معالجة مشكلة نقل النفايات الصلبة في مدينة بغداد إلى مواقع الطمر الصحي باستخدام نموذج النقل

أ. م. د. صلاح مهدي عباس
كلية الادارة والاقتصاد- جامعة بغداد
قسم الاقتصاد

الباحث احمد ابراهيم علي

المستخلص

أصبحت مشكلة المخلفات الصلبة في وقتنا الحاضر مشكلة عالمية مشتركه بين جميع الدول ، سواء كانت دولاً نامية أم متقدمة، ويمكن القول بأنه لا توجد دولة في عالم اليوم بمنجى من هذه المشكلة التي يجب إيجاد حلول مناسبة لها. وان المشكلة وصلت إلى مرحلة لا تحتمل التجاهل أو التأجيل وإنما أصبحت مشكلة يومية تشغل عقول البيئيين والاقتصاديين والساسة وأخذت تحتل مركز الصدارة ضمن قوائم الأولويات للدول من ناحية إيجاد الحلول العلمية والجذرية السريعة لها. وان تكاليف النقل تشكل عنصرا مهما من مجموع التكاليف التي تتحملها الدوائر البلدية في عملية التخلص من النفايات الصلبة، لذلك فان أي تحسين في نظام النقل سيؤدي إلى توفير في تكاليف النقل، لذلك سيتم استخدام طريقة فوجل التقريبية من نموذج النقل من اجل الوصول إلى أدنى كلفة نقل للنفايات الصلبة من مناطق تولدها إلى مواقع الطمر الصحي .

Handling a problem of transport solid waste in Baghdad City to Healthy landfill sites using transportation Model

Abstract:

A problem of solid waste became in the present day common global problem among all countries, whether developing or developed countries, and can say that no country in the world today is immuning from this dilemma which must find appropriate solutions. The problem has reached a stage that can not ignore or delay, but has became a daily problem occupies the minds of ecologists, economists and politicians took occupies center front in the lists of priorities for the countries in terms of finding solutions to the rapid scientific and radical them. and that transport costs constitute an important component of total costs borne by the municipal districts in the process of disposal of solid waste, so any improvement in the transport system will lead to savings in transport costs, so it will use the method of Vogel approximate model of transport for access to a lower cost of transport solid waste generated from areas to landfill sites.

مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية
المجلد 18
العدد 66
الصفحات 228 - 242

* ملاحظة : هذا البحث مستل من رسالة ماجستير لم تنشر.

معالجة مشكلة نقل النفايات الصلبة في مدينة بغداد إلى مواقع الطمر الصحي باستخدام نموذج النقل

مقدمة

أصبحت مشكلة النفايات الصلبة والتخلص منها من ابرز المشكلات التي تواجه المدن والمجتمعات الحضرية في العالم بشكل عام وفي مدينة بغداد بشكل خاص، إذ ان كمية النفايات الصلبة أخذة بالتزايد يوما بعد يوم مقارنة مع الأيام الماضية وذلك بسبب زيادة عدد السكان وارتفاع مستوى المعيشة مما أدى إلى زيادة سلوك الإفراد الاستهلاكي. وبتالي فان زيادة كمية النفايات الصلبة قد تسبب تلوث عناصر البيئة من ارض وماء وهواء وكذلك استنزاف المصادر الطبيعية، وان عدم استخدام الأساليب الكمية في نقل النفايات الصلبة ادى إلى ارتفاع تكاليف النقل وان زيادة التكاليف قد يؤدي إلى عدم التخلص التام من النفايات مما يحمل الدولة تكاليف وأعباء إضافية وان هذا يسبب هدر في الموارد.

مشكلة البحث

تعاني مدينة بغداد من مشكلة تراكم النفايات الصلبة في الشوارع والأماكن الخالية بين المناطق السكنية إضافة إلى انتشار مواقع التجميع المؤقتة الغير مطابقة للمحددات البيئية وان هذا التراكم يؤدي إلى تلويث البيئة المحيطة بنا ، وكذلك عدم استخدام الأساليب العلمية في نقل النفايات والمتمثلة بنموذج النقل مما أدى إلى ارتفاع تكاليف النقل وزيادة الأعباء التي تتحملها الدولة وان ذلك يسبب هدر في الموارد الاقتصادية .

فرضية البحث

إن تطبيق الأساليب الكمية ولاسيما نماذج النقل من اجل نقل النفايات الصلبة من مناطق تولدها إلى مواقع الطمر وعلى أساس شهري سيؤدي إلى خفض تكاليف النقل والمساهمة في معالجة المشكلة .

الهدف البحث: من الدراسة هو التعرف على واقع عملية جمع ونقل النفايات في مدينة بغداد، وتطبيق نموذج النقل بهدف تدنيه تكاليف النفايات المنقولة من مصادرها الى مواقع الطمر .

المبحث الاول/ الأنموذج العام لمشكلة النقل

أولا : مفهوم وخصائص مشكلة النقل

1- مفهوم مشكلة النقل

تعد مشكلة النقل احد الأساليب الرياضية المهمة التي تساعد على اتخاذ القرار المناسب لنقل كمية من المواد والسلع من مصادر أو مراكز الإنتاج إلى مراكز الطلب أو الاستهلاك لسد حاجة هذه المواقع وبأقل كلفة، وكذلك تعد مشكلة النقل من المشاكل الاقتصادية المهمة التي تواجه المنشات على اختلاف أنواعها سواء كانت منشات خدمية أو صناعية وتتسم مشكلة النقل بأهميتها لان تكاليف النقل تعد عنصراً مهم من مجموع التكاليف التي تتحملها المنشات جراء أنتاج و إيصال السلع إلى المستهلك النهائي .

2- خصائص نماذج النقل

يمكن أجمال أهم خصائص نموذج النقل بالاتي (السامرائي،1997، ص276)

أ- هناك عدد محدد من الوحدات المتجانسة التي يجب أن تنقل من عدد من المصادر إلى عدد من مراكز الطلب .

ب- ان تكاليف نقل الوحدة الواحدة من مصادر التجهيز الى مواقع الطلب هي معروفة على نحو مؤكد ودقيق.

ت- عدم وجود عوائق للنقل بين أي مصدر للتجهيز وأي موقع للطلب .

ث- إن هدف مشكلة النقل هو تخفيض تكاليف النقل الكلية بين مصادر التجهيز ومناطق الطلب أو الاستهلاك.

ثانياً: الصياغة العامة لنموذج النقل

1) لغرض صياغة نموذج النقل رياضياً لنقل الكميات المعروضة من مصادر إنتاجها إلى مراكز الاستلام او الاستهلاك والتي تمثل الطلب، فان ذلك يعتمد على الافتراضات الآتية: (جابر وضوية، 1988: ص80) (Taha ,2007:p.194)

(m) :عدد مصادر التجهيز، وهي ($S_1,S_2,\ldots,S_m$) .

(n): عدد مراكز الطلب ، وهي ($D_1,D_2,\ldots,D_n$) .

(ai):عدد الوحدات المعروضة عند المصدر (i) source، حيث ان ($ai=a_1,a_2,..,a_m$).

(bj):عدد الوحدات المطلوبة عند المصدر (j) Destination ، حيث ان ($bj=b_1,b_2,..,b_n$).

(Xij):تمثل عدد الوحدات التي ستنقل من المصدر (i) إلى الموقع (j) .

(Cij): كلفة نقل الوحدة الواحدة من مصادر التجهيز إلى مواقع الطلب .

2) في ضوء الافتراضات السابقة فان الهدف من نموذج النقل هو تحديد العدد الأمثل من الوحدات التي ستنقل من المصدر (i) إلى الموقع (j) بأقل كلفة ممكنة ويمكن كتابة النموذج الرياضي لمشكلة النقل على النحو الآتي (Gupta & Hira ,2009:p. 229).

- دالة الهدف :

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} Cij\ Xij$$

وتعني ان التكلفة الكلية (Z) لنقل البضائع والسلع من مراكز العرض الى مراكز الطلب المختلفة يجب ان تكون اقل ما يمكن .

- قيود العرض : عدد الوحدات المنقولة =عدد الوحدات المعروضة .

$$\sum_{j=1}^{n} Xij = ai, \qquad i=1, 2, 3,\ldots,m$$

- قيود الطلب : عدد الوحدات المنقولة =عدد الوحدات المطلوبة .

$$\sum_{i=1}^{m} Xij = bj, \qquad j=1, 2, 3 \ldots.n$$

- قيد عدم السالبية $Xij \geq 0$

(والذي يقصد به أن المُنتج الذي يتم توزيعه لا يمكن أن يكون كمية سالبة) (الفضل، 2008: ص34).

3) موازنة نموذج النقل: إن الشرط الأساسي لنموذج النقل هو التوازن وهذا يعني إن الكمية المعروضة في جميع المصادر يجب أن تساوي الكمية المطلوبة، إي تحقيق حالة التوازن فتتساوى الكميات المعروضة مع الكميات المطلوبة .

$$\sum_{i=1}^{m} ai = \sum_{j=1}^{n} bj$$

ولكن هذا الشرط بالنسبة للواقع العملي يعد شرط افتراضي وبخلافه فان مشكلة النقل تصبح غير متوازنة (Unbalanced) .إذ قد تكون الكمية المعروضة اصغر أو اكبر من الكمية المطلوبة، ولتحقيق التوازن نضيف مصدر أو موقع وهمي من اجل سد العجز في الطلب او العرض (الشمرتي والزبيدي،2007 :ص283).

ثالثاً: الأنموذج الرياضي لمشكلة الدراسة

من الممكن عرض متغيرات مشكلة النقل في مصفوفة ذات إبعاد (nm) تدعى بمصفوفة النقل ويمكن عن طريق هذه المصفوفة تبيان العلاقة بين مصادر إنتاج النفايات ومواقع الطمر والكميات المنقولة من البلديات إلى مواقع الطمر وحسب كلف النقل المعلومة ويمكن عرضها بالشكل(1). (الشمرتي ،2010 :ص152)

1. Si تمثل مراكز العرض وفي حالة دراستنا فهي تمثل مصادر إنتاج النفايات الصلبة .
2. Dj تمثل مراكز الطلب أو مواقع الطمر الصحي (Destination)
3. Cij تمثل كلفة نقل الوحدة من مصادر إنتاج النفايات (i) إلى مواقع الطمر الصحي (j)
4. Xij تمثل كمية النفايات المنقولة من المصدر (i) إلى الموقع (j)
5. ai تمثل الكمية المعروضة في كل مصدر (i)
6. bj تمثل الكمية المطلوبة في كل موقع (j)
7. الهدف من النموذج تقليل كلف النقل Minimize Z
8. مجموع الكميات المعروضة ai = مجموع الكميات المطلوبة bj .

بضوء المتغيرات السابقة يمكن صياغة نموذج النقل كالأتي :

دالة الهدف $$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} Cij\ Xij$$

قيود دالة الهدف :

قيود العرض $$\sum_{j=1}^{n} Xij = ai, \qquad i=1, 2, 3,\ldots,m$$

قيود الطلب $$\sum_{i=1}^{m} Xij = bj, \qquad j=1, 2, 3 \ldots.n$$

شرط عدم السالبية $$Xij \geq 0$$

الشكل (1) الأنموذج العام للنقل

TO / From		Destination						الكميات المعروضة Supply
		D1	D2	. . . .	Dj	. . . .	Dn	
Sources	S1	C_{11} X_{11}	C_{12} X_{12}	. . .	C_{1j} X_{1j}	. . .	C_{1n} X_{1n}	a1
	S2	C_{21} X_{21}	C_{22} X_{22}	. . .	C_{2j} X_{2j}	. . .	C_{2n} X_{2n}	a2
	Si	C_{i1} X_{i1}	C_{i2} X_{i2}	. . .	C_{ij} X_{ij}	. . .	C_{in} X_{in}	ai
	Sm	C_{m1} X_{m1}	C_{m2} X_{m2}	. . .	C_{mj} X_{mj}	. . .	C_{mn} X_{mn}	am
الكميات المطلوبة		b1	b2	. . .	bj	. . .	bn	∑ai=∑bj

المصدر : الشمرتي، حامد سعد نور، بحوث العمليات مفهومها وتطبيقها، 2010، الطبعة الأولى، مكتبة الذاكرة _ بغداد _ الاعظمية ،ص152 .

يبين الشكل (1) المصادر او مواقع تولد النفايات وهي $(S_1,S_2,S_i,\ldots,S_m)$، وكميات النفايات المتاحة او المتولدة لدى كل بلدية وهي. $(a_1,a_2,a_i,\ldots,a_m)$، كما يبين الجدول المراكز او مواقع الطمر الصحي التي يجب نقل النفايات إليها وهي $(D_1,D_2,D_j,\ldots,D_n)$، ويبين أيضا الكميات المطلوبة أو الواصلة إلى مواقع الطمر والتي تستوعبها هذه المراكز وهي $(b_1,b_2,b_j,\ldots,b_n)$ ، وكذلك يوضح الشكل تكاليف النقل من أي مصدر أو موقع تولد النفايات (Si) إلى مواقع الطمر الصحي أو الطلب (Dj)، إذ يشار إلى تكلفة النقل بالقيمة (Cij). إما $(\sum ai)(\sum bj)$ فتشير إلى مجموع الكميات المطلوبة والمعروضة على التوالي والتي يجب ان تكون متساوية. وان الهدف من النموذج هو تقليل كلف الكميات المنقولة (Xij) من مصادر تولد النفايات (i) الى مراكز الطلب او مواقع الطمر الصحي (j) اذ تصبح اقل ما يمكن .

رابعاً:- طرق إيجاد الحل الأساسي الابتدائي المقبول S.B.F.S.

تطرقنا في الفقرة السابقة إلى مفهوم مشكلة النقل وفي هذه الفقرة سوف نتناول أساليب إيجاد الحل الأساسي الابتدائي المقبول. (الجواد والفتال، 2008: ص144) (ألنعيمي وآخرون، 1999: ص127) (Taha,2007:p234)، وان هناك ثلاث طرق أساسية هي الأكثر استعمالاً للحصول على الحل الأساسي الابتدائي المقبول وهذه الطرق هي: الركن الشمالي الغربي وطريقة اقل كلفة وطريقة فوجل التقريبية والتي سوف يتم استخدامها في الجانب العملي .

- طريقة فوجل التقريبية (الجزاء) : Vogel's Approximation method

تعد طريقة فوجل من أهم الطرق الحل لما تتميز به هذه الطريقة من القدرة على الوصول إلى الحل الأمثل أو الحل القريب من الحل الأمثل كونها تتجاوز عيوب الطريقة السابقة المتعلقة باعتماد الخلايا ذات التكاليف المرتفعة في النهاية وذلك بسبب اعتمادها على احتساب كلف الجزاء لكل صف و عمود والأخذ بأكبر جزاء ممكن. (علوان،1985:ص145)(العنبكي،2010:ص72)(Gupta&Hira,2009:p209) .

ويمكن أن نلخص خطوات إيجاد الحل الأساسي الأولي بهذه الطريقة بعد التأكد من إن جدول النقل في حالة توازن وكالاتي :

أ- تحسب تكاليف الجزاء لكل صف وعمود لجدول النقل ، والتي هي حاصل الفرق بين اقل كلفتين في كل صف أو عمود ، ويمثل الفرق بين هاتين الكلفتين الزيادة في الكلفة التي يجب التخلص منها ، ويطلق عليه بكلف الجزاء أو الغرامة (penalty) ويجب تثبيتها على يمين الصف وأسفل العمود لنموذج النقل .

ب- نحدد الصف أو العمود الموجود في المصفوفة الذي له أعلى كلفة جزاء ونخصص اكبر عدد ممكن من الوحدات إلى الخلية الأقل كلفة في الصف أو العمود وذلك بحساب قيمة (Xij)

ت- ننقص العرض في الصف والطلب في العمود بنفس عدد الوحدات المخصصة للخلية، ثم يجري حذف الصف أو العمود الذي تم تخصيص جميع قيمه بالكامل وأصبح مساوي للصفر.

ث- تكرار الخطوات السابقة حتى يتم الوصول إلى توزيع جميع الوحدات المعروضة على الوحدات المطلوبة والوصول إلى الحل الابتدائي المقبول S.B.F.S .

خامساً : طرق إيجاد الحل الأمثل

بعد الحصول على الحل الأساسي الابتدائي المقبول ، لابد من التحقق من أن الحل الذي تم التوصل أليه هو حل امثل (optimal solution) أم لا، وذلك لإدخال التعديلات الضرورية وتحسين الحل، ويتم ذلك بموجب إحدى الطريقتين الآتيتين.

1- طريقة المسار المتعرج أو التخطي على الصخور (Stepping stone method)
2- طريقة التوزيع المعدل او عوامل الضرب (Modified Distribution Method)

(الجنابي، 2010 : ص189) (الجواد والفتال، 2008: ص149)(العنبكي، 2010: ص76)

1. طريقة المسار المتعرج أو التخطي على الصخور: (Stepping stone method)

تتطلب هذه الطريقة تقييم كل خلية غير مشغولة في جدول الحل الأساسي لمعرفة تأثيرها على تكاليف النقل الكلية أذا نقلت وحدة واحدة إلى احد الخلايا غير المشغولة ويتم ذلك وفق الخطوات الآتية :-

أ. يتم رسم مسار كلفوي مغلق(Closed path) لكل خلية غير مشغولة يتكون هذا المسار من مجموعة من المستقيمات المتعاقبة الأفقية والعمودية يبدأ من الخلية الغير المشغولة ويمر بمتغيرات أساسية (في نهاية كل مستقيم) لحين العودة والانتهاء بالمتغير غير الأساسي الذي بدء فيه وبأقصر الطرق .

ب. استعمال المسار الكلفوي لاختبار تأثير المتغير غير الأساسي على قيمة دالة الهدف وذلك بإعطاء إشارة موجبة (+) للخلية المراد تقييمها وتعقبها إشارة سالبة (-) للخلية التي تليها في المسار ثم إشارة موجبة للخلية التي تليها وهكذا لجميع الخلايا التي يتشكل منها المسار .

ت. احتساب الكلفة غير المباشرة وذلك بجمع التكاليف للخلايا الواقعة على المسار للمتغير غير الأساسي فإذا كان تقييم الخلية موجب أو صفر فان ذلك يعني عدم القدرة على تخفيض التكاليف الكلية للنقل ويعد الحل الذي تم التوصل إليه هو الحل الأمثل إما إذا كان تقييم الخلية بالسالب فإن ذلك يعني أن نقل وحدة واحدة إلى الخلية الغير مشغولة سيؤدي إلى تخفيض التكاليف بمقدار تلك القيمة السالبة ، وبالتالي فان الحل الأساسي هو حل غير امثل .

ث. بعد تحديد المتغيرات غير الأساسية ذات الكلفة السالبة يجري اختيار المتغير الذي له اكبر كلفة نقل سالبة ليصبح متغيراً داخل أي الذي يحقق اكبر تخفيض في الكلف الكلية للنقل ، ومن اجل المحافظة على المعادلة (m +n -1) وبعد إدخال متغير داخلي جديد ينبغي تحديد المتغير الخارجي من بين المتغيرات الأساسية فيجري اختياره عن طريق الإشارات المتعاقبة السالبة والموجبة للمسار الكلفوي للمتغير الداخل الذي يقابل اقل قيمة مناظرة لإشارة سالبة اي المتغير الذي يصل قبل غيره إلى الصفر ويحمل اقل عدد من الوحدات المنقولة .

ج. بعد تحديد المتغير الخارج والذي يقابل اقل عدد للوحدات المنقولة اذ ستضاف قيمة لكل خلية ذات إشارة موجبة وتطرح قيمة من كل خلية ذات إشارة سالبة وبذلك تكون القيم الجديدة لمسار المتغير الداخل قيما للمتغيرات الأساسية والتي على ضوئها يتم احتساب الكلفة الكلية للنقل والتي تشكل الحل الابتدائي المقبول الجديد (S.B.F.S) .

و. اختبار أمثلية الحل الأساسي الجديد على ضوء القيم الجديدة وعن طريق تكرار خطوات الحل السابق.

2. طريقة التوزيع المعدل : (Modified Distribution Method)

وهي احد الطرق المستعملة من اجل اختبار الحل الأساسي الأولي بغية الوصول إلى الحل الأمثل، وتعد هذه الطريقة تطوير للطريقة السابقة ويمكن أن نلخص خطوات الحل بالاتي: (العنبكي، 2010 :ص82) (الجنابي، 2010: ص199)(Taha,2007:p242)

1) بعد استخراج الحل الأولي الأساسي S. B. F. S وتعرف المتغيرات الموجودة في الصفوف بـ(Ui) لتمثل المتغيرات المحسوبة الصف (i) حيث أن (i=1,2…,m) وتعرف الأعمدة (Vj) إذ تمثل المتغيرات المحسوبة في العمود (j) حيث إن (j=1,2,…,n) .
2) إيجاد القيم للمتغيرات (Ui) (Vj) وذلك عن طريق تكوين معادلات للخلايا المشغولة وفق الصيغة الأتي :

$$Cij = Ui + Vj$$

والتي تشير إلى إن الكلفة تساوي المضاعفات للأعمدة والصفوف وسيكون عدد هذه المعادلات هو (m+n-1) .
3) إيجاد حل المعادلات للخلايا المشغولة وحسب الصيغة التي تم ذكرها في الخطوة رقم (2) وبما أن عدد المتغيرات يزيد على عدد المعادلات فانه يتم إعطاء قيمة صفر إلى احد المتغيرات وليكن Ui=0 ثم تستخرج قيمة العوامل الأخرى عن طريق التعويض المباشر .
4) بعد إيجاد القيم لكافة المتغيرات يتم تقييم الخلايا الغير المشغولة (غير الأساسية) وذلك باستعمال القانون الآتي :

$$\hat{C}ij = Cij - (ui+vj)$$

فإذا كانت جميع القيم الناتجة عن القانون أعلاه للمتغيرات غير الأساسية قيم موجبة أو صفر عندئذ نتوقف عن الحسابات التكرارية ويكون الحل الأولي الأساسي هو الحل الأمثل ، أما إذا كانت هناك خلية أو أكثر غير مشغولة تكون الكلفة الغير المباشرة سالبة أي وجود إمكانية لتخفيض الكلفة الكلية للنقل بتحويل المتغير غير الأساسي الأكثر كلفة سالبة إلى متغير أساسي اي يكون متغير داخل واستبعاد احد المتغيرات الأساسية الذي يقابل اقل عدد للوحدات المنقولة وكما ورد سابقاً في خطوات طريقة المسار المتعرج .

المبحث الثاني/ الجانب التطبيقي للدراسة

أولا : واقع تجميع ونقل النفايات الصلبة في مدينة بغداد

تعد عملية جمع ونقل النفايات من الأمور المهمة في عملية أدارة النفايات في مدينة بغداد ، إذ تعد أمانة بغداد المسؤول المباشر عن أدارة النفايات في مركز مدينة بغداد ضمن التصميم الأساسي للمدينة وان طريقة أدارة النفايات الصلبة هي عبارة عن تجميع النفايات من مصادرها الرئيسية بواسطة آليات أمانة بغداد ونقلها إلى مواقع الطمر النهائية، وبعملية غير مطابقة للمحددات البيئية التي وضعتها وزارة البيئة . وبدون إجراء عمليات الفرز والتدوير من اجل الإفادة منها وكذلك عدم معالجتها بصورة صحيحة في مواقع الطمر المعمول بها في الوقت الحاضر. اذ تتولى أمانة بغداد منذ تأسيسها بواجب رفع النفايات من مناطق مدينة بغداد المختلفة ونقلها إلى مواقع الطمر الصحي بعيداً عن المناطق السكنية. ان عملية جمع النفايات ونقلها والتخلص منها تعد وظيفة أساسية من وظائف الدوائر البلدية، وتزداد أهميتها والحاجة إليها كلما اتسعت حجوم المدن وتحسن مستواها العمراني والمعاشي. وتظهر أهمية النظافة والتخلص من النفايات عن طريق عاملين وهما:- (خطة العراق الوطنية الرئيسية للنفايات الصلبة،2007: ص13)

أ- العامل البيئي: ويكون تأثير هذا العامل عن طريق التأثير في البيئة والصحة العامة، إذ ان عملية جمع النفايات والتخلص منها بالطرق الصحيحة سوف يؤدي إلى تقليل مخاطر انتشار الأمراض المعدية والجراثيم، إن تراكم النفايات الصلبة في مناطق التجميع والحاويات المتواجدة في المناطق السكنية ولمدة طويلة يؤدي إلى انتشار الذباب والحشرات والقوارض والحيوانات السائبة وان هذه تسبب العديد من الأمراض.

ب- التأثير في المظهر الجمالي للمدينة: إذ ان تراكم النفايات يؤدي إلى تشويه المظهر الحضاري للمدينة مما ينعكس على جمال المدينة، لذلك يجب التخلص من هذه النفايات وفق الطرق الصحيحة والسليمة لتجنب الكثير من المشاكل التي قد تحصل بسبب تراكمها.

1- واقع قطاع النظافة في أمانة بغداد : تبلغ مساحة أمانة بغداد حوالي 882.9 كم^2 ويبلغ عدد نفوس سكانها بصورة تقريبية (7000000) ملاين نسمة مع الوافدين إلى مدينة بغداد، إذ يقدر عدد الوافدين إلى مدينة بغداد بحدود (700000) نسمة (أمانة بغداد، دراسة أعدة من قبل مكتب الوكيل البلدي:2009). باعتبارها مركزاً تجارياً مهماً يؤدي إلى زخماً عددياً، وهذا يشكل عبأ كبير على أمانة بغداد في تقديم الخدمات. إذ ان أمانة بغداد تقوم بعملية جمع النفايات والتخلص منها عن طريق الدوائر البلدية التابعة لها . وتقسم مدينة بغداد إلى (97) مركز بلدي موزع على (14) دائرة بلدية (8 في جانب الرصافة و6 في جانب الكرخ) . ويجري تقديم خدمات جمع النفايات ونقلها والتخلص النهائي منها عن طريق أقسام النظافة الموجودة في كل دائرة بلدية (مقابلة شخصية مع السيد رئيس قسم النظافة، دائرة المخلفات الصلبة والبيئة ،بتاريخ 2011/2/16) إذ يمتلك كل قسم عدد من العربات الكابسة الخاصة بجمع النفايات من المناطق والقلابات الصغيرة والعربات الأخرى التي تخصص لجمع ونقل النفايات إلى مناطق الطمر الصحي .

ونلاحظ إن عملية جمع النفايات تتم عن طريق عمال النظافة التابعين إلى الدوائر البلدية، إذ يتم رفع النفايات من مناطق التجميع المؤقتة في المناطق السكنية والشوارع التجارية والحاويات الموزعة على الدور السكنية، بواسطة السيارات المخصصة لذلك ونقلها إلى المحطات التحويلية او مواقع الطمر الصحي. وعلى الرغم من الجهود التي تبذلها الدوائر البلدية في هذا المجال إلا ان النتائج الحقيقية لازالت ضئيلة ودون المستوى المطلوب، اذ يلاحظ تراكم كميات كبيرة من النفايات في المناطق السكنية والشوارع والساحات الفارقة وهذا يعود إلى العديد من الأسباب وكالآتي :

أ- غياب الخطط والآليات الصحيحة والفعالة لجمع ونقل النفايات وعدم التخلص السليم والأمن للكميات الكبيرة من النفايات التي تنتج يوميا مما يؤدي إلى مشاكل بيئية وصحية نتيجة التراكمات المتولدة في بعض الأماكن .

أ- التزايد المستمر في حجم النفايات في مختلف مناطق المدينة نتيجة ارتفاع المستوى ألمعاشي وكذلك زيادة نسب السكان .

ب- ضعف أداء الأجهزة التنفيذية في الدوائر البلدية بالإضافة إلى ضعف المتابعة الميدانية لأعمالها.

ت- قلة الوعي البيئي لدى المواطنين مما يؤدي إلى عدم التعاون بينهم وبين الجهات المسئولة عن أعمال النظافة مما يودي إلى تلكؤ في هذا الجانب مما يؤدي إلى رمي النفايات في الأماكن غير المخصصة لها.

ث- غياب التشريعات والقوانين في خصوص هذا الجانب وكذلك عدم فرض العقوبات والغرامات على المخالفين من اجل ردعهم .

ج- عدم وجود جدول زمني محدد من قبل أمانة بغداد لعملية رمي النفايات من قبل المواطنين مما يؤدي إلى تراكم النفايات في الحاويات والمناطق التجميع المؤقتة على طول اليوم مما يؤثر على المنظر الجمالي للمنطقة .

ح- غياب الجانب الاعلامي والتثقيف البيئي من اجل نشر الوعي البيئي لدى المواطنين .

2- عملية نقل النفايات الصلبة في أمانة بغداد : تنقل النفايات من مصادر تولدها بواسطة الآليات المخصصة لعمليات النقل (مثل الكابسات والقلابات الكبيرة والصغيرة والساحبات الزراعية وغيرها من الآليات الأخرى). التي تعمل على نقل النفايات إلى المحطات التحويلية التابعة للدوائر البلدية كل حسب الرقعة الجغرافية التابعة لها، ثم تنقل من المحطات التحويلية إلى مواقع الطمر الصحي بواسطة الآليات المؤجرة، إذ ان كل بلدية تمتلك مجموعة من الآليات التابعة لها وتسمى الجهد الذاتي إلا ان هذه الآليات لاتكفي من اجل القيام بعملية رفع ونقل النفايات مما يؤدي إلى قيام الدوائر البلدية بتأجير الآليات من القطاع الخاص من اجل القيام بعملية نقل النفايات. على الرغم من قيام الدوائر البلدية بتأجير الآليات من القطاع الخاص لنقل النفايات الا ان الكثير من المحطات يوجد فيها تراكم كميات كبيرة من النفايات، إذ يوجد ما يقارب (800) طن من النفايات متراكمة في محطة الكرخ، و(100) طن في محطة الرشيد و(1000) طن في محطة الصدر/1 و(1000) طن في محطة الصدر/2 و(1000) طن في محطة الشعب (تقارير امانة بغداد، دائرة المخلفات الصلبة والبيئة لعام 2010، تقارير غير منشورة) . ان هذا التراكم يؤدي إلى تلوث البيئة والتأثير على الصحة العامة مما يؤدي إلى زيادة التكاليف التي تتحملها الدولة من اجل معالجة هذا الضرر .

ثانياً: تطبيق نموذج النقل في تقليل كلف نقل النفايات

1: المفاهيم الأساسية المعتمدة في النموذج

أ- الكمية المعروضة ai: وهي الكمية المتولدة من النفايات الصلبة لدى كل دائرة من الدوائر البلدية (i=1,2,…14) والتي تظهر أفقيا في نموذج النقل.

ب- الكمية المطلوبة bj : وهي كمية النفايات الواصلة إلى مواقع الطمر الصحي (j=1,2) والتي تظهر عامودياً في نموذج النقل .

ت- الكمية المعروضة والمطلوبة في نموذج النقل بـ (المتر المكعب) اما كلف النقل فهي بالدينار دينار/م^3.

ث- تم احتساب كلف نقل النفايات الصلبة من مناطق تجميع النفايات إلى مواقع الطمر الصحي والمنقولة بواسطة الآليات المستخدمة من قبل الدوائر البلدية، معتمدين في ذلك على أجرة الآلية في اليوم الواحد والتي تم تحديدها من قبل أمانة بغداد.

ج- إذ جرى حل نموذج النقل لتقليل الكلف من خلال الاعتماد على البرنامج الجاهز في الحاسبة الالكترونية والذي يطلق عليه (Win QSB) (نظام الأعمال الكمي) وتحت عنوان مشاكل النقل، وان هذا البرنامج يعمل على حل واختبار النموذج، إذ تم التوصل إلى الحل الأمثل والذي يعطينا النتائج النهائية للاختبار.

ح- سيتم عرض النتائج على أساس شهري خلال فترة الدراسة للعام 2008، إذ تم تفريغ البيانات في جداول مبوبة من عمل الباحث بالشكل الذي يخدم عملية تطبيق نموذج النقل معتمدين في ذلك على البيانات التي تم الحصول عليها من قبل أمانة بغداد، دائرة المخلفات الصلبة والبيئة.

خ- نظرا للمحددات المتعلقة بحجم البحوث المنشورة فسنكتفي بعرض عينة عن كيفية الوصول إلى الحل الأمثل لنقل النفايات لشهر كانون الثاني لعام 2008 مع خلاصة لنتائج تلك السنة والوفرة التي تم الحصول عليها من تطبيق النموذج .

2: الحل الأمثل لنقل النفايات خلال عام (2008)

سوف نتطرق في هذه الفقرة الى نتائج الحاسبة الالكترونية وهي خلاصة الحل الذي تم التوصل اليه من خلال الاعتماد على بيانات امانة بغداد ، دائرة المخلفات الصلبة والبيئة

جدول (1) الحل الأمثل لشهر كانون الثاني سنة 2008:

04-21-2011	From	To	Shipment	Unit Cost	Total Cost	Reduced Cost
1	الكرخ	اركية وفاضل	9926	3070	3.047282E+07	0
2	الكاظمية	اركية وفاضل	14517	3211	4.661409E+07	0
3	الشعلة	اركية وفاضل	14162	2948	4.174958E+07	0
4	المنصور	اركية وفاضل	24992	2933	7.330154E+07	0
5	الرشيد	اركية وفاضل	29120	2855	8.31376E+07	0
6	الدورة	اركية وفاضل	11858	2853	3.383087E+07	0
7	الرصافة	العماري	16594	3130	5.193922E+07	0
8	الاعظمية	اركية وفاضل	8408	2835	2.383668E+07	0
9	الشعب	العماري	16984	2026	3.440958E+07	0
10	الصدر/٢	العماري	25291	3174	8.027363E+07	0
11	الصدر/١	العماري	15189	3166	4.808838E+07	0
12	الغدير	اركية وفاضل	9218	2895	2.668611E+07	0
13	الغدير	العماري	1418	3502	4965836	0
14	بغداد الجديدة	العماري	2738	3761	1.029762E+07	0
15	الكرادة	العماري	20138	3242	6.52874E+07	0
	Total	Objective	Function	Value =	6.548909E+08	

المصدر: نتائج الحاسبة الالكترونية بالاعتماد على الملحق رقم (1)

جدول (2) التوزيع الأمثل للكميات وكلف النقل وفق جدول الحل الأمثل لشهر كانون الثاني 2008:

مسار النقل	الكمية المفترض نقلها/ م3	كلفة النقل/ دينار
الكرخ/ أركية وفاضل	9926	30472820
الكاظمية/ أركية وفضل	14517	46614090
الشعلة /أركية وفاضل	14162	41749580
المنصور/ أركية وفاضل	24992	73301540
الرشيد/ أركية وفاضل	29120	83137600
الدورة/ أركية وفاضل	11858	33830870
الرصافة/ ألعماري	16594	51939220
الاعظمية/ أركية وفاضل	8408	23836680
الشعب/ألعماري	16984	34409580
الصدر/2 /ألعماري	25291	80273630
الصدر/1 / ألعماري	15189	48088380
الغدير/ أركية وفاضل	9218	26686110
الغدير/ ألعماري	1418	4965836
بغداد الجديدة/ألعماري	2738	10297620
الكرادة/ ألعماري	20138	65287400
المجموع	220553	654890900

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الجدول (1)

يلاحظ من الجدول السابق للتوزيع الأمثل للكميات وكلف النقل والذي بلغت فيه أعلى كلفة للنقل من مدينة الرشيد إلى موقع أركية وفاضل وهي (83137600) دينار وذلك بسبب ارتفاع الكمية المنقولة من النفايات تلتها مدينة الصدر/2 إذ بلغت الكلفة (80273630) دينار حيث ان هناك علاقة طردية بين الكمية المنقولة وتكاليف النقل. ومن خلال جدول التوزيع الأمثل إذ بلغة مجموع التكاليف المثلى لنقل النفايات من مصادرها إلى مواقع الطمر (654890900) دينار عراقي وهي تمثل اقل تكلفة نقل النفايات مقارنة بالكلفة الفعلية (664130000) دينار أي تم توفير في كل النقل ما مقداره (9239100) دينار عراقي.

بعد التطرق إلى جدول التوزيع الأمثل للكميات وكلف النقل لشهر كانون الثاني سوف نتطرق في الجدول الأتي إلى خلاصة نتائج التوزيع الأمثل للأشهر الأخرى وذلك من خلال الجدول 6 والذي يبين المقارنة بين التكاليف الفعلية لكل شهر مع كلفة الحل الأمثل وما مقدار الوفرة التي تم الحصول عليها.

جدول (3) مقارنة الكلفة الفعلية مع كلفة الحل الأمثل لعام (2008)

الشهر	الكلفة الفعلية*	كلفة الحل الأمثل	الوفرة في تكاليف النقل
كانون2	664130000	654890900	9239100
شباط	455490000	448685100	6804900
اذار	588240000	583268600	4971400
نيسان	629880000	622143600	7736400
ايار	730690000	722614300	8075700
حزيران	877790000	867869700	9920300
تموز	872770000	858709400	14060600
اب	892030000	839903200	52126800
ايلول	989230000	972792600	16437400
تشرين1	1064980000	1034385000	30595000
تشرين2	1068380000	1055149000	13231000
كانون1	1082970000	1069880000	13090000
المجموع	9916580000	9730291400	186288600

- تم الحصول على الكلفة الفعلية من قبل أمانة بغداد – دائرة المخلفات الصلبة والبيئة - قسم الإحصاء .

ومن خلال المقارنة بين الكلفة الفعلية وكلفة الحل الأمثل تم التوصل إلى وفرة في تكاليف نقل النفايات الصلبة والمتمثلة ب(186288600) دينار عراقي ، وهي الوفرة التي تم الحصول عليها من خلال تطبيق نموذج النقل . ومن خلال الحل الذي تم التوصل إليه فان الباحث يعتقد إن فرضية الدراسة قد تحققت ،وذلك من خلال تحقيق وفرة في كلف النقل والمتمثلة بمبلغ (186288600) مليون دينار وان هذه الوفرة يمكن استخدامها في مجالات أخرى مثل توفير الحاويات وأكياس جمع النفايات مما قد توادي إلى تقليل تلوث البيئة .

3: الاستنتاجات والتوصيات

اولا : الاستنتاجات

1- حقق استخدام نموذج النقل تقليل في كلف نقل النفايات الصلبة من مناطق تجميعها الى مواقع الطمر من خلال نموذج الحل الأمثل والذي تمثل (186288600) وهي الوفرة التي تحققت من خلال استخدام نموذج النقل .

2- ان استخدام الآليات المكشوفة مثل التريلة والقلاب السكس وغيرة من الآليات المكشوفة توادي إلى تلوث البيئة بالنفايات المتطايرة أثناء عملية النقل وكذلك عدم تحميلها بشكل كامل وذلك بسبب عدم استخدام عملية الضغط الهيدروليكي من اجل تقليل كثافة النفايات.

3- قلة الآليات المتوفرة لدى أمانة بغداد مثل الكابسات وكذلك قلة التخصيصات المالية مما أدى إلى الاعتماد على التأجير من اجل نقل النفايات مما أدى الى ارتفاع في تكاليف النقل.

4- عدم وجود مواقع طمر كافية في جميع أنحاء مدينة بغداد حيث يوجد موقعين فقط وان ذلك يؤدي إلى تقليل الخيارات أمام البلديات عند النقل حيث ان بعض البلديات ليس لديها بدائل مما يؤدي إلى ارتفاع تكاليف النقل.

5- يتم استخدام محطات تحويلية غير مطابقة للمحددات البيئية وهي عبارة عن أراضي مفتوحة يتم جمع النفايات فيها ومن ثم يتم نقلها إلى مواقع الطمر الصحي ،وان هذه المواقع تسبب تلوث للبيئة المجاورة وتوثر على المجتمع والصحة العامة.

6- تشكل النفايات العضوية نسبة كبيرة من مجموع النفايات المتولدة اذ تبلغ نسبتها 71% أما النفايات التي يمكن الاستفادة منها في عملية التدوير في تشكل 23% من مجموع النفايات.

7- لاتوجد عملية فرز للنفايات الصلبة من المصدر وكذلك لأيتم استخدام عملية تدوير النفايات من اجل الاستفادة من هذه النفايات وإنما يتم الاعتماد على عملية الطمر من اجل التخلص من النفايات وان المطامر المستخدمة هي عبارة عن أراضي مفتوحة وغير نظامية مما تودي إلى تلوث البيئة.

8- ان ادارة عمليات النظافة في مدينة بغداد تعد مشكلة حقيقية وهي ظاهرة للعيان بشكل واضح وتعد تحدي كبير يواجه امانة بغداد، فعلى الرغم من الجهود الكبيرة التي تبذلها الامانة في هذا المجال الا ان النتائج الحقيقية لا زالت ضئيلة ودون المستوى المطلوب وهذا يعود الى اسباب عديدة، منها غياب الخطط والاليات المناسبة والفعالة لجمع ونقل النفايات والتخلص منها والتزايد المستمر في حجم النفايات. اضافة الى ضعف اداء الاجهزة التنفيذية في الدوائر البلدية وقلة المتابعة الميدانية وكذلك غياب هيبة القانون، وضعف اهتمام المواطن وحرصه على نظافة المدينة وعدم التعاون في عملية النظافة .

ثانياً: التوصيات

1- يوصي الباحث باستخدام نموذج النقل في عملية نقل النفايات الصلبة حيث أثبتت النتائج على إمكانية تقليل الكلف عند تطبق هذا النموذج .
2- توسيع دائرة البحث والتطوير للطرائق والأساليب المستخدمة في بحوث العمليات من خلال دفع وتشجيع الباحثين بهذا الاتجاه وتطبيقها في الواقع العملي .
3- بسبب النتائج الايجابية للدراسة والمرونة في تطبيق نماذج النقل وقدرتها على خفض كلف النقل فإنها يمكن استخدامها في عملية نقل النفايات في باقي محافظات القطر .
4- العمل على أنشاء مواقع طمر أضافية ونموذجية وذلك من اجل ان يكون أمام البلديات خيارات في عملية نقل النفايات إلى مواقع مختلفة وإمكانية المفاضلة بينها على أساس الكلفة الأقل .
5- الإسراع بالانتهاء من أعمال المحطات التحويلية الحديثة التي تعمل أمانة بغداد على إنشائها حيث يتم كبس النفايات في هذه المحطات في حاويات متخصصة مما يودي الى تقليل كثافة النفايات وكذلك التقليل في حجمها مما يودي إلى تقليل تكاليف النقل وكذلك عدم تأثيرها على البيئة أثناء عملية النقل لأنها حاويات مغلقة .
6- العمل على نشر الوعي البيئي بين المواطنين بضرورة الحفاظ على البيئة وكذلك العمل على توفير الحاويات التخصصية وذلك من اجل العمل على حث المواطنين على عملية الفرز من المصدر وذلك من اجل الاستفادة من المواد التي يمكن اعادة تدويرها. ووضع جدول زمني يتضمن اوقات وصول الكابسات والالتزام بها .
7- تطبق الغرامات على المخالفات البلدية وخاصة المتعلقة بامور النظافة وتفعيل دور القانون .
8- العمل على انشاء معامل لفرز النفايات التي يمكن الاستفادة منها وذلك من خلال دراسة الجدوى من اعادة تدوير النفايات وما هي العوائد التي يمكن الحصول عليها من هذه العملية.

المصادر العربية

اولا :الكتب

1. جابر، عدنان شمخي، حسن، ضوية سلمان ، مقدمة في بحوث العمليات، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد ، بيت الحكمة ،1988 .
2. الجواد، دلال صادق، الفتال، حميد ناصر، بحوث العمليات ،دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، الطبعة العربية ،عمان الأردن، 2008 .
3. السامرائي، حسين الطيف، الأساليب الكمية في اتخاذ القرارات الكمية، دار الهلال ،عمان، الأردن، 1997 .
4. الشمرتي، حامد سعد نور، الزبيدي، علي خليل ، مدخل إلى بحوث العمليات، دار مجدلاوي للنشر والتوزيع، عمان– الأردن، الطبعة الأولى، 2007 .
5. الشمرتي، حامد سعد نور، بحوث العمليات مفهومها و تطبيقها ، مكتبة الذاكرة ، بغداد- الاعظمية ، الطبعة الأولى، 2010 .
6. الفضل، مؤيد عبد الحسين ، مدخل إلى الأساليب الكمية في التسوق تطبيقات في منظمات الاعمال الإنتاجية والخدمية، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة،عمان، الطبعة الأولى ، 2008 .
7. النعيمي، محمد عبد العال، الحمداني، رفاه شهاب، الحمداني، احمد شهاب، بحوث العمليات ، دار وائل للنشر، عمان– الأردن، الطبعة الأولى ، 1999 .

ثانيا: الرسائل و الاطاريح الجامعية

1. علوان ،علاء الدين حسين، تقييم سياسة توزيع السمنت– دراسة كمية لعملية توزيع السمنت في المنشاة العامة لتسويق المواد الإنشائية، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد، ماجستير إدارة أعمال، 1985 .
2. العنبكي، عمار عبد ال حسن، دراسة سلسلة الإمدادات التسويقية لمنتج زيت الوقود باستخدام نماذج النقل، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة بغداد، ماجستير إدارة أعمال، 2010 .

المصادر الأجنبية

1. Gupta & HIRA , " Operations Research " New Delhi: S. CHAND & COMPANY LTD. 2009.
2. Taha , Hamdy A. "Operations Research An Introduction " 8th Ed. New Delhi : Prentice ,Hall of India Private Limited ,2007 .

ثالثاً: الدوريات والبحوث

1. مركز القوة الجوية للهندسة والبيئة ،خطة العراق الوطنية الرئيسية للنفايات الصلبة ،المجلد 2-2 ، تقرير نهائي ، 2007 .

رابعاً: التقارير والمقابلات الشخصية

1. تقارير أمانة بغداد، دائرة المخلفات الصلبة والبيئة، 2010، تقارير غير منشورة .
2. مقابلة شخصية مع السيد رئيس قسم النظافة، دائرة المخلفات الصلبة والبيئة، بتاريخ 2011/2/16 .