزيد على نصف المساحة المدمرة، حيث تشكل ١٨٢٦٣٦,١٦١ متراً مربعاً.

أما من ناحية المناطق الصناعية فمن المعروف أنّ منطقة سوق الموصل تحتوي العديد من ورش صناعات بسيطة مثل ورش الحدادين في مجمع السوق والنجارين والصفارين ومعامل صنع الحلويات وقلي المكسرات ومعاصر السمسم ومحلات الدباغة وغيرها وتشكل المناطق الصناعية المدمرة فيها ربع المساحة الكلية المدمرة. في حين أنّ المناطق ذات الاستخدامات الاخرى مساحاتها قليلة وتتمثل بالدوائر الحكومية والمنشئات التعليمية والامنية والتي تعرضت معظمها الى التدمير.

٣ . ٢ تحديد مواقع المحطات الوسيطة :

من أجل تحديد المسار الامثل لرفع الأنقاض، يجب تحديد منطقة كنقطة أخيرة على المسار لتكون بمثابة محطة تجميع انقاض مؤقتة، يوضح الشكل (٣ . ٢) الموقع المقترح.

شكل (٣ . ٢): محطة تجميع الانقاض المؤقتة المقترحة

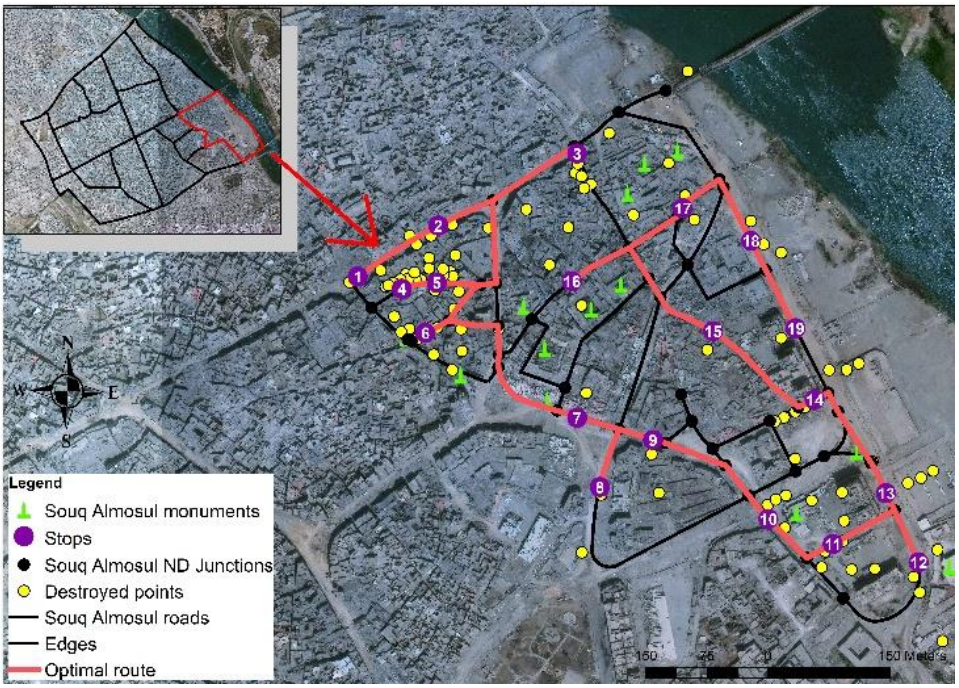
تقع المحطة الوسيطة المقترحة بالقرب من الطريق الرئيسي وهذا يسهل امكانية الوصول إليها لنقل الأنقاض الى موقع الطمر النهائي والموقع المحدد في الشكل (٣ . ٢) هو الوحيد المتاح بسبب كثافة النسيج الحضري في منطقة الدراسة بالإضافة إلى حقيقة أن معظم هذه المناطق ملكية خاصة ولا توجد مناطق كافية من الملكية العامة يمكن استخدامها كمحطات مؤقتة لجمع الأنقاض.

بالمقارنة مع تقرير بلدية الموصل، تقع المحطة المؤقتة المقترحة في هذه الدراسة داخل حدود منطقة سوق الموصل، في حين أن المحطة المقترحة من قبل البلدية تقع خارج المدينة القديمة (على بعد بضعة كيلومترات من منطقة سوق الموصل) (١٤)، وهذا بدوره سيؤدي الى زيادة المسافة المقطوعة والوقت المستغرق وبالتالي زيادة تكاليف النقل عن طريق زيادة عدد ساعات العمل وزيادة استهلاك الوقود.

٣ . ٣ المسار الأمثل لرفع الأنقاض من منطقة سوق الموصل:

إن معظم الازقة في المدينة القديمة ضيقة وصغيرة لذا فإنّ عملية رفع الأنقاض يجب ان تتم بمراحل، في البداية تستخدم الأيدي العاملة وآليات صغيرة تقوم بنقل المخلفات الى أماكن تستطيع الآليات الكبيرة الدخول اليها (اي الى الشوارع والطرقات الواسعة القريبة) ثم يتم استخدام شفلات وقلابات كبيرة تنقل هذه الأنقاض الى المحطة الوسطية (والتي تتم فيها عمليات الفرز الاولي) ثم يُنقل المتبقي غير الممكن عزله الى موقع طمر صحي نهائي خارج مدينة الموصل.

في الدراسة الحالية تم تحديد المسار الأمثل لرفع الأنقاض ويوضح الشكل (٣ . ٣) المسار المقترح لمنطقة سوق الموصل.



شكل (٣ . ٣): المسار الأمثل لرفع الأنقاض

نلاحظ من الشكل (٣ . ٣) أن المسار المقترح لمنطقة سوق الموصل يمر قدر الامكان بنقاط تجمع الأنقاض ويسلك المسار الاقصر للطرق الصالحة للاستخدام إذْ إنّ كثير من الطرق داخل المنطقة تعد في الوقت الحالي خارجة عن

الخدمة فقسم منها لايزال متضرراً والقسم الاخر تتم عليه عمليات صيانة، لذا فإنّ اختيار مسار محدد لرفع الأنقاض يفسح المجال امام عمليات صيانة الطرق لتتم بصورة متزامنة مع عمليات رفع الأنقاض، فضلاً عن كون المسار المقترح يقلل المسافة المقطوعة وبالتالي يقلل من احتمالية وقوع حوادث لكون الطرق لاتزال غير مطهرة بالكامل من مخلفات الحرب.

يمكن تتبع اتجاه المسار على الخارطة (٣ . ٣) وحسب ترتيب النقاط التي سيمر بها والمعطاة في حقل (sequence) من الجدول (٣ . ٢).

جدول (٣ . ٢): بيانات المسار المقترح لمنطقة سوق الموصل

Sequence	ArriveCurbApproach	DepartCurbApproach	SideOfEdge	CurbApproach	Cumul_Distance	Cumul_Time
1	Start	Left side of vehicle	Right Side	Either side of vehicle	0	0
4	Left side of vehicle	Right side of vehicle	Left Side	Either side of vehicle	666.198063	47.96587681
5	Left side of vehicle	Left side of vehicle	Right Side	Either side of vehicle	709.669383	51.09578681
2	Right side of vehicle	Right side of vehicle	Left Side	Either side of vehicle	116.393265	8.380248038
6	Right side of vehicle	Left side of vehicle	Left Side	Either side of vehicle	856.747088	61.68529685
3	Right side of vehicle	Left side of vehicle	Left Side	Either side of vehicle	319.021585	22.96937037
7	Right side of vehicle	Right side of vehicle	Left Side	Either side of vehicle	1123.055527	80.85935107
9	Right side of vehicle	Right side of vehicle	Left Side	Either side of vehicle	1368.430497	98.52620757
8	Left side of vehicle	Right side of vehicle	Right Side	Either side of vehicle	1250.428535	90.03013428
10	Left side of vehicle	Left side of vehicle	Right Side	Either side of vehicle	1546.155141	111.3222796
11	Right side of vehicle	Right side of vehicle	Left Side	Either side of vehicle	1649.270726	118.7465423
12	Left side of vehicle	Right side of vehicle	Right Side	Either side of vehicle	1805.081564	129.9648329
13	Left side of vehicle	Left side of vehicle	Left Side	Either side of vehicle	1898.329383	136.6786221
14	Left side of vehicle	Left side of vehicle	Left Side	Either side of vehicle	2058.740561	148.2281346
16	Right side of vehicle	Left side of vehicle	Left Side	Either side of vehicle	2452.883026	176.606165
17	Right side of vehicle	Right side of vehicle	Right Side	Either side of vehicle	2616.445995	188.3826046
15	Right side of vehicle	Right side of vehicle	Left Side	Either side of vehicle	2220.645523	159.8851986
18	Left side of vehicle	Left side of vehicle	Left Side	Either side of vehicle	2758.819757	198.6334334
19	Left side of vehicle	End	Left Side	Either side of vehicle	2878.697534	207.2645643

يعطي الجدول (٣ . ٢) بيانات تفصيلية عن مسار رفع الأنقاض المقترح لمنطقة سوق الموصل، الحقل (sequence) يعطي ترتيب نقاط جمع الأنقاض التي سيمر بها القلاب وفي (arrive curb approach) و (depart curb approach) يعطي الجدول موقع الرصيف بالنسبة للاتجاه الذي سيصل إليه ويغادر منه القلاب في شبكة الطرق التي يمر بها أثناء حركته من نقطة البداية

(Start) حتى وصوله الى نقطة النهاية (End)، في (side of edge) يعطي الجدول اتجاه حركة القلاب على شبكة الطرق وكل تغيير مابين (left) و(right) يعني أنّ هنالك انعطاف في المسار.

(curb approach) يعطي موقع رفع الأنقاض بالنسبة للقلاب وهنا (either side of vehicle) بمعنى ان يتم جمع الأنقاض من كلا جانبي المسار الذي يتحرك عليه القلاب، (cumul distance) يعطي المسافة الكلية التي قطعها المسار من نقطة البداية حتى وصوله الى النهاية مقاسة بالمتر وحسب مامبين في الجدول فإنّ المسافة الكلية للمسار المقترح لمنطقة سوق الموصل 2878.69 متراً.

في (cumul time) يعطي الوقت المستغرق لقطع المسار وكما مبين في الجدول فان الزمن الكلي اللازم لجمع الأنقاض من منطقة سوق الموصل في كل رحلة يبلغ ٢٠٧ ثانية (اي ٣.٢٧ دقيقة).

إنّ عملية إزالة الأنقاض من منطقة سوق الموصل قد بدأت بطريقة غير ممنهجة إذْ تم نقل كميات كبيرة من الانقاض ودفنها في منخفضات أرضية ممّا قد يفاقم خطر فيضانات مستقبلية، وفي مثل هذه الحالة فإنّ طرح الأنقاض بصورة متسرعة غير مدروسة يعني أنّ حل اليوم سيكون مشكلة الغد، كماإنّ التخطيط الضعيف لإزالة الأنقاض سيؤدي الى مزج الأنقاض (والتي معظمها كونكريت وحجر ومعادن) مع باقي انواع الفضلات الاخرى والتي بضمنها المواد الخطرة كالاسبستوس – الذي أُشير الى تواجده في الكراجات المركزية التي دمرت خلال العمليات العسكرية (١٥)، مما يقلل من فرص اعادة تدوير الأنقاض، وهنا يبرز دور عملية تحديد المسار الأمثل لرفع الأنقاض من منطقة سوق الموصل كأداة تخطيط فعالة لتقليل الوقت المستغرق والخسائر المادية.

٤. الاستنتاجات :

من الدراسة النظرية (المكتبية) والتطبيقية (الميدانية) خرج البحث بجملة استنتاجات هي:

بلغت مساحة الأرض المدمرة (311008.02) متراً مربعاً من أصل المساحة الكلية لمنطقة سوق الموصل البالغة (425339.2) متراً مربعاً، أي بنسبة (73.12٪).

بحسب طبيعة استخدام الأرض، فإن معظم المساحة المدمرة في سوق الموصل تنتمي إلى فئة المباني التجارية والتي تمثل (58.7٪) من المساحة المدمرة في المنطقة، تليها المساحات التي تشغلها المباني الصناعية (26٪).

المسافة الكلية للمسار المقترح لكل رحلة جمع انقاض لمنطقة سوق الموصل (2878.69)متراً، وعلى هذا الاساس فان الزمن الكلي اللازم لجمع الأنقاض من منطقة سوق الموصل في كل رحلة يبلغ (207) ثانية.

صلاحية الطرق للاستخدام تعطي حرية أكبر في عملية تحديد المسار الأمثل، مما يؤدي الى تقليص الزمن المستغرق والكلفة الكلية لعملية جمع الأنقاض.

المصادر:

1. Asari, M., Sakai, S.I., Yoshioka, T., Tojo, Y., Tasaki, T., Takigami, H. and Watanabe, K., 2013. Strategy for separation and treatment of disaster waste: a manual for earthquake and tsunami disaster waste management in Japan. Journal of Material Cycles and Waste Management, vol. 15, no. 3, pp.290-299.
2. Pramudita, A., Taniguchi, E. and Qureshi, A.G., 2014. Location and routing problems of debris collection operation after disasters with realistic case study. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 125, pp.445-458.
3. Chalkias, C. and Lasaridi, K., 2009. A GIS based model for the optimisation of municipal solid waste collection: the case study of Nikea, Athens, Greece. Journal of technology, vol.1, pp.11-15.
4. Fedral Emergency Management Agency (FEMA), 2007. "Public assistance: debris management guide". FEMA publications, Vol. 325.
5. Cheng, C., 2018. Optimisation of disaster waste management systems. PhD thesis, Melbourne: University of Melbourn.
6. Şener, B., Süzen, M.L. and Doyuran, V., 2006. Landfill site selection by using geographic information systems. Environmental geology, vol. 49, no. 3, pp.376-388.
7. Gemitzi, A., Tsihrintzis, V.A., Voudrias, E., Petalas, C. and Stravodimos, G., 2007. Combining geographic information system, multi criteria evaluation techniques and fuzzy logic in siting MSW landfills. Environmental Geology, vol. 51, pp. 797-811.
8. Demesouka, O.E., Vavatsikos, A.P. and Anagnostopoulos, K.P., 2013. Suitability analysis for siting MSW landfills and its multicriteria spatial decision support system: method, implementation and case study. Waste management, vol. 33, no. 5, pp.1190-1206.

9. Curkovic, S., 2012. Sustainable Development: Authoritative and Leading Edge Content for Environmental Management. United States of America: InTech. ISBN: 978-953-51-0682-1,pp. 787-801.
10. Ghobadi, M.H., Babazadeh, R. and Bagheri, V., 2013. Siting MSW landfills by combining AHP with GIS in Hamedan province, western Iran. Environmental earth sciences, vol. 70, no. 4, pp.1823-1840.
11. O'Connor, D. L. (2013). *"Solid Waste Collection Vehicle Route Optimization for the City of Redlands, California"* .Msc thesis, California: *University of Redlands publications.*
12. O'leary, P.R., Tchobanoglous, G. and Kreith, F., 2002. "Handbook of solid waste management", McGraw-Hill: New York.pp. 225
13. United Nations Environment Programme (UNEP), 2017. "Environmental Issues in Areas Retaken from ISIL: Mosul, Iraq", Technical report. Available at: http://www.uniraq.org/index.php?option=com _k2 &view=item&task=download&id=2449_a2a71fec80f71cbbe0f3 cd5740ccb4ad&lang=en
14. Mosul Municipality, 2018. Mosul City before and after military operations, unpublished report completed for the Municipality of Mosul.
15. United Nations Environment Programme (UNEP), 2018." Mosul Debris Management Assessment", Technical report, In Proceedings of the Multi stakeholder city wide debris management master plan initiated in Mosul.