تقدير عدد السيارات اللازمة لجمع النفايات الصلبة المنزلية المنتجة في مدينة تكريت

أ.م.د. وليد محمد شيت العبدربه — **أستاذ مساعد**

م.م. حنين أحمد خضير القره غولي — **مدرس مساعد**

قسم هندسة البيئة – كلية الهندسة – جامعة تكريت

الملخص

إن الأولوية في نظام إدارة النفايات الصلبة هو إنشاء نظام جمع فعال، وان من أهم أساسيات إنجاح عملية جمع النفايات الصلبة هو إتباع الأسلوب العلمي الهندسي الأمثل الذي يحدد العدد اللازم من الآليات إضافة إلى عدد عمال الجمع المرافقين للسيارات الكابسة. وبصدد التخطيط لنظام جمع فعال للنفايات الصلبة المنزلية المنتجة في مدينة تكريت، فقد تم في هذا البحث حساب عدد السيارات الكابسة اللازمة لخدمة جمع النفايات الصلبة المنزلية بتواتر جمع مرة واحدة ومرتين وثلاث مرات أسبوعياً وكانت أعداد السيارات كالتالي: (12) سيارة وطاقم عمل مؤلف من (48 فرداً) بينهم (12 سائقاً و36 عامل جمع) في حالة الجمع بتواتر مرة واحدة أسبوعياً. أما في حالة الجمع بتواتر مرتين أسبوعياً فيبلغ عدد السيارات الكابسة (13 سيارة) وطاقم عمل مؤلف من (52 فرداً) بينهم (13 سائقاً و39 عامل جمع). في حين أن العدد المطلوب في حالة الجمع بتواتر ثلاث مرات أسبوعياً يبلغ (23 سيارة) وطاقم عمل مؤلف من (92 فرداً) بينهم (23 سائقاً و69 عامل جمع). بالإضافة إلى اقتراح اعتماد نظام الأوعية الثابتة (SCS) في جمع النفايات الصلبة المنزلية المنتجة في المدينة.

الكلمات المفتاحية:- النفايات الصلبة المنزلية، جمع النفايات الصلبة.

Estimation the number of required compactor vehicles for collection of the domestic solid waste produced in Tikrit City

Abstract

A fundamental prerequisite for the successful management of solid waste is the construction of the optimum collection system that determine the compactor vehicle required to collect the produced domestic solid waste in addition to the number of collection labor. The study estimated the required number of compactor vehicles as following: (12) compactors and (48) personnel-labor, (13) compactors and (52) personnel-labor and (23) compactors and (92) personnel-labor for collection frequency once, twice and three-times per week, respectively. In addition, the study suggested the Stationary Collection System (SCS) as the suitable collection system for collecting domestic solid waste produced in Tikrit City.

Key Words:- Domestic Solid Waste, solid waste collection.

المقدمة

من واقع الدراسات المسحية الميدانية في معظم مدن العالم يتبين أن النفايات الصلبة المنزلية تؤلف معظم كمية النفايات الصلبة البلدية التي يتم جمعها في تلك المدن. حيث تمثل النفايات الصلبة المنزلية ما يقرب من ثلاثة أرباع حجم النفايات الكلية المتولدة في تلك المدن في المتوسط عدا مخلفات عمليات البناء والهدم[1]. مما يعطي النفايات الصلبة المنزلية أهمية بالغة، ليس بسبب كمياتها المتزايدة فحسب، ولكن لاشتراك كل فرد من أفراد المجتمع في إنتاجها يومياً وبصورة متكررة وبكميات بسيطة ومتفرقة تغطي كل المساحة السكنية من المدينة، إضافة إلى عدم تجانس محتوياتها[2]. إن النفايات الصلبة المنزلية هي الفضلات الناجمة عن الأنشطة اليومية التي تمثل الحركة المألوفة لحياة الإنسان في المنزل وتشمل كل البقايا الناتجة عن عمليات الاستعمال التي يتخلص منها حائزها أو ينوي التخلص منها كمواد ليست بذات قيمة تستحق الاحتفاظ بها وان كان من الممكن أن تكون لها قيمة في مكان آخر أو ظروف أخرى تشجع عمليات إعادة الاستخدام أو التدوير[3,2]. لا تشكل النفايات الصلبة المنزلية مشاكل عملية، حيث يمكن جمعها ونقلها ومعالجتها بكفاءة عالية ومن دون إحداث أضرار بالصحة العامة والبيئة شريطة أن يتم ذلك بسرعة؛ وذلك لوجود فضلات الطعام التي يمكن أن تصل نسبتها لأكثر من 70 % من النفايات الصلبة المنزلية في المناطق السكنية في اغلب دول العالم الثالث[4].

أهداف البحث

1. حساب عدد السيارات اللازمة لجمع النفايات الصلبة المنزلية المنتجة في مدينة تكريت.
2. اقتراح خطة للوصول إلى الإدارة المتكاملة للنفايات الصلبة المنزلية في مدينة تكريت.

طرائق العمل

إن وجود نظام فعال لإدارة النفايات الصلبة المنزلية من حيث الجمع والنقل والمعالجة من شانه أن يحد من الأضرار والآثار السلبية المختلفة لمراحل إدارة النفايات على عناصر البيئة. من اجل تقييم واقع الإدارة الحالي لابد من الوقوف على حالة عناصر البنى التحتية لنظام إدارة النفايات وعلى المستوى الموقعي والتي تشمل:

1. الخزن الموقعي Onsite Storage
2. الجمع Collection

1. الخزن الموقعي

إن الأداة الأكثر شيوعاً واستخداماً كوعاء لحفظ النفايات الصلبة المنزلية على نطاق مدينة تكريت، هي نفسها تمثل نوعا من المخلفات، ونقصد بها البراميل الحديدية سعة (200 لتر أي ما يعادل 0.2 م^3) التي تستخدم أصلا لخزن الزيوت ومشتقات البترول، ومن سلبيات استخدام هذه الحاويات الحديدية (البراميل) أنها تكون مكشوفة ليس لها غطاء وهذا يسمح بتكاثر القوارض والحشرات وانبعاث الروائح الكريهة بالإضافة إلى أنها تصدأ بمرور الزمن؛ نتيجة السوائل الموجودة ضمن النفايات الصلبة أو عند تسرب مياه الأمطار إليها في فصل الشتاء[3،5]، وهذا يؤدي بدوره إلى تكون حافات حادة قد تتسبب في جرح عمال الجمع وغيرهم علاوة على تآكل قاعدة البرميل وتسرب السوائل منه على الرصيف. ومن الجدير بالذكر أن عملية جمع النفايات الصلبة تكون متعبة وتحتاج وقتاً أطول عند استعمال هذه البراميل بسبب ثقل البراميل نفسها، إذ يزن الواحد منها حوالي (16– 18) كغم وهو فارغ فيصبح من الصعوبة رفعه وتفريغه في سيارات جمع النفايات. وقد أشار[6] إلى أن

عملية تفريغ محتويات البرميل في سيارة الجمع قد تستغرق (3– 5) دقائق مما يسبب خفض كفاءة عملية الجمع ورفع التكاليف، لذلك يعتبر استخدام هذه البراميل كأوعية لخزن النفايات الصلبة المنزلية أمراً غير اقتصادي.

2.الجمع

تعتبر عملية جمع ونقل النفايات الصلبة من أكثر مفردات نظام إدارة النفايات الصلبة كلفة؛ إذ تصل كلفتها (70– 80)% من الكلفة الإجمالية لإدارة النفايات الصلبة[7]. ومن الصعوبة تحديد كلفة ثابتة لعمليات جمع النفايات؛ وذلك لاعتمادها على عدة متغيرات منها كلفة العمالة وكلفة الآليات وتواتر الجمع Frequency of Collection. تتضمن عملية الجمع التقاط النفايات الصلبة من أماكن إنتاجها ووضعها في سيارات خاصة لنقلها إلى مواقع التخلص منها أو محطات معالجتها، ويجب أن تتضمن عملية الجمع والنقل تحديد مسارات الجمع المثلى Optimal Collection Routes وان لا تترك عملية الجمع لاجتهاد سائق السيارة، الأمر الذي قد يؤدي إلى زيادة الوقت اللازم لعملية الجمع وبالتالي زيادة تكاليف عملية الجمع والنقل.

يوجد أسلوبان لجمع النفايات الصلبة، وهما أسلوب نظام الأوعية المنقولة (HCS) Hauled Containers System والأسلوب الثاني هو نظام الأوعية الثابتة (SCS) Stationary Containers System[2].

1. نظام الأوعية المنقولة (HCS) Hauled Containers System

ويعتمد هذا النظام على استخدام الحاويات الكبيرة التي يتم رفعها بواسطة سيارات خاصة ونقلها إلى موقع التخلص من النفايات الصلبة حيث يتم تفريغها ومن ثم إعادتها إلى مكانها. يفضل عدم إتباع هذا النظام في جمع النفايات الصلبة المنزلية في الأحياء السكنية وذلك لعدم التزام اغلب المواطنين برمي النفايات داخل الحاويات الكبيرة مما يؤدي إلى تراكم النفايات حول الحاوية، حيث يفضل إتباع هذا النظام لجمع النفايات الصلبة المتولدة في المؤسسات الحكومية والمناطق التجارية.

2. نظام الأوعية الثابتة (SCS) Stationary Containers System

من خلال الدراسة والمشاهدات الميدانية تم التوصل إلى أن الأسلوب المعتمد في جمع النفايات الصلبة المنزلية المتولدة في مدينة تكريت هو نظام الأوعية الثابتة (SCS) بنسبة 100%. في هذا النظام تبقى الأوعية المعدة لخزن النفايات الصلبة ثابتة في مكانها عدا نقلها لمسافة قصيرة إلى سيارة الجمع لتفريغها وإعادتها مرة ثانية إلى مكانها أمام المنزل (مصدر الإنتاج)، وتستعمل السيارات الكابسة لانجاز هذا النوع من الخدمة، ويفضل استخدام نظام الأوعية الثابتة في الأحياء السكنية لكون المساكن هي مساكن منفصلة وبذلك تكون عملية الجمع ذات إنتاجية عالية.

ويفضل عدم إتباع نظام الأوعية المنقولة (HCS) في جمع النفايات الصلبة المنزلية المتولدة في الأحياء السكنية إذ يعتبر هذا النظام غير ناجح لما يلي:

1. عدم التزام اغلب المواطنين برمي النفايات داخل الحاويات الكبيرة؛ مما يؤدي إلى تراكم النفايات حول الحاوية فتصبح مناطق تلك الحاويات مأوى للحيوانات السائبة، ومصدرا للحشرات والروائح المزعجة، ناهيك عن المنظر غير اللائق لأكوام النفايات المتراكمة.
2. إن التوسع الأفقي الذي تشهده المدينة يؤدي إلى حرمان بعض المساكن من خدمة رفع النفايات المتولدة عند استخدام نظام الأوعية المنقولة؛ حيث يضطر بعض المواطنين ممن تبعد عنهم الحاوية إلى رمي نفاياتهم في أي موقع قريب من منازلهم أو التخلص من النفايات عن طريق حرقها مما يؤدي إلى مشاكل بيئية.

يتم جمع النفايات الصلبة المنزلية في مدينة تكريت بالوسائل التالية :

- العربات الزراعية (الساحبات) :

ويكون استخدامها شائع في البلدان النامية علما بأنها ذات جسم مفتوح وغالبا ما يجري تفريغ النفايات فيها يدويا بواسطة عمال يرافقون الساحبة أثناء عملها. يبلغ عددها في مدينة تكريت 27 ساحبة منها 10ساحبات تابعة للقطاع الحكومي (بلدية تكريت/دائرة الخدمات) وما تبقى منها أي 17ساحبة تم تأجيرها (مديرية بلدية تكريت). من سلبيات استخدام الساحبات أنها صغيرة الحجم إذا ما قورنت بالسيارات الكابسة إضافة إلى بقاء النفايات مكشوفة؛ مما قد يتسبب في تناثر النفايات من الساحبة، وانبعاث الروائح المزعجة، ناهيك عن المنظر غير المقبول لتلك الساحبات أثناء سيرها في الشوارع والطرق العامة.

- السيارات الكابسة :

وهي سيارات ذات جسم مغلق وتفرغ النفايات فيها من الخلف وتكون طريقة التفريغ يدويا Manual. تتميز هذه السيارات بقابليتها على ضغط (كبس) النفايات فيها لزيادة كمية النفايات التي يتم نقلها فيها، تبلغ سعة معظمها 8م^3 (مديرية بلدية تكريت) لكل كابسة.

إن الأولوية في نظام إدارة النفايات الصلبة هو إنشاء نظام جمع فعال، وان من أهم أساسيات إنجاح عملية جمع النفايات الصلبة هو إتباع الأسلوب العلمي الهندسي الأمثل الذي يحدد العدد اللازم من الآليات إضافة إلى عدد عمال الجمع المرافقين للسيارات الكابسة. من اجل حساب عدد السيارات الكابسة اللازمة لجمع النفايات الصلبة المنزلية المنتجة في مدينة تكريت، فقد تم الاعتماد على معلومات بلدية تكريت في تقسيم المدينة إلى سبعة محاور (قطاعات)، كل محور يضم عددا من المحلات السكنية، وكما مبين في الجدول (1). أما المسافات التي تم اعتمادها لحساب الوقت اللازم للذهاب والإياب من كل محور من المحاور السبعة إلى موقع الطمر الحالي، الذي يمكن استخدامه في المستقبل كمحطة تحويل Transfer Station، فقد تم إيجادها باستخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية GIS. حيث أخذت بنظر الاعتبار اتجاهات الطرق الرئيسية والفرعية وانسيابية حركة السيارات داخل المحاور إضافة إلى مراعاة عرض الشوارع الفرعية والخدمية لتلك المحاور، وكما هو موضح في الأشكال (1) إلى (7). وقد تم اعتماد الفرضيات والمعلومات التالية لإيجاد عدد السيارات اللازمة لجمع النفايات الصلبة المنزلية في كل محور من محاور مدينة تكريت وبتواتر جمع مرة واحدة ومرتين وثلاث مرات أسبوعياً :

- أسلوب الجمع يعتمد نظام الأوعية الثابتة SCS.
- يتم الجمع من الدور السكنية من حافة الرصيف Curbside Collection.
- نظام الجمع يتعامل مع النفايات الصلبة المنزلية فقط.
- معدل إنتاج النفايات الصلبة المنزلية في مدينة تكريت = 0.478 كغم/شخص/يوم[8].
- كثافة النفايات الصلبة المنزلية عند المصدر = 229.0885 كغم/م^3[8].
- حجم السيارة الكابسة = 8 م^3 (المصدر : مديرية بلدية تكريت).
- نسبة الكبس Compaction Ratio= 2 (المصدر : مديرية بلدية تكريت).
- حجم النفايات الممكن جمعها في الرحلة الواحدة

= حجم الكابسة (م^3) × نسبة الكبس

= 8 م^3 × 2 = 16م^3/رحلة

- على فرض أن السيارة تنقل (80%) من قابليتها الاستيعابية في كل رحلة.
- على فرض سرعة السيارة الكابسة (30 كم/ساعة)[6].
- عدد ساعات العمل اليومي (8ساعة/يوم) [2].
- عدد أيام العمل الأسبوعية (6 يوم/أسبوع/سيارة) [2].

النتائج والمناقشة

وبالاعتماد على عدد السكان والوحدات السكنية والمسافة التقريبية لكل محور من المحاور المتبقية تم إيجاد عدد السيارات الكابسة المطلوبة لجمع النفايات الصلبة المنزلية المنتجة إضافة إلى فريق العمل المرافق لتلك السيارات في حالة الجمع مرة واحدة أسبوعياً والجمع مرتين أسبوعياً والجمع ثلاث مرات في الأسبوع، وكما هو موضح في الجدول(2). يتضح من الجدول أن لكل عملية جمع بتكرار معين حاجة مختلفة من السيارات الكابسة، وهذا بسبب تباين الوقت اللازم لإنجاز عملية الجمع لكل محور من محاور المدينة الذي يعتمد بدوره على عدد الوحدات السكنية المخدومة المتغاير في كل مدة معينة من الجمع. بالرغم من أن عدد السيارات الكابسة لخدمة بعض المحاور لم تتغير في حالة الجمع مرة واحدة أسبوعياً عنها في حالة الجمع بتكرار مرتين أسبوعياً، ويعود السبب في هذا إلى أن الكابسة الواحدة يمكن أن تحقق عددا ثابتا من الرحلات اليومية في الحالتين لاسيما في حالة المواقع القريبة نسبيا من موقع الطمر. إذ إن الزمن المستغرق لوصول السيارة الكابسة إلى موقع الطمر أو محطة التحويل الوسطية والعودة مرة أخرى لا يؤثر على الوقت اللازم للرحلة الواحدة بشكل كبير نسبياً. وبإضافة (30%) من عدد السيارات الكابسة اللازمة فعليا لخدمة المدينة كتعويض عن السيارات العاطلة أو تلك التي تكون في حالة الصيانة يكون العدد المطلوب من السيارات الكابسة كما هو مبين في الجدول(2). ونلاحظ من الجدول أن عدد السيارات الكابسة اللازمة لجمع النفايات الصلبة المنزلية المتولدة في مدينة تكريت في حالة الجمع بتواتر مرة واحدة أسبوعياً يبلغ (12 سيارة) وطاقم عمل مؤلف من (48 فرداً) بينهم (12 سائقاً و36 عامل جمع). أما في حالة الجمع بتواتر مرتين أسبوعياً فيبلغ عدد السيارات الكابسة (13 سيارة) وطاقم عمل مؤلف من (52 فرداً) بينهم (13 سائقاً و39 عامل جمع). في حين أن العدد المطلوب في حالة الجمع بتواتر ثلاث مرات أسبوعياً يبلغ (23 سيارة) وطاقم عمل مؤلف من (92 فرداً) بينهم (23 سائقاً و69 عامل جمع).

استناداً إلى النتائج التي تم التوصل إليها، فقد تم اقتراح خطة لإدارة النفايات الصلبة المنزلية في مدينة تكريت موضحة بالشكل (8). وقد اشتملت تلك الخطة على خزن النفايات الصلبة المنزلية وحفظها داخل حاويات بلاستيكية أو أكياس بلاستيكية مخصصة لحفظ النفايات المنزلية التي تبلغ سعتها (0.114) م^3، على أن يتم وضع تلك الأكياس عند استخدامها داخل أقفاص حديدية تثبت في الرصيف أمام كل منزل وذلك لمنع نابشي القمامة والحيوانات السائبة من العبث بالنفايات الأمر الذي قد يتسبب في بعثرتها. لذا يفضل استبدال الحاويات الحديدية (البراميل) المستخدمة في الخزن الموقعي للنفايات الصلبة المنزلية المنتجة التي تبلغ سعتها (200 لتر أو ما يعادل 0.2 م^3) لكونها لا تستوفي المتطلبات الخاصة بأوعية حفظ النفايات الصلبة.إضافة إلى أن استخدام

الحاويات الكبيرة نسبياً يعتبر أمراً غير اقتصادي لكونه يشكل عاملاً أساسياً في زيادة الوقت اللازم لعملية الجمع؛ وبالتالي يقلل من عدد التوقفات التي من الممكن الحصول عليها خلال وقت معين[7]. كما تتضمن الخطة اعتماد مبدأ العزل عند المصدر Source Separation للمواد التي يمكن إعادة استخدامها أو تدويرها مثل الورق والزجاج والبلاستك والمعادن بهدف تقليل كميات النفايات الصلبة المنتجة؛ وبالتالي تقليل الكمية الواصلة إلى موقع الطمر، وكذلك الاستفادة من هذه المخلفات كمواد خام يمكنها تحريك عجلة الصناعة في المدينة وإعادة الحياة لبعض الصناعات مثل صناعة البلاستك، إضافة إلى توفير فرص عمل أكثر. أما عملية جمع النفايات ونقلها فتتم بواسطة السيارات الكابسة التي يختلف عددها بحسب عدد مرات جمع النفايات Frequency of Collection. نظراً لاحتواء النفايات الصلبة المنزلية المتولدة في المدينة على نسبة عالية من فضلات الطعام، إذ تشكل أكثر من 50% من إجمالي كمية النفايات الصلبة المتولدة[8]، التي تمتاز بقابليتها على التحلل والتعفن حيث يساعد ذلك على وجود بيئة صالحة لتوالد الحشرات المنزلية، كما أنها تعتبر مصدرا للروائح الكريهة. من المعروف أن بيض ذبابة المنزل يفقس خلال مدة لا تتجاوز يوماً واحداً ولكن اليرقات Larvae تحتاج إلى حوالي خمسة أيام للتغذية قبل تكون الخوادر، ويستغرق ذلك ثلاثة أيام أخرى[5]، لذلك فان الجمع مرة واحدة أسبوعيا يمنع ظهور الحشرات البالغة في القمامة المحفوظة ما لم تتمكن اليرقات من الخروج من الحاوية، إلا أن عملية التحلل تبدأ خلال اليومين الأولين مسببة انبعاث الروائح المزعجة؛ ولذلك فعند اختيار عدد مرات جمع النفايات يجب أن تؤخذ النواحي الاقتصادية والبيئية بعين الاعتبار. بالاعتماد على النتائج التي تم التوصل إليها فان كمية النفايات الصلبة المنتجة تزداد صيفاً وتنخفض شتاءً وبذلك يكون من المناسب أن تتم عملية جمع النفايات المنتجة بتواتر مرة واحدة أو مرتين أسبوعياً خلال فصل الشتاء وثلاث مرات أسبوعياً خلال فصل الصيف.

يتم نقل النفايات التي تم جمعها بواسطة السيارات الكابسة إلى محطة تحويل Transfer Station والتي يفضل أن تحوي تلك المحطة على وحدة عزل وفرز للمواد ذات المردود الاقتصادي، إذ تهيأ تلك الوحدة أجواء بيئية مناسبة لعملية الفرز والعزل إضافة إلى تنظيم عمل نابشي القمامة وضمان استمرار نشاط هؤلاء الأفراد في نظام إعادة التدوير مع الابتعاد عن الظروف غير الصحية والحد من ظاهرة العبث بالنفايات وبعثرتها على الأرصفة من قبل هؤلاء الأفراد، ومن ثم تنقل النفايات المتبقية إلى موقع الطمر والذي يمثل المرحلة النهائية في عملية التخلص من النفايات الصلبة. يعتبر الطمر الصحي الطريقة الأقل كلفة إذا ما قورنت بالطرق الأخرى، فقد أظهرت الدراسات بان تكلفة التخلص من النفايات الصلبة بطريقة الطمر الصحي هي 1 وحدة تكلفة في حين تبلغ تكلفة عملية الحرق 15 وحدة تكلفة بينما تصل تكلفة عملية التسميد 5 وحدة تكلفة[9].

الاستنتاجات

1. إن استخدام البراميل الحديدية التي تبلغ سعتها (200 لتر) في خزن النفايات الصلبة المنزلية لا يستوفي المتطلبات البيئية والصحية فيما يخص أوعية خزن النفايات كما أنها تزيد من الوقت اللازم لانجاز عملية الجمع إذ إنها تقلل من عدد التوقفات التي من الممكن

الحصول عليها خلال وقت معين وبالتالي تقلل من عدد الوحدات المخدومة في كل رحلة.

2. قدرت الدراسة أن العدد اللازم من السيارات الكابسة لتقديم خدمة جمع النفايات الصلبة المنزلية فقط المتولدة في مدينة تكريت يبلغ (12) سيارة وطاقم عمل مؤلف من (48 فرداً) بينهم (12 سائقاً و36 عامل جمع) في حالة الجمع بتواتر مرة واحدة أسبوعياً. أما في حالة الجمع بتواتر مرتين أسبوعياً فيبلغ عدد السيارات الكابسة (13 سيارة) وطاقم عمل مؤلف من (52 فرداً) بينهم (13 سائقاً و39 عامل جمع). في حين أن العدد المطلوب في حالة الجمع بتواتر ثلاث مرات أسبوعياً يبلغ (23 سيارة) وطاقم عمل مؤلف من (92 فرداً) بينهم (23 سائقاً و69 عامل جمع).

المصادر

1. زاهد ، عدنان حمزة ؛ جفري ، محمد أمين ؛ عبد المجيد ، محمد حسين ، " النفايات الصلبة – المشكلة والحل " ، مجلة جامعة الملك عبد العزيز: العلوم الهندسية ، المجلد الثالث ، العدد الأول ، صفحة 23– 40 ، السعودية ، 1991.

2.Tchobanoglous ,G. ; Thiesen , H. and Vigil , S. ," Integrated Solid Waste Management Issues " , McGraw-Hill , Inc. ,New York , USA , 1993.

3.United Nations Environmental Program (UNEP) ," Solid Waste Management (Volume I)", CalRecovery, Inc., USA, 2005.

4.Zerbock, O., " Urban Solid Waste Management : Waste Reduction In Developing Nations ", Michigan Technology University ; USA ,2003.

5. خان ، حسين عبد المطلب حمود علي ، " تقويم وتطوير إدارة النفايات الصلبة البلدية في مدينة النجف " ، رسالة ماجستير ، كلية الهندسة / جامعة بغداد، 2005.

6. الجميلي ، صهيب خالد رشيد ، " دراسة وتقييم عملية جمع وصرف النفايات الصلبة المتولدة في مدينة الفلوجة وتأثيراتها البيئية على المنطقة "، رسالة ماجستير، كلية الهندسة/ جامعة بغداد،1998.

7. يوسف ، وفاء فوزي ، " إدارة النفايات الصلبة المنزلية " ، رسالة ماجستير ، كلية الهندسة / جامعة الموصل ، 1988.

8. القره غولي، حنين أحمد ، " تركيبة ومعدل نشوء النفايات الصلبة المنزلية لمركز تكريت وناحية العلم وتحديد موقع الطمر الصحي الأمثل" ، رسالة ماجستير ، كلية الهندسة ، جامعة تكريت، 2011.

9. فلنتوف ، فرانك ، " معالجة المخلفات الصلبة في البلدان النامية " ، ترجمة د.حسن متولي ، منظمة الصحة العالمية / المكتب الإقليمي لشرق البحر المتوسط ، الإسكندرية ، مصر ، 1988.

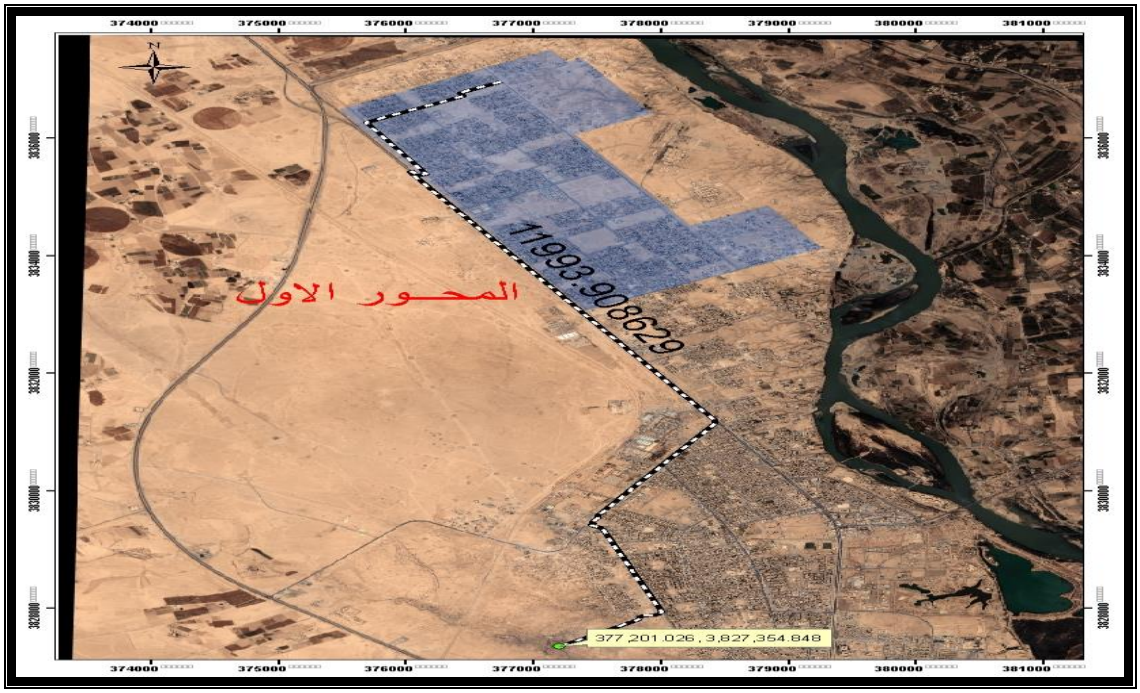
الجدول (1) محاور مدينة تكريت

تسلسل المحور (الأحياء الواقعة ضمن المحور)	رقم المحلة*	عدد السكان** (شخص)	عدد الوحدات السكنية** (وحدة)	المسافة التقريبية إلى موقع الطمر (كم)
الأول (القادسية)	212–210 216–214 222–218 228	34713	6121	12
الثاني (الضباط–الشهداء– الحي الصناعي– الديوم)	204–202 208–206 213–201	5976	1124	9
الثالث (حي البعث–القلعة–الخضراوات– الحارة–المانة دار–الستين دار)	403–401 407–405 413	8759	1725	7
الرابع (البلديات–المعلمين–العصري–الأطباء)	404–402 406	10000	1765	5
الخامس (شيشين–الزراعة)	410–408 412	7036	1294	5
السادس (البلاستك–الجمعية–التجنيد)	416–414 420–418	10211	2147	6
السابع (الزهور–الأنواء–البوعبيد)	424–422 424–426	14965	2348	4

* المصدر : مديرية بلدية تكريت
** المصدر : الجهاز المركزي للإحصاء / مديرية إحصاء صلاح الدين لعام 2009

الجدول (2) عدد الكابسات المطلوبة لجمع ونقل النفايات الصلبة المنزلية المنتجة في مدينة تكريت

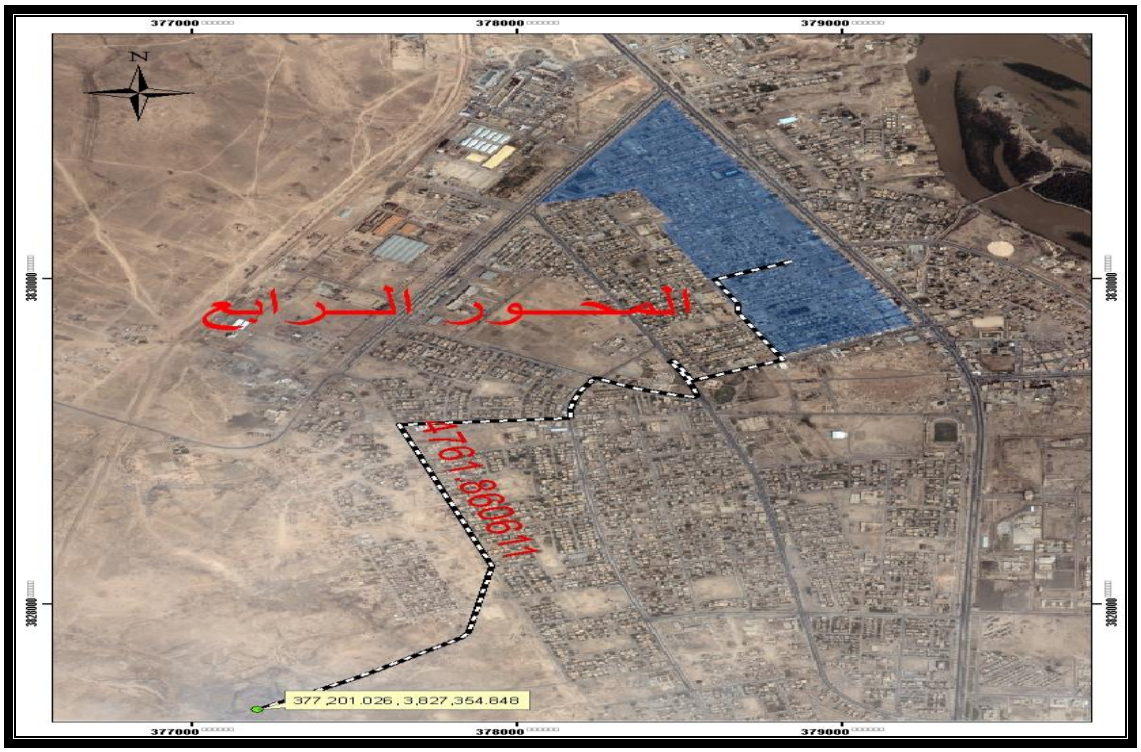
المحور	الجمع مرة واحدة أسبوعياً		الجمع مرتين أسبوعياً		الجمع ثلاث مرات أسبوعياً	
	عدد الكابسات	طاقم العمل	عدد الكابسات	طاقم العمل	عدد الكابسات	طاقم العمل
الأول	3	12	4	16	6	24
الثاني	1	4	1	4	1	4
الثالث	1	4	1	4	2	8
الرابع	1	4	1	4	2	8
الخامس	1	4	1	4	2	8
السادس	1	4	1	4	2	8
السابع	1	4	1	4	2	8
المجموع (الفعلي)	9	36	10	40	17	68
الاحتياط (30%)	3	12	3	12	6	24
المجموع	12	48	13	52	23	92



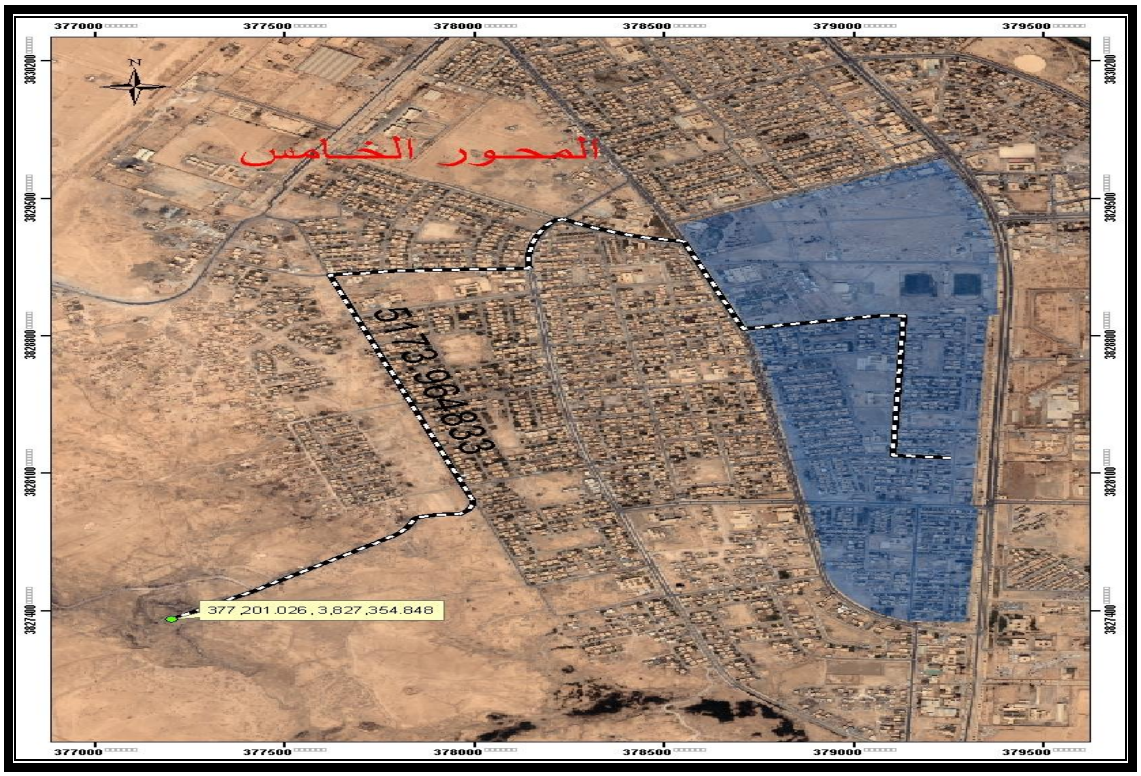
الشكل (1) المسافة من المحور الأول إلى موقع الطمر الحالي

الشكل (2) المسافة من المحور الثاني إلى موقع الطمر الحالي

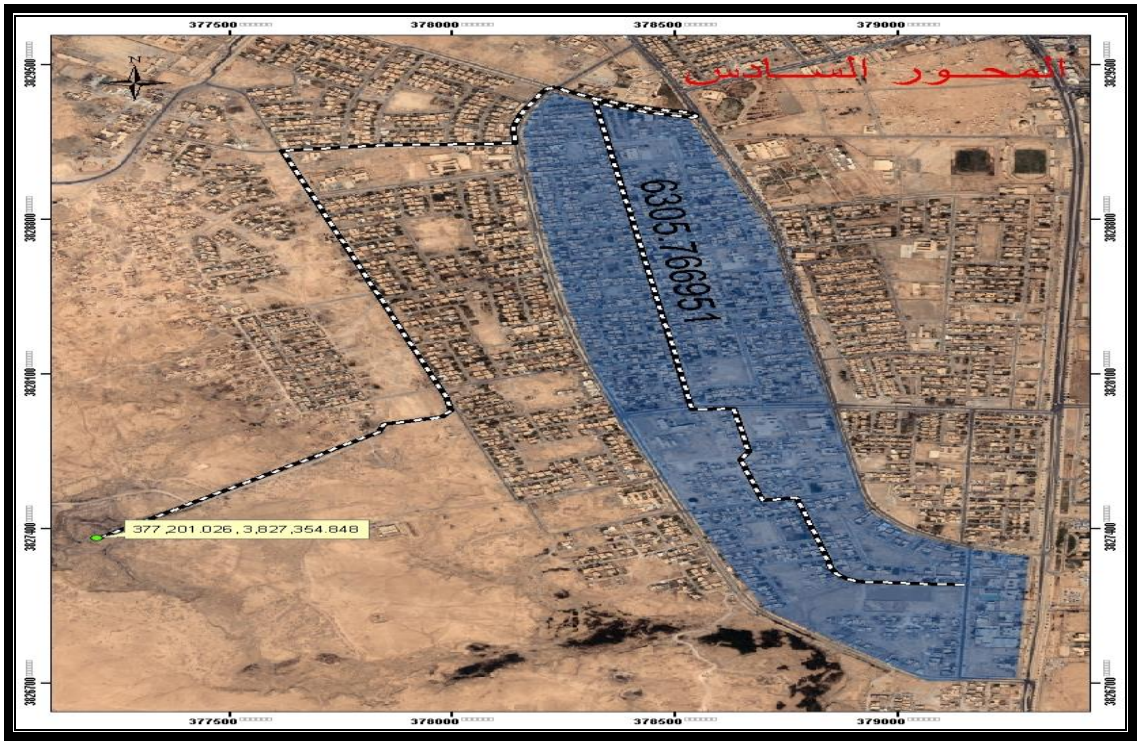
الشكل (3) المسافة من المحور الثالث إلى موقع الطمر الحالي



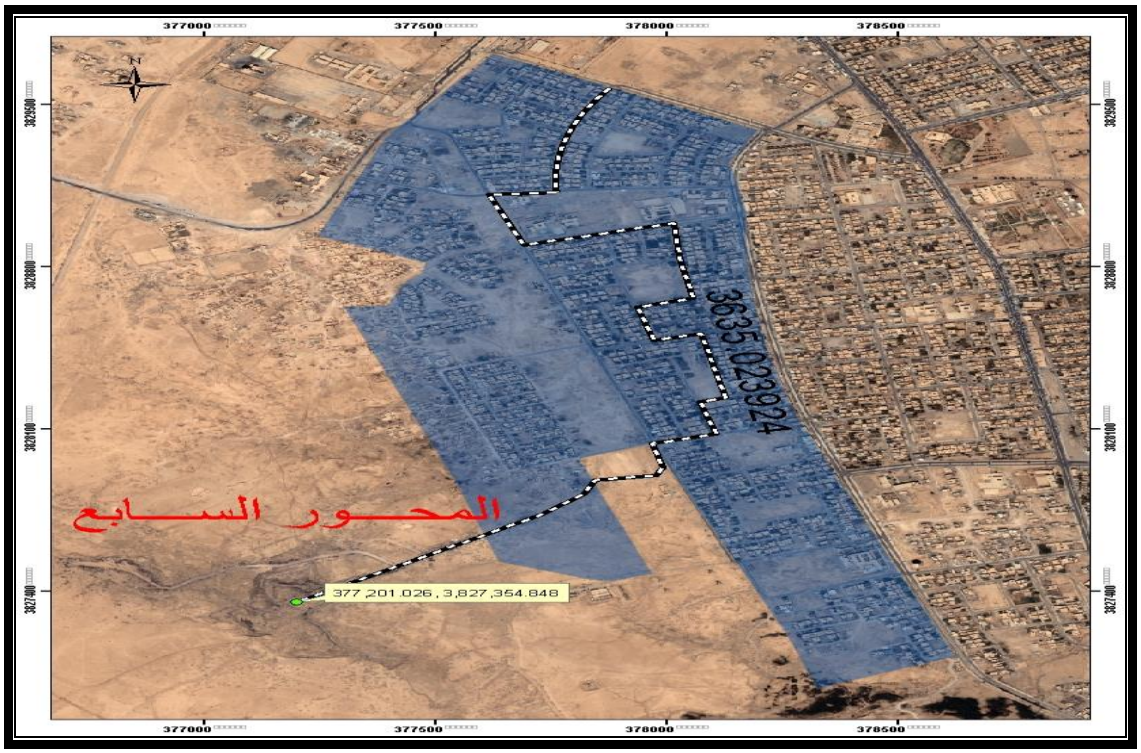
الشكل (4) المسافة من المحور الرابع إلى موقع الطمر الحالي



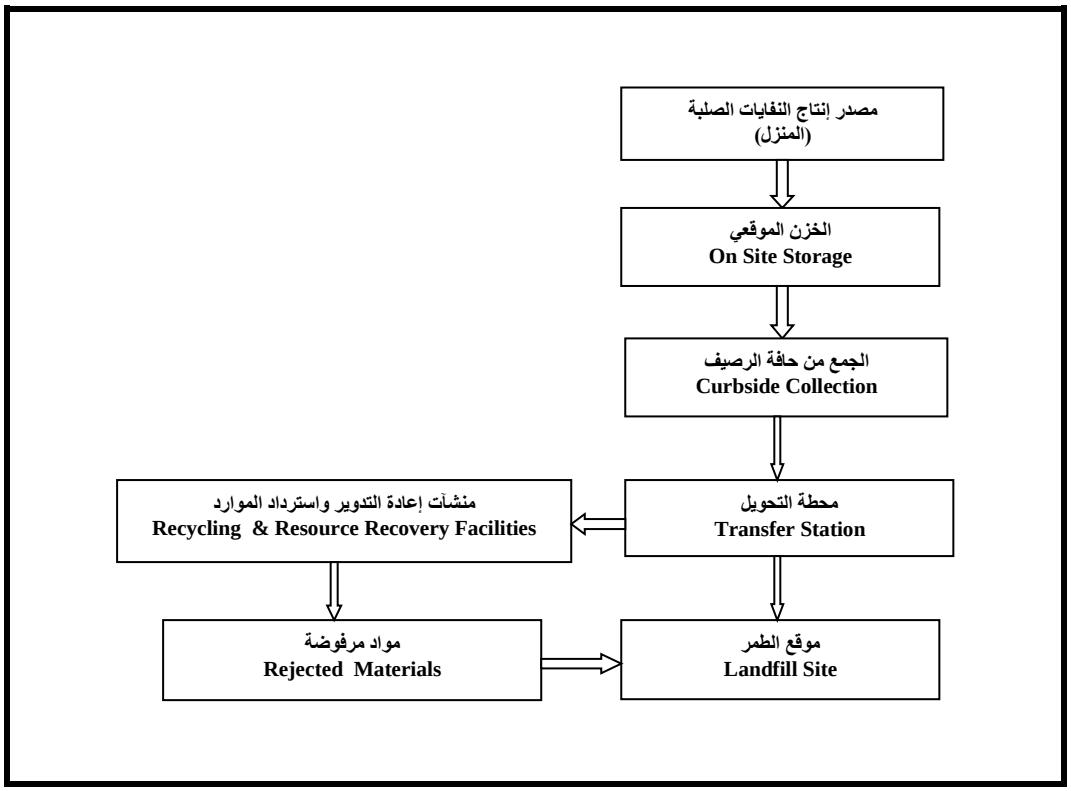
الشكل (5) المسافة من المحور الخامس إلى موقع الطمر الحالي



الشكل (6) المسافة من المحور السادس إلى موقع الطمر الحالي



الشكل (7) المسافة من المحور السابع إلى موقع الطمر الحالي



الشكل (8) مخطط مبسط لإدارة النفايات الصلبة المنزلية