

Identifying the drivers affecting urban waste management with a futures research approach: A case study of Ardabil

Vali Rastgar¹, Rasoul Samadzadeh², Mohamad Taqi Masoumi³

1- PhD Student, Department of Geography, Faculty of Geography, Islamic Azad University, Ardabil, Iran.

2- Associate Professor, Department of Geography, Ard. C., Islamic Azad University, Ardabil, Iran.

3- Associate Professor, Department of Geography, Ard. C., Islamic Azad University, Ardabil, Iran.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Article type: Research Article Received: 2025/06/01 Accepted: 2026/05/17 pp: 1- 21 Keywords: Urban Waste, Waste Management, Ardabil City, Futures Studies, MICMAC.	Environmental risks resulting from waste mismanagement are considered one of the fundamental problems of urban management in the country, and this forces urban managers to examine urban issues with planning and foresight. The city of Ardabil is no exception, and it is necessary to improve the waste management of this city. The aim of this futures research is to identify key drivers that are effective in improving urban waste management in Ardabil. This research was conducted based on futures research methods and using a combination of quantitative and qualitative models. Given its nature, we used the structural analysis method, MICMAC software, and a Delphi survey. In this regard, after holding numerous meetings with 24 experts, a total of 54 variables were selected as the statistical population of the study. Subsequently, the effective components were examined within the framework of the interaction matrix in the MICMAC software, and 15 factors were identified as the main and driving factors in urban waste management in Ardabil. Among these variables, social trust, development of participatory social values, educational and cultural programs, consumption patterns and consumerism, waste disposal location, waste disposal method, behavioral and environmental attitudinal dimensions, comprehensive waste management plan, geographical location, protection of the earth's natural resources, reform of existing laws, The service performance of municipalities, settlement structure and system, gross domestic product, and access to sufficient land for landfilling have had the greatest impact. If the urban managers of Ardabil pay attention to these key variables, we can expect improved planning and development in Ardabil in the field of urban waste management.



Citation: Rastgar, V., Samadzadeh, R., & Masoumi, M. T. (2026). Identifying the drivers affecting urban waste management with a futures research approach: A case study of Ardabil. *Journal of Geography and Regional Future Studies*, 4(3), 1-21.



© Authors retain the copyright and full publishing rights. **Publisher:** Urmia University.

DOI: <https://doi.org/10.30466/grfs.2026.56233.1129>

DOR: <https://dorl.net/dor/20.1001.1.2981118.1405.4.3.1.0>

¹ **Corresponding author:** Rasoul Samadzadeh, **Email:** sa.alizadeh@iau.ac.ir

Extended Abstract

Introduction

Waste management in a principled manner and with due regard for environmental issues is one of the most discussed topics in urban management. Urban solid waste management includes: targeted, systematic control of the production, storage, collection, transportation, separation, processing, recycling, recovery and disposal of solid waste, especially in urban areas. In Iran, it is estimated that about 5 million tons of waste are produced daily, 30% of which is municipal waste. This makes waste management in cities very important, requiring legal, managerial, and executive frameworks and long-term and continuous planning in urban management. The city of Ardabil, with a population of about 529,000 people as of 2016, is no exception to this rule, and along with the increase in population, the increasing trend in waste production has created serious threats to its sustainable development. Urban waste in Ardabil has been considered one of the most important environmental and health challenges in this city. The necessity of this research is to identify indicators that can improve the effectiveness and balance of the waste management system structure under conditions of uncertainty with stable and regular planning; therefore, this study seeks to answer this question: What indicators are effective in urban waste management in the city of Ardabil?

Methodology

The present study is applied in terms of purpose and based on futures, analytical, and exploratory methods in terms of nature. The statistical population of the study includes experts related to urban waste management. The Delphi panel members were selected through a snowball method, and a total of 24 qualified individuals were questioned. The statistical community was asked to measure the indicators within the framework of the cross-effects matrix based on the degree of impact and influence, with numbers on a scale of up to 3, where zero means no impact, one means low impact, two means medium impact, three means high impact, and P means potential impact. Then, enter the scores into the cross-matrix to measure the impact and influence of each indicator on other indicators within the framework of the

foresight software, MICMAC. The software first identifies the important variables and components in the desired area and then, through the cross-matrix analysis, determines the degree of relationship between these variables and the relevant area.

Results and discussion

Among the 54 variables in the study, educational and cultural programs with a score of 223, development of participatory social values, the position of the urban creative class in the field of waste, and material production and packaging technologies jointly with a score of 212 and the comprehensive waste management plan and the economic and recycling benefits of waste collection were jointly the most influential factors with 210 points and were at the top. In terms of indirect influence, the factors of the position of the urban creative class in the field of waste, material production and packaging technologies, and the economic and recycling benefits of waste collection were exactly repeated and took this position. Among the 54 variables that were examined with the MICMAC software, based on the impact scores and position of the variables, as well as the opinions of experts, 15 factors were identified as key factors affecting waste management in Ardabil. The important point among the identified drivers is the repetition of social trust factors, waste disposal location, behavioral and environmental attitudinal dimensions, geographical location, access to sufficient land for waste disposal, and protection of the earth's natural resources in both direct and indirect ways.

Conclusion

By evaluating the 54 components of the present study as a result of the analysis of the matrix of influence and impact using direct and indirect methods, ten key components of 15 key factors were identified, including social trust, development of participatory social values, educational and cultural programs, consumption patterns and consumerism, waste disposal location, waste disposal method, behavioral and environmental attitudinal dimensions, comprehensive waste management plan, geographical location, protection of the

land's natural resources, reform of existing laws, service performance of municipalities, settlement structure and system, gross domestic product, and access to sufficient land for landfilling. Given the knowledge gained from the drivers and key indicators of urban waste management, as well as based on the degree of importance and level of impact of its dimensions in the management process, we can have better planning and management for urban waste in Ardabil. Comparison of past research and the present study showed that the components affecting production, especially the composition of urban waste, are common in many studies, with the difference that they have different degrees of importance in different conditions and periods. In the present study,

only the components of developing participatory social values, educational and cultural programs, and waste disposal methods are consistent among the 15 key effective components.

Declarations

Funding: There is no funding support.

Authors' Contribution: The authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work.

Conflict of Interest: The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgements: We are grateful to all the scientific consultants of this paper.



شناسایی پیشران‌های اثرگذار بر مدیریت پسماند شهری با رویکرد آینده‌پژوهی (مطالعه موردی: شهر اردبیل)

ولی راستگار^۱، رسول صمدزاده^۲ و محمدتقی معصومی^۳

۱- دانشجوی دکتری، گروه جغرافیا، دانشکده جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران

۲- دانشیار گروه جغرافیا، دانشکده جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران

۳- دانشیار گروه جغرافیا، دانشکده جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

دریافت:

۱۴۰۴/۰۳/۱۱

پذیرش:

۱۴۰۵/۰۲/۲۷

صص:

۱-۲۱

واژگان کلیدی:

پسماند شهری،

مدیریت پسماند،

شهر اردبیل،

آینده‌پژوهی،

میک‌مک.

چکیده

خطرات محیط‌زیست ناشی از سو مدیریت پسماندها به‌عنوان یکی از مشکلات اساسی مدیریت شهری کشور مطرح می‌باشد و این امر مدیران شهری را بر آن می‌دارد که با برنامه‌ریزی و دوراندیشی مسائل شهری را بررسی کنند. شهر اردبیل از این امر مستثنا نبوده و لازم است تا مدیریت پسماند این شهر ارتقا یابد. هدف این پژوهش آینده‌پژوهی از طریق شناسایی پیشران‌های کلیدی مؤثر بر ارتقای مدیریت پسماند شهری اردبیل می‌باشد. این پژوهش بر اساس روش‌های آینده‌پژوهی و با به‌کارگیری ترکیبی از مدل‌های کمی و کیفی انجام گرفت و با توجه به ماهیت آن از روش تحلیل ساختاری، نرم‌افزار میک‌مک و پیمایش دلفی بهره گرفتیم. در این راستا، پس از برگزاری جلسات متعدد با ۲۴ نفر از خبرگان، به‌عنوان جامعه آماری پژوهش، در مجموع ۵۴ متغیر انتخاب گردید. در ادامه، مؤلفه‌های مؤثر در چارچوب ماتریس اثر متقابل در نرم‌افزار میک‌مک موردبررسی قرار گرفت و ۱۵ عامل به‌عنوان عوامل اصلی و پیشران در مدیریت پسماند شهری اردبیل شناخته شدند. از بین این متغیرها، اعتماد اجتماعی، توسعه ارزش‌های اجتماعی مشارکتی، برنامه‌های آموزشی و فرهنگی، الگوی مصرف و مصرف‌گرایی، مکان‌یابی دفع زباله، نحوه دفع زباله، ابعاد نگرشی رفتاری و محیطی، طرح جامع مدیریت پسماند، موقعیت جغرافیایی، حفاظت منابع طبیعی زمین، اصلاح قوانین موجود، عملکرد خدماتی شهرداری‌ها، بافت و نظام سکونتگاهی، تولید ناخالص داخلی، دسترسی به زمین کافی برای دفن زباله دارای بیشترین تأثیرگذاری بوده‌اند. در صورت توجه مدیران شهری شهر اردبیل به این متغیرهای کلیدی می‌توان انتظار برنامه‌ریزی و توسعه شهر اردبیل در حوزه مدیریت پسماند شهری را داشت.

استناد: راستگار، ولی؛ صمدزاده، رسول؛ و معصومی، محمدتقی. (۱۴۰۵). شناسایی پیشران‌های اثرگذار بر مدیریت پسماند شهری با رویکرد آینده‌پژوهی (مطالعه موردی: شهر اردبیل). *فصلنامه جغرافیا و آینده‌پژوهی منطقه‌ای*، ۴(۳)، ۱-۲۱.

ناشر: دانشگاه ارومیه.

© نویسندگان حق چاپ و حقوق کامل نشر را حفظ می‌کنند.



DOI: <https://doi.org/10.30466/grfs.2026.56233.1129>

DOR: <https://dorl.net/dor/20.1001.1.2981118.1405.4.3.1.0>



مقدمه

مدیریت پسماند به شیوه اصولی و با رعایت مسائل محیط زیستی، از مورد بحث‌ترین موضوعات مدیریت شهری است. افزایش آگاهی‌های عمومی نسبت به مسائل بهداشتی و محیط زیستی از یکسو و محدودیت منابع مواد مصرفی و انرژی از طرف دیگر در کنار افزایش تقاضا و گسترش شهرنشینی مخصوصاً در کشورهای در حال توسعه، مسئولان و برنامه ریزان شهری را به سمت طراحی و اجرای روش‌های بهینه مدیریت پسماند که بر پایه نگرش توسعه پایدار بوده و با یک دید همه‌جانبه مسائل اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی را هم‌زمان و در کنار یکدیگر در نظر داشته باشد، سوق داده است (Bilji, 2024: 54). از آغاز زندگی بشر تاکنون تولید پسماند در بخش‌های مختلف خانگی، کشاورزی، درمانی و بهداشتی و صنعت جزء جدایی‌ناپذیر زندگی او بوده و تولید انواع این مواد در شکل‌های مختلف معضلات محیط زیستی عده‌ای را در پی داشته است. این مواد در طول سالیان متمادی بدون توجه به اصول مهندسی و محیط زیستی، با حداکثر بی‌توجهی در زمین و آب‌های پذیرنده تخلیه و باعث آلودگی آب، خاک و هوا شده و سلامت انسان و دیگر ارگانیسم‌های زنده را به خطر انداخته است. کمیت و کیفیت پسماند تولیدی در نقاط مختلف ناهمگونی زیادی داشته و تحت تأثیر شرایط محیطی، فصل، موقعیت جغرافیایی، عوامل اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی و فاکتورهای دیگر، قرار داشته است (Abdoli et al, 2011: 89). مدیریت پسماند جامد شهری (MSW) شامل: کنترل هدمند، سیستماتیک زباله سازی، ذخیره‌سازی، جمع‌آوری، حمل‌ونقل، جداسازی، فراوری، بازیافت، بازیابی و دفع زباله‌های جامد به‌ویژه در مناطق شهری می‌باشد (Davari, 2022: 91). مدیریت پسماندهای ویژه در کشور به دلیل عدم وجود قوانین، معیارهای مدون کنترل‌کننده و ارگان‌های نظارتی کارآمد از جایگاه مناسبی برخوردار نیست و این ابهام، اجرای قانون موجود که دارای نواقصی نیز است، را با مشکل مواجه کرده و همچنان آن را به تأخیر انداخته است. وضعیت فعلی مدیریت پسماند جامد شهری در ایران نشان می‌دهد که مدیریت پسماند دارای نقاط قوت (مانند جمع‌آوری بیش از ۹۰ درصد از کل پسماند تولیدی) و دارای نقاط ضعف زیادی مانند (عدم وجود برنامه سیستماتیک برای کاهش پسماند، ضعف در تفکیک در مبدأ، پردازش و بازیافت کم، دفع غیربهداشتی پسماندها و غیره) وجود دارد (Esmailizadeh et al, 2020: 95). مهم‌ترین مسائل برای مدیریت پسماند جامد در جوامع شهری از نظر اولویت، آلودگی، فقدان زمان استاندارد برای جمع‌آوری زباله، هجوم جوندگان و پشه‌ها، کامیون‌های ضایعات نامناسب، سیستم زهکشی ضعیف برای زباله‌های مایع، سطل‌های زباله نامناسب در اطراف مناطق مرکزی و محله‌ها، دسترسی به استفاده از شرکت‌های زباله خصوصی (Salsabila et al., 2021).

در سطح جهان، بیش از ۴۳ درصد از پسماندهای جامد تولیدشده از طریق سوزاندن، دفن غیرقانونی پسماند، سوزاندن روباز و دفن پسماندهای بدون نظارت بوده و سوء مدیریت می‌شوند و بیش از ۳۳ درصد از کل پسماندهای جامد شهری MSW تولیدشده از نظر زیست‌محیطی ایمن‌تر مدیریت نمی‌شود و به‌طور غیرقانونی در کنار جاده‌ها یا زمین‌های متروکه ریخته می‌شوند (Baharondi et al, 2024: 229). در ایران، به‌طور تخمین روزانه حدود ۵ میلیون تن پسماند تولید می‌شود که ۳۰ درصد آن را، پسماندهای شهری تشکیل می‌دهند و این امر مدیریت پسماند در شهرها را بسیار پراهمیت می‌نماید که نیازمند چارچوب‌های قانونی، مدیریتی و اجرایی و برنامه‌ریزی بلندمدت و مستمر در مدیریت شهری است (Mohammadi et al, 2017: 384). در دنیای امروز، افزایش سریع جمعیت و توسعه شهرنشینی منجر به تولید بیشتر زباله‌های شهری شده است که مدیریت صحیح آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. یکی از مشکلات عمده‌ای که شهرهای بزرگ با آن مواجه هستند، مدیریت نامناسب پسماندها و اثرات زیست‌محیطی آن‌ها است (Abdifar, 2024: 4).

شهر اردبیل نیز با جمعیتی در حدود ۵۲۹ هزار نفر تا سال ۱۳۹۵، از این قاعده مستثنا نبوده و همراه با افزایش جمعیت، روند افزایشی تولید پسماند، تهدیدات جدی را برای توسعه پایدار آن به وجود آورده است. پسماند شهری اردبیل به‌عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های محیط‌زیستی و بهداشتی در این شهر، مورد توجه قرار گرفته است. پسماند شهری اردبیل یک مسئله مهم است که نیاز به مدیریت و ساماندهی مناسب دارد. این پژوهش می‌کوشد با توجه و تمرکز بر یکی از مهم‌ترین امور زیربنایی سیستم مدیریت پسماند؛ یعنی میزان پسماند تولیدشده به‌ویژه ترکیب و اجزای تشکیل‌دهنده آن، عوامل مؤثری که باعث تغییر کمیت و ترکیب پسماند شهر اردبیل خواهند شد را شناسایی کند و از این طریق به برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران مدیریت پسماند درک عمیق و بینش گسترده در مورد ویژگی‌های پسماندهای در حال ظهور بدهد تا زمینه‌های ایجاد یک سیستم مدیریت پسماند کارا و پویا را فراهم آورد. ضرورت این پژوهش در راستای شناسایی شاخص‌هایی است که بتواند در شرایط عدم قطعیت با یک برنامه‌ریزی پایدار و منظم اثربخشی و تعادل بخشی ساختار نظام مدیریت پسماند را ارتقا دهد؛ بنابراین این مطالعه به دنبال پاسخ به این سؤال اساسی است که در مدیریت پسماند شهری در شهر اردبیل چه شاخص‌هایی اثرگذار هستند؟

پیشینه و مبانی نظری پژوهش

امروزه یکی از مهم‌ترین مباحث محیط زیستی مربوط به شهرها مدیریت پسماند است که ضمن موردتوجه قرار دادن محیط‌زیست شهری و پایداری، آن به‌نوعی حامی و مدافع منافع عموم مردم و خصوصاً آیندگان می‌باشد. برطرف نمودن مشکلات ناشی از پسماندهای جامد خانگی و مدیریت آن بدون همکاری مستمر شهروندان به‌عنوان تولیدکنندگان اصلی، زباله امری غیرممکن است (Saeedi Mehr et al, 2022:522- Mousavi et al., 2023). رشد سریع جمعیت و شهرنشینی به همراه افزایش سطح رفاه و مصرف‌گرایی منجر به تولید روزافزون پسماند شده است در حال حاضر میزان تولید پسماند در شهرها سریع‌تر از میزان رشد شهرنشینی است افزایش تولید پسماند پایداری محیط‌زیست را به چالش کشیده است. مدیریت ضعیف پسماندها، تأثیرات زیادی بر سلامت بهداشت عمومی و اقتصاد گذاشته است (Tanatanee & Hantrakul, 2019: 40). استفاده از فناوری‌های نو ظهور ممکن است منجر به بهبود قابل توجه در فرایند مدیریت پسماند شود ۱۵ تحقیقات اخیر در زمینه بهبود فرایند مدیریت پسماند شامل موارد زیر است: برنامه‌ها و مدل‌های مورد استفاده برای تعیین بهترین مکان ظروف پسماند، فناوری حسگر که در آن اطلاعات پسماند از سطل هوشمند جمع‌آوری می‌شود و به یک پلتفرم آنلاین منتقل می‌شود و شهروندان می‌توانند به محفظه‌های پراکنده در سطح شهر دسترسی داشته و در دسترس بودن آن را بررسی کنند، استفاده از فناوری‌های پشتیبان برای تجزیه و تحلیل سطح پرشدگی پسماند ظروف (Burdak et al., 2022: 11). مشارکت شهروندان در فرایند مدیریت پسماند از طریق کاهش تولید و تفکیک پسماندها از یکدیگر در مبدأ به‌عنوان یکی از کاراترین و اقتصادی‌ترین روش‌های پردازشی امروزه در اغلب کشورهای دنیا صورت می‌گیرد در موفقیت این رویکرد به مدیریت پسماند شهری، شهروندان نقش بسیار تأثیرگذاری دارند (Bayramzadeh -Tavakolinia et al., 2017:1- & Mousavi, 2024). آگاه ساختن مردم از آثار اقتصادی اجتماعی و زیست‌محیطی مشارکت آن‌ها در مدیریت پسماندهای شهری می‌تواند تا حد زیادی از هزینه‌های اقتصادی آن کاسته و این نکته حضور مردم را پررنگ‌تر می‌نماید. همکاری مردم در فرایند مدیریت پسماندهای شهری صرفه‌های اقتصادی فراوانی را برای بخش خصوصی و مدیریت دولتی به همراه خواهد داشت (Esmaili et al., 2016: 3).

پسماند عبارت است از موادی اجتناب‌ناپذیر از فعالیت‌های انسانی که در حال حاضر و در آینده نزدیک نیازی به آن نیست و پردازش و یا دفع آن ضروری می‌باشد (Rahmani et al., 2019: 456). مدیریت پسماند مسئله‌ای است که به دنبال پیشرفت زندگی اجتماعی انسان‌ها و افزایش تعاملاتشان با محیط‌زیست شکل گرفت. محیط‌زیست مجموعه‌ای بسیار بزرگ و پیچیده از عوامل گوناگون است که بر اثر روند و تکامل تدریجی موجودات زنده و اجزای سازنده سطح زمین به وجود آمده است؛ بنابراین در فعالیت‌های انسان تأثیر می‌گذارد و از آن متأثر می‌گردد (Asadi et al., 2022: 626). مدیریت جامع پسماند این‌چنین تعریف می‌شود: سیستمی که جریان پسماند، جمع‌آوری پسماند و روش‌های پردازش و دفع پسماند را در تعامل با یکدیگر مدیریت می‌کند، به‌نحوی که اهداف محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی مطلوب در یک منطقه مشخص به دست آید (Alizadeh et al., 2022:35). از آنجایی که تولید پسماند در هر جامعه اجتناب‌ناپذیر بوده و مدیریت پسماند، به‌عنوان یکی از مسائل کلیدی محیط زیستی مطرح شده و لذا تقاضای روزافزونی جهت تجزیه و تحلیل و مقایسه کارایی و اثرات محیط‌زیستی و فنی سیاست‌های مختلف مدیریت پسماند به وجود آمده است (He et al., 2017). مدیریت پسماند یعنی سیستمی که جریان پسماند، جمع‌آوری پسماند و روش‌های پردازش و دفع پسماند را در تعامل با یکدیگر مدیریت می‌کند، به‌نحوی که اهداف محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی مطلوب در یک منطقه مشخص به دست آید (Adinehvand et al., 2022: 4607).

اولین قدم برای تعیین یک برنامه صحیح و دقیق مدیریت پسماند شهری، آگاهی کامل از کمیت و ترکیب پسماند جامد است. آگاهی و شناخت جامع از ویژگی‌های پسماند جامد، نقش بسیار مهمی در ارزیابی، طراحی و انتخاب تجهیزات مناسب برای مراحل مختلف مدیریت پسماند دارد (Ebrahimi Fini et al., 2021: 538). یک سیستم مدیریت پسماند کارآمد و مؤثر یکی از موضوعات اصلی در نظام‌های مدیریت شهری به شمار می‌رود؛ الگویی متناسب که بتواند یک سیستم پایدار برای کاهش تولید کاهش هزینه جمع‌آوری افزایش میزان بازیافت افزایش بازیابی مجدد، تولید انرژی و کاهش دفن زباله را برای جوامع شهری در برداشته باشد و از نظر اقتصادی مقرون به‌صرفه و تأثیرات زیست‌محیطی آن نیز حداقل باشد (Grzesik, 2018: 3). مدیریت یکپارچه پسماندها از سه بخش مهم تشکیل شده است ۱- جنبه‌های استراتژیک که شامل تجهیزات و تأسیسات، پیشرفته تکنولوژی و فناوری‌های نو شرایط اقتصادی مالی محیط‌زیست مدیریت و برنامه‌ریزی راهبردی سیاست و قانون شرایط اجتماعی و فرهنگی است ۲- عناصر سیستم، شامل کاهش تولید زباله مرتب‌سازی، ذخیره‌سازی اولیه تفکیک از مبدأ جمع‌آوری حمل‌ونقل و انتقال بازیابی و استفاده مجدد، پردازش بازیافت دفن و مراقبت‌های بعد از دفن ۳- ذی‌نفعان و متولیان عموماً شامل مدیریت شهری شهرداری‌ها و دولت‌ها گروه‌های مردم‌نهاد و سازمان‌های عمومی شهروندان، بخش خصوصی رسمی و غیررسمی را شامل می‌شود مدیریت یکپارچه رویکردی است که با بهره‌گیری از تکنیک‌های نوآورانه افزایش توانایی و پایداری سیستم، می‌تواند با چالش‌های افزایش

حجم پسماندهای شهری مقابله کند (Mahajan, 2017: 93). امکان بهره‌برداری از بازده‌های ناشی از پسماند و نیز بازده‌های ناشی از اقدامات جمعی شرایط به وجود آمدن مزیت رقابتی و موفقیت در رشد اقتصادی و توسعه صادراتی را در فضای بین‌الملل به وجود آورد. مدیریت پسماند امروزه تقریباً در کلیه کشورهای جهان دنبال می‌گردد. در ایران نیز گرایش به بحث مدیریت پسماند در محافل علمی و تصمیم‌گیری و نیز برنامه‌های توسعه کشور مورد توجه قرار گرفته است (Khosravi Moghadam et al., 2022: 30). بازیافت و پردازش پسماند را می‌توان به‌عنوان نوعی شبکه هوشمند در توسعه شهری در نظر گرفت که از واحدهای کوچک و هماهنگ تشکیل شده است. اثرات منفی ناشی از عدم مدیریت بهداشتی پسماندها، باعث در معرض خطر قرار گرفتن سلامتی انسان و دیگر موجودات زنده می‌شود. این پسماندها موجب آلودگی خاک، منابع آب‌های سطحی، زیرزمینی و هوا می‌گردند (Siddiqua et al., 2022: 36).

با روند رو به افزایش تولید زباله و بهره‌گیری از شیوه‌های فعلی مدیریت پسماند آثار تخریبی زیست‌محیطی پسماندها به‌خصوص در محله‌ای دفن شیوه‌های و هزینه مدیریت آن، سالانه رو به افزایش خواهد بود با ادامه این روند توان مدیریت پسماندها از کنترل مدیریت شهری خارج خواهد شد افزایش آگاهی عمومی شناخت از مسائل بازیافت پسماندها، مسئله کاهش هزینه‌ها صرفه‌جویی انرژی مصرف‌شده فعلی (Rahnama et al., 2022: 178). هدف از پردازش پسماندها، ارتقای راندمان و کارایی سیستم و بازیافت مواد و انرژی است. تکنیک‌های اصلی پردازش شامل کاهش حجم متراکم‌سازی، کاهش شیمیایی حجم، پسماندسوزی و تهیه کمپوست است (Moeini et al., 2023: 262). مدیریت جامع پسماند در واقع سیستمی شامل انواع تکنیک‌ها، فناوری‌ها و برنامه‌های مدیریتی است که در راستای دستیابی به اهداف خاص مدیریت پسماند عمل می‌کند (Mousania et al., 2022: 534). سیستم‌های مدیریت پسماند شهری، دارای هشت عنصر، کاهش در مبدأ، راه‌های کنترل تولید مواد زائد جامد، ذخیره، پردازش و اداره در محل، پردازش، جمع‌آوری، حمل‌ونقل، بازیافت و دفع می‌باشد که ۲ مرحله آن با توجه به نقش مشارکت شهروندان دارای اهمیت می‌باشد؛ بنابراین بررسی نحوه ارتباط سرانه تولید پسماند خانگی با عوامل مختلف و سپس برنامه‌ریزی‌های مناسب، فرهنگ‌سازی عمومی در این زمینه مستلزم ایجاد زیرساخت‌های لازم نظیر فرهنگ‌سازی برای تولید پسماند کمتر است (Khoshnawaz et al., 2023: 81).

تدوین استراتژی برای مدیریت پسماند شهری: اصولاً «مدیریت استراتژیک» را می‌توان هنر و علم تدوین، اجرا و ارزیابی وظایف چندگانه در هر سازمان دانست که سازمان را قادر می‌سازد به تمام اهداف خود دست یابد. به‌طور کلی فرایند مدیریت استراتژیک این موضوع شامل مراحل ذیل می‌باشد:

- تدوین چشم‌انداز و مأموریت
- تعیین اهداف بر اساس رسالت سازمان
- تدوین استراتژی‌ها و راهبردها
- تدوین برنامه‌های اجرایی یا عملیاتی
- ارزیابی مستمر فعالیت‌ها بر اساس استراتژی‌های تعیین‌شده.

تدوین استراتژی برای مدیریت پسماند شهر اردبیل در همسویی با استراتژی‌های موفق جهانی و با رعایت موارد فوق صورت گرفته است. مهم‌ترین موردی که در تدوین استراتژی و استفاده از تجربیات سایر کشورها بایستی مدنظر داشت، امکانات و ملزومات و زمان لازم برای پیاده‌سازی آن می‌باشد (Saghaei, 2022: 4).

آینده‌پژوهی دانشی است که با شناسایی نیروهای پیشران، الگوهای تغییر و عدم قطعیت‌ها، امکان تصمیم‌گیری آگاهانه برای آینده‌های ممکن، محتمل و مطلوب را فراهم می‌سازد (Tahebzarnia et al., 2026: 28). این رویکرد مجموعه‌ای از ابزار و روش‌هایی را برای هدفمند دانش مبتنی بر آینده ارائه می‌دهد (Khoshnawaz et al., 2023: 21)؛ به عبارت دیگر، آینده‌پژوهی، پژوهشی است با هدف مدیریت و سیاست‌گذاری سیستم‌های اجتماعی-تکنیکی برای تحقق مطلوب‌ترین آینده ممکن (Karami et al., 2026: 44). از منظر برنامه‌ریزی، اجرای مطالعات آینده‌پژوهی را می‌توان به سه مرحله تقسیم کرد. این سه مرحله عبارت‌اند از: ۱) مرحله پیش آینده‌نگاری؛ در این مرحله، مطالعات آماده‌سازی برای اجرای مطالعات آینده‌نگاری انجام می‌گیرد. ۲) مرحله اصلی آینده‌نگاری؛ در این مرحله روش‌های اصلی در آینده‌نگاری مانند دلفی پیاده می‌شود ۳) مرحله پس آینده‌نگاری؛ در این مرحله مطالعات مربوط به انتشار نتایج، اشاعه نتایج بین سیاست‌گذاری، حتی پیاده‌سازی نتایج و بهره‌برداری از نتایج انجام می‌گیرد (Nazmfar et al., 2022: 63). مطالعات آینده‌پژوهی با تحلیل شاخص‌های اثرگذار در مدل مدیریت یکپارچه پسماند، می‌تواند چشم‌اندازی میان‌مدت تا بلندمدت را با هدف اتخاذ تصمیم‌های کارآمد ترسیم کند. با بهره‌گیری از

روشی منظم و منضبط پس از شناسایی نیروهای پیشران کلیدی، از درون همه تغییرات، پیچیدگی‌ها و عدم قطعیت‌های حساس، می‌توان برای همه آینده‌های ممکن تصمیمات استراتژیک گرفت (Rahnema, 2015: 23).

مطالعاتی متعدد در رابطه با مدیریت پسماند شهری با رویکرد آینده‌پژوهی در داخل و خارج انجام شده است که در ذیل به نمونه‌هایی منتخب از مطالعاتی که در دنیا در ارتباط با پژوهش مورد مطالعه بوده اشاره می‌گردد:

بیژن پور و همکاران (۱۴۰۳) در پژوهشی به بررسی مدل ریاضی چند هدفه برای بهینه‌سازی جمع‌آوری و بازیافت پسماندهای شهری در شرایط عدم قطعیت در شهر کرج پرداخته‌اند نتایج نشان داد که برای افزایش میزان بازیافت در شبکه زنجیره تأمین پسماند، نیاز به سرمایه‌گذاری‌های زیرساختی و عملیاتی بیشتر می‌باشد. با افزایش بازیافت، آثار زیان‌بار زیست‌محیطی و تخریبی دفن و سوزاندن پسماندها کاهش خواهد یافت. روش حل آزادسازی لاگرانژ، می‌تواند به‌عنوان یک روش حل مناسب برای کاهش زمان حل مسائل مورد استفاده قرار گیرد. در این پژوهش، مشاهده شد که روش آزادسازی لاگرانژ در مقایسه با حل‌کننده تجاری سیپلکس می‌تواند مسائل در مقیاس بزرگ را با دقت مناسب و در زمانی کمتر حل کند. جعفرزاده (۱۴۰۲) در پژوهشی به بررسی نقش مدیریت پسماند شهری و شهروندان در تفکیک، جمع‌آوری و دفع پسماندها و رواناب‌های شهری در شهرداری شهرستان خوی پرداخته‌اند نتایج نشان داد که بیشتر مشکلات زیست‌محیطی و بهداشتی ناشی از عدم مدیریت شهری توسط شهرداری‌ها در دفع غیراصولی پسماندها به‌ویژه در شهرستان خوی که در روستای ولدیان و اطراف رودخانه‌ها و مسیل‌ها به‌درستی انجام نمی‌شود و باعث بروز بیماری‌ها و حجم بیش‌ازحد شیرابه‌های زباله‌ها که خاک و مزارع کشاورزی آسیب می‌رساند و ازدیاد حیوانات و آلودگی هوا و... منجر می‌شود. محمدنژاد (۱۴۰۱)، به مطالعه بررسی چالش‌ها و استراتژی‌های مدیریت پسماند در توسعه شهری پایدار ایران پرداخت. مدیریت پسماندها به عواملی همچون تولید، جمع‌آوری، حمل‌ونقل، دفع و بازیافت آن بستگی دارد، بنابراین محدوده مدیریت این مقوله بسیار وسیع و متغیر است. رشد شهرها همراه با تراکم جمعیت موجب مصرف مواد و در نتیجه، پسماند شده است. به‌علاوه توسعه صنایع که خود بی‌تردید ناشی از شکل‌گیری الگوی مصرف‌گرایی در جامعه بوده، سبب افزایش کمی مواد زائد از یک‌سو و تنوع این مواد از سوی دیگر شده است. به‌این ترتیب، از مهم‌ترین مسائل شهرهای مدرن کنونی و به‌ویژه شهرهای بزرگ، مدیریت پسماندهای شهری همچون جمع‌آوری، دفع و بازیافت آن‌هاست. سعیدی مهر و همکاران (۱۴۰۰)، در مقاله‌ای با عنوان "تحلیل ابعاد مشارکت شهروندان در مدیریت پسماند زاهدان" به این نتیجه رسیدند که در میان مناطق پنج‌گانه شهر زاهدان، منطقه پنج با مقدار $k = 0.9334$ ، بالاترین رتبه را در مشارکت شهروندان در مدیریت پسماند به خود اختصاص داده است. نتایج نشان داد، زنان به‌مراتب بیشتر از مردان مدیریت پسماند را در شهر زاهدان پذیرش کردند. قلی‌زاده و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی به بررسی نقش راهبردی رسانه‌ها در تبیین نقش متغیرهای جغرافیای طبیعی - انسانی در مدیریت پسماند شهر تهران پرداخته‌اند نتایج نشان داد رسانه‌ها می‌توانند از طریق راهبرد آگاهی‌بخشی، فرهنگ‌سازی آموزشی و اطلاع‌رسانی در اجرای فرایند مدیریت پسماند مؤثر واقع شوند. دادرس و همکاران (۱۳۹۸)، با پژوهش در موضوع مدل‌سازی مدیریت پسماند با تأکید بر بازیافت زباله‌های شهری (مطالعه موردی: شهرکرد) با بررسی شاخص‌های مدیریت پسماند شهری در محدوده مطالعه، مشخص گردید که شاخص‌ها در وضعیت قابل قبولی قرار ندارند، شاخص آگاهی در مدیریت پسماند و مشارکت و آموزش در موضوع بازیافت پسماند توسط شهروندان بیشترین اثرگذاری را دارند. ترکاشوند و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی به بررسی عوامل مؤثر جهت مشارکت شهروندان در طرح تفکیک از مبدأ پسماندهای شهری (مطالعه موردی: شهر سرعین) پرداخته‌اند نتایج نشان داد نهادینه کردن طرح تفکیک در مبدأ مستلزم بهره‌گیری از مشارکت مردم می‌باشد. مشارکتی که بدون کسب آگاهی لازم قابل تحقق نمی‌باشد؛ بنابراین در برنامه‌ریزی مدیریت شهری با توجه به وضعیت و شرایط فرهنگی - اجتماعی، اقتصادی جامعه نوع سیستم آموزشی مطلوب جهت ارتقای آگاهی شهروندان باید مشخص شود. بر اساس نتایج این مطالعه رسانه‌ها از میان تمامی ابزار و فنون جدید شگرف در افزایش میزان آگاهی مردم جهت مشارکت در اجرای برنامه‌های تفکیک از مبدأ را دارد. مارتین^۱ و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی با عنوان «مدل‌سازی پیش‌بینی سیاست در سطوح مختلف سرزمینی به‌عنوان ابزاری برای مدیریت مؤثر پسماند شهری» نتایج نشان داد سیاست عمومی واحد مؤثر که با استراتژی اقتصاد دایره‌ای سروکار دارد که متناسب با تمام سطوح سرزمینی باشد. نمایندگان عمومی باید بر سیاست‌های مؤثر در سطح سرزمینی خاص تمرکز کنند. با این حال، عملکرد مدل‌ها است برای سطوح پایین‌تر سرزمینی (شهرداری و مناطق خرد) ضعیف است. بنابراین، نتایج برای شهرداری‌ها و مناطق خرد ضعیف است و باید با آن برخورد کرد. مخارجی باسو و همکاران (۲۰۲۰)، در پژوهشی به بررسی مشارکت در مدیریت پسماند جامد در بمبی پرداخته‌اند این پژوهش به تحلیل برنامه مدیریت محلی پیشرفته در قالب جنبش‌های مردمی در رابطه به مدیریت پسماند شهری در بمبی می‌پردازد مقاله استدلال می‌کند که برای جنبش‌های مردمی مشارکت شهروندان در مدیریت پسماند شهری یکی از مسائل اساسی می‌باشد افزایش بی‌رویه تولید پسماند در شهرها، مدیریت پسماند را به یکی از عمده نگرانی‌های

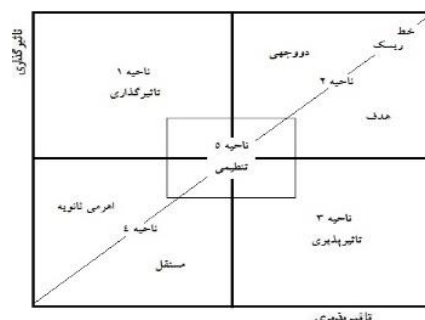
1 Martin

2 Mukherjee Basu

جوامع و سازمان‌های مرتبط با آن تبدیل کرده است. ماتویس^۱ (۲۰۱۹) با پژوهش در خصوص بهترین روش‌های مدیریت زباله و تأثیر آن‌ها بر برنامه‌ریزی شهری به این نتایج رسیدند که مدیریت پسماند یکی از دلهره‌آورترین چالش‌های پیش روی شهرهای مدرن است. انبوه زباله‌هایی ایجادشده توسط خانوارها و مشاغل، نیازمند یک برنامه‌ریزی مهم می‌باشد. رهبران شهر باید دریابند که چگونه می‌توان زباله‌ها را جمع‌آوری، حمل‌ونقل، مرتب‌سازی و درنهایت دفع نمایند و همچنین در خصوص ایجاد کارخانه بازیافت، تأسیسات احتراق یا راه‌حل دیگری که وجود دارد. انجام این کار مستلزم همکاری بین طیف گسترده‌ای از رهبران و نهادهای بخش دولتی و خصوصی، از جمله برنامه‌ریزان شهر است. به همین دلیل بسیار مهم است که برنامه‌ریزان درک درستی از شیوه‌های مدیریت پسماند داشته باشند. این دانش می‌تواند به آن‌ها کمک کند تا متوجه شوند که مدیریت زباله و برنامه‌ریزی شهری چگونه می‌تواند برای این نوع چالش زیست‌محیطی شهرها به یک راه‌حل مطلوب دست یابند. در این پژوهش به بهترین شیوه‌هایی که برنامه‌ریزان باید از آن آگاه باشند، پرداخته‌شده است. گرزسیک^۲ (۲۰۱۸) در پژوهشی به این نتیجه رسید که سیستم مدیریت پسماند باید تأثیر حداقل زیست‌محیطی، کارا و مقرون‌به‌صرفه باشد. نتایج مدل‌سازی پژوهش مذکور نشان داد که همه سناریوها در برخی از مدل‌های مدیریت پسماند تأثیر منفی بر محیط‌زیست می‌گذارند. او مشخص کرد که سناریوی دارای کمترین تأثیر بر محیط‌زیست سناریو سوزاندن پسماندها است. بررسی ادبیات تجربی در خصوص مدیریت پسماند حاکی از آن است که مطالعه جامعی در سطح شهر اردبیل در خصوص بررسی وضعیت مدیریت پسماند با رویکرد آینده‌پژوهی صورت نگرفته است. مطالعاتی که در این زمینه وجود دارند، بخشی از این موضوع را مورد مطالعه قرار داده و به بررسی جامع موضوع نپرداخته‌اند؛ بنابراین این پژوهش سعی دارد تا این خلأ تحقیقاتی را برطرف نماید. با توجه به خلأ تحقیقاتی موجود، تحقیق حاضر در نظر دارد به تبیین و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر شناسایی پیشران‌های کلیدی مؤثر بر ارتقای مدیریت پسماند شهری اردبیل با استفاده از رویکرد آینده‌پژوهی بپردازد.

مواد و روش پژوهش

پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربردی و از نظر ماهیت، بر اساس روش‌های علم آینده‌پژوهی، تحلیلی و اکتشافی است که با به‌کارگیری ترکیبی از مدل‌های کمی و کیفی انجام گرفته است. در راستای تحقق اهداف پژوهش مذکور، مبانی نظری موردنیاز از طریق کتاب‌ها، مقاله‌ها و پایان‌نامه‌ها استخراج شد و در ادامه داده‌ها و اطلاعات موردنیاز با استفاده از پرسش‌نامه و با بهره‌گیری از روش دلفی جمع‌آوری شد و پرسش‌نامه‌ها توسط نخبگان حوزه توسعه شهری و مدیریت پسماند تکمیل گردید. جامعه آماری پژوهش شامل کارشناسان مرتبط با مدیریت پسماند شهری است که به دلیل مشخص نبودن تعداد جامعه برای نمونه‌گیری، اعضای پانل دلفی به صورت گلوله برفی و به تعداد ۲۴ نفر از افراد واجد شرایط انتخاب‌شده و مورد پرسشگری قرار گرفتند. از جامعه آماری خواسته شد تا در چارچوب ماتریس اثرات متقاطع شاخص‌ها را بر مبنای میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری با اعداد در طیف تا ۳ که در آن، صفر به منزله بدون تأثیر، یک به منزله تأثیر کم، دو به منزله تأثیر متوسط سه به منزله تأثیر زیاد و P به معنای اثرگذاری بالقوه هستند، بسنجند. سپس امتیازها را در ماتریس متقاطع وارد کنند تا در چارچوب نرم‌افزار آینده‌نگاری، میک‌مک تأثیرگذاری و تأثیرپذیری هر کدام از شاخص‌ها با دیگر شاخص‌ها سنجیده شود. نرم‌افزار MicMac روش این نرم‌افزار ابتدا متغیرها و مؤلفه‌های مهم در حوزه موردنظر را شناسایی کرده از طریق ماتریس تحلیل اثر متقاطع میزان ارتباط این متغیرها با حوزه مربوط را تشخیص می‌دهد. در این مدل متغیرهای موجود در سطرها بر متغیرهای موجود در ستون‌ها تأثیر می‌گذارد. مجموع داده‌های متغیرهای سطرها، میزان تأثیرگذاری و مجموع داده‌های متغیرهای ستون‌ها میزان تأثیرپذیری را نشان خواهند داد (Zali & Poursohrab, 2017:89). این ماتریس را می‌توان با نمودار متناظر آن نمایش داد (شکل ۱).



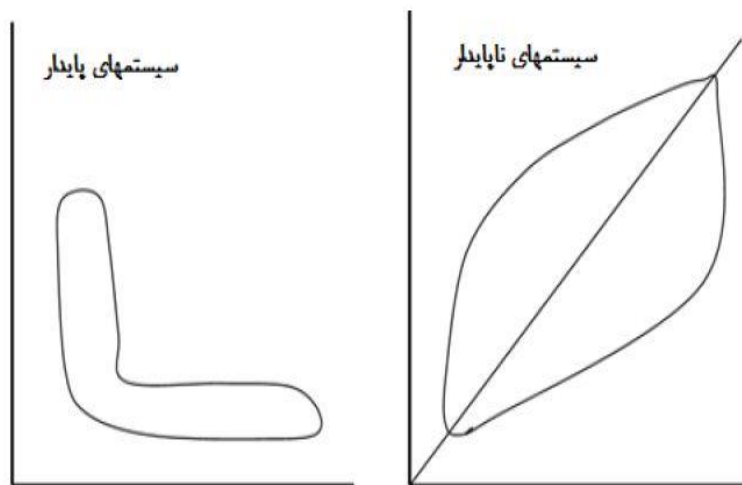
شکل ۱- نمودار تأثیرگذاری- تأثیرپذیری

(منبع: Aghayari, 2024: 107)

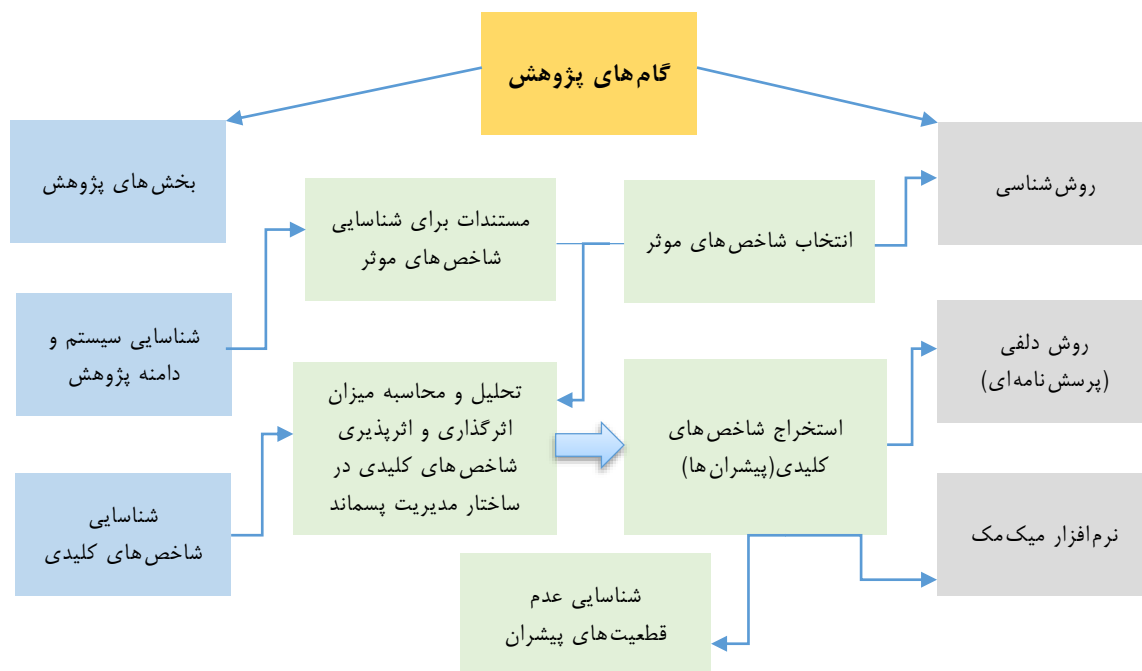
1 Matthews

2 Grzesik

نحوه پراکنش متغیرها در محور تأثیرگذاری - تأثیرپذیری بیانگر میزان پایداری یا ناپایداری سیستم است (شکل ۱). چنانچه توزیع متغیرها به شکل L باشد، سیستم پایدار است و این حالت نشانگر ثبات در متغیرهای تأثیرگذاری و تداوم تأثیر آن‌ها بر سایر متغیرها است. چنانچه متغیرها از سمت محور مختصات به‌سوی انتهای نمودار و در حوالی آن پخش شده باشند، سیستم ناپایدار است و کمبود متغیرهای تأثیرگذار، سیستم را تهدید می‌کند (شکل ۲)، این حالت ارزیابی و شناسایی عوامل کلیدی را بسیار مشکل می‌کند (Godet, 2008: 22).



شکل ۲- نمای شماتیک سیستم‌های پایدار و ناپایدار
(منبع: Aghayari, 2024: 108)

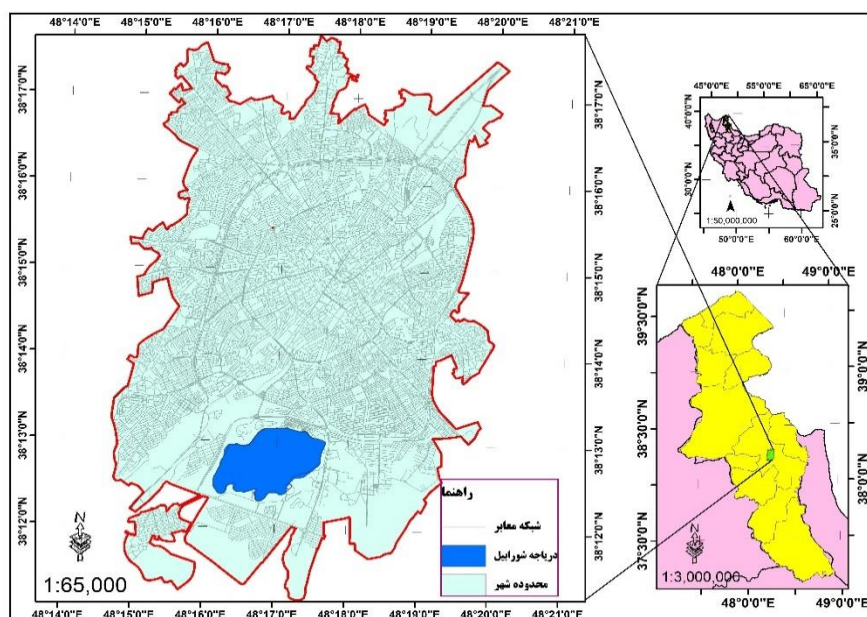


شکل ۳- فرایند عملیاتی انجام پژوهش
(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۴)

محدوده مورد مطالعه

مطابق سالنامه آماری استان اردبیل (۱۳۹۵) شهر اردبیل دارای وسعتی حدوداً ۶۲۸۹ هکتار است. این شهر در جنوب غربی دریای خزر واقع شده است و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۲۶۳ متر می‌باشد. جمعیت این شهر در سال ۱۳۹۵ حدود ۵۲۹۳۷۴ نفر بوده است و تراکم جمعیت شهر ۷۰ نفر در هکتار می‌باشد. شهر اردبیل در مختصات جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۱۹ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۱۱ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی استقرار یافته است. بر اساس تقسیمات کالبدی شهر اردبیل دارای ۵ منطقه و هر منطقه شامل

۳ ناحیه که در مجموع ۱۵ ناحیه شهری و ۵۱ محله شهری می‌باشد. شهر اردبیل به دور هسته مرکزی و به طرف محورهای تبریز، آستارا، خلخال و مشگین شهر در حال رشد است. شکل زیر محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۴- نقشه موقعیت جغرافیایی شهر اردبیل
(ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۴)

یافته‌های پژوهش

در تحلیل تأثیرات متقابل ابعاد و متغیرهای پسماند شهری متغیرهای تحقیق با بهره‌گیری از روش تحلیل تأثیرات متقابل در محیط نرم‌افزار میک‌مک بررسی و تحلیل شده‌اند. طبق جدول ۲ شاخص برازش به‌دست‌آمده برای متغیرها با ۲ بار تکرار چرخش داده‌ای، عدد ۸۷/۴۱ درصد را نشان می‌دهد که با ضریب سازگاری ۹۹ درصد، نشانگر ضریب بالای تأثیرگذاری و بار عاملی بالا در متغیرها و عوامل انتخاب‌شده، بر یکدیگر است. یافته‌ها نشان داد که بر مبنای آن، ۲۵۴۹ ارزش، محاسبه شد. در ماتریس اولیه اثرات متقاطع ۱۱۲۰ مورد، با حجم آماری بالا، دارای میزان اثرگذاری متوسط، ۵۶۴ مورد دارای تأثیرگذاری قوی، ۸۶۵ مورد تأثیرگذاری ضعیف و میزان عدم تأثیر با ۳۶۷ مورد ارزیابی شد.

جدول ۲- تحلیل اولیه داده‌های ماتریس و آماره‌های آن

ابعاد ماتریس	تعداد تکرار	بدون تأثیر (+)	تأثیر ضعیف (۱)	تأثیر متوسط (۲)	تأثیر قوی (۳)	جمع	درجه پرتشدگی
۵۴	۲	۳۶۷	۸۶۵	۱۱۲۰	۵۶۴	۲۵۴۹	۸۷/۴۱

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۴)

روش دلفی به‌منظور برقراری یک تعامل صحیح بین نظرات واقعی افراد طراحی شده است. دلفی از جمع‌آوری نظرات کارشناسان در دفعات متعدد با استفاده متوالی از پرسشنامه‌ها به دست می‌آید و جهت نمایاندن همگرایی نظرات و تشخیص اختلاف عقاید یا واگرایی آرا به کار می‌رود. هر تکرار، یک دوره را تشکیل می‌دهد (Nazmfar et al, 2022:67). یکی از مزایای این روش این است که کارشناسان و متخصصان زمانی که به‌واسطه دلایل قانع‌کننده به‌اشتباه نظر خود پی می‌برند، بدون از دست دادن اعتبار وجهشان می‌توانند در نظرات خود تجدیدنظر نمایند.

طراحی و تکمیل پرسشنامه در پژوهش حاضر از چهار بخش تشکیل شده است. در بخش اول با استفاده از روش دلفی عوامل مؤثر در مدیریت پسماند شهری با رویکرد آینده‌پژوهی استخراج و در نهایت ۵۴ عامل مؤثر از بین آن‌ها شناسایی شد (جدول ۳). در مرحله دوم، پرسشنامه به‌صورت زوجی تنظیم و جهت امتیازدهی عوامل کلیدی در اختیار کارشناسان قرار گرفته شد و در بخش سوم، پرسشنامه‌های دیگر جهت استخراج وضعیت‌های متصور برای آینده هرکدام از عوامل کلیدی طراحی شد. در ادامه پژوهش پس از استخراج ۵۴ پیشران مهم در

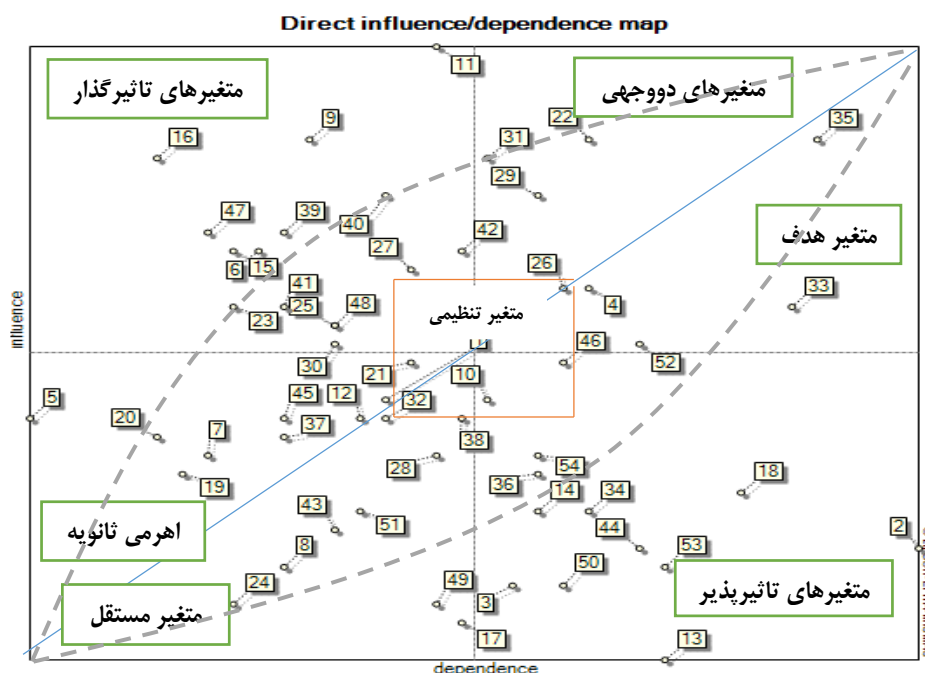
چهار بعد زیست‌محیطی، اجتماعی، اقتصادی و کالبدی از طریق مروری بر مقالات معتبر و همچنین مصاحبه با کارشناسان متخصص اقدام به وزن دهی توسط ۲۴ نفر خبره و کارشناس در زمینه مدیریت پسماند شهری دخیل شد که از طریق میک مک اقدام به آنالیز داده‌ها گردید. پیشران‌های انتخاب‌شده بر اساس کدگذاری انجام‌شده در جدول ۳ نشان داده‌شده است.

جدول ۳- شاخص‌های پژوهش (بر اساس نظرات کارشناسان و مبانی تئوریک پژوهش)

کد	ابعاد	شاخص	کد	ابعاد	شاخص
۱		رشد جمعیت	۲۸		عملکرد خدماتی شهرداری‌ها
۲		مهاجرت	۲۹		کارایی و تخصص مدیریت
۳		رضایت از زندگی	۳۰		برنامه‌ریزی و اجرای عملیات
۴		سطح کیفیت زندگی	۳۱		سیاست‌گذاری کاهش حجم پسماند
۵	اقتصادی	برنامه‌های آموزشی و فرهنگی	۳۲	اقتصادی	تولید ناخالص داخلی
۶		اعتماد اجتماعی	۳۳		فواید اقتصادی و بازبافتی جمع‌آوری زباله
۷		ظرفیت‌سازی اجتماعی	۳۴		ارتباط سیاسی و اقتصادی ایران با دنیا
۸		توسعه مهارت‌های شهروندی	۳۵		فناوری‌های تولید و بسته‌بندی مواد
۹		توسعه ارزش‌های اجتماعی مشارکتی	۳۶		تکنولوژی پیشرفته
۱۰		افزایش آگاهی در مورد پسماند	۳۷		نرخ تورم
۱۱		توسعه شهرنشینی	۳۸		رشد اقتصادی
۱۲		الگوی مصرف و مصرف‌گرایی	۳۹	زیست‌محیطی	حجم پسماند تولیدشده
۱۳		بیماری‌های همه‌گیر و ناگهانی (پاندمی)	۴۰		مکان‌یابی دفع زباله
۱۴		سلامتی و ایمنی	۴۱		نحوه دفع زباله
۱۵		مشارکت فعال افراد ذی‌نفع	۴۲		دسترسی به زمین کافی برای دفن زباله
۱۶		تقویت حس تعلق مکانی	۴۳		دفع و مراقبت‌های بعد از دفع
۱۷		عامل رضایتمندی شهروندان از مدیریت شهری	۴۴		موقعیت جغرافیایی
۱۸		ابعاد نگرشی رفتاری و محیطی	۴۵		حفاظت منابع طبیعی زمین
۱۹		بهره‌مندی از برنامه‌ریزی راهبردی	۴۶		آلودگی زیست‌محیطی، بهداشت عمومی
۲۰		بهره‌مندی از نیروی انسانی کارآمد	۴۷		تغییرات اقلیمی
۲۱	کالبدی	سازمان‌های تفکیک‌کننده پسماند	۴۸	کالبدی	پایداری انرژی و مواد خام
۲۲		فعالیت بخش‌های غیررسمی	۴۹		نحوه توزیع منابع و امکانات
۲۳		جایگاه سیاست‌گذاری کلان دولتی	۵۰		تبدیل پسماند به کمپوست و انرژی بازیافت پسماند
۲۴		جایگاه طبقه خلاق شهری در حوزه پسماند	۵۱		بافت و نظام سکونتگاهی
۲۵		اصلاح قوانین موجود	۵۲		بافت کالبدی شهر
۲۶		نقش سازمان‌های تسهیلگر	۵۳		بهره‌مندی از تأسیسات و تجهیزات کارآمد
۲۷		طرح جامع مدیریت پسماند	۵۴		استفاده از مصالح تولیدی بازیافتی

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۴)

پس از مشخص شدن متغیرها بر اساس نظرات متخصصان حوزه مدیریت پسماند شهری امتیازدهی به متغیرها با توجه به جدول ماتریس ۵۴*۵۴ طراحی شده انجام می‌شود، در این مرحله امتیازدهی بر مبنای تأثیر سطر بر ستون و در محدود عدد صفر تا عدد ۳ خواهد بود که پس از وارد کردن تمامی اعداد جدول در نرم‌افزار میک مک متغیرها استخراج می‌شوند.



شکل ۵- اثرگذاری - اثرپذیری مستقیم و غیرمستقیم
(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۴)

در رابطه با تأثیر کلی متغیرها، شاخص‌های موجود در شمال غرب و جنوب شرق نمودار دارای تأثیر متوسط تا ضعیف در سیستم هستند. این در حالی است که متغیرهای قرارگرفته در شمال شرق به همراه متغیرهای قرارگرفته در جنوب غرب سیستم، نشانگر درجه متوسط تا قوی تأثیرگذاری و تأثیرپذیری در سیستم هستند. هر عدد نشانگر نقش یک متغیر است. در ادامه به نقش هریک از متغیرها درون سیستم پرداخته می‌شود.

جدول ۴- نحوه توزیع متغیر بر اساس طبقه‌بندی آن‌ها

عوامل	متغیر
تأثیرگذار	اعتماد اجتماعی، توسعه ارزش‌های اجتماعی مشارکتی، برنامه‌های آموزشی و فرهنگی، الگوی مصرف و مصرف‌گرایی، مکان‌یابی دفع زباله، نحوه دفع زباله، ابعاد نگرشی رفتاری و محیطی، طرح جامع مدیریت پسماند، موقعیت جغرافیایی، حفاظت منابع طبیعی زمین، اصلاح قوانین موجود، عملکرد خدماتی شهرداری‌ها، بافت و نظام سکونتگاهی، تولید ناخالص داخلی، دسترسی به زمین کافی برای دفن زباله
دوجویی	رشد اقتصادی، سطح کیفیت زندگی، فواید اقتصادی و بازآفرینی جمع‌آوری زباله، بهره‌مندی از برنامه‌ریزی راهبردی، فناوری‌های تولید و بسته‌بندی مواد، جایگاه طبقه خلاق شهری در حوزه پسماند، تغییرات اقلیمی، کارایی و تخصص مدیریت
تنظیمی	رشد جمعیت، ارتباط سیاسی و اقتصادی ایران با دنیا، افزایش آگاهی در مورد پسماند، برنامه‌ریزی و اجرای عملیات، جایگاه سیاست‌گذاری کلان دولتی
تأثیرپذیر	مهاجرت، رضایت از زندگی، بهره‌مندی از نیروی انسانی کارآمد، فعالیت بخش‌های غیررسمی، تقویت حس تعلق مکانی، عامل رضایتمندی شهروندان از مدیریت شهری، بافت کالبدی شهر، سیاست‌گذاری کاهش حجم پسماند، بیماری‌های همه‌گیر و ناگهانی (پاندمی)، پایداری انرژی و مواد خام، استفاده از مصالح تولیدی بازآفرینی
مستقل	نرخ تورم، تولید ناخالص داخلی، توسعه شهرنشینی، ظرفیت‌سازی اجتماعی، توسعه مهارت‌های شهروندی، تکنولوژی پیشرفته، مشارکت فعال افراد ذی‌نفع، دفع و مراقبت‌های بعد از دفع، نحوه توزیع منابع و امکانات، سازمان‌های تفکیک‌کننده پسماند، تبدیل پسماند به کمپوست و انرژی بازآفرین پسماند، سلامتی و ایمنی، نقش سازمان‌های تسهیل‌گر

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۴)

برای تعیین پایداری یا ناپایداری سیستم، به بررسی الگوی پراکندگی مولفه‌ها، روی نقشه اثرگذاری - اثرپذیری پرداخته شد (شکل ۵). سیستم‌های ناپایدار، با مؤلفه‌هایی که هم اثرگذارند و هم اثرپذیر، تحولات شدیدی در آینده خواهند داشت و وضعیت کنونی آن‌ها پایدار نخواهد ماند. در این حالت، پراکنش متغیرها در اطراف محور قطری صفحه (به شکل لوزی) و از جنوب غربی به شمال شرقی نمودار خواهد بود؛ اما چنانچه سیستم پایدار باشد، تعداد زیادی عوامل اثرگذار و در سمت مقابل تعداد زیادی عوامل اثرپذیر قرار می‌گیرد و پراکنش متغیرها به شکل

L انگلیسی از سمت چپ نمودار ظاهر می‌شود و شرایط کنونی سیستم در آینده تغییر چندانی نخواهد کرد. در سیستم‌های ناپایدار، وضعیت پیچیده‌تر از سیستم‌های پایدار بوده و متغیرهای: تأثیرگذار، دوجبهی، مستقل و تأثیرپذیر (وابسته)، قابل مشاهده هستند. بررسی الگوی پراکندگی مؤلفه‌های مهم تأثیرگذار بر مدیریت پسماند شهری اردبیل نشانگر وضعیت پایدار سیستم است (محدوده پراکنش متغیرها به صورت نقطه چین در شکل ۵ مشخص است).

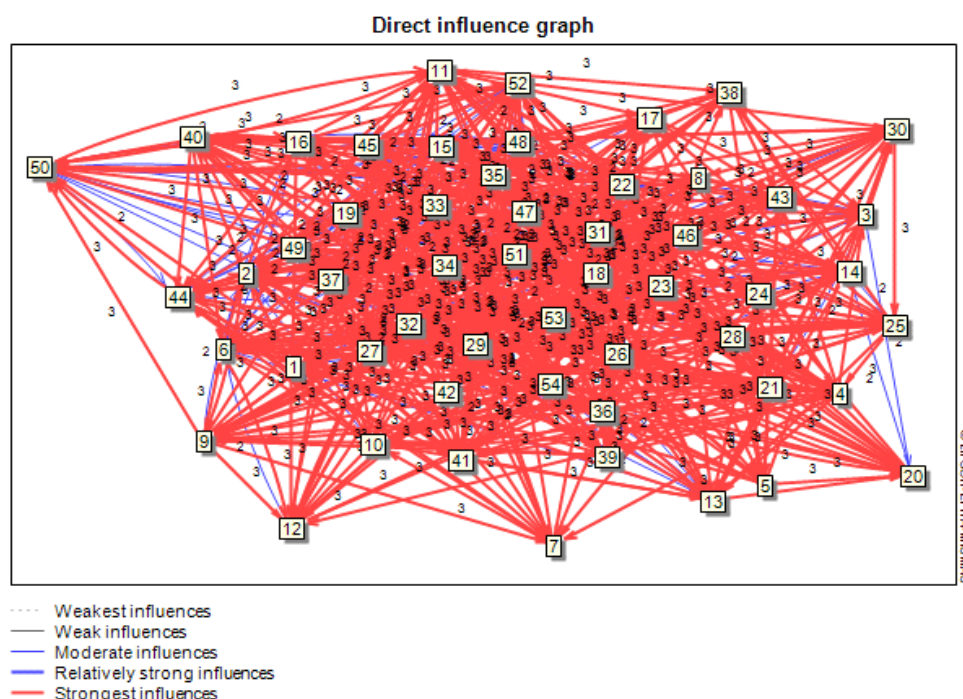
جدول ۵- تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرها بر همدیگر

متغیر	کد	اثرات مستقیم		اثرات غیرمستقیم	
		تأثیرپذیری	تأثیرگذاری	تأثیرپذیری	تأثیرگذاری
برنامه‌های آموزشی و فرهنگی	۱۱	۲۳۳	۱۸۵	۲۲۰	۱۸۵
توسعه ارزش‌های اجتماعی مشارکتی	۹	۲۱۲	۱۷۵	۲۱۰	۱۷۵
جایگاه طبقه خلاق شهری در حوزه پسماند	۲۲	۲۱۲	۱۹۸	۲۱۲	۱۹۷
فناوری‌های تولید و بسته‌بندی مواد	۳۵	۲۱۲	۲۱۶	۲۱۲	۲۱۴
طرح جامع مدیریت پسماند	۱۶	۲۱۰	۱۶۲	۲۱۱	۱۶۳
فواید اقتصادی و بازیافتی جمع‌آوری زباله	۳۱	۲۱۰	۱۸۹	۲۱۰	۱۸۸
رشد اقتصادی	۲۹	۲۰۶	۱۹۳	۲۰۸	۱۹۴
مکان‌یابی دفع زباله	۴۰	۲۰۶	۱۸۱	۲۰۶	۱۸۱
الگوی مصرف و مصرف‌گرایی	۳۹	۲۰۲	۱۷۳	۲۰۳	۱۷۲
موقعیت جغرافیایی	۴۷	۲۰۲	۱۶۶	۲۰۲	۱۶۷
اعتماد اجتماعی	۶	۲۰۰	۱۷۰	۲۰۰	۱۶۹
ابعاد نگرشی، رفتاری و محیطی	۱۵	۲۰۰	۱۶۸	۲۰۰	۱۶۸
دسترسی به زمین کافی برای دفن زباله	۴۲	۲۰۰	۱۸۷	۲۰۰	۱۸۹
بافت و نظام سکونتگاهی	۲۷	۱۹۸	۱۸۳	۱۹۷	۱۸۴
سطح کیفیت زندگی	۴	۱۹۵	۱۹۸	۱۹۵	۱۹۶
کارایی و تخصص مدیریت	۲۶	۱۹۵	۱۹۵	۱۹۵	۱۹۵
اصلاح قوانین موجود	۲۳	۱۹۳	۱۶۸	۱۹۴	۱۷۰
بهره‌مندی از برنامه‌ریزی راهبردی	۳۳	۱۹۳	۲۱۴	۱۹۴	۲۱۳
نحوه دفع زباله	۴۱	۱۹۳	۱۷۳	۱۹۲	۱۷۲
عملکرد خدماتی شهرداری‌ها	۲۵	۱۹۱	۱۷۷	۱۹۳	۱۷۵
حفاظت منابع طبیعی زمین	۴۸	۱۹۱	۱۷۷	۱۹۱	۱۷۹
تولید ناخالص داخلی	۳۰	۱۸۹	۱۷۷	۱۸۸	۱۷۶
تغییرات اقلیمی	۵۲	۱۸۹	۲۰۲	۱۸۸	۲۰۱
جایگاه سیاست‌گذاری کلان دولتی	۲۱	۱۸۷	۱۸۳	۱۸۴	۱۸۴
بهره‌مندی از تأسیسات و تجهیزات کارآمد	۴۶	۱۸۷	۱۹۵	۱۸۷	۱۹۷
رشد جمعیت	۱	۱۸۳	۱۸۱	۱۸۱	۱۸۳
افزایش آگاهی در مورد پسماند	۱۰	۱۸۳	۱۸۹	۱۸۴	۱۸۸
توسعه شهرنشینی	۵	۱۸۱	۱۵۲	۱۸۱	۱۵۳
مشارکت فعال افراد ذی‌نفع	۱۲	۱۸۱	۱۷۹	۱۸۲	۱۸۱
ارتباط سیاسی و اقتصادی ایران با دنیا	۳۲	۱۸۱	۱۸۱	۱۸۲	۱۸۲
برنامه‌ریزی و اجرای عملیات	۳۸	۱۸۱	۱۸۷	۱۸۲	۱۸۸
نحوه توزیع منابع و امکانات	۴۵	۱۸۱	۱۷۳	۱۸۱	۱۷۳
تبدیل پسماند به کمپوست و انرژی بازیافت پسماند	۲۰	۱۷۹	۱۶۲	۱۷۹	۱۶۴
تکنولوژی پیشرفته	۳۷	۱۷۹	۱۷۳	۱۸۰	۱۷۲
تکنولوژی پیشرفته	۷	۱۷۷	۱۶۶	۱۷۷	۱۶۵
نرخ تورم	۲۸	۱۷۷	۱۸۵	۱۷۵	۱۸۷
استفاده از مصالح تولیدی بازیافتی	۵۴	۱۷۷	۱۹۳	۱۷۸	۱۹۵
سازمان‌های تفکیک‌کننده پسماند	۱۹	۱۷۵	۱۶۴	۱۷۵	۱۶۳
فعالیت بخش‌های غیررسمی	۳۶	۱۷۵	۱۹۳	۱۷۵	۱۹۲
سیاست‌گذاری کاهش حجم پسماند	۱۸	۱۷۳	۲۱۰	۱۷۲	۲۰۸

متغیر	کد	اثرات مستقیم		اثرات غیرمستقیم	
		تأثیرگذاری	تأثیرپذیری	تأثیرگذاری	تأثیرپذیری
عامل رضایتمندی شهروندان از مدیریت شهری	۱۴	۱۷۰	۱۹۳	۱۷۱	۱۹۵
بهره‌مندی از نیروی انسانی کارآمد	۳۴	۱۷۰	۱۹۸	۱۶۹	۱۹۷
سلامتی و ایمنی	۵۱	۱۷۰	۱۷۹	۱۷۱	۱۷۸
دفع و مراقبت‌های بعد از دفع	۴۳	۱۶۸	۱۷۷	۱۶۷	۱۷۸
مهاجرت	۲	۱۶۶	۲۲۵	۱۶۸	۲۲۲
بافت کالبدی شهر	۴۴	۱۶۶	۲۰۲	۱۶۵	۲۰۲
توسعه مهارت‌های شهروندی	۸	۱۶۴	۱۷۳	۱۶۳	۱۷۱
پایداری انرژی و مواد خام	۵۳	۱۶۴	۲۰۴	۱۶۴	۲۰۳
رضایت از زندگی	۳	۱۶۲	۱۹۱	۱۶۲	۱۹۳
بیماری‌های همه‌گیر و ناگهانی (پاندمی)	۵۰	۱۶۲	۱۹۵	۱۶۲	۱۹۵
نقش سازمان‌های تسهیل‌گر	۲۴	۱۶۰	۱۶۸	۱۵۹	۱۶۷
آلودگی زیست محیطی، بهداشت عمومی	۴۹	۱۶۰	۱۸۵	۱۶۲	۱۸۵
حجم پسماند تولیدشده	۱۷	۱۵۸	۱۸۷	۱۵۹	۱۸۷
تقویت حس تعلق مکانی	۱۳	۱۵۴	۲۰۴	۱۵۴	۲۰۴

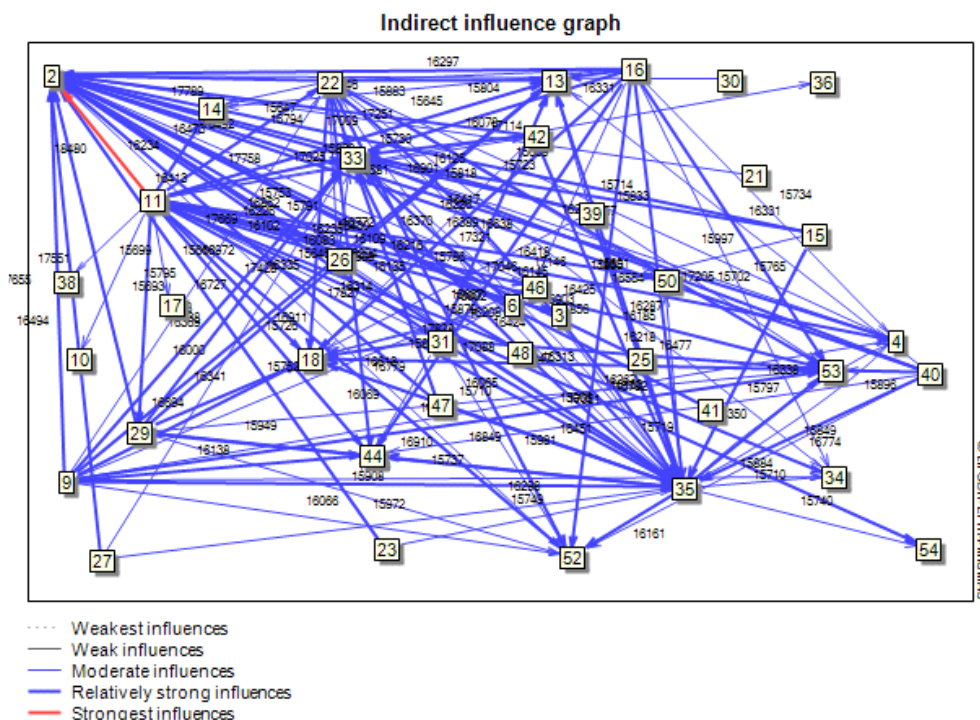
(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۴)

بر اساس خروجی نرم‌افزار میک‌مک و با توجه به اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرها بر همدیگر در جدول ۵ تأثیرگذاری و تأثیرپذیری متغیرها مشاهده می‌شود. از بین ۵۴ متغیر موجود در تحقیق با توجه به روابط مابین متغیرها و امتیازات تأثیرگذاری و تأثیرپذیری، برنامه‌های آموزشی و فرهنگی با امتیاز ۲۲۳، توسعه ارزش‌های اجتماعی مشارکتی، جایگاه طبقه خلاق شهری در حوزه پسماند و فناوری‌های تولید و بسته‌بندی مواد به‌طور مشترک با امتیاز ۲۱۲ و طرح جامع مدیریت پسماند و فواید اقتصادی و بازیافتی جمع‌آوری زباله مشترکاً با ۲۱۰ امتیاز تأثیرگذارترین عوامل بوده و در صدر قرار داشته‌اند، در تأثیرگذاری غیرمستقیم هم عوامل جایگاه طبقه خلاق شهری در حوزه پسماند، فناوری‌های تولید و بسته‌بندی مواد، فواید اقتصادی و بازیافتی جمع‌آوری زباله عیناً تکرار شده و این جایگاه را به خود اختصاص داده‌اند.



شکل ۶- نمودار تأثیر مستقیم متغیرها با پوشش ۱۰۰ درصد

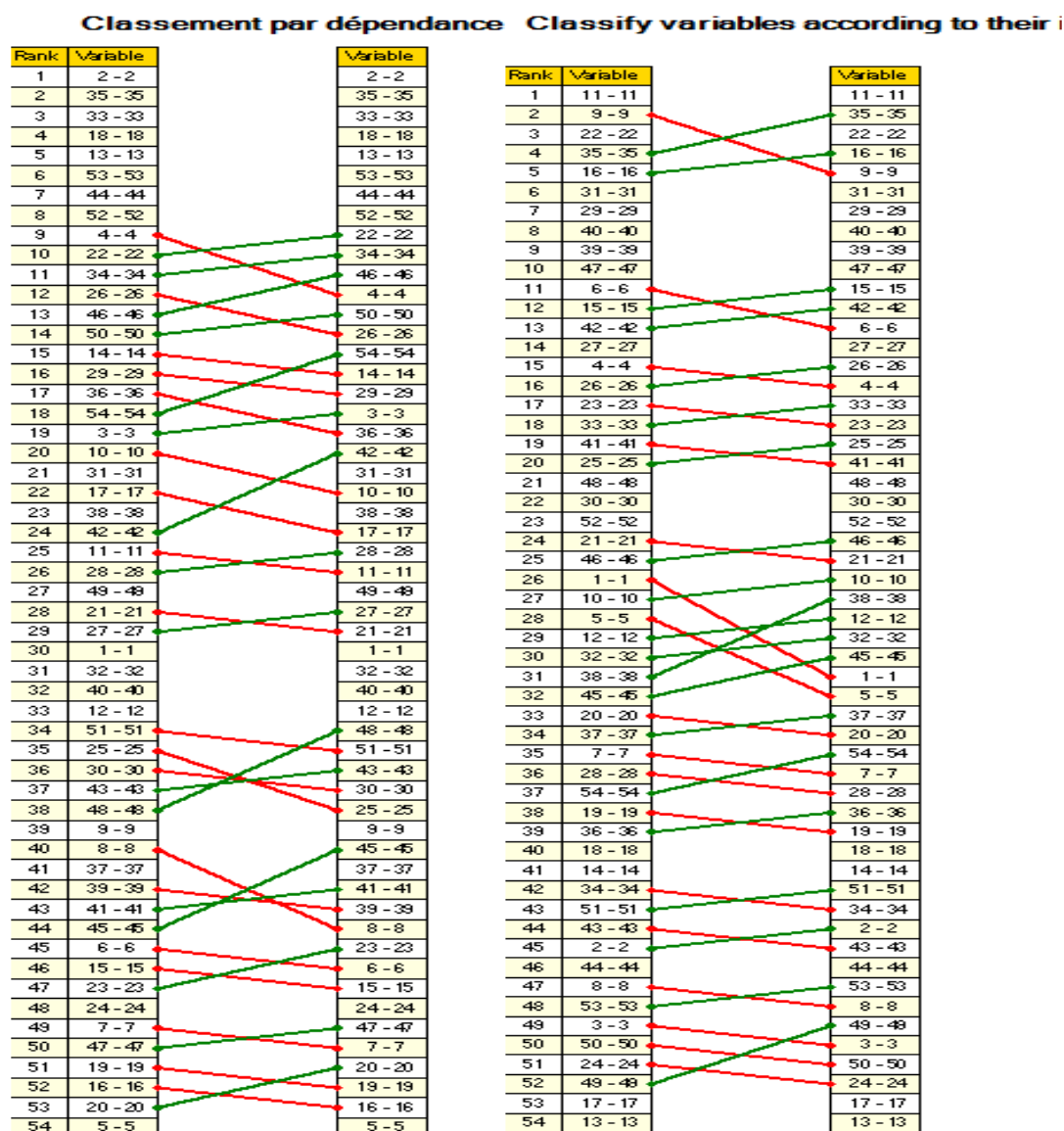
(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۴)



شکل ۷- نمودار تأثیر غیرمستقیم متغیرها با پوشش ۱۰۰ درصد

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۴)

با توجه به شکل‌های ۶ و ۷ روابط مابین متغیرهای تحقیق بر اساس نوع روابط از روابطی با تأثیر ضعیف تا روابطی با تأثیر قوی وجود دارد. همان‌گونه که در شکل شماره ۷ دیده می‌شود در بین تمامی روابط موجود غیرمستقیم، تأثیرگذاری متغیر کد ۱۱ بر متغیر کد ۲ کاملاً مشخص و از نوع تأثیرگذاری قوی می‌باشد. با توجه به اینکه برای محاسبات اثرهای غیرمستقیم، نرم‌افزار، ماتریس را چند بار به توان می‌رساند، جمع اثرگذاری و اثرپذیری‌های غیرمستقیم اعداد چندرقمی درمی‌آید و مقایسه آن با اثرهای مستقیم دشوار می‌شود. برای رفع این مشکل نرم‌افزار، جدول سهم مؤلفه‌ها بر اساس اثرهای مستقیم و غیرمستقیم را در مقیاس ۱۰ هزار ارائه می‌دهد. بر این اساس، مجموع اثرگذاری و اثرپذیری‌ها ۱۰ هزار محاسبه شده و سهم هر کدام از مؤلفه‌ها از این عدد نشان‌دهنده سهم آن از کل سیستم است. شکل ۷ رتبه‌بندی کلی (تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم) متغیرهای مورد ارزیابی را در دو وضعیت تأثیرگذاری کلی و تأثیرپذیری کلی نشان می‌دهند. همان‌گونه که از شکل ۷ مشخص است، رتبه‌های متغیرها در اثرگذاری‌ها و اثرپذیری‌های مستقیم و غیرمستقیم نزدیک هم هستند و حتی در برخی موارد رتبه‌ها یکسان هستند، در این حالت، نرم‌افزار در رتبه‌بندی نهایی، اولویت را به رتبه‌های مستقیم اختصاص می‌دهد. در این اشکال خطوط ارتباطی سبز رنگ نشان از افزایش رتبه اثرات غیرمستقیم نسبت به اثرات مستقیم و خطوط ارتباطی قرمز رنگ نشان از کاهش رتبه می‌باشند. به‌گونه‌ای که خط ارتباطی قرمز رنگ در شکل ۷ نشان می‌دهد که متغیر توسعه ارزش‌های اجتماعی مشارکتی در حالت اثرگذاری مستقیم دارای رتبه دوم بوده و در حالت غیرمستقیم به رتبه پنجم نزول پیدا کرده است. در مقابل نیز متغیرهای فناوری‌های تولید و بسته‌بندی مواد و طرح جامع مدیریت پسماند در حالت اثرگذاری مستقیم، رتبه‌های چهارم و پنجم را داشته‌اند که در حالت اثرگذاری غیرمستقیم، رتبه‌های دوم و چهارم را به خود اختصاص داده‌اند؛ یعنی افزایش رتبه داشته‌اند. لازم به ذکر است که ستون سمت راست اشکال، رتبه‌بندی مربوط به رتبه نهایی متغیرها است و اعداد کنار متغیرها هم مربوط به کد متغیرها هنگام وارد کردن به نرم‌افزار می‌باشد و هیچ معنای خاصی ندارد.



شکل ۷- رتبه‌بندی تأثیرگذاری و تأثیرپذیری مستقیم و غیرمستقیم

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۴)

انتخاب نهایی عوامل مؤثر و کلیدی بر مدیریت پسماند شهر اردبیل

از میان ۵۴ متغیری که با نرم‌افزار میک مک بررسی شد، برپایه امتیازات تأثیرگذاری و جایگاه متغیرها و همچنین نظرات متخصصان، ۱۵ عامل به‌عنوان عوامل کلیدی و پیشران مؤثر بر مدیریت پسماند شهر اردبیل شناسایی شدند که در جدول ۶ ارائه شده است. نکته مهم در بین پیشران‌های شناسایی شده، تکرار عوامل اعتماد اجتماعی، مکان‌یابی دفع زباله، ابعاد نگرشی رفتاری و محیطی، موقعیت جغرافیایی، دسترسی به زمین کافی برای دفن زباله، حفاظت منابع طبیعی زمین در هر دو روش مستقیم و غیرمستقیم می‌باشد.

جدول ۶- امتیازات نهایی نیروهای پیشران تأثیرگذار بر مدیریت پسماند شهر اردبیل

متغیرها	امتیاز نهایی		رتبه
	تأثیر مستقیم	تأثیر غیرمستقیم	
اعتماد اجتماعی	۲۰۰	۲۰۰	۷
توسعه ارزش‌های اجتماعی مشارکتی	۲۱۲	۲۱۰	۳
برنامه‌های آموزشی و فرهنگی	۲۲۳	۲۲۰	۱
الگوی مصرف و مصرف‌گرایی	۲۰۲	۲۰۳	۵
مکان‌یابی دفع زباله	۲۰۶	۲۰۶	۴

متغیرها	امتیاز نهایی		رتبه	
	تأثیر مستقیم	تأثیر غیرمستقیم	تأثیر مستقیم	تأثیر غیرمستقیم
نحوه دفع زباله	۱۹۳	۱۹۲	۸	۱۱
ابعاد نگرشی رفتاری و محیطی	۲۰۰	۲۰۰	۶	۷
طرح جامع مدیریت پسماند	۲۱۰	۲۱۱	۳	۲
موقعیت جغرافیایی	۲۰۲	۲۰۲	۵	۶
دسترسی به زمین کافی برای دفن زباله	۲۰۰	۲۰۰	۶	۷
حفاظت منابع طبیعی زمین	۱۹۱	۱۹۱	۹	۱۲
اصلاح قوانین موجود	۱۹۳	۱۹۴	۸	۹
عملکرد خدماتی شهرداری‌ها	۱۹۱	۱۹۳	۹	۱۰
بافت و نظام سکونتگاهی	۱۹۸	۱۹۷	۷	۸
تولید ناخالص داخلی	۱۸۹	۱۸۸	۱۰	۱۳

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۴)

نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها

افزایش حجم تولید پسماند در سال‌های آینده، حاصل رشد جمعیت به‌عنوان شاخص تعیین‌کننده، مدیریت پسماندها را به یکی از مهم‌ترین چالش‌های مدیریت شهری تبدیل خواهد کرد. اغلب کشورها در راستای بهبود شرایط زیست‌محیطی شهرها، حمایت از توسعه اقتصادی و کاهش هزینه‌ها، ارائه خدمات کارآمد مدیریت پسماند، شناسایی روش‌های مختلف بازیافت و استفاده مجدد در جهت حفاظت از منابع باارزش، نسبت به اصلاح بهبود شیوه‌های مختلف مدیریت پسماندها اقدام کرده‌اند. به دلیل آنکه اقدامات مقطعی نمی‌تواند منجر به حل معضلات پسماندها شود، روش‌ها و سازوکارهای یکپارچه به‌منظور مدیریت کارآمد پسماند می‌بایست موردتوجه قرار گیرد. درواقع فضای موجود نیازمند اتخاذ رویکردهای پایدار، اقتصادی و همچنین جامع و یکپارچه به‌منظور مدیریت بهتر ریسک و بازیابی منابع از پسماند است. برخلاف وضع موجود، حکمرانی پایدار پسماند علاوه بر مقبولیت اقتصادی و پایداری زیست‌محیطی، مشارکت جوامع را نیز در پی خواهد داشت. امروزه با افزایش جمعیت و در پی آن بالا رفتن مصرف تولید پسماند در ابعاد گوناگون خانگی، شهری صنعتی و بیمارستانی به‌سرعت گسترش یافته است و کاهش تولید پسماند امری ضروری است یکی از بخش‌های اصلی مدیریت شهری، مدیریت پسماند شهری می‌باشد. برای کشف عوامل حاکم بر ارتقای مدیریت پسماند شهری، مدل پژوهشی ساختاری تفسیری به دلیل استفاده از نظرات کارشناسان اهل فن و روایی محتوایی مطلوب آن روش مفیدی به نظر رسید، چراکه می‌تواند ضمن کاهش پیچیدگی‌های موضوع و درک قابل قبولی از موضوع موردبررسی، با مشخص کردن اولویت‌ها، ما را به سمت اخذ تصمیمات بهتری هدایت کند. در این پژوهش بر اساس این منطق پژوهشی سعی شد مهم‌ترین عوامل ارتقای مدیریت پسماند شهری اردبیل شناسایی شده و میزان تأثیر هر یک از آن‌ها بر همدیگر مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. در این پژوهش سعی شد در مورد تمامی مؤلفه‌های مؤثر بر مدیریت پسماند شهری اردبیل از خبرگان به روش دلفی نظرسنجی گردد و در نرم‌افزار ساختاری میک مک ارتباط این مؤلفه‌ها باهم سنجیده شود و مؤلفه‌های برتر، در حکم مؤلفه‌های کلیدی و پیشران‌ها، استخراج شوند. با ارزیابی ۵۴ مؤلفه یادشده (جدول ۳) در نتیجه تحلیل‌های ماتریس نقشه تأثیرگذاری و تأثیرپذیری با روش‌های مستقیم و غیرمستقیم، ده مؤلفه کلیدی ۱۵ عامل کلیدی شناسایی شدند که شامل اعتماد اجتماعی، توسعه ارزش‌های اجتماعی مشارکتی، برنامه‌های آموزشی و فرهنگی، الگوی مصرف و مصرف‌گرایی، مکان‌یابی دفع زباله، نحوه دفع زباله، ابعاد نگرشی رفتاری و محیطی، طرح جامع مدیریت پسماند، موقعیت جغرافیایی، حفاظت منابع طبیعی زمین، اصلاح قوانین موجود، عملکرد خدماتی شهرداری‌ها، بافت و نظام سکونتگاهی، تولید ناخالص داخلی، دسترسی به زمین کافی برای دفن زباله می‌باشد. با توجه به شناختی که از پیشران‌ها و شاخص‌های کلیدی مدیریت پسماند شهری به دست آمد و همچنین بر اساس درجه اهمیت و سطح تأثیرگذاری ابعاد آن در فرایند مدیریتی، می‌توانیم برنامه‌ریزی و مدیریت بهتری برای پسماند شهری اردبیل داشته باشیم. مقایسه پژوهش‌های گذشته و پژوهش حاضر نشان داد که؛ مؤلفه‌های مؤثر بر تولید به‌ویژه ترکیب پسماند شهری در بسیاری از پژوهش‌ها مشترک است با این تفاوت که در شرایط و زمان‌های مختلف از درجه اهمیت متفاوتی برخوردار هستند. نتایج پژوهش بیژن پور و همکاران (۱۴۰۳) نشان داد که برای افزایش میزان بازیافت در شبکه زنجیره تأمین پسماند، نیاز به سرمایه‌گذاری‌های زیرساختی و عملیاتی بیشتر می‌باشد. جعفرزاده (۱۴۰۲) نیز بیشتر مشکلات زیست‌محیطی و بهداشتی را ناشی از عدم مدیریت شهری توسط شهرداری‌ها در دفع غیراصولی پسماندها به‌ویژه در شهرستان خوی دانست. نتایج محمدنژاد (۱۴۰۱) نشان داد که مدیریت پسماندها به عواملی همچون تولید، جمع‌آوری، حمل‌ونقل، دفع و بازیافت آن بستگی دارد. نتایج مقاله قلی‌زاده (۱۳۹۹) نشان داد رسانه‌ها می‌توانند از طریق راهبرد آگاهی‌بخشی،

فرهنگ‌سازی آموزشی و اطلاع‌رسانی در اجرای فرایند مدیریت پسماند مؤثر واقع شوند؛ همچنین دادرس و همکاران (۱۳۹۸)، به شاخص آگاهی در مدیریت پسماند و مشارکت و آموزش در موضوع بازیافت پسماند توسط شهروندان در رابطه با بیشترین اثرگذاری تأکید کرد. در پژوهش حاضر، فقط مولفه‌های توسعه ارزش‌های اجتماعی مشارکتی، برنامه‌های آموزشی و فرهنگی و نحوه دفع زباله جز ۱۵ مؤلفه کلیدی مؤثر همسو می‌باشد.

با توجه به مطالعات انجام گرفته و شاخص‌های مورد مطالعه مربوط به آینده پژوهی مدیریت پسماند شهری اردبیل پیشنهادهای کاربردی به شرح زیر می‌توان ارائه کرد:

- تأمین منابع مالی و اعتبارات مورد نیاز برای تهیه و اجرای برنامه‌های مدیریت پسماند
- بهره‌گیری از شیوه‌های نوین و تجهیزات پیشرفته با استفاده از تکنولوژی هوشمند سازی پایداری منابع مالی و برخورداری از برنامه‌ریزی راهبردی مناسب؛
- تشویق و حمایت سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و ایجاد سیستم یکپارچه مدیریتی بین همه ذی‌نفعان در موضوع پسماند
- پیشنهاد می‌گردد موضوع پژوهش حاضر در بعد کشوری نیز مورد بررسی واقع شده و نتایج آن با نتایج پژوهش حاضر، مطابقت داده شود.
- بالا بردن اعتماد از راه رفع به موقع مشکلات مردم و ارائه امکانات لازم در سطح خانوار برای تفکیک زباله و سرویس‌دهی به موقع برای جمع‌آوری از سوی مسئولین مربوط
- پیشنهاد می‌شود تا در تحقیقات آتی محققین با کسب مجوزهای لازم، به اماکن مرتبط با مدیریت پسماند شهر اردبیل دسترسی پیدا نمایند و نسبت به انجام تحقیقات میدانی اقدام نمایند.
- زباله‌های تفکیک شده طبق اصول بازیافت زباله حتماً به شرکت‌های بازیافت زباله تحویل داده شود و هزینه‌های دریافتی را صرفاً در مسیر مدیریت پسماند خرج کنند.
- تهیه دستورالعمل‌ها و مقررات شفاف برای به کارگیری بخش خصوصی در کلیه بخش‌های مدیریت پسماند و ارائه تصمیم لازم برای سرمایه‌گذاری بخش خصوصی جهت تشویق و ترغیب در بخش مدیریت پسماند.
- نقاط ضعف و شاخص‌های بحرانی مربوط به عوامل مؤثر بر مشارکت اهالی و ساکنین در مدیریت پسماند، در جهت توسعه و ارتقا آن در محدوده مورد مطالعه شناسایی و بررسی شوند تا بینش و روشنگری‌های لازم برای تقویت و تسریع محورهای توسعه و ارتقا مدیریت پسماند در این بخش برای مسئولان و برنامه‌ریزان شهری حاصل گردد.

References:

- Abdifar, M. (2024). Investigation of waste management in Varamin city. Master's thesis, Geography, Urban Planning (Urban Environment) orientation, Kharazmi University, Faculty of Geographical Sciences, Department of Human Geography. [In Persian].
- Abdoli, M. A., Tavakoli, B., & Minhaj, M. H. (2011). Special waste management, a strategy for preserving nature and the urban environment. Human Settlement Planning Studies (Geographical Perspective), 6(15), 89-102 <https://sanad.iau.ir/Journal/jshsp/Article/1032693> [In Persian]
- Adinehvand, G., Hafez Rezazadeh, M., & Karimian-Bostani, M. (2022). Identifying the drivers of improving urban waste management (case study: northeastern and central areas of Tehran), Journal of Environmental Science Studies, 7(1), 4597-4607. <https://doi.org/10.22034/jess.2022.144213> [In Persian]
- Aghayari, S. F. (2024). Assessing the vulnerability of urban structures to natural hazards from the perspective of earthquake crisis with a resilience enhancement approach (case study: Khalkhal city). PhD thesis, Department of Geography and Urban Planning, Azad University of Ardabil, Faculty of Geographical Sciences. [In Persian]
- Alizadeh, N., & Ahmadi-Gorji, M. (2022). Analysis of urban waste management improvement criteria based on Internet of Things technology using the DEMATEL method, Quarterly Journal of Urban Management Studies, 14(33), 12-35. <https://doi.org/10.30495/ums.2022.20286> [In Persian]
- Asadi, F., Mohammadi, M., Jafar Nezhad Chaghoushi, A & Asalani, A. (2022). Explain the effective factors of the spread and acceptance of new segregation technologies in the source of municipal waste in order to improve urban management. Geography and Regional Planning, 12(46), 1136-1150. https://www.jgeoqeshm.ir/article_213048.html?lang=en [In Persian]
- Baharondi, N., Darvish Metwalli, M., Mohammadi, Z., Faraji, H., & Eskandari, A. (2024). A review of simulation and optimization models of urban solid waste management system. Quarterly Scientific Research Journal of Environmental Health Engineering, 12(2), 227-245. <https://dx.doi.org/10.61186/jehe.12.2.227> [In Persian]

- Bayramzadeh, N., & Mousavi, M. N. (2024). Investigating the Relationship Between Development and Resource Allocation in the Creation of New Human Settlements During the Years 2011 to 2021 (Case Study: Iran). *Journal of Geography and Environmental Studies*, 13(49), 120-139. <https://sanad.iau.ir/Journal/ges/Article/1107624> [In Persian]
- Bijanpour, M., Ehtesham Rathi, R., & Gharakhani, D. (2023). Multi-objective mathematical model for optimizing urban waste management (Case study: Karaj city). *Scientific Journal of Productivity Management, Green Management*, 3(4). <https://sanad.iau.ir/Journal/jpm/Article/975851> [In Persian]
- Bilji, H. (2024). A new approach towards sustainable development through urban waste management. *Quarterly Journal of Geography, Civil Engineering and Urban Management Studies*, 10(2), 42–54. <https://civilica.com/doc/2060903/> [In Persian]
- Burduk, A., Łapczyńska, D., Kochańska, J., Musiał, K., Więcek, D., & Kuric, I. (2022). Waste management with the use of heuristic algorithms and Internet of Things technology. *Sensors*, 22(22), Article 8786. https://www.researchgate.net/publication/365377533_Waste_Management_with_the_Use_of_Heuristic_Algorithms_and_Internet_of_Things_Technology
- Dadras, B., & Raisi, S. (2019). Waste management modeling with emphasis on urban waste recycling (Case study: Shahrekord city). *Quarterly Journal of Space and Place Research in the City*, (11), 79–102. <https://civilica.com/doc/948589/> [In Persian]
- Davari, R. (2022). Analysis of the waste management system of Mashhad city in the direction of sustainable development [Doctoral dissertation, Ferdowsi University of Mashhad]. <https://doi.org/10.22111/gaij.2022.38404.2913> [In Persian]
- Ebrahimi Fini, F., Babaei Semiromi, F., Tabesh, M. R., Jili Ghazizadeh, M., & Heydari, A. H. (2021). Identifying the drivers affecting household waste generation in Tehran (with emphasis on waste composition) in the next twenty years with a futures research approach. *Health and Environment*, 15(3), 523–538. <http://dorl.net/dor/20.1001.1.20082029.1401.15.3.9.2> [In Persian]
- Esmailizadeh, S., Shaghghi, A., & Taghipour, H. (2020). Key informants' perspectives on the challenges of municipal solid waste management in Iran: A mixed method study. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 22, 1284–1298. https://www.researchgate.net/publication/339829822_Key_informants'_perspectives_on_the_challenges_of_municipal_solid_waste_management_in_Iran_a_mixed_method_study
- Esmaili, F., & Khodadad, M. (2016). Spatial analysis of citizen participation in household waste management (Case study: Gorgan city). *Quarterly Journal of Comprehensive Management*, 2(3). <https://civilica.com/doc/722885/> [In Persian]
- Gholizadeh, N., Metani, M., Bagherzadeh, M. R., & Gholipour Kanani, Y. (2019). The strategic role of media in explaining the role of natural-human geography variables in waste management in Tehran. *Geography and Regional Planning*, (39), 31–48. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.22286462.1399.10.39.31.8> [In Persian]
- Godet, M. (2008). Strategic foresight. *Lipsor Working Paper*. https://www.academia.edu/29746141/Strategic_Foresight
- Grzesik, K. (2018). The environmental impact of municipal waste management systems. *E3S Web of Conferences*, 45, Article 00020. https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2018/20/e3sconf_infraeko2018_00020.pdf
- He, Z., Xiong, J., Ng, T. S., Fan, B., & Shoemaker, C. A. (2017). Managing competitive municipal solid waste treatment systems: An agent-based approach. *European Journal of Operational Research*, 263(3), 1063–1077. <https://ideas.repec.org/a/eee/ejores/v263y2017i3p1063-1077.html>
- Jafarzadeh, H. (2023). The role of urban waste management and citizens in separating, collecting and disposing of urban waste and runoff (Case study: Khoy City Municipality). *Quarterly Journal of Applied Research in Technology and Engineering*, 4(33). <https://civilica.com/doc/1891372/> [In Persian]
- Karami, A., Oghofi, O., & Hajiani, E. (2026). A critical reading of the epistemology of conventional futures studies. *Journal of Geography and Regional Foresight*, 4(1), 39–60. <https://doi.org/10.30466/grfs.2025.56184.1119> [In Persian]
- Khoshnavaz, B., Mousavi, S., Akbari, M., & Namdar, S. (2013). Identifying and explaining key drivers affecting citizen participation in urban waste management (Case study: Tabriz metropolis). *Geographical Spatial Planning*, 13(2), 17–35. <https://doi.org/10.30488/gps.2022.359563.3574> [In Persian]
- Mousavi, M., Jahangirzadeh, J., Bayramzadeh, N., & Omidvarfar, S. (2023). An analysis of the state of good governance in Urban Peripheral villages of Urmia. *Peripheral Urban Spaces Development*, 5(2), 221-236. <https://doi.org/10.22034/jpusd.2023.397271.1270> [In Persian]
- Rahnama, M. R. (2022). Scenario planning in urban and regional studies: Concepts, methods and experiences. *Organizational Planning & Strategic Planning Management*. <https://ketab.ir/book/bc5fa27e-3f09-4c0e-b42b-e4d6fb41b055> [In Persian]
- Rahnama, M. R., Araz Shokohi, M., & Davari, R. (2022). Presenting scenarios for integrated waste management in Mashhad city. *Geography and Urban-Regional Planning*, 12(43), 149–178. <https://doi.org/10.22111/gaij.2022.38404.2913> [In Persian]
- Saeedi Mehr, M., Anvari, M. R., & Karimian Bostani, M. (2022). Analysis of the dimensions of citizen participation in waste management in urban areas (Case study: Zahedan city). *Quarterly Journal of Geography and Regional Planning*, 11(4), 521–535. <https://doi.org/10.22034/jgeoq.2021.136740> [In Persian]
- Saghaei, E. (2022). The role of blockchain in the municipal waste management industry. *International Conference on Management, Economics and Accounting Sciences*. <https://sid.ir/paper/902208/fa> [In Persian]
- Salsabila, L., Purnomo, E. P., & Jovita, H. D. (2021). The importance of public participation in sustainable solid waste management. *Journal of Governance and Public Policy*, 8(2), 106–123. <https://doi.org/10.18196/jgpp.v8i2.11519>

- Siddiqua, A., Hahladakis, J. N., & Al-Attiya, W. A. K. (2022). An overview of the environmental pollution and health effects associated with waste landfilling and open dumping. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(39), 58514–58536. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21578-z>
- Tahebzarnia, A., Davarinejad Moghadam, M., & Hosseinian, N. (2026). Measuring the key driving forces affecting the improvement of livability in Torqabeh city with a futures studies approach. *Journal of Geography and Regional Foresight*, 4(2), 22–42. <https://doi.org/10.30466/grfs.2025.56496.1149> [In Persian]
- Tanatane, S., & Hantrakul, S. (2019). Municipal waste management challenge of urbanization: Lesson learned from Phitsanulok, Thailand. *Geographia Technica*, 14, 39–46. <https://www.semanticscholar.org/paper/Municipal-Waste-Management-Challenge-of-Lesson-From-Tanatane-Hantrakul/9c8a09d29adda9cda6ef4c50b33a95414c6d27dc>
- Tavakolinia, J., Saeedi Rad, M., Kazemi, M., & Gharibi, M. (2017). Analysis of factors affecting citizens' motivation to participate in waste management (Case study: District 5 of Tehran Municipality). *Geography and Urban Planning of Zagros Landscape*, 9(33), 1–19. <https://sanad.iau.ir/Journal/zagros/Article/937738> [In Persian]
- Torkashvand, J., Imamjomeh, M. M., Farzadkia, M., & Mahmoudkhani, R. (2017). The degree of source segregation in waste management and a review of the economic and social factors affecting it in several Iranian cities. *Journal of Inflammatory Diseases*, 22(5), 70–79. <https://www.magiran.com/p1935627> [In Persian]
- Zali, N., & Poursohrab, A. (2017). Regional development foresight with an integrated approach of scenario writing and SWOT analytical model (Case study: Guilan province). *Spatial Planning*, 21(3), 189–220. <http://hsmsp.modares.ac.ir/article-21-12149-fa.html> [In Persian]



COPYRIGHTS



© Authors retain the copyright and full publishing rights. This is an open access article under the CC BY-NC license:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Publisher: Urmia University.