

Task 1 – Week 4

29-6-2024

Prepared by:
Eng. Adel Hammas
242001104

Research Issues 1



(RSC811)

Smart Planning of Waste Management System in Saudi Arabia; Challenges and Opportunities

F K Alqahtani¹, Y K Alswailem², A M Alshabragi³ and M A Sherif³

¹ Assistant Professor, Department of Civil Engineering, College of Engineering, King Saud University, P.O.Box 800, Riyadh, 11421, Saudi Arabia. E-mail: bfahad@ksu.edu.sa

² Msc Student, Construction Engineering and Management, Department of Civil Engineering, King Saud University, P.O.Box 800, Riyadh, 11421, Saudi Arabia.

³ Research Assistant, Department of Civil and Environmental Engineering, College of Engineering, The University of Hawai'i at Manoa.

Abstract. Solid waste management is one of the most critical problems facing urban areas worldwide. It is quickly becoming a significant issue in emerging countries with high population growth. Waste collection is a time-consuming procedure requiring enormous sums of money and meticulous logistics management. The amount of household waste produced in Riyadh has fluctuated over the years, with the majority being dumped in landfills instead of using them. This inefficient method of waste disposal has several adverse financial and environmental consequences, as landfills take up a large area of the city and emit foul odors and infections. An innovative waste management system should be adopted to address these difficulties, beginning with waste reduction and trash disposal in modern engineered landfills. Waste management solutions include reducing, reusing, recycling, energy recovery, and disposal. This research will focus on recycling, recovery, and disposal since social awareness campaigns could implement the first two strategies to reduce and reuse waste. The analysis also gives a sufficient cost analysis for the proposed methodology. This study opens new avenues for incorporating the value recovery aspect into garbage collection planning and the use of new data capture technologies that allow municipalities to track the mix of recyclables contained in various trash systems.

1. Introduction

The waste generation production rate in Saudi Arabia is one of the highest rates in the world, and Riyadh has the highest rate of waste production in Saudi Arabia, which is more than 1.5 kg/day per person, and the total amount of waste arriving the landfills every day is approximately 13,300 tons [1]. So, when the term waste is heard, the first thought about it is the used things like plastic, glass, paper, and food which are mainly trash; people usually tend to throw them because they think they have no benefit, and they think this is the ideal solution, but on the other hand, waste can generate revenue. Most of the products' life cycle does not end in the landfill; most of the time, using this product could be the birth and the start of another product, which is what we call recycling. There are many types of waste utilization rather than recycling; this research will focus on recycling waste, recovery of waste, and utilization of modern engineered landfills.

We will analyse the literature to identify research gaps in waste collection problems in smart cities. Various heuristic and non-heuristic approaches for solving routing problems have been proposed in the transportation literature, to name a few research. [2] suggested an Ant Colony System algorithm-based dynamic model for capacitated vehicle routing challenges. [3] offered a heuristic solution for solid waste collection as a recurring truck routing problem. The collected waste can be transferred to some

Introduction

المقدمة

- Research paper selection has been approved and discussed during IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science – 2022.
- F K Alqahtani, Alswailem , Alshabragi, and Sherif
- Research Title :

Smart Planning of Waste Management System in Saudi Arabia; Challenges and Opportunities



الموضوع

01

العنوان

عنوان الورقة البحثية : التخطيط الذكي لنظام إدارة النفايات بالمملكة العربية السعودية، التحديات والفرص

العنوان عام جدا وغير كافي ولا يعكس تفاصيل الدراسة المذكورة والنتائج المرجوة من البحث، ويظهر متغيرين فقط وهم التخطيط الذكي كمتغير مستقل والآخر نظام إدارة النفايات كمتغير تابع، وبدون ذكر العلاقة بينهم او الارتباط سواء بالتأثير، أو الدور، أو التحليل، أو التطبيق، كما أنه لم يوضح نوع النفايات المستهدف بالدراسة ولم يحدد المكان والزمان بشكل دقيق بحيث يفضل ذكر المدينة أو المنطقة أو النطاق البلدي المستهدف بالدراسة. وعلى الرغم من ذكر الجوانب التفصيلية التي سيتطرق لها الباحث في دراسة التحديات والفرص كان يجب أيضا تحديد الفترة الزمنية لإجراء الدراسة سواء كانت خلال سنة، أو خمس سنوات ،أو فصل الصيف ،أو شهور معينة على سبيل المثال شهور الاستهلاك الشرائي وهكذا.

كان بالإمكان تعديل عنوان الدراسة لتصبح (تأثير تطبيق نموذج التخطيط الذكي على نظام إدارة النفايات البلدية بمدينة الرياض – السعودية، التحديات والفرص 2022 – 2023)

Abstract

الملخص

تعتبر إدارة النفايات الصلبة من أهم المشاكل التي تواجه المناطق الحضرية في جميع أنحاء العالم. وسرعان ما أصبحت هذه القضية مهمة في البلدان الناشئة ذات الكثافة السكانية العالية نمو. جمع النفايات هو إجراء يستغرق وقتاً طويلاً ويتطلب مبالغ هائلة من المال والإدارة اللوجستية.

كمية النفايات المنزلية المنتجة في الرياض تقلبت على مر السنين، حيث يتم التخلص من معظمها في مدافن النفايات بدلاً من استخدامها. هذه الطريقة غير الفعالة للتخلص من النفايات لها عدة أضرار مالية وبيئية، حيث إن مدافن النفايات تشغل مساحة كبيرة من المدينة وتنبعث منها روائح كريهة وانبعاثات غازية ضارة. وينبغي اعتماد نظام مبتكر لإدارة النفايات لمعالجة هذه الصعوبات، بداية بالحد من النفايات والتخلص منها في مدافن النفايات الهندسية الحديثة وإدارة المخلفات وتشمل حلول التقليل وإعادة الاستخدام وإعادة التدوير واستعادة الطاقة والتخلص الآمن.

هذا البحث سوف يركز على إعادة التدوير وأعاد الاستخدام والتخلص السليم من النفايات. ويقدم أيضاً تحليلاً كافياً لتكلفة المنهجية المقترحة. تفتح هذه الدراسة آفاقاً جديدة لدمج القيمة بجانب الإدارة في تخطيط جمع البيانات المهمة واستخدام تقنيات التقاط البيانات الجديدة التي تسمح للبلديات بتتبع المواد القابلة لإعادة التدوير الموجودة في أنظمة القمامة المختلفة.

يعد معدل إنتاج النفايات في السعودية من أعلى المعدلات في العالم والرياض لديها أعلى معدل لإنتاج النفايات في السعودية، والذي يزيد عن 1.5 كجم / يوم للشخص الواحد، ويبلغ إجمالي كمية النفايات التي تصل إلى مدافن النفايات يوميا حوالي 13300 طن.

لذلك، عندما عند سماع مصطلح النفايات، أول ما يفكر فيه هو الأشياء المستخدمة مثل البلاستيك والزجاج والورق والمواد الغذائية هي في الأساس قمامة؛ يميل الناس عادة إلى رميها لا اعتقادهم أنه ليس لها أي فائدة، ولكن من ناحية أخرى، يمكن أن تدر النفايات إيرادات عالية. ومعظم المنتجات "لا تنتهي دورة حياتها في مكب النفايات؛ في معظم الأحيان، قد يكون استخدام هذا المنتج هو الولادة والبدية لمنتج آخر، وهو ما نسميه إعادة التدوير. هناك أنواع عديدة من استغلال النفايات من خلال عمليات إعادة التدوير؛ وسيركز هذا البحث على إعادة تدوير النفايات، واسترجاع النفايات، والاستفادة من الوسائل الحديثة في مدافن النفايات الهندسية.

سنقوم بتحليل الأدبيات لتحديد الفجوات البحثية في مشاكل جمع النفايات بطريقة المدن الذكية والتي تستخدم النهج الإرشادي لتعيين مناطق ومسارات جمع القمامة في بلدية بوكيت، تايلند.

أهداف هذا البحث هي: مقارنة الطريقة التقليدية لنظام إدارة النفايات مع نظام الإدارة الذكية بالرياض للخروج بحلول مبتكرة لعمليات الفرز والتجميع والنقل والمعالجة والطمر، لإظهار الفرص المالية المحتملة وتأثير الاستثمار في نظام إدارة النفايات الذكية، وتوضيح الحد من التكلفة التشغيلية في جميع مراحل إدارة النفايات وخاصة مراحل التجميع والنقل.

وفي هذا البحث سوف تتم مقارنة مراحل النظام التقليدي مع مراحل النظام الذكي وإظهار التكنولوجيا الجديدة التي يمكن تنفيذها لتعزيز النظام ومناقشة المزايا والأثر الإيجابي لكل مرحلة. المراحل هي الفصل (الفرز) والجمع والنقل، والمعالجة، والاسترداد، والتخلص. كما نستعرض دراسة حالة لمناقشة الفرق في التكلفة بين نظام إدارة النفايات التقليدي والذكي.

Methodology

منهجية الدراسة

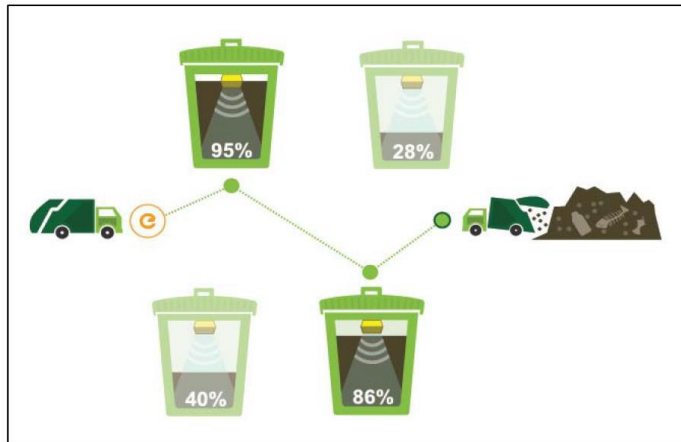
سيقوم البحث بتحليل البيانات من خلال نهج كمي وسيتم التحقق من صحتها عن طريق التثليث. سيتم إجراء مقابلات مع المقاولين وممثلي البلدية في مجال النفايات النظام الإداري. سيتم توزيع استبيان على عينة من سكان مدينة الرياض من مستويات مختلفة لقياس مدى وعيهم ومعرفتهم بإعادة التدوير. وعرض دراسة حالة سوف تقارن تكلفة إدارة النفايات التقليدية بتكلفة الإدارة الذكية بعد التطبيق الحلول الذكية في النظام.

اعتمد الباحث على 5 خطوات رئيسية في منهجية البحث وهي :

- الفرز من المصدر
- آلية التجميع
- طريقة النقل الى المرادم
- طرق المعالجة (إعادة استخدام او إعادة تدوير)
- التخلص الآمن

Methodology

منهجية الدراسة



كما اعتمد الباحث الحلول والتقنيات المقترحة وهي :

- تنفيذ نظام السحب الأرضي بتقنية الضغط الهوائي أو الشفط
- انشاء محطة احتراق محلية لتحويل النفايات الى طاقة
- الفرز من المصدر
- تطبيق نظام انترنت الأشياء (IoT) والحساسات الذكية على الحاويات

Evaluation Criteria

تقييم المعايير

1. تكلفة التنفيذ

تعتمد تكلفة تنفيذ الحل على عدة عوامل مثل توفر التكنولوجيا، والبنية التحتية المطلوبة، والمهارات اللازمة، وما إلى ذلك. وهذا معيار مهم قبل اختيار أي حل. يجب أن تكون النفقات الرأسمالية والنفقات التشغيلية منطقية مقابل الفوائد التي تعود على الموارد المالية والبيئة مجتمعة.

2. الوقت اللازم للتنفيذ

القليل من الحلول يستغرق تنفيذها وقتاً أطول من الحلول الأخرى. الحلول التي تستغرق وقتاً طويلاً في مرحلة التنفيذ عادة ما تكون تحدياً كبيراً

3. توفير الوقت والموارد الرئيسية المطلوبة

من المرجح أن يتم اختيار الحل الذي يوفر أكبر قدر من الوقت والموارد.

بعض الحلول قد لا أن تكون عملية بسبب ارتفاع تكاليف التشغيل، والطقس غير المناسب، والتكنولوجيا غير المتوفرة، وغيرها الكثير الأسباب. سيخضع كل حل لاختبار هذه المعايير. ويبين الجدول التالي 1 تحليل الحلول المقترحة لإعادة تدوير أدوات النفايات من حيث التكلفة، والوقت المطلوب، وتوفير الوقت، وأخيراً، **التطبيق العملي لتنفيذ الحل في منطقة**.

Evaluation Criteria

تقييم المعايير

Table 1. Solutions evaluation according to selected criteria

Solution	Cost	Time Required	Timesaving	Practicality
Pneumatic Chute	SAR 6,400 per dwelling capital expenditure SAR 280 per year per dwelling operational expenditure. [16]	Significant time Infrastructure development Underground tubing Detailed survey	Significant time saving Waste collected in the central collection area Can sort waste at source.	Easy to find experts Require some infrastructural work that can cause problems
Local Combustion Plant / Waste to Energy	2,460 SAR/ton [15]	Moderate time Civil work for construction Building, Furnace, Boiler room and Generators.	Significantly quick in getting rid of waste No change in waste collection	Easy to find experts It increases pollution, which can be a problem
Off-site Sorting	400 SAR/ton [16]	Moderate time	Great time saver Sorted waste easy for recycling, combusting or selling	Easy to implement, no complications
IoT Enabled Bins	750 SAR/unit Capital cost [17]	Quick to implement Major time in planning Bins are imported and placed	Significantly reduce collection time Smart routes help in collecting properly	The solution is extremely practical and very easy to implement.

Evaluation Criteria

تقييم المعايير

Table 2. Solutions against existing problems

Solution\Problem	Collections Routes	Exposed Bins	Data Collection	Material Sorting
Pneumatic Chute	✓	✓	✓	✓
Local Combustion Plant / Waste to Energy	×	×	×	×
Off-site Sorting	✓	×	×	✓
IoT Enabled Bins	✓	✓	✓	✓

After forming the required scenarios, an objective judgment is needed to select the best scenario as per table 3.

Evaluation Criteria

تقييم المعايير

لاختيار سيناريو واقتراحه، من المفيد تصنيف كل حل مقابل المشكلات التي تحتاج إلى حل كما هو موضح في الجدول 2؛ أولاً، يعمل نظام المزلق الهوائي على تقليل طرق التجميع إلى ما يقرب من 99%، ويتم تغطية الصناديق بالكامل ويمكن وضعها تحت الأرض، ويوفر بيانات أكثر من النظام الحالي، كما يتوفر فرز المواد في الموقع وخارجه. ثانيًا، تعمل الصناديق الممكنة لإنترنت الأشياء على تقليل مسارات التجميع بحوالي 80%، وتتم تغطية الصناديق بالكامل، وتوفر بيانات أكثر من النظام الحالي، كما يتوفر الفرز في الموقع. وأخيرًا، للوصول إلى معدلات إعادة تدوير أعلى، ستوفر مصانع الفرز خارج الموقع نجاحًا أكبر في فرز المواد ومعالجتها.

Table 3. Objective judgment for the best scenario in Riyadh

Scenario	Implementation time	Practicality	Benefit-Cost ratio	Sustainability Improvement
Pneumatic Chute System	High	Medium	Failed	Good
IoT Enabled Bins	Low	High	Passed	Good
IoT Enabled Bins + Off-site sorting plants	Medium	High	Passed	Better

بعد تقييم كل حل مع مراعاة المشكلات التي تواجهها مدينة الرياض، يوصى الباحث بتنفيذ حل استخدام الحساسات الذكية على الحاويات مع الفرز خارج الموقع إذا كان هناك رأس مال كافٍ للاستثمار؛ إذا لم يكن الأمر كذلك، فهو يوصى بتنفيذ الحاويات التي تدعم إنترنت الأشياء ثم تنفيذ خطة الفرز خارج الموقع لاحقاً.

Case Study

دراسة الحالة البحثية

تناقش دراسة الحالة هذه **تخفيض التكلفة** إذا تم تنفيذ حلول التجميع الذكية حيث ستوضح مقدار الأموال التي يمكن توليدها إذا تم استخدام إعادة تدوير النفايات في الرياض. يوجد في الرياض **حوالي 1400 مركبة** تقوم بجمع النفايات يومياً؛ العقد السنوي للنفايات وتبلغ تكلفة **التجميع 500,000,000 ريال سعودي**، في حين تبلغ التكلفة اليومية للدورة الواحدة **لكل شاحنة 970 ريال سعودي**. حيث تُظهر أجهزة الكشف في صناديق النفايات في ماليزيا انخفاضاً بنسبة 50٪ في التكلفة المباشرة لجمع النفايات وفي كوريا الجنوبية بنسبة 43٪ ،

لذلك إذا تم تخفيض تكلفة جمع النفايات بنسبة 40٪ بعد تنفيذ النظام الذكي وتم اعتماد نظام مراقبة صناديق النفايات، وستكون تكلفة الدورة لكل **شاحنة 582 ريال سعودي** / يوم مما يجعل التكلفة السنوية **الإجمالية 297,402,000 ريال** وهي أقل بنسبة 40٪ من الطريقة التقليدية (500,000,000 ريال).

الخاتمة والتحديات Conclusion and Challenges

تواجه الرياض أربع مشاكل رئيسية في نظامها الحالي لإدارة النفائات وهي: طرق التجميع، الصناديق المكشوفة، ونقص جمع البيانات، وفرز المواد. بعد البحث في قصص النجاح السابقة لمدن مثل برشلونة وفيلادلفيا ونيويورك وغيرها، تم جمع عدة حلول، وتم تقييم الحلول في جوانب مختلفة، تم اختيار ثلاثة سيناريوهات: السحب الهوائي، ثانياً. تمكين إنترنت الأشياء من صناديق النفائات، وثالثاً. صناديق النفائات الممكنة لإنترنت الأشياء معاً مع محطات الفرز خارج الموقع. السيناريو الموصى به هو تنفيذ الحل تقنية إنترنت الأشياء مع الفرز خارج الموقع إذا كان هناك رأس مال كافٍ للاستثمار؛ إذا لم يكن الأمر كذلك، فمن المستحسن تنفيذ الصناديق الممكنة لإنترنت الأشياء ثم تنفيذها خطة الفرز خارج الموقع في مرحلة لاحقة. ومع ذلك، من المهم ملاحظة التحديات التي قد تواجهها الرياض في تنفيذ هذه السيناريوهات: الاستثمار الأولي، وتعطيل البنية التحتية، وتوفير الموارد التكنولوجية وإشراك المجتمع.

1. **الاستثمار الأولي:** أي نظام يتم تنفيذه على مستوى الدولة أو حتى في مدينة كبرى تتطلب استثمارات بملايين الريالات السعودية. يجب أن تتم الموافقة على المشروع من قبل وزارة المالية وأن يكون المدرجة في ميزانية العام.
2. **البنية التحتية:** قد تتطلب الحلول مثل المزلق الهوائية تفكيكها بشكل عام أو حتى الممتلكات الخاصة والبنية التحتية. سيتطلب التنفيذ في مدينة متقدمة التخطيط لإعادة التجميع والموافقات قبل بدء العمل الفعلي. يمكن أن تشكل بعض التحديات الكبيرة من الناحية التشغيلية. يمكن حتى تعطيل تدفقات حركة المرور في وقت واحد.
3. **الموارد التكنولوجية:** تنفيذ وصيانة الحلول القائمة على إنترنت الأشياء، والتدريب المحلي ستكون هناك حاجة إلى موارد للصيانة. الاستثمار في التكنولوجيا سيكون أمراً لا مفر منه، وسوف تكون تكلفة ذلك الخوادم، والشبكات، وما إلى ذلك، ستكون عالية.
4. **المشاركة المجتمعية:** يمكن لأي نظام أن يفشل إذا لم يقوم المجتمع بدوره. ويجب تثقيف الجماهير للقيام بدورها في إدارة النفائات لأنها المصدر.



مجموعة جامعة
الجميع الذكية
للتعليم القابضة

MIDOCEAN
UNIVERSITY



Thank You

