

# Innovative Solutions for Waste Management and Recycling in Cities

Farrokh. Tahmasebi<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> PhD in Geography and Urban Planning, Faculty of Literature and Humanities, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil., Iran

\* Corresponding author email address: FarrokhTahmasebi@uma.ac.ir

### Article Info

#### Article type:

Original Research

#### How to cite this article:

Tahmasebi, F. (2023). Innovative Solutions for Waste Management and Recycling in Cities. *Journal of Technology in Entrepreneurship and Strategic Management*, 2(3), 6-17.



© 2023 the authors. Published by KMAN Publication Inc. (KMANPUB), Ontario, Canada. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

### ABSTRACT

This study aims to explore and analyze innovative approaches to waste management and recycling in urban settings, focusing on the application of new technologies, citizen participation, and collaborative efforts. A qualitative research design was employed, utilizing semi-structured interviews as the primary method of data collection. Participants included experts, city managers, environmental activists, and individuals with experience and knowledge in waste management and related technologies. Content analysis was conducted to identify main themes, subthemes, and related concepts. The analysis revealed five main themes: New Technologies in Recycling, Citizen Participation, Sustainable Waste Management, Circular Economy, and Culture and Society. These themes encompassed various subthemes such as Artificial Intelligence, Robotics, Internet of Things (IoT) for New Technologies in Recycling; Education and Culture-Building, Rewards and Incentives, and Community Initiatives for Citizen Participation; and Government Policies, Infrastructure, and Waste Reduction Strategies for Sustainable Waste Management, among others. The study highlights the importance of adopting multidimensional approaches to waste management that incorporate technology, community engagement, and inter-sectoral collaboration. It underscores the potential of innovative technologies and citizen participation in enhancing recycling processes and promoting sustainable urban development.

**Keywords:** Waste Management, Recycling, Urban Sustainability, New Technologies, Citizen Participation, Circular Economy.

## Introduction

The issue of waste management has become increasingly critical in urban environments, driven by rapid population growth and urbanization. As cities expand, the volume of waste generated escalates, posing significant challenges for effective collection, recycling, and disposal. This is evident in both urban and rural settings, as highlighted by Boateng et al. (2016), who noted stark differences in waste management practices between these areas in Ghana (Boateng et al., 2016). Innovative approaches and cross-sector collaborations are essential to transform these challenges into sustainable development opportunities. Gutberlet (2012) emphasized the role of informal and cooperative recycling as strategies for poverty reduction, demonstrating how such initiatives can improve the livelihoods of waste collectors (Gutberlet, 2012). The present study aims to explore and analyze innovative solutions for waste management and recycling in urban areas, focusing on new technologies, citizen participation, and collaborative efforts.

## Methods and Materials

This research employed a qualitative design, utilizing semi-structured interviews as the primary data collection method. Participants included experts, city managers, environmental activists, and individuals with experience and knowledge in waste management and related technologies. A purposive sampling method ensured the inclusion of diverse perspectives. The interview guide comprised open-ended questions to elicit detailed responses and allow for follow-up questions based on participants' answers. The collected data were transcribed and subjected to qualitative content analysis to identify main themes, subthemes, and related concepts. Techniques such as repeat interviews and cross-comparison of data enhanced the reliability and validity of the findings.

## Findings

The analysis identified five main themes: New Technologies in Recycling, Citizen Participation, Sustainable Waste Management, Circular Economy, and Culture and Society.

### New Technologies in Recycling:

**Artificial Intelligence (AI):** AI applications, including predictive algorithms and image recognition for waste sorting, significantly enhance the accuracy and efficiency of recycling processes. Participants noted that machine learning algorithms could improve waste separation precision.

**Robotics:** The use of robots in waste collection and sorting reduces the need for manual labor and increases operational efficiency. Robots are capable of sophisticated sorting and collection tasks that are otherwise labor-intensive.

**Internet of Things (IoT):** IoT technologies facilitate smart waste management, including optimized collection routes and real-time monitoring of waste levels through sensor data. These technologies help in reducing operational costs and improving environmental monitoring.

### Citizen Participation:

**Education and Culture-Building:** Educational programs in schools, community campaigns, and digital content can raise awareness about recycling and promote sustainable behaviors. Workshops and webinars were highlighted as effective tools for engaging the public.

**Rewards and Incentives:** Systems that reward recycling behaviors, such as point systems and discount programs, motivate citizens to participate actively in recycling efforts. Financial incentives and green points were mentioned as successful motivators.

**Community Initiatives:** Local recycling projects and volunteer activities play a crucial role in fostering a recycling culture within communities. Social media networks and environmental groups facilitate information exchange and collective action.

**Sustainable Waste Management:**

**Government Policies:** Strict recycling regulations, financial support for green technologies, and comprehensive waste management strategies are vital for sustainable practices. Governmental support was deemed essential for enforcing recycling norms.

**Infrastructure:** Innovative collection systems, smart recycling stations, and advanced recycling facilities improve access to recycling and enhance the overall waste management infrastructure.

**Waste Reduction Strategies:** Promoting eco-friendly products, reducing packaging, and encouraging reuse and resale can significantly lower waste generation. These strategies contribute to a circular economy by minimizing resource wastage.

**Circular Economy:**

**New Business Models:** Startups and green enterprises focusing on recycling and shared economy platforms drive the circular economy forward. These businesses innovate sustainable products and services, reducing environmental impact.

**Product Development:** Designing products with sustainability in mind and incorporating recycled materials into production processes are key to creating durable and low-carbon products.

**Sustainable Development:** Circular economy practices, such as resource conservation and greenhouse gas reduction, contribute to overall sustainability and environmental protection.

**Culture and Society:**

**Attitudes and Perceptions:** Changing public attitudes towards recycling through cultural and educational efforts is crucial. Media campaigns and public awareness programs play a significant role in shaping environmental consciousness.

**Community Engagement:** Collective activities, NGO involvement, and social networks foster community participation in environmental initiatives. Creating active local groups helps sustain long-term recycling efforts.

**Social Impacts:** Enhancing public health, increasing environmental awareness, and fostering a sense of social responsibility are key benefits of effective waste management practices.

## **Discussion and Conclusion**

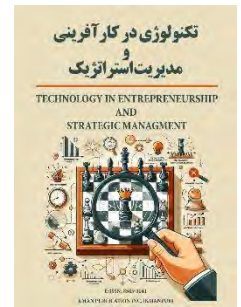
This study underscores the importance of adopting a multifaceted approach to waste management, integrating advanced technologies, citizen engagement, and cross-sector collaboration. The findings align with previous research, such as Oyake-Ombis et al. (2015), which highlighted the potential of AI and robotics in optimizing waste management processes (Oyake-Ombis et al., 2015). Additionally, the study reinforces the necessity of citizen participation through education and incentives, echoing Gutberlet's (2012) findings on the socio-economic benefits of cooperative recycling.

Moreover, the study highlights the critical role of government policies and infrastructure in achieving sustainable waste management, supporting the insights of Vasconcelos et al. (2021) on collaborative process design (Vasconcelos et al., 2021). The integration of informal waste collectors into formal systems, as suggested by Rutkowski and Rutkowski (2015), is crucial for improving recycling rates and living conditions (Rutkowski & Rutkowski, 2015).

Future research should expand geographically and include more participants to enhance generalizability. Quantitative methods could complement the qualitative findings, providing a more comprehensive evaluation of waste management strategies' effectiveness. Long-term studies on the environmental and social impacts of these strategies would also be valuable.

In conclusion, the research emphasizes the need for comprehensive and innovative waste management solutions that leverage technology, community engagement, and collaborative efforts. By fostering a circular economy and promoting sustainable practices, cities can improve residents' quality of life and protect the environment for future generations.





## راهکارهای فناورانه برای مدیریت و بازیافت پسماند در شهرها

فرخ طهماسبی<sup>۱</sup>

۱. دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

\*ایمیل نویسنده مسئول: FarrokhTahmasebi@uma.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله

پژوهشی اصیل

نحوه استناد به این مقاله:

طهماسبی، فرخ. (۱۴۰۲). راهکارهای فناورانه برای مدیریت و بازیافت پسماند در شهرها. *تکنولوژی در کار آفرینی و مدیریت استراتژیک*، ۲(۳)، ۱۷-۶.



© ۱۴۰۲ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده است. انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY 4.0) صورت گرفته است.

این مطالعه با هدف بررسی و تحلیل راهکارهای نوآورانه در مدیریت و بازیافت پسماند در محیط‌های شهری، با تمرکز بر کاربرد فناوری‌های جدید، مشارکت شهروندان، و تلاش‌های مشترک انجام شده است. از یک طرح تحقیق کیفی استفاده شد، که در آن مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته به عنوان اصلی‌ترین روش جمع‌آوری داده‌ها به کار رفت. شرکت‌کنندگان شامل کارشناسان، مدیران شهری، فعالان محیط زیست، و افرادی با تجربه و دانش در زمینه مدیریت پسماند و فناوری‌های مرتبط بودند. تجزیه و تحلیل محتوا برای شناسایی مضامین اصلی، مضامین فرعی و مفاهیم مرتبط انجام شد. تحلیل داده‌ها پنج مضمون اصلی را آشکار ساخت: فناوری‌های نوین در بازیافت، مشارکت شهروندان، مدیریت پایدار پسماند، اقتصاد چرخشی، و فرهنگ و اجتماع. این مضامین شامل زیرمجموعه‌هایی مانند هوش مصنوعی، رباتیک، اینترنت اشیا برای فناوری‌های نوین در بازیافت؛ آموزش و فرهنگ‌سازی، پاداش و تشویق، و ابتکارات جامعه برای مشارکت شهروندان؛ و سیاست‌های دولتی، زیرساخت‌ها، و استراتژی‌های کاهش تولید پسماند برای مدیریت پایدار پسماند بودند. این مطالعه بر اهمیت به‌کارگیری رویکردهای چندبعدی در مدیریت پسماند تأکید دارد که شامل تکنولوژی، مشارکت جامعه، و همکاری‌های میان بخشی است. این تحقیق پتانسیل فناوری‌های نوآورانه و مشارکت شهروندان را در بهبود فرآیندهای بازیافت و ترویج توسعه پایدار شهری برجسته می‌سازد.

**کلیدواژگان:** مدیریت پسماند، بازیافت، پایداری شهری، فناوری‌های نوین، مشارکت شهروندان، اقتصاد چرخشی.

## مقدمه

در دهه‌های اخیر، مسئله مدیریت پسماند به عنوان یکی از چالش‌برانگیزترین مسائل مواجه با کلان‌شهرها و مناطق روستایی در سراسر جهان شناخته شده است. با افزایش جمعیت و توسعه شهرنشینی، حجم قابل توجهی از پسماندها تولید می‌شود که نیازمند رویکردهای مؤثر و پایدار برای جمع‌آوری، بازیافت و دفع آن‌ها است. این چالش، همانطور که بوتانگ و همکارانش (۲۰۱۶) بیان کردند، در مناطق روستایی و شهری غنا به شکل‌های مختلفی بروز می‌کند، نشان‌دهنده تفاوت‌های چشمگیر در دسترسی به خدمات مدیریت پسماند و رویکردهای بازیافت بین این دو منطقه است (Boateng et al., 2016). رویکردهای نوآورانه و همکاری‌های میان بخش‌های مختلف، از جمله سازمان‌های دولتی، بخش خصوصی و جوامع محلی، ضرورت دارند تا چالش‌های مدیریت پسماند را به فرصت‌هایی برای توسعه پایدار تبدیل کنند. گوتبرلت (۲۰۱۲) بر اهمیت بازیافت غیررسمی و همکاری‌های تعاونی به عنوان استراتژی‌های کاهش فقر تأکید کرده و نشان می‌دهد که چگونه این ابتکارات می‌توانند به افزایش درآمد و بهبود شرایط زندگی برای جمع‌آوران پسماند کمک کنند (Gutberlet, 2012).

با این حال، توانایی دستیابی به سیستم‌های مدیریت پسماند پایدار، مستلزم شناخت عمیق‌تری از تجارب و دیدگاه‌های طیف گسترده‌ای از ذینفعان است. لیساه و همکاران (۲۰۲۱) تجربیات و دیدگاه‌های مدیران و سرپرستان شرکت‌های مدیریت پسماند شهری در غنا را مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که چالش‌های مدیریتی، فنی و مالی چگونه می‌توانند بر توانایی این شرکت‌ها برای ارائه خدمات مؤثر تأثیر بگذارند (Lissah et al., 2021). در حالی که مدیریت پسماند در شهرها و مناطق روستایی با چالش‌های خاص خود روبرو است، فرصت‌هایی نیز برای بهبود و نوآوری وجود دارد. مطالعه‌ای توسط منیوکا و همکاران (۲۰۲۰) بر روی دیدگاه‌های مربوط به چالش‌ها و فرصت‌های استفاده از پسماندهای آلی از طریق کشاورزی شهری در حوزه جنوبی دوربین بحث کرده و نشان می‌دهد که چگونه این رویکردها می‌توانند به بهبود مدیریت پسماند و تقویت امنیت غذایی در مناطق شهری کمک کنند (Menyuka et al., 2020).

نقش فناوری‌های نوین در مدیریت پسماند شهری به شدت در حال ظهور است. تحقیقات نشان داده‌اند که استفاده از فناوری‌هایی مانند هوش مصنوعی، رباتیک و اینترنت اشیا (IoT) می‌تواند به بهبود فرآیندهای جمع‌آوری، تفکیک و بازیافت پسماندها کمک کند (Oyake-Ombis et al., 2015). این فناوری‌ها نه تنها کارایی و دقت فرآیندها را افزایش می‌دهند، بلکه به کاهش هزینه‌ها و تأثیرات زیست‌محیطی نیز منجر می‌شوند. در کنار پیشرفت‌های فناورانه، مشارکت شهروندان در فرآیندهای مدیریت پسماند نقش حیاتی دارد. ایجاد آگاهی و ترویج فرهنگ بازیافت از طریق برنامه‌های آموزشی و ابتکارات تشویقی، می‌تواند به افزایش مشارکت عمومی و تقویت رفتارهای مسئولانه نسبت به محیط زیست کمک کند (Vasconcelos et al., 2021). این امر به نوبه خود، زمینه‌ساز توسعه جوامع پایدار و کاهش فشار بر محیط زیست می‌شود.

با این حال، مدیریت پسماند فقط به مسئله فنی محدود نمی‌شود. چالش‌های اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی نیز باید در نظر گرفته شوند. مطالعات نشان داده‌اند که ادغام جمع‌آوران پسماند غیررسمی در سیستم‌های مدیریت پسماند رسمی می‌تواند به بهبود شرایط زندگی آنها و همچنین افزایش نرخ بازیافت کمک کند (Rutkowski & Rutkowski, 2015). این امر، اهمیت توجه به ابعاد اجتماعی و اقتصادی مدیریت پسماند را نشان می‌دهد و بر ضرورت همکاری‌های فراگیر میان ذینفعان مختلف تأکید می‌کند. علاوه بر این، توسعه اقتصاد چرخشی از طریق مدیریت پسماند، می‌تواند به کاهش هدررفت منابع و افزایش پایداری کمک کند. استفاده مجدد و بازیافت مواد، به کاهش نیاز به منابع جدید و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای منجر می‌شود (Viva et al., 2020). این رویکرد نه تنها برای محیط زیست مفید است، بلکه فرصت‌های اقتصادی جدیدی را نیز فراهم می‌آورد.

در نهایت، مدیریت پایدار پسماند در شهرها به تعامل مؤثر میان فناوری، مشارکت شهروندان، همکاری‌های اجتماعی و اقتصادی، و رویکردهای فرهنگی بستگی دارد. لذا، این پژوهش به دنبال ارائه راهکارهای جامع و عملی برای رویارویی با چالش‌ها و بهره‌برداری از فرصت‌های موجود در زمینه مدیریت پسماند در شهرها است. با تمرکز بر این اهداف، امید است که نتایج این پژوهش بتواند به توسعه راهکارهای نوآورانه و پایدار برای مدیریت پسماندها در شهرها کمک کند، به طوری که به بهبود کیفیت زندگی شهروندان و حفاظت از محیط زیست منجر شود.

## روش پژوهش

پژوهش حاضر به صورت یک مطالعه کیفی انجام شد که در آن از مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته به عنوان روش اصلی جمع‌آوری داده‌ها استفاده شد. این مصاحبه‌ها با هدف درک بهتر و عمیق‌تر از تجربیات، ادراکات و پیشنهادات شرکت‌کنندگان در زمینه مدیریت و بازیافت پسماند در شهرها طراحی گردید. شرکت‌کنندگان در این مطالعه از میان کارشناسان، مدیران شهری، فعالان زیست‌محیطی و سایر افراد دارای تجربه و دانش در زمینه مدیریت پسماند و فناوری‌های مرتبط انتخاب شدند. جهت انتخاب شرکت‌کنندگان، از روش نمونه‌گیری هدفمند استفاده شد تا اطمینان حاصل شود که دیدگاه‌های متنوع و جامعی در مطالعه نمایان شود.

ابزار اصلی جمع‌آوری داده‌ها در این پژوهش، مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته بود. یک دستورالعمل مصاحبه شامل سوالات باز و انعطاف‌پذیر تهیه شد تا مصاحبه‌کننده بتواند بر اساس پاسخ‌های شرکت‌کنندگان، پرسش‌های تکمیلی را مطرح نماید. این رویکرد به جمع‌آوری داده‌های عمیق و فراگیر از تجربیات و دیدگاه‌های شرکت‌کنندگان کمک کرد.

داده‌های جمع‌آوری شده از مصاحبه‌ها ابتدا ترانسکرپت شدند و سپس با استفاده از روش تحلیل محتوای کیفی مورد بررسی قرار گرفتند. این روش به شناسایی، تحلیل و تفسیر الگوها و مضامین موجود در داده‌ها کمک کرد. برای افزایش اعتبار و قابلیت اطمینان یافته‌ها، از تکنیک‌هایی مانند تکرار مصاحبه‌ها و مقایسه‌های متقابل بین داده‌ها استفاده شد.

## یافته‌ها

در این مطالعه، ۲۴ شرکت‌کننده حضور داشتند که از لحاظ جنسیت، تحصیلات و سابقه کاری در زمینه مدیریت پسماند و فناوری‌های نوین، متنوع بودند. از میان شرکت‌کنندگان، ۱۴ نفر (۵۸٫۳ درصد) مرد و ۱۰ نفر (۴۱٫۷ درصد) زن بودند. از نظر میزان تحصیلات، ۸ نفر (۳۳٫۳ درصد) دارای مدرک کارشناسی، ۱۰ نفر (۴۱٫۷ درصد) دارای مدرک کارشناسی ارشد، و ۶ نفر (۲۵ درصد) دارای مدرک دکترا بودند. سابقه کاری شرکت‌کنندگان در زمینه مدیریت پسماند نیز بین ۲ تا ۲۰ سال متغیر بود که نشان‌دهنده تنوع تجربیات و دانش فنی در میان آنها است.

## جدول ۱

نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل کیفی داده‌ها

مفاهیم	مضمون فرعی	مضمون اصلی
الگوریتم‌های پیش‌بینی، تشخیص تصویر برای تفکیک زباله، سیستم‌های توصیه‌گر، اتوماسیون فرآیند بازیافت	هوش مصنوعی	فناوری‌های نوین در بازیافت
ربات‌های جمع‌آوری پسماند، اتوماسیون تفکیک، دستگاه‌های تفکیک پیشرفته، ربات‌های هوشمند برای دسته‌بندی، رباتیک		
ربات‌های شناسایی مواد قابل بازیافت		
مدیریت هوشمند زباله، بهینه‌سازی مسیر جمع‌آوری، سنسورهای سطح پری، سیستم‌های هشدار دهنده، تجزیه و اینترنت اشیاء (IoT)		
تحلیل داده‌های زیست محیطی، نظارت بر کیفیت هوا		

برنامه‌های آموزشی مدارس، کمپین‌های اجتماعی، وبینارها و کارگاه‌های آموزشی، توسعه محتوای دیجیتال، آموزش فرهنگ‌سازی	و	مشارکت شهروندان
برنامه‌های آموزشی برای کودکان		
سیستم‌های امتیازبندی، برنامه‌های تخفیف، جوایز مالی، امتیازات سبز، مشوق‌های فروشگاهی		
پروژه‌های بازیافت محلی، اقدامات داوطلبانه، گروه‌های محلی فعال، شبکه‌های اجتماعی برای تبادل اطلاعات، ابتکارات جامعه کارگروه‌های محیط زیستی		
مقررات سخت‌گیرانه بازیافت، حمایت مالی برای فناوری‌های سبز، سیاست‌های کاهش زباله، برنامه‌های ملی بازیافت، سیاست‌های دولتی		مدیریت پایدار پسماند
استراتژی‌های جامع مدیریت پسماند		
سیستم‌های جمع‌آوری نوآورانه، ایستگاه‌های بازیافت هوشمند، مراکز بازیافت پیشرفته، بهبود دسترسی به امکانات زیرساخت‌ها		
بازیافت، توسعه فضاهای سبز		
استراتژی‌های کاهش مصرف، فروش محصولات بدون بسته‌بندی، ترویج محصولات دوستدار محیط زیست، مبادله و کاهش تولید پسماند		
بازفروش، اصلاح الگوهای مصرفی		
استارت‌آپ‌های بازیافت، پلتفرم‌های اقتصاد مشارکتی، کسب‌وکارهای زیست‌محیطی، مدل‌های کسب‌وکار سبز، توسعه تجارت‌های نوین		اقتصاد چرخشی
محصولات بازیافتی		
طراحی محصولات پایدار، استفاده از مواد بازیافتی در تولید، محصولات ابتکاری بازیافتی، محصولات با دوام طولانی، توسعه محصولات بازیافتی		
محصولات با اثر کربنی کم		
حفظ منابع، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، افزایش کارایی انرژی، پایداری در تولید و مصرف، ترویج فرهنگ پایداری		
پایداری		
تغییر نگرش نسبت به بازیافت، افزایش آگاهی زیست‌محیطی، مبارزه با نگرش‌های منفی، ارتقای فرهنگ پایداری، نگرش‌ها و ادراکات		فرهنگ و اجتماع
تأثیر رسانه‌ها بر نگرش‌ها		
فعالیت‌های جمعی برای پاکسازی محیط، سازمان‌های غیردولتی فعال، شبکه‌سازی اجتماعی برای محیط زیست، مشارکت جامعه		
ایجاد اجتماعات محلی فعال، توسعه فرهنگ مشارکتی		
بهبود سلامت جامعه، افزایش آگاهی عمومی، تقویت احساس مسئولیت اجتماعی، ترویج اخلاق زیست‌محیطی، تأثیر پیامدهای اجتماعی		
بر رفتارهای اجتماعی		

تحلیل داده‌ها به شناسایی پنج مضمون اصلی منجر شد که عبارت‌اند از: فناوری‌های نوین در بازیافت، مشارکت شهروندان، مدیریت پایدار پسماند، اقتصاد چرخشی، و فرهنگ و اجتماع. در ادامه، به تشریح مضامین فرعی و مفاهیم کلیدی مرتبط با هر مضمون پرداخته‌ایم.

#### فناوری‌های نوین در بازیافت

هوش مصنوعی: یکی از شرکت‌کنندگان با بیان اینکه «الگوریتم‌های یادگیری ماشین می‌توانند به طور قابل توجهی دقت تفکیک زباله‌ها را افزایش دهند»، نقش کلیدی هوش مصنوعی در بهینه‌سازی فرآیندهای بازیافت را مورد تأکید قرار داد.

رباتیک: در بخش رباتیک، مصاحبه‌شوندگان بر اهمیت استفاده از ربات‌ها در جمع‌آوری و تفکیک پسماندها تأکید ورزیدند. یکی از آنها اظهار داشت: «ربات‌های جمع‌آوری پسماند می‌توانند به کاهش نیاز به نیروی انسانی و افزایش کارایی فرآیندهای بازیافت کمک کنند».

اینترنت اشیاء (IoT): از دیدگاه شرکت‌کنندگان، IoT نقش بسزایی در مدیریت هوشمند پسماند دارد. به عنوان مثال، «سنسورهای هوشمند می‌توانند به ما در مدیریت بهینه‌تر زمان‌بندی و مسیر جمع‌آوری پسماندها کمک کنند».

#### مشارکت شهروندان

آموزش و فرهنگ‌سازی: یکی از مصاحبه‌شوندگان تأکید کرد: «برگزاری کارگاه‌های آموزشی می‌تواند آگاهی شهروندان را نسبت به اهمیت بازیافت افزایش دهد و به تغییر رفتار آنها منجر شود».

پاداش و تشویق: این مضمون نشان دهنده اهمیت ایجاد انگیزه در شهروندان برای مشارکت فعال در فرآیندهای بازیافت است. مثلاً،

«سیستم‌های امتیازبندی می‌توانند یک روش مؤثر برای تشویق شهروندان به مشارکت بیشتر در بازیافت باشند».



ابتکارات جامعه: شرکت‌کنندگان بر اهمیت فعالیت‌های محلی و داوطلبانه تأکید داشتند: «پروژه‌های بازیافت محلی می‌توانند نقش مهمی در ترویج فرهنگ بازیافت در سطح جامعه ایفا کنند».

مدیریت پایدار پسماند

سیاست‌های دولتی: یک شرکت‌کننده توضیح داد که «قوانین سخت‌گیرانه بازیافت می‌توانند به عنوان یک ابزار مؤثر برای افزایش نرخ بازیافت در جامعه عمل کنند».

اقتصاد چرخشی

تجارت‌های نوین: «استارت‌آپ‌های محیط زیستی می‌توانند با ارائه راهکارهای نوآورانه، به توسعه اقتصاد چرخشی کمک کنند»، نقطه‌نظر یکی از مصاحبه‌شوندگان بود.

فرهنگ و اجتماع

نگرش‌ها و ادراکات: اهمیت تغییر نگرش عمومی نسبت به بازیافت توسط شرکت‌کنندگان مورد تأکید قرار گرفت: «تغییر نگرش‌ها نسبت به بازیافت نیازمند یک تلاش فرهنگی و آموزشی گسترده است».

## بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه به بررسی و تحلیل راهکارهای فناوریانه برای مدیریت و بازیافت پسماند در شهرها پرداخت و به خصوص بر اهمیت فناوری‌های نوین، مشارکت شهروندان، و همکاری‌های فراگیر تأکید کرد. یافته‌ها نشان داد که استفاده از فناوری‌های پیشرفته مانند هوش مصنوعی، رباتیک، و اینترنت اشیا می‌تواند به بهبود کارایی فرآیندهای بازیافت کمک کرده و همزمان اثرات زیست‌محیطی را کاهش دهد. علاوه بر این، افزایش مشارکت شهروندان از طریق آموزش و ابتکارات تشویقی به افزایش نرخ بازیافت کمک می‌کند. همچنین، همکاری‌های میان بخشی برای غلبه بر چالش‌ها و بهره‌برداری از فرصت‌های موجود در زمینه مدیریت پسماند ضروری است.

در این مطالعه، پنج مضمون اصلی شناسایی شدند که عبارتند از: فناوری‌های نوین در بازیافت، مشارکت شهروندان، مدیریت پایدار پسماند، اقتصاد چرخشی، و فرهنگ و اجتماع. هر یک از این مضامین اصلی شامل چندین مضمون فرعی بودند که از طریق تجزیه و تحلیل داده‌های کیفی به دست آمده از مصاحبه‌ها استخراج شدند. این مضامین فرعی به تفصیل بیانگر دیدگاه‌ها، تجربیات، و پیشنهادات شرکت‌کنندگان در خصوص مدیریت و بازیافت پسماند در شهرها بودند.

در مضمون اول، فناوری‌های نوین در بازیافت، سه مضمون فرعی شامل هوش مصنوعی، رباتیک، و اینترنت اشیا (IoT) مورد بررسی قرار گرفت. هوش مصنوعی با مفاهیمی چون الگوریتم‌های پیش‌بینی، تشخیص تصویر برای تفکیک زباله‌ها، و سیستم‌های توصیه‌گر مطرح شد. رباتیک، شامل ربات‌های جمع‌آوری پسماند، اتوماسیون تفکیک، و دستگاه‌های تفکیک پیشرفته بود. در بخش IoT، مفاهیمی نظیر مدیریت هوشمند زباله، بهینه‌سازی مسیر جمع‌آوری، و سنسورهای سطح پری مطرح شدند.

مضمون دوم، مشارکت شهروندان، شامل آموزش و فرهنگ‌سازی، پاداش و تشویق، و ابتکارات جامعه بود. در آموزش و فرهنگ‌سازی، مفاهیمی چون برنامه‌های آموزشی مدارس، کمپین‌های اجتماعی، و وبینارها مطرح شدند. پاداش و تشویق با مفاهیمی نظیر سیستم‌های امتیازبندی و برنامه‌های تخفیف مورد بررسی قرار گرفت. ابتکارات جامعه شامل پروژه‌های بازیافت محلی و اقدامات داوطلبانه بود.

در مضمون سوم، مدیریت پایدار پسماند، مضامین فرعی شامل سیاست‌های دولتی، زیرساخت‌ها، و کاهش تولید پسماند بودند. سیاست‌های دولتی به قوانین بازیافت، حمایت‌های مالی، و استراتژی‌های جامع مدیریت پسماند پرداخت. زیرساخت‌ها شامل ایستگاه‌های بازیافت

هوشمند و مراکز بازیافت پیشرفته بود. کاهش تولید پسماند با مفاهیمی چون استراتژی‌های کاهش مصرف و ترویج محصولات دوستدار محیط زیست مطرح شد.

مضمون چهارم، اقتصاد چرخشی، به تجارت‌های نوین، توسعه محصولات بازیافتی، و توسعه پایدار می‌پرداخت. تجارت‌های نوین شامل استارت‌آپ‌های بازیافت و پلتفرم‌های اقتصاد مشارکتی بود. توسعه محصولات بازیافتی با مفاهیمی چون طراحی محصولات پایدار و استفاده از مواد بازیافتی در تولید مطرح شد. توسعه پایدار به حفظ منابع و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای پرداخت.

مضمون پنجم، فرهنگ و اجتماع، به نگرش‌ها و ادراکات، مشارکت جامعه، و پیامدهای اجتماعی می‌پرداخت. نگرش‌ها و ادراکات شامل آگاهی زیست‌محیطی و باورهای فرهنگی بود. مشارکت جامعه به فعالیت‌های جمعی و سازمان‌های غیردولتی فعال اشاره داشت. پیامدهای اجتماعی به بهبود سلامت جامعه و افزایش آگاهی عمومی پرداخت.

مطابق با یافته‌های اوپاک-اومبیس و همکاران (۲۰۱۵)، استفاده از فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی و رباتیک می‌تواند در بهینه‌سازی فرآیندهای جمع‌آوری و تفکیک پسماند، نقش مهمی ایفا کند. این فناوری‌ها نه تنها کارایی را افزایش می‌دهند بلکه به کاهش تأثیرات زیست‌محیطی نیز کمک می‌کنند که با نتایج پولومکا، یزدرچاک، و میشوگراژ (۲۰۲۰) هم‌راستا است (Polomka et al., 2020). همچنین این مطالعه تأکید می‌کند که افزایش آگاهی و مشارکت شهروندان از طریق برنامه‌های آموزشی و ابتکارات تشویقی می‌تواند به افزایش نرخ بازیافت کمک کند. این یافته‌ها با تحقیقات گوتبرلت (۲۰۱۲) مطابقت دارند که نشان می‌دهد چگونه بازیافت غیررسمی و همکاری‌های تعاونی می‌توانند به کاهش فقر و بهبود مدیریت پسماند کمک کنند. یافته‌های این پژوهش همچنین بر اهمیت همکاری‌های میان سازمان‌های دولتی، بخش خصوصی، و جوامع محلی در ایجاد راهکارهای پایدار برای مدیریت پسماند تأکید می‌کنند (Gutberlet, 2012). این نتایج با تحقیقات واسکونسولوس و همکاران (۲۰۲۱) هم‌خوانی دارند که نشان می‌دهد چگونه فرآیندهای طراحی همکارانه می‌توانند به ایجاد استراتژی‌های مدیریت پسماند کمک کنند (Vasconcelos et al., 2021). همانطور که لیساه و همکاران (۲۰۲۱) بیان کردند، مدیران و سرپرستان شرکت‌های مدیریت پسماند در غنا با چالش‌های متعددی روبرو هستند که بر توانایی‌شان برای ارائه خدمات مؤثر تأثیر می‌گذارد. این چالش‌ها نیازمند توجه و راهکارهای خلاقانه‌ای هستند که از طریق همکاری‌های میان بخشی و استفاده از فناوری‌های نوین حاصل شوند (Lissah et al., 2021). سرانجام، این مطالعه بر اهمیت ادغام جمع‌آوران پسماند غیررسمی در سیستم‌های مدیریت پسماند رسمی تأکید می‌کند که با تحقیقات روتکوفسکی و روتکوفسکی (۲۰۱۵) هم‌راستا است. این ادغام نه تنها می‌تواند به بهبود شرایط زندگی آنها کمک کند بلکه به افزایش نرخ بازیافت و پایداری محیط زیست نیز منجر می‌شود (Rutkowski & Rutkowski, 2015).

این مطالعه بر اهمیت اتخاذ رویکردهای التقاطی و یکپارچه در مدیریت پسماند تأکید دارد که شامل فناوری، مشارکت شهروندی، و همکاری‌های فراگیر است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که برای دستیابی به سیستم‌های پایدار مدیریت پسماند در شهرها، نیاز به تعامل و همکاری میان ذینفعان مختلف وجود دارد. این امر نه تنها به بهبود فرآیندهای بازیافت کمک می‌کند، بلکه در جهت حفاظت از محیط زیست و ترویج توسعه پایدار نیز مؤثر است.

این مطالعه با چندین محدودیت مواجه بود، از جمله محدودیت در تعداد شرکت‌کنندگان و دامنه جغرافیایی مورد بررسی. این امر ممکن است بر تعمیم‌پذیری یافته‌ها به سایر مناطق و شهرها تأثیر بگذارد. علاوه بر این، تمرکز این تحقیق بر روی داده‌های کیفی بود که ممکن است از بعدی تجربی محدود برخوردار باشد.

برای تحقیقات آینده، پیشنهاد می‌شود که مطالعاتی با حوزه جغرافیایی گسترده‌تر و با تعداد شرکت‌کنندگان بیشتر انجام شود تا امکان تعمیم‌پذیری یافته‌ها به شکل وسیع‌تری فراهم آید. همچنین، استفاده از روش‌های کمی می‌تواند به ارزیابی دقیق‌تر اثربخشی رویکردهای

مختلف مدیریت پسماند کمک کند. بررسی اثرات طولانی مدت این رویکردها بر محیط زیست و جوامع محلی نیز می تواند حوزه جذابی برای تحقیق باشد.

این تحقیق تأکید می کند بر لزوم توسعه و اجرای برنامه های آموزشی برای افزایش آگاهی و مشارکت شهروندان در فرآیندهای بازیافت. علاوه بر این، تشویق به ایجاد همکاری های بین بخشی برای ارائه راهکارهای خلاقانه و پایدار در مدیریت پسماند ضروری است. سرمایه گذاری در فناوری های نوین و ترویج اقتصاد چرخشی می تواند به کاهش هدررفت منابع و حفاظت از محیط زیست کمک کند، که نهایتاً به بهبود کیفیت زندگی شهروندان و توسعه پایدار منجر خواهد شد.

### تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ گونه تضاد منافی وجود ندارد.

### مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

### موازین اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازین و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

### شفافیت داده ها

داده ها و مآخذ پژوهش حاضر در صورت درخواست از نویسنده مسئول و ضمن رعایت اصول کپی رایت ارسال خواهد شد.

### حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

## References

- Boateng, S., Amoako, P., Appiah, D. O., Poku, A. A., & Garsonu, E. K. (2016). Comparative Analysis of Households Solid Waste Management in Rural and Urban Ghana. *Journal of Environmental and Public Health*. <https://doi.org/10.1155/2016/5780258>
- Gutberlet, J. (2012). Informal and Cooperative Recycling as a Poverty Eradication Strategy. *Geography Compass*. <https://doi.org/10.1111/j.1749-8198.2011.00468.x>
- Lissah, S. Y., Ayanore, M. A., Krugu, J. K., Aberese-Ako, M., & Ruiter, R. A. C. (2021). Managing Urban Solid Waste in Ghana: Perspectives and Experiences of Municipal Waste Company Managers and Supervisors in an Urban Municipality. *PLoS One*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248392>
- Menyuka, N., Sibanda, M., & Bob, U. (2020). Perceptions of the Challenges and Opportunities of Utilising Organic Waste Through Urban Agriculture in the Durban South Basin. *International journal of environmental research and public health*. <https://doi.org/10.3390/ijerph17041158>
- Oyake-Ombis, L., Vliet, B. J. M. v., & Mol, A. P. J. (2015). Managing Plastic Waste in East Africa: Niche Innovations in Plastic Production and Solid Waste. *Habitat International*. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.03.019>
- Połomka, J., Jędrzak, A., & Myszograj, S. (2020). Risk and Opportunity of Using Plastics From Waste Collected in a Yellow Bag. *Polymers*. <https://doi.org/10.3390/polym12081815>

- Rutkowski, J., & Rutkowski, E. W. (2015). Expanding Worldwide Urban Solid Waste Recycling: The Brazilian Social Technology in Waste Pickers Inclusion. *Waste Management & Research the Journal for a Sustainable Circular Economy*. <https://doi.org/10.1177/0734242x15607424>
- Vasconcelos, L., Silva, F. Z., Ferreira, F., Martinho, G., Pires, A., & Ferreira, J. C. (2021). Collaborative Process Design for Waste Management: Co-Constructing Strategies With Stakeholders. *Environment Development and Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01822-1>
- Viva, L., Ciulli, F., Kolk, A., & Rothenberg, G. (2020). Designing Circular Waste Management Strategies: The Case of Organic Waste in Amsterdam. *Advanced Sustainable Systems*. <https://doi.org/10.1002/adsu.202000023>

