

Developing the optimal waste management scenario (case study: Tehran province)

Alireza Habibi

MS.c graduated, a Faculty of Environment, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran

Omid Bamshad*

Concrete and construction materials Lab. expert, department of Civil engineering, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.

Mohsen Keshavarz Turk

Assisstand professor, Institute For Trade Studies and Research, Tehran, Iran

Mostafa Keshavarz Turk

Ph.D, Faculty of Entrepreneurship, University of Tehran, Tehran, Iran.

Sheyda Salehi

MS. graduated, Department of Civil Engineering, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.

توسعه سناریو بهینه مدیریت پسماند (مطالعه موردی: شهر تهران)

علیرضا حبیبی

کارشناسی ارشد، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

امید بامشاد*

کارشناس آزمایشگاه بتن و مصالح ساختمانی، گروه عمران، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران

محسن کشاورز ترک

استادیار، موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، تهران، ایران

مصطفی کشاورز ترک

دکتری، دانشکده کارآفرینی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

شیددا صالحی

کارشناسی ارشد، گروه مهندسی عمران، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.

*Corresponding author's email address:

omid.bamshad@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۰۵، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۲۳

How to cite this article:

Alireza Habibi, Omid Bamshad, Mohsen Keshavarz Turk, Mostafa Keshavarz Turk, Sheyda Salehi, Presenting the optimal waste management scenario (case study: Tehran province), *Journal of Engineering and Construction Management (JECM)*, 2023; 8(1):37-42.

ارجاع به مقاله:

علیرضا حبیبی، امید بامشاد، محسن کشاورز ترک، مصطفی کشاورز ترک، شیددا صالحی، ارائه سناریو بهینه مدیریت پسماند (مطالعه موردی: شهر تهران)، *مهندسی و مدیریت ساخت*، ۱۴۰۲؛ ۸(۱): ۳۷-۴۲.

Abstract

With the increasing population and decreasing of earth's resources and the pollution of water, soil and air in the last few decades, environmental problems have become more visible than before. One of these problems is the excessive use of resources and excessive production of waste. Therefore, important measures have been taken in this field in recent decades, which are mostly offered in engineering and waste management. One of the important management strategies that have been implemented in this field is source reduction (reduction of produced waste in order to preserve resources and reduce waste) as the main goal and in the next stages recycling waste into the life cycle and preventing its burial through Material-energy recycling. WARM model (waste reduction model) is a tool for managers in this field, which is a road map for managers who make decisions for the future of waste management of a city or a country. This model is able to compare different management scenarios with the current situation. In this study, a proposed plan for the waste management of Tehran province for a 20-year perspective is presented in order to reduce the landfill by 30%. All input items are the default WARM model, and according to the available information and schematically, after examining several scenarios with regard to the composition of Tehran's waste and comparing them, a decision has been made about the optimal scenario.

Keywords

Waste management, waste reduction model, Tehran province, life cycle assessment.

چکیده

با افزایش روز افزون جمعیت و کاهش منابع کره زمین و آلودگی آب-خاک و هوا در چند دهه اخیر معضلات محیط زیستی بیش از پیش نمایان شده است. یکی از این معضلات استفاده بیش از حد از منابع و تولید بیش از حد پسماند می‌باشد. از این رو اقدامات مهمی در این زمینه در دهه‌های اخیر صورت گرفته که در غالب مهندسی و مدیریت پسماند عرضه می‌شود. از استراتژی‌های مهم مدیریتی که در این زمینه صورت گرفته می‌توان به کاهش از مبدأ (کاهش زباله تولیدی در جهت حفظ منابع و کاهش زباله) به عنوان اصلی ترین هدف و در مراحل بعد باز چرخانی زباله به چرخه حیات و جلوگیری از دفن آن از طریق بازیافت ماده-انرژی می‌باشد. مدل WARM (waste reduction model) ابزاری برای مدیران این زمینه می‌باشد که به عنوان نقشه راه برای مدیرانی می‌باشد که برای آینده مدیریت پسماند یک شهر و یا یک کشور تصمیم‌گیری می‌کنند. این مدل قادر به مقایسه سناریوهای مختلف مدیریتی با وضع موجود می‌باشد. در این مطالعه طرح پیشنهادی برای مدیریت پسماند شهر تهران برای یک چشم انداز ۲۰ ساله به منظور کاهش ۳۰ درصدی دفن زباله ارائه شده است. همه موارد ورودی اطلاعات پیش فرض مدل WARM می‌باشد و با توجه به اطلاعات موجود و به صورت شماتیک به بررسی چند سناریو مختلف با توجه به ترکیب پسماند تهران و مقایسه آن‌ها با هم، تصمیم‌گیری درمورد سناریو بهینه انجام شده است.

کلمات کلیدی

مدیریت پسماند، مدل کاهش زباله، شهر تهران، ارزیابی چرخه حیات.



8 (1) , 2023

دوره ۸، شماره ۱

تابستان ۱۴۰۲

دوفصلنامه پژوهشی



می‌شود. در این قسمت فرض شده است که پسماند ورودی از ترکیبی از مواد بازیافتی و مواد خام تشکیل شده است.

بخش اول قسمت پنجم به بررسی استحصال گاز از لندفیل می‌پردازد. در این مطالعه حالتی در نظر گرفته شده است که گاز لندفیل استحصال می‌شود (LFG recovery). بخش دوم قسمت پنجم مدل مربوط به زمانی است که گاز لندفیل استحصال شده است. در این مطالعه فرض شده است که گاز متان استحصال شده از لندفیل به انرژی تبدیل می‌شود (recovery energy).

بخش اول قسمت ششم مربوط به نرخ فساد پذیری زباله می‌باشد که سالانه محاسبه می‌شود و مربوط به پسماند اورگانیک لندفیل می‌باشد. با افزایش رطوبت نرخ فساد پذیری افزایش می‌یابد و در این مدل فاکتور بارندگی دیده شده است و دسته بندی بر اساس بارش سالانه می‌باشد. بر این اساس این مدل لندفیل‌ها به چهار دسته خشک (بارندگی کمتر از ۲۵ اینچ در سال در محل لندفیل)، معمولی (بارندگی بیش از ۲۵ اینچ در سال در محل لندفیل)، تر (نفوذ آب زیاد در محل لندفیل) و بیوراکتور (کنترل رطوبت به ۴۰ درصد به منظور افزایش نرخ فساد پذیری) تقسیم شده است. در این مطالعه نرخ فساد پذیری بصورت پیش فرض برابر با ۰.۴٪ در نظر گرفته شده است.

بخش دوم قسمت ششم مربوط به زمانی می‌باشد که گاز لندفیل استحصال می‌شود و کارایی لندفیل در جهت میزان استحصال گاز مشخص می‌شود. طبقاً هرچه نرخ فساد پذیری بیشتر و مقدار ماده فساد پذیر بیشتر باشد کارایی لندفیل بهتر و میزان گاز استحصال شده بیشتر می‌باشد. این بخش نیز به صورت پیش فرض در نظر گرفته می‌شود.

قسمت هفتم مربوط به مسافتهای حمل و نقل می‌باشد. مدل برای مسافتهای پیمایش کامیونهای پسماند تا مراکز مورد نظر (لندفیل- زباله‌سوز، محل بازیافت و کمپوست) به صورت پیش فرض ۲۰ کیلومتر را در نظر گرفته است و در این مطالعه نیز از همین مقدار استفاده شده است. بخش هشتم مدل نیز مربوط به نام سازمان، تاریخ شروع و پایان پروژه و نام تحلیل گر می‌باشد.

۳- سناریوهای پیشنهادی

با توجه مطالعات صورت گرفته بر روی پسماند ورودی سایت آرادکوه کهریزک، پسماند ورودی به هفده بخش مجزا تقسیم می‌شود. در این تحقیق (غیر میدانی) اجزا پسماند تهران را به شش بخش تقسیم شده و درصد وزنی و وزن آن ملاک قرار داده شده و به صورت تقریبی در مدل هر بخش به زیرمجموعه‌های آن تقسیم شده است. اجزا پسماند و درصد وزنی آن‌ها (بر اساس ترکیب پسماند تهران) در این تحقیق به شرح جدول ۱ است.

نوع پسماند	مقدار (تن)	درصد وزنی
پسماند عالی	۵۱۰۰	۶۸٪
کاغذ	۷۵۰	۱۰٪
پلاستیک و پت	۵۶۲	۷.۵٪
شیشه	۱۸۸	۲.۵٪
فلز	۱۵۰	۲٪
سایر موارد	۷۵۰	۱۰٪

همچنین در جدول ۲ زیرمجموعه‌های ترکیب پسماند ورودی به سایت آرادکوه نشان داده شده است [۷].

Waste type	Mass (%)	Volume (%)	Mass (ton)
wet waste	67.8	26.4	5085
bread	1	2.7	75
soft plastic	2.2	14.8	165
hard plastic	0.6	4	45
PET	0.7	9.7	52.5
plastic bags	6.2	16.8	465
paper	4.4	4	330
paper(card board)	3.7	5.1	277.5
ferrous metals	1.6	1.1	120
non-ferrous metals	0.2	0.1	15
fabric (textile)	3.4	9.4	255
glass	2.4	2.2	180
wood	1.7	1.5	127.5
tiers	0.7	0.6	52.5
leather	0.6	0.4	45
dust & rubble	1.3	0.6	97.5
special waste (health care waste)	1.6	0.7	120
total	100	100	7507.5

در سایت آرادکوه زباله‌سوز و کارخانه کمپوست فعال می‌باشد. اما از آنجایی که جداسازی عملاً وجود ندارد و کمپوست تولیدی از کیفیت لازم برخوردار نیست و سرنوشت نهایی آن نیز دهن می‌باشد و با توجه به ظرفیت بسیار پایین زباله‌سوز در مقایسه با حجم زباله تهران در سناریو موجود این دو بخش را در نظر نگرفته و فرض بر این است که سرنوشت نهایی کل پسماند تهران دهن می‌باشد (سناریو موجود ۱۰۰٪ پسماند دهن می‌شود). بر این اساس ده سناریو مختلف در جهت کاهش ۳۰ درصدی سهم لندفیل بررسی شده و با سعی و خطا بین گزینه‌های مختلف (کمپوست، زباله‌سوز، بازیافت، کاهش از مبدا) گزینه بهینه انتخاب می‌شود. در جداول ۳ الی ۱۴ جزئیات ده سناریو پیشنهادی شرح داده شده است (مجموع حالات مختلف برای تمامی اجزا با توجه به درصد وزنی آن در مجموع منجر به کاهش ۳۰ درصدی از سهم دهن خواهد شد). اعداد این جداول برحسب درصدی از کل پسماند مورد نظر می‌باشد. در سناریو سوم مقدار بازیافت بعد از کاهش از مبدا در نظر گرفته شده است (۱ و ۲ مقایسه تاثیر بازیافت و کاهش از مبدا و سناریو سوم تاثیر هردو آن‌ها به صورت توأم می‌باشد).

جدول ۳ سناریو اول

بازیافت	کمپوست	زباله‌سوز	کاهش از مبدا
-	۳۰	-	-
-	-	-	۶۰
-	-	-	۳۰
-	-	-	۴۰
-	-	-	۵۰

جدول ۴ سناریو دوم

بازیافت	کمپوست	زباله‌سوز	کاهش از مبدا
-	۳۰	-	-
-	-	-	۶۰
-	-	-	۳۰
-	-	-	۴۰
-	-	-	۵۰

جدول ۱۲ سناریو دهم

پسماند تر	بازیافت	کمیپوست	زباله‌سوز	کاهش از مبدا
-	-	۲۰	-	-
کاغذ	۴۰	-	۴۰	-
پلاستیک و	۳۵	-	۳۵	-
شیشه	۴۰	-	۴۰	-
فلز	۲۵	-	۲۵	-

جدول ۱۳ سناریو یازدهم

پسماند تر	بازیافت	کمیپوست	زباله‌سوز	کاهش از مبدا
-	-	۲۰	-	-
کاغذ	-	-	۵۰	۴۰
پلاستیک و	-	-	۷۰	۶۰
شیشه	-	-	۷۰	۴۰
فلز	-	-	۱۰۰	۵۰

جدول ۱۴ سناریو دوازدهم

پسماند تر	بازیافت	کمیپوست	زباله‌سوز	کاهش از مبدا
-	-	-	۲۰	-
کاغذ	-	-	۸۰	-
پلاستیک و	-	-	۷۰	-
شیشه	-	-	۸۰	-
فلز	-	-	۵۰	-

در شش حالت فوق به بررسی تاثیر زباله‌سوز پرداخته شده و به صورت تک و مقایسه ای با حالت‌های مختلف اقدام به تصمیمی گیری روی این پارامتر پرداخته شده است. در جدول ۱۵ قسمت اول وضعیت موجود تهران (به صورت تقریبی) مشاهده می‌شود که در تمام ۱۲ حالت ثابت می‌باشد و در جدول ۱۶ قسمت دوم حالت اول از ۱۲ حالت بالا وارد شده است که متغیر می‌باشد.

جدول ۱۵ وضعیت موجود تهران

Material	Tons Recycled	Tons Landfilled	Tons Combusted	Tons Composted	Tons Anaerobically Digested	Tons Generated
Aluminum Cans	400			NA	NA	400
Aluminum Ingot		400		NA	NA	400
Steel Cans	400			NA	NA	400
Copper Wire	300			NA	NA	300
Glass	1500			NA	NA	1500
HDPE	4000			NA	NA	4000
LDPE	NA			NA	NA	0.0
PET		1500		NA	NA	1500
LLDPE	NA			NA	NA	0.0
PP	NA			NA	NA	0.0
PS	NA			NA	NA	0.0
PVC	NA			NA	NA	0.0
PLA	NA			NA	NA	0.0
Corrugated Containers				NA	NA	0.0
Magazines/Third-class Mail				NA	NA	0.0
Newspaper				NA	NA	0.0
Office Paper				NA	NA	0.0
Phonebooks				NA	NA	0.0
Textbooks				NA	NA	0.0
Dimensional Lumber				NA	NA	0.0
Medium-density Fiberboard				NA	NA	0.0
Food Waste (non-meat)	NA	15000				15000
Food Waste (meat only)	NA	15000				15000
Beef	NA					0.0
Poultry	NA					0.0
Grains	NA					0.0
Bread	NA					0.0
Fruits and Vegetables	NA	15000				15000
Dairy Products	NA					0.0
Yard Trimmings	NA	5000				5000
Grass	NA					0.0
Leaves	NA					0.0
Branches	NA					0.0
Mixed Paper (general)		7500		NA	NA	7500

۴- تحلیل نتایج مدل

در تشریح حالت اول و حالت موجود تمامی مراحل ارائه شده است، ولی در یازده حالت بعد فقط خروجی مدل کفایت می‌کند. تمامی مراحل پیش فرض‌های تنظیمات مدل می‌باشد. خلاصه گزارش مربوط به انتشار CO₂ سناریو موجود در جدول ۱۷ مشاهده می‌شود.

جدول ۵ سناریو سوم

پسماند تر	بازیافت	کمیپوست	زباله‌سوز	کاهش از مبدا
-	-	۳۰	-	-
کاغذ	۳۰	-	-	۳۰
پلاستیک و	۳۰	-	-	۱۵
شیشه	۲۵	-	-	۲۰
فلز	۳۰	-	-	۲۵

جدول ۶ سناریو چهارم

پسماند تر	بازیافت	کمیپوست	زباله‌سوز	کاهش از مبدا
-	-	۲۰	-	-
کاغذ	-	-	-	۸۰
پلاستیک و	-	-	-	۷۰
شیشه	-	-	-	۸۰
فلز	-	-	-	۵۰

جدول ۷ سناریو پنجم

پسماند تر	بازیافت	کمیپوست	زباله‌سوز	کاهش از مبدا
-	-	۲۰	-	-
کاغذ	۸۰	-	-	-
پلاستیک و	۷۰	-	-	-
شیشه	۸۰	-	-	-
فلز	۵۰	-	-	-

جدول ۸ سناریو ششم

پسماند تر	بازیافت	کمیپوست	زباله‌سوز	کاهش از مبدا
-	-	۲۰	-	-
کاغذ	۵۰	-	-	۴۰
پلاستیک و	۷۰	-	-	۶۰
شیشه	۷۰	-	-	۴۰
فلز	۱۰۰	-	-	۵۰

در سه سناریو فوق همچنان به بررسی بازیافت و کاهش از مبدا پرداخته شده است اما تاثیر کاهش میزان کمیپوست در نظر گرفته می‌شود. به عبارتی در ۶ حالت فوق به مقایسه این سه روش اساسی پرداخته شده است.

جدول ۹ سناریو هفتم

پسماند تر	بازیافت	کمیپوست	زباله‌سوز	کاهش از مبدا
-	-	۳۰	۱۵	-
کاغذ	-	-	-	-
پلاستیک و	-	-	-	-
شیشه	-	-	-	-
فلز	-	-	-	-

جدول ۱۰ سناریو هشتم

پسماند تر	بازیافت	کمیپوست	زباله‌سوز	کاهش از مبدا
-	-	۲۰	۲۵	-
کاغذ	-	-	-	-
پلاستیک و	-	-	-	-
شیشه	-	-	-	-
فلز	-	-	-	-

جدول ۱۱ سناریو نهم

پسماند تر	بازیافت	کمیپوست	زباله‌سوز	کاهش از مبدا
-	-	۲۰	-	-
کاغذ	-	-	-	۸۰
پلاستیک و	-	-	-	۷۰
شیشه	-	-	-	۸۰
فلز	-	-	-	۵۰

این تحقیق از هیچگونه حمایت مالی‌ای برخوردار نبوده است.

۹- مراجع

- [1] Ding, Z. , et al. , A system dynamics-based environmental performance simulation of construction waste reduction management in China. Waste management, 2016. 51: p. 130-141.
- [2] Containers, P. and N. -D. Good, Documentation for greenhouse gas emission and energy factors used in the waste reduction model (WARM) . 2016.
- [3] Hassan, M. H. H. A. and N. Kasmuri, Assessment of CO2 emission and energy reduction on solid waste in jeram landfill using warm analysis. International Journal of Integrated Engineering, 2019. 11 (۱) .
- [4] D'Amato, A. , S. Mancinelli, and M. Zoli, Two Shades of (Warm) Glow: multidimensional intrinsic motivation, waste reduction and recycling. SEEDS Working Papers 2114, SEEDS, Sustainability Environmental Economics and Dynamics Studies, 2014.
- [5] Vergara, S. E. , A. Damgaard, and A. Horvath, Boundaries matter: greenhouse gas emission reductions from alternative waste treatment strategies for California's municipal solid waste. Resources, Conservation and Recycling, 2011. 57: p. 87-97.
- [6] EPA, U. , Documentation for greenhouse gas emission and energy factors used in the waste reduction model (WARM) . United States Environmental Protection Agency, 2020: p. 1990-2018.
- [7] Akbarpour Shirazi, M. , et al. , Mathematical modeling in municipal solid waste management: case study of Tehran. Journal of Environmental Health Science and Engineering, 2016. 14: p. 1-12.

• با مقایسه سناریوهای نهم، دهم و یازدهم با سناریوهای چهارم، پنجم و ششم می‌توان به بهینه بودن کمپوست نسبت به زباله‌سوز پی برد. همچنین از مقایسه سناریوهای ششم و دهم می‌توان دریافت که برای پسماند غیراورگانیک، زباله‌سوز از کاهش از مبدا بهتر است.

• از مقایسه سناریوهای پنجم و دوازدهم می‌توان دریافت که برای پسماند غیراورگانیک، بازیافت از زباله‌سوز بهتر است.

به طور خلاصه می‌توان نتیجه گرفت که با توجه به انتشار گازهای گلخانه‌ای، اولویت برای کاهش ۳۰ درصدی برای پسماند اورگانیک به ترتیب کمپوست و زباله‌سوز و برای پسماند غیراورگانیک به ترتیب بازیافت، زباله‌سوز و کاهش از مبدا می‌باشد. همچنین با در نظر گرفتن تمامی عوامل از جمله نگاه توسعه پایدار به طبیعت، به ترتیب گزینه کاهش از مبدا و بازیافت بهترین گزینه در مدیریت پسماند است. این دو گزینه حیاتی ارکان اصلی شکل‌گیری تفکر اقتصاد چرخشی و عدم استفاده از لندفیل است.

۶- تعارض منافع

نویسندگان هیچ گونه تضاد منافی ندارند.

۷- سهم نویسندگان

نویسندگان به صورت مساوی در نگارش مقاله نقش داشته‌اند.

۸- حمایت مالی



8 (1) , 2023

دوره ۸، شماره ۱

تابستان ۱۴۰۲

دوفصلنامه پژوهشی



COPYRIGHTS

©2023 by the authors. Published by **Journal of Engineering & Construction Management (JECM)**. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)