مجلة تكريت للعلوم الهندسية/المجلد 16/العدد 4/كانون الأول 2009، (41-52)

أسلوب جديد لمعاملة النفايات الصلبة في مدينة الموصل ومقارنة كلفته مع الأسلوب الحالي لمعاملة النفايات

د. عمار ثامر حمد، مدرس محمد احمد سعيد، مدرس مساعد

قسم الهندسة المدنية-جامعة الموصل

الخلاصة

أصبحت الكثير من الخطط والإستراتيجيات التي توضع في الوقت الحاضر لحل مشكلة النفايات الصلبة تنطلق من كون هذه النفايات على الرغم من أعبائها الكبيرة على البيئة والأقسام البلدية المكلفة بالتعامل معها، تشكل مصدرا لكثير من المواد النافعة القابلة للتدوير وإعادة الاستخدام. البحث الحالي محاولة في هذا الاتجاه تأخذ بنظر الاعتبار الواقع الحالي للنفايات في مدينة الموصل والحلول الاقتصادية المتاحة لها.

يهدف البحث إلى تقييم كلفة للنظام الحالي المتبع في إدارة النفايات الصلبة ومقارنتها مع نظام إدارة نفايات مقترح يضم وحدات لمعالجة النفايات وإنتاج السماد بعد فرز وإعادة استخدام بعض المكونات التي تلقى رواجا في الأسواق المحلية.

عتمد البحث على المعلومات المتوفرة في مديرية بلدية الموصل والدوائر ذات العلاقة إضافة إلى المسوحات الحقلية والدراسات المختبرية التي تم إجراؤها لاستخدامها كمدخلات في برنامج تحليل الكلفة لنظام إدارة النفايات الصلبة والمعروف ب (COSEPRE). أثبتت نتائج التحليل أن كلفة الطن الواحد من النفايات المدارة باستخدام النظام المقترح ستنخفض بمقدار 68% تقريبا مقارنة مع كلفتها في النظام الحالي المتبع مما يبرهن بشكل واضح الجدوى الاقتصادية للنظام المقترح في هذا البحث.

الكلمات الدالة: النفايات الصلبة، فرز وتدوير، جدوى اقتصادية، إدارة النفايات

A New Approach for Solid Waste Handling in Mosul City, Comparison Study with the Existing System

Abstract

Municipal Solid waste management constitutes a serious problem in many developing countries. Cities spend increasing resources to improve their Municipal solid waste management. Based on the concept that solid waste is a resource containing significant amounts of valuable materials, new approaches of solid waste management are adopted. The present work proposes a policy framework for improving a low-cost waste management system in Mosul city. The new approach induces additional services to the existing solid waste system to reduce the unit cost per ton of solid waste generated. The proposed system includes sorting, recycling and composting units.

This paper presents an application of a new computerized decision package for an integrated solid waste management within Mosul city. New software called "COSEPRE" is used to analyze the service cost for both existing and proposed solid waste management system. The input data is collected from different related directorates in Mosul city. Data that are difficult to be obtained are prepared by laboratory analysis or field investigations. The results revealed a 58% reduction in unit cost by employing the new system of solid waste management.

Key words: **Solid waste, Recycling, Reuse, Solid waste management**.

المقدمة

يعد تولد ونشوء المخلفات جراء الأنشطة البشرية قديما قدم الإنسان نفسه، إلا أن نوعية هذه المخلفات وطرق إدارتها لأجل التخلص منها تغيرت على مدار التاريخ، بل إنها تتباين في ذات الوقت بين موقع وآخر ليس فقط بين الدول ولكن داخل كل مدينة بذاتها وفي الأحياء نفسها وكذلك بين البيوت والأفراد أنفسهم. وفيما تنظر دول العالم الثالث والدول النامية إلى هذه المشكلة بلا مبالاة، تحاول دول أخرى أن تجعل منها مصدرا مهما لزيادة الدخل حيث تمكنت هذه الدول فعلا من استرداد بعض المواد وتدويرها أو إعادة استخدامها، كما استغلت الطاقة الناتجة عنها لشتى الأغراض[1].

إن الاتجاه نحو الإدارة المتكاملة للنفايات الصلبة فضلا عما يمكنه من توفير من مردود مادي، فانه سيقلص من مساحة الأرض اللازمة للطمر الصحي مع مساهمته الفاعلة في اغناء خطة التنمية المستدامة للبلد بتوفيره عددا كبيرا من فرص العمل.

تعد النفايات الصلبة من المشاكل التي ترهق كاهل الحكومات المحلية في دول العالم الثالث التي تتبع الأساليب التقليدية القديمة في التعامل مع النفايات الصلبة ولا تستخدم الأدوات العلمية في صنع القرار، في الوقت الذي قطعت الدول المتقدمة شوطا بعيدا في وضع الخطط والإستراتيجيات التي تتعامل مع هذه النفايات على أنها تشكل مصدرا لكثير من المواد النافعة التي يمكن إعادة تدويرها. يمثل البحث الحالي محاولة في هذا الاتجاه تأخذ بنظر الاعتبار الواقع الحالي للنفايات في مدينة الموصل والحلول الاقتصادية المتاحة لها[3,2].

من المعلوم أن مشاريع خدمية كمشروع إدارة النفايات الصلبة هي مشاريع غير مربحة إذا ما قيست على المدى الزمني المنظور ولكن في حال مقارنة الجدوى الاقتصادية ولمدة زمنية طويلة فإنها تكون مربحة لان كلف رأس المال سوف تتضاءل مع الكلف السنوية المنتظمة في حين يزداد العائد من العملية على امتداد الزمن علاوة على المردود البيئي الايجابي لهذا النوع من المشاريع من خلال مساهمتها في رفع المستوى الصحي للسكان مخفضة بذلك من كلفة الرعاية الصحية.

أهداف البحث

1. حساب الكلفة للنظام الحالي في إدارة النفايات الصلبة.
2. دراسة الجدوى الاقتصادية لنظام إدارة نفايات مقترح لمعالجة النفايات وإنتاج السماد بعد فرز ما يمكن تدويره وإعادة استخدامه من نفايات.
3. إجراء مقارنة الكلف بين النظامين المقترح والحالي.

وصف النظام الحالي لإدارة النفايات الصلبة

تتسم الهيكلية المعتمدة في إدارة النفايات الصلبة في مدينة الموصل بالبساطة حيث تقتصر على مراحل الخزن والجمع والنقل والطرح الشكل (1) وفيما يلي وصف مختصر لهذا النظام. تجمع النفايات في مدينة الموصل بواسطة الآليات المختلفة المجهزة للأقسام البلدية التابعة لقطاعات الخدمات الأربعة الموجودة في جانبي المدينة (انظر الشكل (2)). تعتمد طريقة الجمع من الوحدات السكنية مباشرة وخاصة في الأحياء التي يمكن للكابسات المرور في شوارعها، في حين تعتمد الأحياء القديمة ذات الأزقة الضيقة على تجميع النفايات في حاويات أو أكوام في مناطق محددة ليتسنى لسيارات الخدمة البلدية تحميلها ومن ثم نقلها إلى مواقع الطمر.

الطمر

يعد الطمر من ابسط وارخص الطرق للتخلص من النفايات، ولهذا السبب كانت هذه الطريقة الأكثر شيوعا في العالم عند توفر المواقع المناسبة

على مسافة معقولة [4]. وهي الأسلوب الوحيد الذي تتبناه بلدية الموصل للتخلص من النفايات الصلبة. يوجد في مدينة الموصل موقعان للطمر تتوفر فيهما الشروط البيئية المقرة بالنسبة لمواقع الطمر الصحي الآمن:

- موقع الجانب الأيمن: تبلغ مساحته 147 دونم (المصدر :مديرية بلدية الموصل) ويقع ضمن منطقة صخرية غير قابلة للزراعة. يمتاز بسهولة الوصول إليه لوقوعه على الطريق الرئيسي المبلط.
- موقع الجانب الأيسر: تبلغ مساحته 313 دونم (المصدر :مديرية بلدية الموصل) ويقع في المنطقة الملوثة في الكوكجلي. ويقع ضمن منطقة صالحة للزراعة. يعاب عليه صعوبة الوصول إليه بسبب الطريق غير المبلط الواصل إليه. ويجدر بالذكر هنا أن منسوب المياه الجوفية في الموقعين يشجع على عمل طمر صحي امن وذلك لبعده عن سطح الأرض (20 م للأيسر وأكثر من 70 م للأيمن).

وهنالك موقع ثالث غير رسمي لا تتوفر فيه الشروط البيئية لمواقع الطمر يقع في منطقة حي العربي ولكنه أصبح في الآونة الأخيرة، لسهولة الوصول إليه، الموقع الرئيسي لطمر النفايات الصلبة حيث يستقبل كابسات النفايات القادمة من جانبي المدينة.

إن واقع هذه المواقع متردي حيث لا تطبق فيها أدنى معايير الطمر الصحي السليم إذ تلقى أكداس النفايات عشوائيا بدون أي نوع من المعالجة، وفي بعض الأحيان، وهذا في أحسن الأحوال، تسوى بكميات قليلة من التراب لا تكفي حتى لتغطيتها، الأمر الذي جعل هذه المواقع مصدرا للتلوث البيئي مما أخل بالقيم الجمالية للمدينة.

يتبين من الاستعراض أعلاه افتقار المدينة إلى الاستراتيجيات الحديثة ونظم الإدارة المتكاملة المتبعة عالميا في التعامل مع مشكلة النفايات الصلبة.

الدراسات السابقة

تبين من خلال مراجعة الأدبيات العالمية واستقراء الدراسات التي أجريت في حقل استعادة وتدوير النفايات الصلبة انه من الصعوبة التعميم والاستفادة من نتائج هذه الدراسات بشكل مباشر، حيث أن معظم هذه البحوث هي دراسات حالة (Case studies) خاصة بدول أو مدن أو أقسام بلدية بعينها تتعامل مع خصائص معينة لنفايات تتباين من دولة إلى أخرى ومن وموقع إلى آخر كنتاج طبيعي لعوامل جغرافية واقتصادية واجتماعية وعقائدية....الخ. يضاف إلى ذلك ندرة الدراسات، على كثرتها وتنوعها، التي تدمج ببين المعطيات النظرية والنتائج الحقلية من جهة وبين وسائل صنع القرار التي تعتمد بالدرجة الأولى على التحليل المالي والجدوى الاقتصادية. لذا سنحاول في هذه الاستعراض المختصر التركيز فقط على الدراسات التي تقترب من أهداف هذا البحث ومجمل الدراسات المحلية التي تطرقت إلى موضوع النفايات الصلبة:

فقد بين Jimmie *et.al.*[5] أن إعادة استخدام بعض النفايات الاعتيادية (التدوير) من مصادرها يفيد في تقليل حجم النفايات بمعدل (80-90)% وفي تقليل وزنها بمعدل (70)% ومن عيوب هذه الطريقة إنها ذات كلفة عالية وتحتاج إلى عمليات عزل دقيق عند مصدر إنتاج النفايات وغير صالحة لجميع الأنواع من النفايات الصلبة. وقد توصل عيسى[6] إلى نتائج مشابهة مضيفا أن هذا الاتجاه يتطلب توعية المواطنين وتوفير الوسائل الخاصة لذلك، فالمواد التي يمكن استعادتها من مصدرها حسب الباحث هي: ن والكارتون وعلب الألمنيوم والإطارات والأثاث وغيرها. وقد لخص الباحث مزايا هذه الطريقة في الاستفادة من جزء من النفايات والتقليل من استهلاك المصادر الطبيعية والتقليل من حجم النفايات المنقولة إلى مواقع الطمر الصحي، مع إشارته إلى ارتفاع

كلفتها والحاجة لإجراءات صارمة في عملية فرز وجمع النفايات عند مصدر إنتاجها.

أما Minciardia [7] فقد وضع خطة عمل متعددة الإغراض (Multi-objective approach) لإدارة النفايات الصلبة ركز من خلالها على الجدوى الاقتصادية من عملية فرز وتدوير بعض النفايات. شملت الخطة على أربعة إستراتيجيات للتعامل مع النفايات: 1- تقليل الكلفة الكلية (الكلفة الرأسمالية، الصيانة، النقل، فرز النفايات)، 2-تخفيض الغازات المنبعثة من المحارق، 3- تقليل وقت الاملائيات في مواقع الطمر الصحي، 4- زيادة كفاءة استخلاص المواد المفيدة القابلة للتدوير.

وأكد Schereiner *et. al.* [8] على الأهمية القصوى لدراسة الجدوى الاقتصادية في اختيار هيكلية إدارة ومعالجة النفايات. حيث بين أن الكلفة النهائية للطن الواحد هي المعيار الأساسي في التفضيل بين الخيارات المطروحة.

أما على المستوى المحلي ورغم الأهمية الكبيرة لموضوع النفايات الصلبة فان الدراسات التي تطرقت إليها تكاد تكون بالآحاد وفيما يلي استعراض مختصر لأهم هذه الدراسات:

- دراسة يوسف[9]: استعرضت يوسف أساليب الإدارة المتبعة في مدينة الموصل والتقسيمات الإدارية الحالية للتجميع وطرق معاملة النفايات، ووجدت بان معدل إنتاج الشخص الواحد من النفايات متذبذب ولكن يمكن تحديده بـ(0.45 كغم /شخص/يوم) للأغراض التصميمية وتتكون هذه النفايات في غالبيتها من مواد عضوية وورق وبلاستك وبمعدل كثافة (197 كغم / م^3) عند طرحها.
- دراسة الوتار[10]: درس الوتار كميات النفايات الصلبة المنزلية المتولدة والحاويات التي تحتاجها مدينة الموصل. اعتمدت الدراسة على جمع النفايات من عدة مساكن في أحياء مختلفة في مدينة الموصل. توصل الباحث إلى أن معدل النفايات المطروحة لكل شخص تراوح بين 0.15-0.55 كغم/شخص/ يوم، فيما بلغت الكمية الإجمالية للنفايات المطروحة يوميا في المدينة 400 طن/يوم.
- دراسة الراوي[11]: اقترح الراوي طريقة عملية مناسبة لمواقع طمر النفايات في مدينة الموصل. شملت الدراسة على عمليات نمذجة للنفايات في أحياء مختلفة في المدينة من اجل تحديد الخصائص وتقدير الكميات.

وهكذا افتقرت الأدبيات المحلية إلى دراسة الجدوى الاقتصادية للنظام المستخدم في جمع النفايات والى الحلول الاقتصادية المتبعة عالميا من تخفيض وفرز وتدوير ومعالجة للنفايات الصلبة المتبعة وخصوصا في الدول المتقدمة. ونظرا لخصوصية كل بلد فيما يتعلق بهذا الموضوع رأينا من الضروري إجراء هذه الدراسة التي تأخذ بنظر الاعتبار وضع حلول عملية واقتصادية مناسبة مستنيرة بالخبرات العالمية في هذا المجال وبالتطور الحاصل في البرامجيات التي تتعامل مع موضوع النفايات الصلبة.

طريقة البحث

تتلخص طريقة البحث بإجراء دراسة الجدوى الاقتصادية عن طريق تحليل الكلفة لنظام إدارة النفايات الصلبة الحالي ومقارنتها مع النظام المقترح لإدارة النفايات الصلبة. وهذا سيتطلب إعادة التحليل وتغيير المدخلات مرتين اعتمادا على نظام الإدارة المستخدم.

المدخلات

اعتمد البحث على المعلومات المتوفرة في مديرية بلدية الموصل والدوائر ذات العلاقة إضافة إلى المسوحات الحقلية والدراسات المختبرية التي تم إجراؤها عندما تعذر الحصول عليها من المصادر أعلاه لاستخدامها كمدخلات في برنامج تحليل الكلفة الإجمالية لنظام إدارة النفايات الصلبة (COSEPRE) وتشمل هذه المدخلات ما يلي:

أولا: معلومات مأخوذة من مديرية بلدية الموصل والدوائر ذات العلاقة:

1. كمية النفايات المطروحة من قبل الشخص الواحد: 0.74 كغم/يوم من المصادر المختلفة (المصدر: مديرية بلدية الموصل).
2. معلومات عن الآليات المستخدمة: الأعداد، الرحلات، وجبات العمل، الأسعار، مصاريف الوقود وزيت التشحيم ....الخ (المصدر :مديرية بلدية الموصل + مسوحات حقلية).
3. معلومات عن الكادر الفني والإداري:الأعداد، الجور، المكافئات.... (المصدر: مديرية بلدية الموصل).
4. معلومات إحصائية عن عدد السكان في الأحياء المختلفة ومعدل النمو والكثافة السكانية (المصدر :مديرية إحصاء نينوى).
5. خرائط وبيانات مختلفة (المصدر :دوائر مختلفة
6. في المدينة: مديرية التخطيط العمراني، مديرية طرق وجسور نينوى).

ثانيا: معلومات مأخوذة من المراجع والدراسات السابقة:

1. خصائص النفايات:(الراوي[11]انظرجدول 1)
2. أسعار البيع للنفايات المعادة (مشاهدات موقعية مراجع) حيث اعتمدت أسعار البيع في الأسواق المحلية. وكذلك تم استخدام أسعار البيع في الأردن (في حالة عدم توفر المعلومات من الأسواق المحلية) بسبب كونها إحدى الدول العربية المجاورة الرائدة في مجال إعادة استخدام النفايات إضافة إلى التقارب في الثقافة وطريقة المعيشة (انظر الجدول (2)).

ثالثا: الفحوصات المختبرية:

أجريت الدراسة المختبرية لإيجاد الخصائص غير المتوفرة (الكثافة والمحتوى الرطوبي) على نماذج مختلفة ممثلة لقطاعات المدينة المشار إليها في الشكل (2). ولتمثيل التغاير الفصلي لهذه الخصائص تم إجراء مجموعتين من التجارب إحداها في الصيف والأخرى في الشتاء ثم حسبت المعدلات.

1. كثافة النفايات الصلبة: تتحدد الكثافة الغير مضغوطة للنفايات الصلبة من خلال عمليات وزن النفايات الصلبة، أما حجم النفايات الصلبة فيتم حسابه باستخدام صندوق ارتفاعه متر واحد وطوله متر واحد وعرضه (50) سم [12].
2. محتوى الرطوبة للنفايات الصلبة: من اجل حساب محتوى الرطوبة للنفايات الصلبة تم استعمال الطريقة الجافة حيث يتم وزن النفايات على حالها ومن ثم تجفيفها بواسطة فرن بدرجة حرارة (105°م) وتوزن مرة أخرى ويتم حساب محتوى الرطوبة حسب العلاقة التالية [12].

$$\text{محتوى الرطوبة} = \frac{(\text{الوزن الرطب} - \text{الوزن الجاف}) \times 100}{\text{الوزن الرطب}}$$

اف إلى ذلك معلومات عامة (General data) ضرورية لتنفيذ البرنامج: سعر العملة المحلية مقابل الدولار، نسبة الفائدة المصرفية، معدل عدد أفراد العائلة.

استخدام برنامج (COSEPRE)

يقوم هذا البرنامج بعمل تحليل وحساب الكلفة السنوية (بالدولار أو بالعملة المحلية) الكلية والكلفة لكل طن من النفايات ولكافة أنواع خدمات التنظيف المقدمة من قبل أقسام البلدية. ومن ميزات هذا البرنامج أيضا انه يتنبأ بكمية النفايات في المستقبل

ويحلل كفاءة المحطات الوسطية ويساعد في عمليات اتخاذ القرارات والتخطيط لمشاريع إدارة النفايات الصلبة.

تدرج المعلومات المدخلة إلى هذا البرنامج ضمن الأصناف الأربعة التالية:

- الكلفة رأس المال (Capital cost)
- كلفة التشغيل والصيانة (Operation and maintenance cost)
- كلفة الأيدي العاملة (Personal cost)
- كلفة الإدارة والتمويل (Administrative and financial cost)

اتبعت طريقة الكلفة المباشرة (Direct cost method) والتي تعد إحدى طرق ثلاث يعتمدها البرنامج في تحليل الكلفة، حيث تحسب الكلفة المباشرة حسب العلاقة التالية:

$$\cos t = \frac{Pc - Sv}{U.L.}$$

حيث:

Pc تمثل كلفة الشراء (بالدولار أو بالعملة المحلية)

Sv مثل كلفة استرداد رأس المال (بالدولار أو بالعملة المحلية)

U.L. تمثل العمر الزمني النافع (سنة)

تم تنفيذ البرنامج على مرحلتين، شملت المرحلة الأولى إدخال الخدمات والبيانات المتعلقة بها الخاصة بالنظام الحالي المتبع وحسب المخطط في الشكل (1)، تلاها في المرحلة الثانية تعديل منظومة الخدمات والبيانات المدخلة بما ينسجم مع المخطط المقترح (شكل (3)) والمفصلة أجزاؤه في فقرة النتائج والمناقشة.

النتائج والمناقشة

بلغت قيم كثافة النفايات والمحتوى الرطوبي حسب الدراسات المختبرية 220 كغم/م^3 و40% على التوالي، وتجدر الإشارة هنا أن هذه القيم تقع ضمن الحدود التقليدية للنفايات المشار إليها في المراجع التي تناولت موضوع النفايات الصلبة في البلدان النامية [12-14].

من المعلوم أن اتخاذ أي قرار باتجاه فرز ومعالجة النفايات الصلبة إنما يتم بناءا على معطيات متعددة أولها وأهمها خصائص وتركيبة هذه النفايات والتي تحدد قابليتها للفرز والمعالجة، الأمر الذي سينعكس على الجدوى الاقتصادية للمشروع المقترح[15]. إن دراسة خصائص النفايات ومكوناتها الواردة في الجدول (1)، مضافا إليها النتائج المختبرية، تشير إلى إمكانية فرز المواد القابلة للاسترجاع والمطلوبة في السوق المحلية كالورق والكارتون والبلاستك والزجاج والمعادن حيث تبلغ نسبتها (19%). إن النسبة العالية نسبيا لفضلات الأغذية (68%) تبين إمكانية تبني منظومة المعالجة الهوائية لإنتاج السماد (Composting) عندما تتوفر الظروف الملائمة من محتوى رطوبي (40%) ونسبة مقبولة من الكاربون إلى النيتروجين (يمكن استنتاج ذلك من نسبة الورق إلى المواد الغذائية) بحيث لا تحتاج مثل هذه النفايات إلى تعديل أو إضافة (فلنتوف، 1988). وهكذا يمكن أن يتضمن المشروع المقترح وحدات للفرز وأخرى للمعالجة قبل الطمر الصحي (الشكل 2). والجدول (3) يناقش تفاصيل الكميات الداخلة والخارجة من وحدات الفرز والمعالجة للنظام المقترح لإدارة النفايات الصلبة في مدينة الموصل والمحسوبة حسب الخطوات المقترحة من قبل فلنتوف[12].

يوضح الجدول (4) الكلفة السنوية الكلية (Overall annual cost) والكلفة لكل طن (Unit cost) لنظام إدارة النفايات الحالي. ويؤكد الانخفاض الواضح في كلفة الطمر (1% من إجمالي الكلفة) شيوع استخدام الأساليب البدائية في عملية الطمر، الأمر الذي رفع من كلفة التجميع والنقل لتصل الى

مستوى عالٍ نسبيا بلغ 98% من إجمالي الكلفة وهذا يتجاوز الحدود الواردة في المراجع[16].

يبين الجدول (5) الكلفة السنوية والكلفة لكل طن لنظام إدارة النفايات الصلبة المقترح. ومن مقارنة النتائج في الجدولين (4) و (5) يتبين أن الكلفة السنوية لإدارة النظام المقترح سوف تزداد بمقدار529035000 دينار عراقي مقارنة بالنظام لحالي بسبب إضافة وحدات الفرز والمعالجة لإنتاج السماد، ولكن هذا المبلغ يمكن استرداده عند بيع المنتج من المواد المستعادة والسماد كما هو موضح في الجدول (6). علاوة على ذلك فان الكلفة السنوية الكلية ستنخفض بمقدار 68% تقريبا مما يبرهن بشكل واضح على الجدوى الاقتصادية من النظام المقترح لإدارة النفايات الصلبة في مدينة الموصل.

الاستنتاجات والتوصيات

1. ستنخفض كلفة الطن الواحد من النفايات المدارة باستخدام النظام المقترح (الفرز وإنتاج السماد) بمقدار 68% تقريبا عنها في النظام الحالي المتبع مما يبرهن بشكل واضح على الجدوى الاقتصادية من النظام المقترح في هذا البحث.
2. استخدام أسلوب الفرز م،ن المص،در سوف يقلل من المشاكل في وحدات الفرز والمعالجة ويخفض من كلفة إدارة النفايات الصلبة في مدينة الموصل.
3. من المجدي اقتصاديا الاتجاه نحو الإدارة المتكاملة للنفايات الصلبة في المدينة.

المصادر

9. يوسف، وفاء فوزي، "إدارة وطرح النفايات الصلبة المنزلية"، أطروحة ماجستير، جامعة الموصل، كلية الهندسة، قسم الهندسة المدنية، 1988.

10. Al-Wattar O. M. (2006), "Population, residential solid waste generation and containers need in Mosul city ", Journal of solid waste technology and management, Vol. 32, No.2.

11. Al-Rawi (2008), "Selection, design and management of sanitary land fill for Mosul city", final report, unpublished.

1. Dariusz Kobus (2003), "Practical guidebook on strategic planning in municipal waste management", Bertelsmann Stiftung, Gutersloh.

2. Henry, R. k., yongsheng, Z., and Jun, D., (2006), " Municipal solid waste management challenges in developing countries – Kenyan case study", Journal of Solid Waste, Vol. 26, pp. 29-100.

3. EPA (1994), "Composting of yard trimmings and municipal solid waste", Office of Solid Waste and Emergency Response.

4. Carver County Board of commissioners (2004),"Carver county solid waste master plan 2005 – 2022", Minnesota.

5. Jimmie et .al. (1970), "Efficiency of refuse collection problems", Journal of Sanitary Engineering Division, pp. 437-453.

6. عيسى، محمد حسام، "المخلفات المنزلية"، المكتبة الالكترونية، نوفمبر، 2005.

7. Minciardia, R., Paoluccia, M., Robbaa, M., Sacilea, R(2001) "AMulti-objective approach for s waste management", Center for Environmental Monitoring Research, municipality Italy.

8. Schereiner et. al., " Solid waste management for Rural Areas: Analysis of costs and service requirements", Journal of Agricultural Economic, Vol. 55, pp. 567, (1973

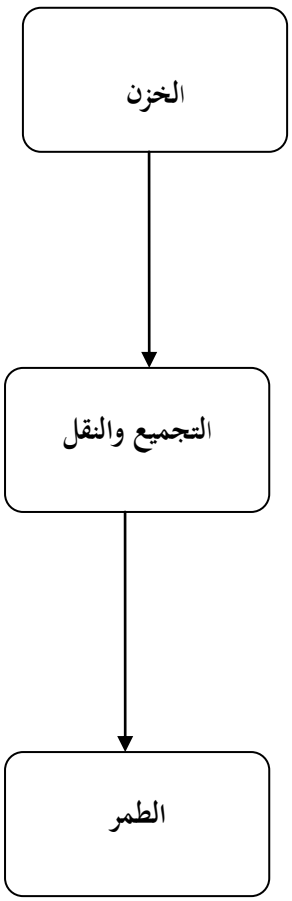
12. فلنتوف، فرانك، منظمة الصحة العالمية، "معالجة المخلفات الصلبة في البلدان النامية"، المكتب الإقليمي لشرق البحر المتوسط، الإسكندرية، 1988.

13.UNDP, "Mediterranean urban waste management project", (MUWMP), Zarqa Technical Review, progress Report, Jordon, September (2001).

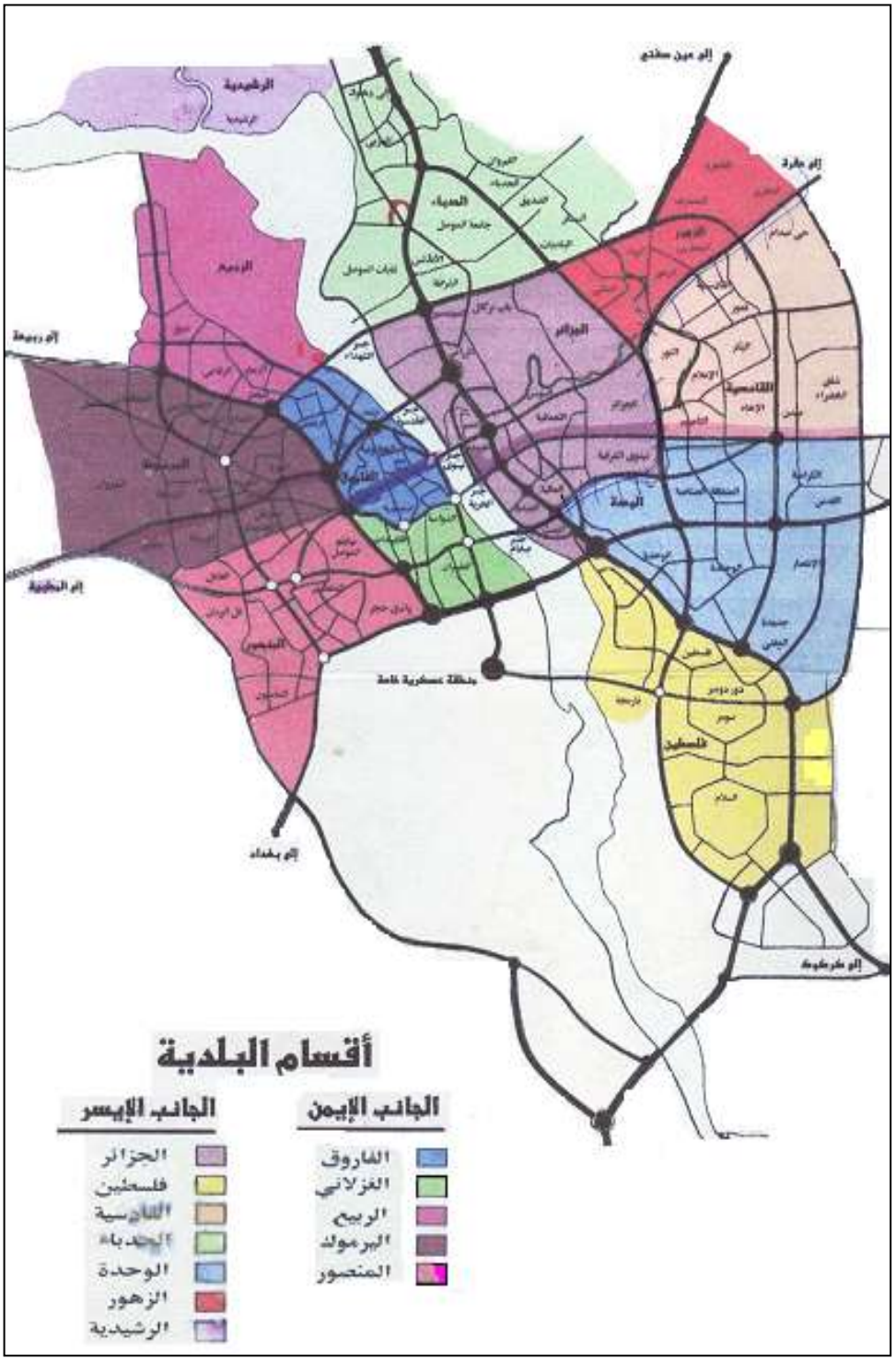
14. Hammouda, G. H. (1982), "Management of solid waste in Jeddah", Journal of environmental sciences, pp. 229-231.

15. Agha, S. R. (2006), "Optimization routing of municipal solid waste collection vehicles in Deir El-Balah-Gaza Strip", The Islamic University Journal, Series of Natural studies and Engineering, Vol.14, No.2, P.75-89.

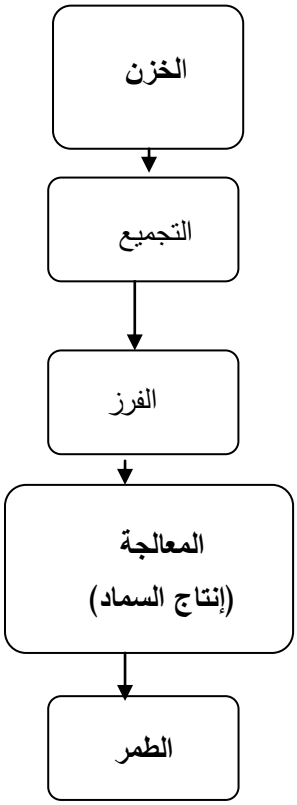
16. Schuman, B. Th. (1997)," Analysis of national solid waste recycling programs and development of solid waste recycling cost functions", A Summary of the literature, research into economic factors influencing decisions in environmental decision Making, Tennessee.



شكل (1) هيكلية إدارة النفايات الصلبة في مدينة الموصل



شكل (2) الأقسام البلدية في مدينة الموصل



شكل (3) هيكلية إدارة النفايات الصلبة للنظام المقترح

جدول (1) تركيبة النفايات الصلبة في مدينة الموصل[11]

المادة	النسبة الوزنية	المادة	النسبة الوزنية
المواد الغذائية	68	أنسجة	1.5
الورق والكارتون	6	خشب	0.4
البلاستك	5	جلد	0.2
الزجاج	3	مخلفات حدائق	2.5
معادن	5	مخلفات أخرى	8.4

جدول (2) أسعار البيع للنفايات المعادة

المادة المعادة	السعر (دولار/طن)	المادة المعادة	السعر (دولار/طن)
البلاستك	قبل الطحن :60* بعد الطحن : 140** الحبيبي:220**	النحاس الأصفر	650**
الورق والكارتون	25**	الألمنيوم	الخفيف: 650** الثقيل:700**
الحديد	هياكل السيارات: 30** الحديد الثقيل:40**	الزجاج	20**
النحاس الأحمر	850*	العلب المعدنية	650*

* أسعار البيع في الأسواق المحلية

** أسعار البيع في أسواق الأردن حسب UNDP [13]

جدول (3) كميات النفايات الداخلة إلى وحدات النظام المقترح (طن/يوم)

كمية النفايات الكلية الواردة إلى وحدات التدوير والمعالجة	1315
كمية النفايات القابلة للاسترجاع والإعادة (البيع) وتشمل الورق والكارتون والبلاستك والزجاج والمعادن ونسبتها 19% من النفايات الكلية الواردة	250
كمية النفايات الداخلة إلى وحدة إنتاج السماد وتشمل المواد الغذائية ونسبتها 68% من النفايات الكلية الواردة (نسبة الرطوبة 40%)	894
كمية المواد الجافة المتحولة إلى سماد	536
كمية السماد المنتج (بمحتوى رطوبي 25%)	670
كمية المواد المرفوضة التي ستذهب مباشرة إلى الطمر الصحي وتشمل المواد غير الغذائية غير القابلة للاسترجاع إضافة إلى المواد المرفوضة في وحدة المعالجة وتبلغ نسبتها التقريبية 13% من النفايات الكلية الواردة	171

جدول (4) نتائج تحليل الكلفة السنوية الكلية والكلفة لكل طن بواسطة برنامج COSEPRE لنظام إدارة النفايات الحالي

نوع الخدمة	الكلفة (مليون دينار)					
	الأيدي العاملة	التشغيل والصيانة	رأس المال	الإدارة والتمويل	المجموع	النسبة المؤية
التجميع	4474.8	618.446	1898.75	149.764	7141.76	98.98
الطمر	12.033	23.53	36.15	1.536	3.24573	1.02
المجموع	4486.83	641.97	1934.9	151.3	**7215.005**	100
النسبة المؤية	62.2	8.9	26.8	2.1		100

جدول (5) نتائج تحليل الكلفة السنوية الكلية والكلفة لكل طن بواسطة برنامج COSEPRE لنظام إدارة النفايات المقترح

نوع الخدمة	الكلفة (مليون دينار)					
	الأيدي العاملة	التشغيل والصيانة	رأس المال	الإدارة والتمويل	المجموع	النسبة المؤية
التجميع	4474.8	618.446	1898.75	149.764	7141.325	92.1
التدوير	90.12	--	99	3.7686	192.889	2.49
إنتاج السماد	180	--	198	7.5324	385.532	4.98
الطمر	3.61	11.853	18.15	0.67	34.294	0.44
المجموع	4748.53	630.0309	2213.9	161.3	7744.04	100
النسبة المؤية	61.3	8.1	28.6	2		100

جدول (6) الإيراد السنوي المسترد باستخدام النظام المقترح لإدارة النفايات الصلبة

نوع المنتج	ثمن البيع (دينار عراقي/طن)	الإيراد السنوي (دينار عراقي)
النفايات المستعادة أو المسترجعة	حسب الجدول(2)	3577892645
السماد المنتج	7000*	1711850000
المجموع		528967645

* **فلنتوف**[12]