Journal of Urban Environmental Planning and Development
Vol 4, No 14, Summer 2024
p ISSN: 2981-0647 - **e ISSN:**2981-1201
Journal Homepage:http://juep.iaushiraz.ac.ir/

Research Paper

A Reading on the Drivers Affecting the Future State of Urban Metabolism(Case Study: District 22 of Tehran Metropolis)

Esmaeil Aliakbari *: Professor of Geography and Urban Planning, Payame Noor University, Tehran, Iran
Amirhossein Halabian: Associate Professor ,Department of Geography, Payame Noor University, Tehran, Iran
Masoumeh Ansari: Ph.D student in Geography and urban planning, Payame Noor University, Tehran, Iran.

Received: 2024/01/23 **PP** 13-26 **Accepted:** 2024/03/09

Abstract

The importance of urban environmental issues has never been more visible than today. Because today, cities are considered as the most important achievement of technological, economic, cultural and social efforts of man, which has increased in proportion to the rapid growth of urban population and urbanization, consumption of resources and the spread of environmental pollution in cities. This article has tried to identify and cluster the drivers affecting the future state of urban metabolism in the 22nd district of Tehran metropolis with the method of structural analysis. Theoretical data was prepared by document method and experimental data by survey method based on Delphi technique. The statistical population is 20 urban experts based on targeted sampling and development drivers, 36 driving forces in 5 economic, social, institutional-management, physical and environmental dimensions, which have been processed by structural interaction analysis method in MICMAC software. The findings, in terms of the overall analysis of the system environment, showed that 645 relationships have the number 3, and this means that the relationships of the key drivers are very large and have great influence. Also, other results of the research from the analysis of mutual effects indicate the dispersion of driving forces in a complex and intermediate situation of effectiveness and effectiveness: The clustering system of thrusters indicates the concentration of dual thrusters. Out of a total of 36 driving forces of development, 8 key drivers including urban infrastructure, urban structure, population growth, housing development, adoption of sustainable technologies, environmental protection, health and safety, and development of cultural and recreational facilities have been identified.

Keywords: Driver, Structural Analysis, Urban Metabolism, Structures and Functions, District22 of Tehran metropolis.

Citation: Aliakbari, E., Halabian, A H., & Ansari, M . (2024). **A Reading on the Drivers Affecting the Future State of Urban Metabolism(Case Study: District 22 of Tehran Metropolis),** *Journal of Urban Environmental Planning and Development*, 4(14), 13-26.
© The Author(s) **Publisher:** Islamic Azad University of Shiraz

DOI:

* . **Corresponding author:**Esmaeil Aliakbari **Email:** aliakbari@pnu.ac.ir**Tel:** +989123840594

Extended Abstract

Introduction

The expansion of cities with an incoherent and disjointed spatial structure has caused unreasonable and inappropriate concentration of facilities and services in different parts of the city and unequal economic-social development in them, and many of the problems of cities are the result of neglecting the main elements and components of the structure. Considering that in the cities of developing countries, the amount of use of resources and energy has increased: The amount of production of waste, waste and pollution has also become worrying. In addition to these issues, the structure and function of the city and its facilities and limitations also affect the amount of consumption and production of materials and waste by the city and its citizens, which affect the natural cycle of the city, in relation to its surrounding environment and capacity Environmental issues have a negative impact. In recent years, due to the expansion of Tehran district 22 has undergone many changes and due to the rapid growth and development of this region and the inefficiency of urban development programs, it is faced with many problems for example weakness of public and mass transportation, high population density, overcrowding violations, change of land use and housing, unbridled constructions, high-rise construction, lack of water, low service per capita, lack of proper access to the centers and cores of Tehran, immigration, pointed out that increases the scope of these challenges and problems of livability in this region day by day. Therefore, investigating and studying urban metabolism in the direction of coexistence with the urban environment and sustainable urban development is very important and can help in evaluating policies, ranking places, formulating management strategies and urban planning also facilitate the understanding and prioritization of social issues for urban planners and managers in order to improve the quality of life of citizens. This issue becomes important that it is possible to balance the relationship between man and the urban environment And by recognizing the pattern and spatial structure of the city as the main part of the city where the main functions of the city are located, he made the necessary plans to adjust and control the unrestrained urban metabolism, so that the losses caused by wastage can be avoided.

Methodology

The current research, with a future-research approach, identifies the most important driving factors affecting the future state of urban metabolism in the 22nd district of Tehran metropolis. In terms of practical purpose, this research is a combination of documentary and survey methods, and in terms of nature, it is based on the new methods of future research, analytical and exploratory science, which was carried out by using a combination of quantitative and qualitative models.

Is documentary study method and experimental data of survey method based on Delphi method have been used in preparing the propellants under study. According to the above criteria, 20 experts and specialists from universities and research centers have been selected to participate and cooperate in the research process. In information processing, structural interaction analysis method was used in MICMAC software.

Results and discussion

This research has been done with the aim of identifying the drivers influencing the future state of urban metabolism in the 22nd district of Tehran metropolis. The findings of this research showed that the general pattern of dispersion of the drivers of urban metabolism in District 22 of Tehran metropolis, in terms of mutual effects analysis, indicates the state of an unstable environmental system in which the studied drivers, in terms of effectiveness, state It is complex and intermediate. Among the 36 driving forces, ^driving forces have a key effect on the future state of urban metabolism in the 22 nd district of Tehran metropolis, which includes urban infrastructure, urban structure, population growth, housing development, adoption of sustainable technologies, environmental protection, safety and health and development of cultural and recreational facilities. In terms of systemic performance, these forces play the role of high influence and low influence in the system environment with the aim of improving the quality of urban metabolism in the 22 nd district of Tehran metropolis, and as a result, they are considered the most effective and key drivers.

Conclusion

In the previous years, District 22 of Tehran city was considered as a newly formed area, as a

special area on the bank of Tehran city with recreational and tourism use and services And initially, the 22nd area was supposed to become Tehran's tourism, which caused many problems due to the indiscriminate constructions in the area. According to these results urban infrastructure includes:
transportation, communication ,water and energy supply, green space and public places. These infrastructures play an important role in maintaining the quality of life of the citizens of Region 22 and facilitating economic and social activities. Also, the urban structure, which - includes geographical divisions, mapping, spatial planning and optimal use of land , has a key role in the sustainable development of the studied area.

.

فصلنامه برنامه ریزی و توسعه محیط شهری

دوره ۴، شماره ۱۴، تابستان ۱۴۰۳

شاپا چاپی: ۰۶۴۷-۲۹۸۱ شاپا الکترونیکی: ۱۲۰۱-۲۹۸۱

Journal Homepage: http://juep.iaushiraz.ac.ir/

مقاله پژوهشی

خوانشی بر پیشران‌های اثرگذار بر وضعیت آینده متابولیسم شهری (مطالعه موردی: منطقه ۲۲ کلان‌شهر تهران)

اسماعیل علی اکبری *: استاد گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

امیرحسین حلبیان: دانشیار، گروه جغرافیا، داتشگاه پیام نور، تهران، ایران

معصومه انصاری: دانشجوی دکترای جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۰۳ **صص** ۲۶-۱۳ **پذیرش:** ۱۴۰۲/۱۲/۱۹

چکیده

اهمیت مسائل محیط زیست شهری، هیچ‌گاه به اندازه امروز نمایان نبوده است. زیرا امروزه شهرها به عنوان مهم‌ترین دستاورد تلاش‌های تکنولوژیکی، اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی انسان محسوب می‌شوند،که به تناسب رشد سریع جمعیت شهری و شهرنشینی، مصرف منابع و انتشار آلودگی‌های زیست محیطی هم در شهرها افزایش پیدا کرده است. این مقاله کوشیده است با روش تحلیل ساختاری، پیشران‌های موثر بر وضعیت آینده متابولیسم شهری منطقه ۲۲ کلانشهر تهران را بازشناسی و خوشه‌بندی کند. داده‌های نظری با روش اسنادی و داده‌های تجربی با روش پیمایشی بر پایه تکنیک دلفی تهیه شده است. جامعه آماری۲۰ نفر از خبرگان شهری بر اساس نمونه‌گیری هدفمند و پیشران‌های توسعه، ۳۶ نیروی پیشران در ۵ بعد اقتصادی، اجتماعی، نهادی- مدیریتی، کالبدی و زیست محیطی است که با روش تحلیل اثرات متقابل ساختاری در نرم‌افزار MICMAC پردازش شده است. یافته‌ها از نظر تحلیل کلی محیط سیسم نشان داد که ۶۴۵ رابطه عدد ۳ دارد و این به معنای آن است که روابط پیشران‌های کلیدی بسیار زیاد بوده و از تاثیرگذاری و تاثیرپذیری زیادی برخوردارند. همچنین نتایج دیگر پژوهش از تحلیل اثرات متقابل، بیانگر پراکندگی نیروهای پیشران در وضعیتی پیچیده و بینابین از اثرگذاری و اثرپذیری است؛ نظام خوشه‌بندی پیشران‌ها حاکی از تمرکز پیشران‌های دوگانه است. از مجموع ۳۶ نیروی پیش‌برنده توسعه، ۸ پیشران کلیدی شامل زیرساخت‌های شهری، ساختار شهری، رشد جمعیت، توسعه مسکن، پذیرش فناوری‌های پایدار، حفاظت از محیط زیست، ایمنی و بهداشت و توسعه امکانات فرهنگی و تفریحی شناسایی شده است.

واژه‌های کلیدی: پیشران، تحلیل ساختاری، متابولیسم شهری، ساختارها و کارکردها، منطقه ۲۲ کلان‌شهر تهران

استناد: علی‌اکبری، اسماعیل؛ حلبیان، امیرحسین و انصاری، معصومه (۱۴۰۳). **خوانشی بر پیشران‌های اثرگذار بر وضعیت آینده متابولیسم شهری (مطالعه موردی: منطقه ۲۲ کلان‌شهر تهران)**، فصلنامه برنامه‌ریزی و توسعه محیط شهری، ۴(۱۴)، ۱۳-۲۶.

© نویسندگان

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شیراز

DOI:

*نویسنده مسئول: اسماعیل علی اکبری **پست الکترونیکی:** aliakbari@pnu.ac.ir **تلفن:** ۰۹۱۲۳۸۴۰۵۹۴

این مقاله مستخرج از رساله دکتری نویسنده سوم به راهنمایی نویسنده اول و مشاوره نویسنده دوم است.

بیان مساله

رشد شتابان شهرنشینی با الگوها و ساختارهای فضایی متفاوت، از دهه ۱۹۹۰ با جهانی‌شدن[1]و بازتاب اثرات آن در ساختارهای فضایی[2] کلان‌شهرها، برنامه‌ریزان شهری و منطقه‌ای را بر آن داشت تا در جهت برنامه‌ریزی این ساختارها در تکاپو باشند. با این‌حال به نظر می‌رسد که در کشورهای درحال توسعه به سامان بخشی ساختارهای فضایی توجه ویژه‌ای نمی‌شود که برآیند آن بی‌توجهی؛ مسائل و چالش‌های اجتماعی، اقتصادی و به‌ویژه محیط‌زیستی است(Teymori, 2017: 12). امروزه رشد سریع شهرها، جوامع شهری را با مشکلات متعددی از جمله ساخت و سازهای بی‌رویه و بی‌ضابطه، رشد افقی و گسترده شهرها، توزیع و جانمایی نامتعادل کاربری‌ها در شهر، بهم خوردن نظم ساختار فضایی شهر و پراکنش فضایی فعالیتها، افزایش تقاضای سفر، هزینه بالای اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی مواجه ساخته و ناپایاری ساختار فضایی شهرها را سبب شده است(Barton et al, 2003: 5). از سوی دیگر، سرانه و الگوی مصرف نامناسب منابع در شهرها، آنها را در معرض ناپایداری قرار داده و مشکلات کالبدی، اجتماعی اقتصادی فراوانی، به ویژه در کشورهای در حال توسعه بوجود آورده است (Firozi et al, 2016: 214). گسترش شهرها با ساختار فضایی نامنسجم و از هم گسیخته موجب تمرکز نامعقول و نامناسب امکانات و خدمات در بخش‌های مختلف شهر و توسعه اقتصادی– اجتماعی نابرابر در آنها شده و بسیاری از مسائل شهرها نتیجه بی‌توجهی به عناصر و اجزای اصلی ساختار فضایی شهر و نحوه سازمان‌یابی آنها در محیط و به دنبال آن نامناسب بودن ساخت شهر، توزیع جمعیت، الگوی کاربری زمین و نظام حمل و نقل آن است(Zhang, 2017: 6). شهرها که مقدار زیادی از انرژی و منابع را مصرف می‌کنند، به طور فزاینده‌ای به اکوسیستم‌های اطراف وابسته هستند. به خاطر این جریان عظیم منابع، شهرها به «شبکه‌هایی به سختی پایدار اما به طور متناقض مقاوم« تبدیل شده‌اند که ظرفیت سیستم پشتیبانی از حیات زمین را تنزل می‌دهد(John et al, 2019: 402). در واقع با شتاب جهانی شهرنشینی و تغییرات الگو و ساختارهای فضائی، توجه به متابولیسم شهری به عنوان یک ابزار و تئوری موثر برای تحلیل توسعه پایدار شهری بیشتر شده است (Aiu, 2016: 8). با توجه به اینکه در شهرهای کشورهای در حال توسعه، میزان استفاده از منابع و انرژی، افزایش یافته و میزان تولید ضایعات، پسماندها و آلودگی‌ها نیز در تبعیت از آن نگران کننده شده است.

در کنار این مسائل، ساختار و عملکرد شهر و امکانات و محدودیت‌های موجود در آن نیز بر میزان مصرف و تولید مواد و ضایعات، توسط شهر و شهروندان تاثیرگذار است که این مسائل بر چرخه طبیعی شهر، در ارتباط با محیط پیرامون آن و ظرفیت‌های محیط زیستی، تاثیر منفی می‌گذارد(Amoei, 2015: 4). می‌توان گفت با شتاب جهانی شهرنشینی و تغییرات الگو و ساختارهای فضائی، توجه به متابولیسم شهری[3]به عنوان یک ابزار و تئوری موثر برای تحلیل توسعه پایدار شهری بیشتر شده است (Aiu,2016: 5). از دیدگاه متابولیسم، شهر فقط یک فضای فیزیکی نیست بلکه نوعی« ارگانیسم زنده» است که به برنامه‌ریزی و مدیریت بستگی دارد (Cui et al, 2019: 2). درک فرایندهای متابولیسم شهری، امکان توسعه پایدارتر و مدیریت شهرها به وسیله بهینه‌سازی استفاده از منابع در دسترس و افزایش حفاظت از محیط‌زیست را فراهم می‌آورد(Gonzalez et al, 2013: 110). ساختار فضایی‌کلان‌شهرها طی دهه‌های گذشته تغییر و تحولاتی گسترده‌ای را به ویژه در کشورهای درحال‌توسعه تجربه کرده است؛ کلان‌شهر تهران از جمله منطقه ۲۲ آن نیز از این قاعده مستثنا نبوده؛ به طوری‌که در سال‌های اخیر به دلیل گسترش شهر تهران، منطقه ۲۲ دستخوش تغییرات زیادی شده است. به طوری‌که بسیاری از افراد ساکن از سایر مناطق این منطقه را به علت دوری از انواع آلودگی‌ها ترجیح و در آن ساکن شده‌اند. ولی در حال حاضر به علت رشد و توسعه سریع این منطقه و ناکارآمدی برنامه‌های توسعه شهری آن را با مشکلات متعددی روبرو کرد به‌عنوان مثال می‌توان به ضعف حمل‌و نقل عمومی و انبوه‌بر، تراکم بالای جمعیت، تخلف تراکم فروشی، بورس بازی زمین و مسکن، ساخت‌و سازهای بی‌رویه و افسار گسیخته، بلندمرتبه‌سازی، بی آبی، پایین بودن سرانه‌های خدماتی، عدم دسترسی مناسب به مراکز و هسته‌های شهر تهران، غیر فعال بودن محیط کسب و کار، مهاجرپذیری و پیوندهای سست اجتماعی در توسعه‌های شهرک‌گونه اشاره کرد که روز به روز بر دامنه این چالش‌ها و مشکلات زیست‌پذیری این منطقه می‌افزایند.

همچنین بررسی روند و الگوی توسعه منطقه ۲۲ طی چهار دهه اخیر نشان می‌دهد، این منطقه به‌شدت شاهد تورم تصمیم‌گیری‌ها بوده که بیش از آنکه حکایت از تدوین برنامه‌ریزی منطقی با الگوهای توسعه پایدار شهری صورت گیرد، عملاً توسعه خودرو محور و تحت‌تاثیر «تقاضای بازار» است(Akbari,2022:10). با این وضعیت، سؤال درباره جایگاه و آینده وضعیت توسعه پایدار منطقه ۲۲ و محیط پیرامون آن از اهمیّت زیادی برخوردار است. لذا بررسی و مطالعه متابولیسم شهری در راستای همزیستی با محیط زیست شهری و توسعه پایدار شهری حائز اهمیت فراوانی است و می‌تواند به ارزیابی سیاست‌ها، رتبه‌بندی مکان‌ها، تدوین استراتژی‌های مدیریت و برنامه‌ریزی شهری کمک کرده و درک و اولویت‌بندی مسائل اجتماعی برای برنامه‌ریزان و مدیران شهری به منظور ارتقای کیفیت زندگی شهروندان را تسهیل سازد. این موضوع، بیش از پیش بر لزوم پرداختن به موضوع متابولیسم شهری را مطرح می‌کند به عبارت دیگر، این موضوع از این زاویه اهمیت می یابد

[1]. Globalization
[2]. Spatial Structure
[3]. Urban Metabolism

افزایش دهد. در ایران پژوهش‌های اندکی در موضوع متابولیسم شهری، در حوزه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری و به عنوان یکی از شاخص‌های پایداری شهری صورت گرفته است. و همچون سایر کشورهای جهان، به متابولیسم شهری با تأکید بر حفظ محیط زیست توجه شده و به تدریج در عرصه سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی واجرای فعالیت‌های مختلف در عرصه محیط زیست شهری به عنوان مفهومی فراگیر و چند بعدی مورد توجه قرار گرفته است. مقالات محدودی نیز توسط اشخاصی همچون سید حسین بحرینی و مصطفی محمدی ده چشمه، به تبیین موضوع پرداخته است. بیشتر پژوهش‌ها، به مبحث الگوی بهینه مصرف انرژی و کارایی انرژی، در ارتباط با موضوعات برنامه‌ریزی شهری از جمله کاربری اراضی، حمل و نقل و غیره پرداخته است. دانشپور و لطفی (۱۳۹۵)، در مقاله‌ای با عنوان تحلیل و ارزیابی احیای اکولوژی شهر با تاکید بر متابولیسم شهری با بهره‌گیری از مباحث اکولوژیک و محیط زیست و ادغام آن با رویکردهای متابولیسم شهری به بررسی احیاء اکولوژی شهری می‌پردازند چیزی که در نتیجه آن کیفیت زندگی شهروندان ارتقاء می‌یابد. بر اساس این بررسی اکولوژی شهری ابزاری جهت کنترل و هدایت توسعه شهر، فعالیتها و ارتقای کیفیت‌های محیطی به شمار می‌رود. در نتیجه اکولوژی شهر بیشتر در حوزه متابولیسم است که آن نیز در یک تعریف کلی به معنای راهی است که ارگانیزم های انرژی و متریال را مصرف می‌کنند . تعاملات اکولوژیکی، تبادل انرژی و متریال بین ارگانیزم‌ها ومحیط آنهاست. بنابراین میزان متابولیسم بر فرآیندهای اکولوژیکی در سطوح فرد، جمعیت، جامعه و اکوسیستم‌ها تاثیر می‌گذارد.

با توجه به بررسی پیشینه مطالعات انجام شده قوام بخش این فرضیه است که تا به حال پیشران‌های اثرگذار بر وضعیت آینده متابولیسم شهری در مناطق شهری با استفاده از روش تحلیل ساختاری انجام نگرفته است که نوآوری این پژوهش در قیاس با این مطالعات محسوب می‌شود.

مبانی نظری تحقیق

ساختار فضایی واژه‌ای است که از دو مفهوم فضا و ساختار سرچشمه می‌گیرد. شهر به عنوان یک نظام دارای اجزایی است که همچون اندام‌های موجود زنده با یکدیگر ارتباط ارگانیک دارند از این دیدگاه مکانها به وسیله یک نظام متقابل فضایی با یکدیگر همبستگی یافته و بخشی از یک کالبد چرخشی به شمار می‌روند. مکانها بخش‌هایی از یک حوزه بزرگتر می‌باشند که از تجمع فعالانه آنها کانون‌هایی تشکیل می‌شوند که مراکز و محورهای شهر را پدید می‌آورند. به بیان دیگر می‌توان گفت که از نحوه استقرار مکان‌ها و عملکردها، کانون و محورهایی شکل می‌گیرند که در یک ارتباط درونی با یکدیگر شبکه‌ای از مراکز و محورها را پدید می‌آورند که به آن ساختار فضایی می‌گویند. ساختار فضایی یک شهر بسیار پیچیده است از این رو ساختار فضایی یک شهر، تاثیر مهمی بر کارایی اقتصادی و بر کیفیت محیط شهری دارد (Bertaud, 2006: 6). مفهوم متابولیسم در قرن ۱۹ توسط کارل مارکس وارد علوم اجتماعی شد. به طور خاص، مارکس شهرنشینی را به عنوان یک فرایند کلیدی که منجر به "شکاف متابولیکی[1]"به دلیل کاهش تعامل بین انسان و زمین ناشی از مهاجرت مردم از مناطق روستایی به مناطق شهری یا به علت افزایش مسافت طولانی برای مبادلات مواد غذایی و پوشاک می‌شود در نظر می‌گیرد(Dinares, 2014: 55). مطالعه متابولیسم شهری، اگرچه در سال ۱۹۶۵ آغاز شده است ، اما در دهه ۱۹۸۰ دوره ای از افول را سپری کرد و سپس در یک دهه گذشته مجدداً مورد توجه قرار گرفته است.

وولمن[2](۱۹۶۵)، برای اولین بار متابولیسم شهری را توسعه داد که طبق گفته وایت (۲۰۰۲)، از داده‌های محلی در زمینه آب، غذا و مصرف سوخت، نرخ تولید فاضلاب، زباله و آلاینده‌های هوا برای تعیین نرخ جریان ورودی و خروجی برای یک شهر فرضی یک میلیون نفر استفاده کرد. از طریق این مطالعه، او به تمرکز بر روی اثرات گسترده مصرف کالا و تولید پسماند در مناطق شهری کمک کرد. متابولیسم شهری مبتنی بر قیاس با متابولیسم موجودات زنده و شبیه اکوسیستم است. با این حال، شهرها پیچیده‌تر از ارگانیسم های مجزا هستند که منابع اطراف آن را مصرف می کنند و پسماند را دفع می‌کنند. بنابراین، می‌توانند با اکوسیستم‌ها هماهنگ‌تر باشند، جایی که دستیابی به یک اکوسیستم طبیعی هدف نهایی توسعه شهرهای پایدار است با این حال، شیوه‌های کنونی شهری به توسعه پایدار بسیار کمتری منجر شده‌است (Attia & Khalil, 2015: 664). در این راستا، اگر ما به دنبال ایجاد شرایطی برای تمدن انسانی سالم و پایدار بر روی زمین هستیم، شهرها، باید سریع و قاطعانه در جهت افزایش کارایی منابع و انرژی، خوداتکایی بیشتر در پاسخ به نیازهایشان، ایجاد آلودگی کمتر و پایداری فزاینده به پیش روند، به طوری که، شهرها باید به شریک مثبت طبیعت تبدیل شوند(Saeidi, 2014: 21). همان‌گونه که متابولیسم بر شهر تأثیر دارد، متابولیسم هم متأثر از شهر است، شهرها می‌توانند با بازیافت و مدیریت منابع و ذخایر خود متابولیسم را کنترل کنند. ساختار، بافت و ارگانیسم شهر هم خود بر کنترل و تأمین منابع متابولیسم تأثیر می‌گذارند(Shabazi et al, 2014: 5). متابولیسم شهری را می‌توان به عنوان فرآیندی

[1]. Metabolic rift
[2]. Wolman

درک کرد که در آن یک شهر منابع را از طریق محیط زیست محلی یا تجارت به دست می‌آورد و آن‌ها را برای تولید خروجی‌های اقتصادی و خدمات اجتماعی مصرف می‌کند(به طور ایده‌آل، ولی نه در واقع، توزیع یکنواخت) و ضایعات را به محیط آزاد می‌کند.
کندی و همکاران (۲۰۰۷)، متابولیسم شهری را به عنوان مجموع فرایندهای فنی و اجتماعی- اقتصادی که در شهرها رخ می‌دهند، و منجر به رشد، تولید انرژی و از بین بردن زباله می‌شود تعریف می‌کنند(Baccini, 2012: 87; Graedel, 2012). مطالعه متابولیسم شهری، بخش مهمی از وضعیت محیط‌زیست را گزارش می‌دهد و اقداماتی که نشان دهنده پایداری شهری شامل اطلاعاتی در مورد بهره‌وری انرژی، مدیریت مواد زائد و زیر ساخت‌ها در سیستم شهری می‌باشد. میزان متابولیسم و فرآیندهای اکولوژیکی در سطوح فردی، جمعیت، جامعه و اکوسیستم‌ها تاثیر می‌گذارد(Ferreir & Conke, 2015: 148). برای تحلیل هر چه بهتر شهر به عنوان یک واحد اکولوژیکی می‌توان شهر را در چارچوب یک سیستم داده ها و ستانده ها بررسی کرد. بدین صورت که شهر برای پاسخگویی به نیاز های متنوع شهروندان خود ناگزیر به استفاده از داده هایی با حجم بسیار زیاد است. مهمترین این داده ها عبارت است از انرژی، غذا و آب. نتیجه استفاده از این داده ها، با توجه به جمعیت فزاینده شهر نشین، ایجاد ستانده هایی در قالب اثرات زیست محیطی از نوع تغییرات آب و هوایی، آلودگی آب و تغییر در سیستم شهر در مبارزه با غلبه طبیعت به هیدرولوژی، آلودگی های صوتی و آلودگی هوا می‌باشد. مطالعات متابولیسم شهری شامل تصویر بزرگ یعنی تعیین مقدار ورودی‌ها، خروجی‌ها و ذخیره انرژی، آب، مواد غذایی، مواد زائد برای یک منطقه شهری است. چارچوب منابع بین‌المللی، متابولیسم شهری را به عنوان لنزی که از طریق آن شهرها را می‌توان برای درک جریان‌های مهم منابع و انرژی؛ مورد مطالعه قرار داده (Zengerling 2018 :191,) و همچنین به عنوان پایه‌ای در طراحی شهری پایدار و سیاست‌گذاری شهری در نظر می‌گیرد که با مطالعه آن اطلاعات ارزشمندی در مورد جریان منابع در سیستم شهری بدست می‌آید (Kennedy et al ,2011: 8).
می‌توان استدلال کرد که درک فرایندهای متابولیسم شهری، امکان توسعه پایدارتر و مدیریت شهرها به وسیله بهینه‌سازی استفاده از منابع در دسترس و افزایش حفاظت از محیط زیست را فراهم می‌کند (Gonzalez et al ,2013: 110). متابولیسم شهری یکی از مباحث حیاتی شهر است به ویژه در جهانی تو سعه‌یافته و پر از ازدحام کنونی که مسائلی چون تامین آب، آلودگی‌هوا و اتم سفر پاک، زباله، پسماندهای خشک و تر، فاضلاب‌شهری و آلودگی‌های زیست محیطی حیات و سلامتی شهرنشینان را در معرض تهدید قرار داده است، و روز به روز بر حجم و وسعت آنها به تناسب افزایش روز افزون ساکنین شهری افزوده می‌گردد. در واقع موارد پیش گفته شده انرژی‌هایی هستند که حاصل مصرف و تولید شهرنشینان است و کنترل مصرف و استحصال و بازیافت آنها می‌تواند چرخه زندگی را انتظام بخشد و از وخیم‌تر شدن اوضاع پیشگیری و امر تولید و مصرف انرژی یا متابولیسم شهری را تعادل و توازن بخشد (Sha ali et al,2010:5). با توجه به دیدگاهها و نظریات مختلف، متابولیسم شهری به عنوان یک مفهوم متعدد نقش مهمی در طراحی و توسعه شهرها ایفا می‌کند. برخی از دیدگاه‌های مرتبط با متابولیسم شهری عبارتند از:

جدول ۱-دیدگاه‌های مرتبط با متابولیسم شهری

دیدگاه اقتصادی	این دیدگاه معتقد است که شهرها به عنوان سازنده‌های اصلی تولید و اقتصاد یک کشور عمل می‌کنند. بر اساس این نظریه، شهرها باید قادر باشند تا نیازهای اقتصادی خود را تأمین کنند و منابع طبیعی را به صورت پایدار مدیریت کنند.
دیدگاه اکولوژیکی	در این دیدگاه، متابولیسم شهری به عنوان یک مجموعه از روابط زیست محیطی درون و برون شهری به تصویر کشیده می‌شود. این دیدگاه تأکید دارد که شهرها باید تلاش کنند تا به حداقل رساندن تأثیرات منفی خود بر محیط زیست بپردازند و از طریق طراحی هوشمند و تدابیر پایدار، محیط زیست بسیاری از شهرها را تحت تأثیر قرار دهند.
دیدگاه اجتماعی	این دیدگاه بر تأثیر متابولیسم شهری بر جوانب اجتماعی تمرکز دارد. تأثیرات سازوکار های شهری بر توزیع مناسب منابع، دسترسی به خدمات عمومی، توسعه اقتصادی و فرصت‌های شغلی، بهبود کیفیت زندگی و حل مسائل اجتماعی مورد بررسی قرار می‌گیرند.
دیدگاه برنامه ریزی شهری	این دیدگاه بر گسترش و رشد شهرها با توجه به منابع طبیعی، زیرساخت ها، نیازهای اجتماعی و محیط‌زیست تأکید دارد. دیدگاه برنامه‌ریزی شهری هدفمند سازی توسعه شهری و حمایت از سکونتگاه‌های پایدار را در نظر دارد.

مواد و روش تحقیق

پژوهش حاضر، با رویکرد آینده‌پژوهی به شناسایی مهمترین پیشران‌های مؤثر بر وضعیت آینده متابولیسم شهری منطقه ۲۲ کلانشهر تهران می‌پردازد. این پژوهش از لحاظ هدف کاربردی، از نظر روش ترکیبی از روش‌های اسنادی و پیمایشی و از نظر ماهیت بر اساس روش‌های جدید علم آینده پژوهی، تحلیلی و اکتشافی است که با به کارگیری ترکیبی از مدل‌های کمی و کیفی انجام گرفته است. در تهیه پیشران‌های مورد مطالعه از روش مطالعات اسنادی و داده‌های تجربی روش پیمایشی بر اساس روش دلفی استفاده شده است. روش دلفی ایجاب می‌کند که اطلاعات از خبرگان و متخصصان دریافت و تحلیل شود. برای انتخاب تیم دلفی چون هدف تعمیم نتایج نیست، از روش نمونه‌گیری

هدفمند استفاده شده است. معیارهای انتخاب خبرگان، تسلط نظری، تجربه عملی، تمایل و توانایی مشارکت در پژوهش و دسترسی است. نکتهٔ قابل توجه در تعیین تعداد خبرگان، کسب اطمینان از جامعیت دیدگاه‌های مختلف در پژوهش می‌باشد. تعداد خبرگان شرکت کننده در مقالات دلفی معمولاً بین ۱۴ الی ۲۰ نفر انتخاب شده است. با توجه به معیارهای فوق، در نهایت تعداد۲۰ نفر از خبرگان و متخصصان دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی، برای شرکت و همکاری در فرآیند پژوهش انتخاب شده است(Akbari et al ,*2020 :289*). در پردازش اطلاعات از روش تحلیل اثرات متقابل ساختاری در نرم‌افزار MICMAC استفاده شده است. در جدول(۲) اطلاعات کلی (سابقه، میزان تحصیلات، تخصص و حوزه فعالیت) پیرامون افراد برجسته و خبره در حوزه جغرافیای شهری که در این پژوهش مشارکت نموده‌اند، ارائه گردیده است.

جدول ۲- اطلاعات مربوط به خبرگان مورد استفاده در پژوهش

خبره	سابقه	میزان تحصیلات	تخصص	حوزه فعالیت	
				سازمانی	دانشگاهی
۱	۸	دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری	پژوهی شهری آینده		*
۲	۸	دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری	بافت فرسوده شهری		*
۳	۱۱	دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری	برنامه‌ریزی شهری		*
۴	۱۲	دکتری جغرافیای طبیعی- ژئومورفولوژی	سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)		*
۵	۸	دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری	سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)	*	
۶	۵	دکتری شهرسازی	برنامه‌ریزی شهری		*
۷	۷	دکتری شهرسازی	شهرسازی		*
۸	۷	دکتری جامعه‌شناسی سیاسی	جامعه‌شناسی شهری	*	
۹	۶	کارشناسی ارشد زمین‌شناسی	سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)	*	
۱۰	۹	کارشناسی ارشد مدیریت شهری	پژوهی شهری آینده	*	
۱۱	۵	کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری	برنامه‌ریزی شهری	*	
۱۲	۶	دکتری شهرسازی	بافت فرسوده شهری		*
۱۳	۳	دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری	برنامه‌ریزی شهری		*
۱۴	۳	کارشناسی ارشد شهرسازی	ممیزی و املاک	*	
۱۵	۵	دکتری اقلیم‌شناسی در برنامه‌ریزی محیطی	برنامه‌ریزی شهری		*
۱۶	۴	کارشناسی ارشد اقتصاد شهری	اقتصاد شهری	*	
۱۷	۹	دکتری جامعه‌شناسی فرهنگی	آسیب‌شناسی اجتماعی	*	
۱۸	۱۱	دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری	پژوهی شهری آینده		*
۱۹	۷	کارشناسی ارشد مدیریت شهری	بافت فرسوده شهری	*	
۲۰	۹	کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری	ممیزی املاک	*	

با استفاده از روش دلفی تعداد ۳۶ پیشران اولیه در قالب ۵ بعد اقتصادی، اجتماعی، نهادی- مدیریتی، کالبدی و زیست محیطی شناسایی شده است (جدول ۳).

جدول ۳-پیشران‌های اولیه تاثیرگذار بر وضعیت آینده متابولیسم شهری منطقه ۲۲ کلانشهر تهران

بعد	پیشران‌ها
اقتصادی	Var01. رشد جمعیت، Var02. رفاه اقتصادی، Var03. سرمایه‌گذاری‌های بخش خصوصی، Var04. توسعه فعالیت‌های اقتصادی، Var05. توسعه اقتصاد دانش‌بنیان، Var06. بازارهای مالی، Var07. توسعه بازارهای محلی
اجتماعی	Var08. تغییرات اجتماعی، Var09. توسعه امکانات فرهنگی و تفریحی، Var10. توسعه امکانات آموزشی، Var11. تحولات فرهنگی، Var12. توسعه فعالیت‌های اجتماعی، Var13. امنیت، Var14. تنوع فرهنگی
نهادی- مدیریتی	Var15. توسعه حمل و نقل عمومی، Var16. مشارکت شهروندی، Var17. مدیریت پسماند، Var18. تعداد مکان های دفع زباله و ظرفیت آن، Var19. سیاست‌های حمایتی از کارآفرینی، Var20. مدیریت ریسک‌های طبیعی
کالبدی	Var21. طراحی شهری، Var22. تراکم شهری، Var23. زیرساخت‌ها، Var24. توسعه مسکن، Var25. ساختار شهری، Var26. ایمنی و بهداشت، Var27. سرانه مصرف انرژی
زیست محیطی	Var28. تغییرات اقلیمی، Var29. مدیریت پسماند، Var30. توسعه فضای سبز، Var31. پذیرش فناوری‌های پایدار، Var32. توسعه فعالیت‌های سبز، Var33. حفاظت از محیط زیست،Var34. انرژی پایدار، سرانه مصرف آب، Var35. سرانه تولید پساب، Var36. سرانه مجموع میزان آلاینده های هوا

منبع: (jhon,2019, cui, 2018, ferraro& fernanez,2013, Dinares, 2014, aliakbari,2010)

محدوده مورد مطالعه

امروزه منطقه ۲۲ با جمعیتی ۱۷۵،۳۹۸ هزار نفری با وسعتی حدود ۶۰۰۰ هکتار یکی از وسیع‌ترین مناطق شهر تهران می‌باشد. وجود عناصری ویژه مانند ورزشگاه آزادی تهران، پارک جنگلی چیتگر و خرگوش دره، دریاچه شهدای خلیج فارس، رودخانه کن و وردآورد، باغ ملی گیاه‌شناسی ایران، مراکز پژوهشی و دانشگاهی، مراکز درمانی عمده، مجموعه‌های تجاری و فراغتی و همچنین عبور بزرگراه‌های مهم شهر تهران به همراه عبور خط ۵ متروی تهران از ویژگی‌های مهم این منطقه است. این منطقه از شمال به ارتفاعات شمال تهران، از غرب به استان البرز، از شرق به رود دره کن و از جنوب به آزادراه تهران- کرج منتهی می‌گردد. این منطقه به طرح ساماندهی (جامع) شهر تهران (مصوب ۱۳۷۰) به محدوده شهر تهران اضافه شد. منطقه ۲۲ باوجود آزادراه تهران- کرج، آزادگان و تهران- شمال و خرازی، یکی از دروازه‌های تهران به غرب و شمال کشور می‌باشد و از این حیث بسیار حائز اهمیت است. منطقه ۲۲ شهرداری تهران را می‌توان پایاب توسعه پایدار تهران دانست. آنچه از بررسی اسناد فرادست منطقه ۲۲ به دست می‌آید وجود تشتت آرا و تناقض‌هایی در این طرح‌ها و برنامه‌ها برای آینده منطقه ۲۲ به‌عنوان جدیدترین منطقه شهرداری تهران است، در یک‌سو طرح‌هایی همچون طرح مجموعه شهری تهران قرار دارد که از منطقه ۲۲ به‌عنوان » قلب مجموعه شهری» تهران یاد کرده و بر محدود ساختن اسکان جمعیت در منطقه و اختصاص زمینه به کاربری‌های ملی و فراملی تأکید فراوان دارد و در دیگر سو جریانات موجود در منطقه و نیز نظر مقامات و متولیان امر است که حکایت از پذیرش سرریز جمعیت تهران و تشویق الگوی انبوه‌سازی مسکن در جهت تبدیل منطقه ۲۲ به یک منطقه حومه‌ای کم دردسر می‌کند. اما باوجود همه این اختلاف دیدگاه‌ها آنچه مسلم است این است که نقش منطقه ۲۲، به‌عنوان پهنه‌ای درحال‌توسعه و شاید تنها فرصت باقیمانده برای شهر تهران باید به‌گونه‌ای باشد که ضمن ایجاد شرایط زیست‌محیطی مطلوب با هدف نیل به توسعه پایدار بتواند کاربری‌های مورد نیاز و کمبودهای کلان‌شهر و مجموعه شهری تهران را در خود جای دهد (Akbari,2022: 110). در حال حاضر منطقه ۲۲ تهران ۱۲ محله و ۴ تا ناحیه دارد. منطقه ۲۲ به‌عنوان قطب گردشگری پایتخت شناخته می‌شود و توانسته امکانات رفاهی و گردشگری شهروندان تهرانی را تا حد زیادی جبران کند.

شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه ۲۲ کلان‌شهر تهران

بحث و ارائه یافته‌ها

تحلیل کلی محیط سیستم: جدول شماره (۴)، برآیند اثرات متقابل ۳۶ عامل یا پیشران تاثیرگذار بر وضعیت آینده متابولیسم شهری منطقه ۲۲ کلانشهر تهران را بر اساس تشکیل ماتریس ۳۶×۳۶ نشان می‌دهد. نتایج این جدول بیانگر تعداد تکرار ۲ بار و درجه پرشدگی ۹۷/۲۲ درصد است که نشان می‌دهد پیشران‌های انتخاب شده تأثیر زیادی بر هم داشته است. از مجموع۹۳۴ رابطه قابل ارزیابی در ماتریس، ۱۰۰۲رابطه عدد صفر است؛ این مقدار بدان معناست که عوامل پیشران بر همدیگر تأثیر نداشته و یا از همدیگر متأثر نشده است. ۲۳۲ رابطه با مقدار یک دارای تاثیر ضعیف نسبت به هم و۳۶۸ رابطه با عدد ۲ دارای روابط اثرگذاری نسبتا قوی است. بعلاوه، ۲۱۸ رابطه عدد ۳ دارد و این به معنای آن است که روابط پیشران‌های کلیدی بسیار زیاد بوده و از تاثیرگذاری و تاثیرپذیری زیادی برخوردارند.

جدول ۴- تحلیل اولیه داده‌های ماتریس واثرات متقابل پیشران‌ها

شاخص	اندازه ماتریس	تعداد تکرار	تعداد صفر	تعداد یک	تعداد دو	تعداد سه	مجموع	درجه پرشدگی
مقدار	۳۶	۲	۱۰۰۲	۳۴۸	۳۶۸	۲۱۸	۹۳۴	۹۷/۲۲

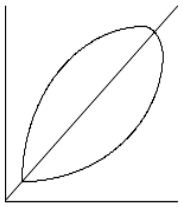
ماتریس این پژوهش بر اساس پیشران‌های آماری با ۲ بار چرخش از مطلوبیت و بهینه‌شدگی ۱۰۰ درصد برخوردار است که حاکی از روایی بالای پرسشنامه و پاسخ‌های آن دارد (جدول ۵).

جدول ۵-درجه مطلوبیت و بهینه‌شدگی ماتریس

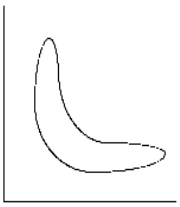
تاثیرپذیری	تأثیرگذاری	چرخش
۹۸٪	۹۸٪	۱
۱۰۰٪	۱۰۰٪	۲

ارزیابی پلان تاثیرگذاری و تاثیرپذیری پیشران‌های تاثیرگذار بر وضعیت آینده متابولیسم شهری منطقه ۲۲ کلانشهر تهران

الگوی توزیع پیشران‌های تاثیرگذار بر وضعیت آینده متابولیسم شهری منطقه ۲۲ کلانشهر تهران بر روی صفحه پراکندگی حاکی از میزان پایداری یا ناپایداری سیستم است. در روش تحلیل اثرات متقابل ساختاری با نرم افزار MICMAC در مجموع دو مدل عمومی پراکندگی وجود دارد که به سیستم های پایدار و ناپایدار معروف است. در مدل سیستم پایدار پراکندگی متغیرها به صورت L است؛ در این مدل برخی متغیرها دارای اثرگذاری بالا و برخی دارای اثرپذیری بالا است. اما در سیستم‌های ناپایدار وضعیت پیچیده‌تر است؛ در این سیستم نیروهای توسعه پیرامون محور قطری صفحه پراکنده است و در بیشتر مواقع حالت بینابین از اثرگذاری و اثرپذیری دارد که شناسایی پیشران‌های کلیدی را دشوار می‌سازد (شکل‌های ۲ و ۳).

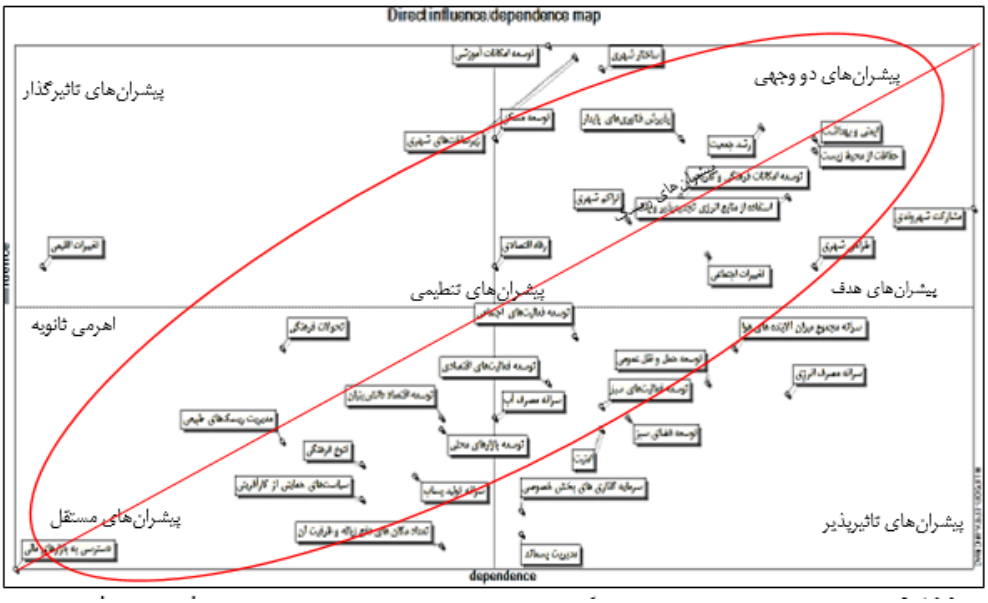


شکل ۲- سیستم ناپایدار



شکل ۳- سیستم پایدار

شکل شماره (۴)، الگوی پراکندگی پیشران‌های تاثیرگذار بر وضعیت آینده محیط زیست شهری در منطقه ۲۲ را نشان می دهد. این الگوی پراکندگی به طور کلی بیانگر وضعیت یک سیستم ناپایدار است. پیشران‌های مورد مطالعه به جزء چند پیشران که دارای اثرگذاری بالا در سیستم است عموما با وضعیت تقریبا مشابهی در اطراف محور قطری استقرار یافته‌اند.



شکل ۴- پراکندگی پیشران‌های تاثیرگذار بر وضعیت آینده متابولیسم شهری منطقه ۲۲ کلانشهر تهران در پلان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری

جدول ۶- میزان تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم محرک‌ها بر یکدیگر

رتبه	پیشران	تأثیرگذاری	پیشران	تأثیرپذیری	پیشران	تأثیرگذاری	پیشران	تأثیرپذیری
۱	Var23	۳۵۷	Var16	۳۳۰	Var23	۳۵۲	Var16	۳۲۸
۲	Var25	۳۵۴	Var21	۳۱۰	Var10	۳۴۹	Var26	۳۰۹
۳	Var01	۳۵۱	Var26	۳۱۰	Var25	۳۴۷	Var32	۳۰۹
۴	Var24	۳۳۴	Var32	۳۱۰	Var01	۳۳۱	Var21	۳۰۸
۵	Var30	۳۳۰	Var27	۳۰۶	Var24	۳۳۰	Var33	۳۰۶
۶	Var32	۳۳۰	Var33	۳۰۶	Var32	۳۲۹	Var27	۳۰۶
۷	Var26	۳۳۰	Var01	۳۰۳	Var30	۳۲۸	Var01	۳۰۱
۸	Var09	۳۲۷	Var36	۳۰۰	Var26	۳۲۴	Var36	۳۰۱
۹	Var10	۳۱۳	Var08	۲۹۶	Var09	۳۱۳	Var15	۲۹۶
۱۰	Var33	۳۱۳	Var15	۲۹۶	Var33	۳۱۰	Var08	۲۹۵
۱۱	Var16	۳۱۰	Var09	۲۹۳	Var16	۳۰۷	Var09	۲۹۳
۱۲	Var22	۳۰۶	Var30	۲۹۳	Var22	۳۰۴	Var30	۲۹۲
۱۳	Var08	۲۹۶	Var22	۲۸۶	Var28	۲۹۸	Var29	۲۸۶
۱۴	Var02	۲۹۳	Var29	۲۸۶	Var02	۲۹۴	Var22	۲۸۶
۱۵	Var21	۲۹۳	Var13	۲۸۲	Var08	۲۹۴	Var31	۲۸۳
۱۶	Var28	۲۹۳	Var25	۲۸۲	Var21	۲۹۲	Var25	۲۸۲
۱۷	Var12	۲۷۲	Var31	۲۸۲	Var36	۲۷۲	Var13	۲۸۱
۱۸	Var11	۲۶۹	Var12	۲۷۹	Var11	۲۷۱	Var12	۲۷۹
۱۹	Var36	۲۶۹	Var23	۲۷۹	Var12	۲۶۷	Var23	۲۷۷
۲۰	Var04	۲۵۹	Var04	۲۷۶	Var15	۲۶۲	Var10	۲۷۵
۲۱	Var15	۲۵۹	Var10	۲۷۶	Var04	۲۵۸	Var17	۲۷۴
۲۲	Var27	۲۵۵	Var03	۲۷۲	Var27	۲۵۵	Var04	۲۷۳
۲۳	Var31	۲۵۲	Var17	۲۷۲	Var31	۲۵۳	Var03	۲۷۳
۲۴	Var05	۲۴۸	Var02	۲۶۹	Var29	۲۵۱	Var34	۲۷۱
۲۵	Var29	۲۴۸	Var24	۲۶۹	Var34	۲۵۰	Var02	۲۷۰
۲۶	Var34	۲۴۸	Var34	۲۶۹	Var13	۲۴۸	Var24	۲۶۸
۲۷	Var07	۲۴۵	Var05	۲۶۲	Var05	۲۴۷	Var18	۲۶۴
۲۸	Var13	۲۴۵	Var07	۲۶۲	Var20	۲۴۷	Var07	۲۶۲
۲۹	Var20	۲۴۲	Var18	۲۶۲	Var07	۲۴۱	Var05	۲۶۱
۳۰	Var14	۲۳۵	Var35	۲۵۹	Var14	۲۳۷	Var35	۲۶۰
۳۱	Var35	۲۳۱	Var14	۲۵۲	Var35	۲۳۲	Var14	۲۵۳
۳۲	Var19	۲۲۵	Var19	۲۵۲	Var19	۲۲۵	Var19	۲۵۲
۳۳	Var03	۲۲۱	Var11	۲۴۲	Var03	۲۲۴	Var11	۲۴۴
۳۴	Var17	۲۱۴	Var20	۲۴۲	Var17	۲۱۷	Var20	۲۴۲
۳۵	Var18	۲۱۱	Var28	۲۱۱	Var18	۲۱۶	Var28	۲۱۳
۳۶	Var06	۲۰۴	Var06	۲۰۷	Var06	۲۰۴	Var06	۲۰۹

خوشه‌بندی پیشران‌های تاثیرگذار بر وضعیت آینده متابولیسم شهری منطقه ۲۲ کلانشهر تهران

پیشران‌های تأثیرگذار: این دسته از پیشران‌ها بیانگر کلیدی‌ترین پیشران‌های دارای اهمیت راهبردی در کیفیت متابولیسم شهری منطقه ۲۲ کلانشهر تهران است. با توجه به عدم پایداری سیستم متابولسیم شهری در منطقه ۲۲ تعداد خیلی کمی از پیشران‌ها در این ناحیه قرار دارند. این پیشران شامل تغییرات اقلیمی است (جدول۷). پیشران فوق بیشترین تاثیرگذاری و کمترین تاثیرپذیری دارند و به عنوان بحرانی‌ترین پیشران، وضعیت کلان و تغییرات سیستم به عملکرد آن وابسته است. پیشران‌های تاثیرگذار ورودی سیستم محسوب می‌شود و توسط سیستم قابل کنترل نیست؛ زیرا خارج از سیستم قرار دارد و به صورت پیشران‌های باثبات عمل می‌کند.

پیشران‌های دوگانه: این پیشران‌ها همزمان به‌صورت تأثیرپذیر و تأثیرگذار عمل می‌کند. در مجموع ۱۵ پیشران تاثیرگذار بر وضعیت آینده متابولیسم شهری منطقه ۲۲ کلانشهر تهران، جزو پیشران‌های دوگانه است که هم اثرگذار و هم اثرپذیر است.آن‌ها چنانچه در جدول۷ ملاحظه می‌شود شامل توسعه امکانات آموزشی، زیرساخت‌های شهری، ساختار شهری، پذیرش فناوری‌های پایدار، رشد جمعیت، ایمنی و بهداشت، حفاظت از محیط زیست، توسعه امکانات فرهنگی و تفریحی، تراکم شهری، استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر و پاک، مشارکت شهروندی، طراحی شهری، تغییرات اجتماعی و رفاه اقتصادی است. هرگونه تغییر و تحول این پیشران‌ها می‌تواند پایداری سیستم را تحت‌الشعاع قرار دهد. این نیروها خود به دودسته پیشران‌های ریسک و پیشران‌های هدف به شرح زیر تقسیم می‌شود:

۱- پیشران‌های ریسک: پیشران‌های ریسک ظرفیت بسیار بالایی برای تبدیل شدن به بازیگران کلیدی در سیستم دارد. زیرا به علت ماهیت ناپایدار، پتانسیل تبدیل شدن به نقطه انفعال سیستم را دارد. پیشرانی در این ناحیه قرار نگرفته است.

۲- پیشران‌های هدف: هیچ پیشرانی در این ناحیه قرار نگرفته است. این پیشران بیش از آنکه تاثیرگذار باشد، تاثیرپذیر است و می‌توان آن را با ضریب قطعیت قابل قبول، به عنوان نتیجه تکامل سیستم شناسایی و معرفی کرد. با دستکاری این پیشران می‌توان به تغییرات و تکامل سیستم در جهت مورد نظر دست یافت. بنابراین، بیش از آنکه نتیجه‌ای از پیش تعیین شده را به تمایش بگذارد، نمایانگر اهداف ممکن در سیستم است.

پیشران‌های تأثیرپذیر: پیشران‌های این ناحیه تاثیرگذاری پایین و تاثیرپذیری بسیار بالا در سیستم دارند که به تکامل پیشران‌های تاثیرگذار تاثیرگذارند. پیشران‌های تاثیرپذیر بسیار حساس و خروجی سیستم به شمار می‌روند. پیشران‌های سرانه مجموع میزان آینده‌های هوا، سرانه مصرف انرژی، توسعه حمل و نقل عمومی، توسعه فعالیت‌های سبز، توسعه فضای سبز، امنیت، سرمایه‌گذاری‌های بخش خصوصی، مدیریت پسماند، سرانه مصرف آب، توسعه فعالیت‌های اقتصادی و توسعه فعالیت‌های اجتماعی در این ناحیه قرار گرفته است.

پیشران‌های مستقل: پیشران‌های توسعه بازارهای محلی، سرانه تولید پساب، توسعه اقتصاد دانش بنیان، تحولات فرهنگی، تنوع فرهنگی، سیاست‌های حمایتی از کارآفرینی، مدیریت ریسک‌های طبیعی، تعداد مکان‌های دفع زباله و ظرفیت آن و دسترسی به بازارهای مالی پیشران-های مستقل و مستثنی سیستم است. این نیروهای پیشران از سایر پیشران‌های سیستم تاثیر چندانی نمی‌پذیرد و بر آنها نیز تاثیر کمی دارد و یا بی تاثیر است. آنها ارتباط کمی با سیستم دارد، زیرا نه باعث توقف پیشران اصلی و نه باعث تکامل و پیشرفت یک پیشران در سیستم می‌شود.

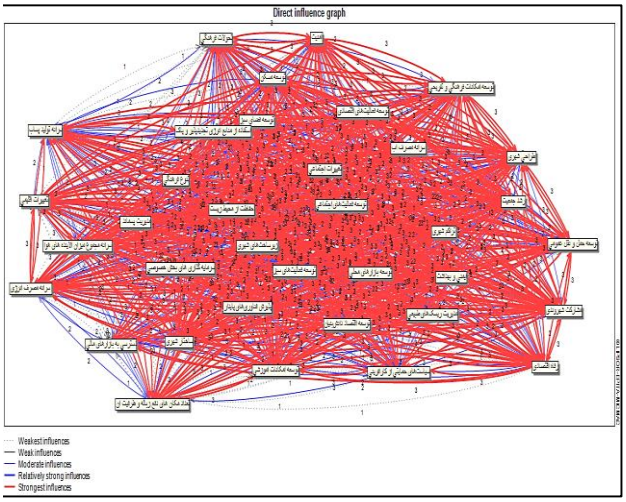
- پیشران‌های« اهرمی ثانویه» : این پیشران‌ها باوجود این‌که کاملاً مستقل هستند، بیش از آنکه تأثیرپذیر باشند، تأثیرگذارند. آن‌ها در قسمت جنوب غربی نمودار و بالای خط قطری قرار دارند و می‌توانند به‌عنوان نقاطی جهت سنجش و به‌عنوان معیار، به کار روند. پیشرانی در این ناحیه قرار نگرفته است.

- پیشران‌های« تنظیم‌کننده» : این پیشران‌ها در نزدیکی مرکز ثقل نمودار قرار دارند. آن‌ها می‌توانند به‌صورت پی‌درپی به‌عنوان« اهرمی ثانویه» ، « اهداف ضعیف» و « پیشران‌های ریسک ثانویه» عمل نمایند. پیشرانی در این ناحیه قرار نگرفته است.

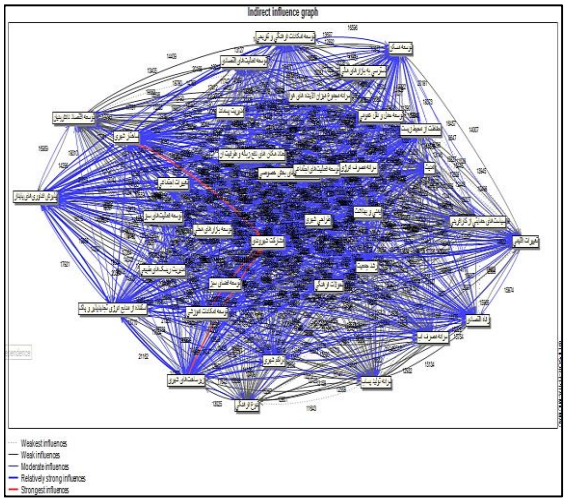
جدول ۷-خوشه‌بندی پیشران‌های تاثیرگذار بر وضعیت آینده متابولیسم شهری منطقه ۲۲ کلانشهر تهران

نوع پیشران	پیشران‌ها
تاثیرگذار	تغییرات اقلیمی
دوگانه	توسعه امکانات آموزشی، زیرساخت‌های شهری، ساختار شهری، پذیرش فناوری‌های پایدار، رشد جمعیت، ایمنی و بهداشت، حفاظت از محیط زیست، توسعه امکانات فرهنگی و تفریحی، تراکم شهری، استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر و پاک، مشارکت شهروندی، طراحی شهری، تغییرات اجتماعی و رفاه اقتصادی
تنظیمی	-
تاثیرپذیر	پیشران‌های سرانه مجموع میزان آینده‌های هوا، سرانه مصرف انرژی، توسعه حمل و نقل عمومی، توسعه فعالیت‌های سبز، توسعه فضای سبز، امنیت، سرمایه‌گذاری‌های بخش خصوصی، مدیریت پسماند، سرانه مصرف آب، توسعه فعالیت‌های اقتصادی و توسعه فعالیت‌های اجتماعی
مستقل	توسعه بازارهای محلی، سرانه تولید پساب، توسعه اقتصاد دانش بنیان، تحولات فرهنگی، تنوع فرهنگی، سیاست‌های حمایتی از کارآفرینی، مدیریت ریسک‌های طبیعی، تعداد مکان‌های دفع زباله و ظرفیت آن و دسترسی به بازارهای مالی
هدف	-
ریسک	-

شکل‌های ۵ و ۶ نمایش گرافیکی پیشران‌های متابولیسم شهری را نشان می‌دهد. در این شکل‌ها تأثیرات مستقیم و غیر مستقیم پیشران‌ها بر سایر پیشران‌های سیستم مشخص شده است. چگونگی تأثیرگذاری پیشران‌ها به‌صورت ضعیف‌ترین تأثیر، تأثیرات ضعیف، تأثیرات میانه، تأثیرات قوی و قوی‌ترین تأثیرات است.



شکل ۵- روابط مستقیم بین متغیرها (از بسیار ضعیف تا بسیار قوی)



شکل ۶- روابط غیر مستقیم بین متغیرها (از بسیار ضعیف تا بسیار قوی)

پیشران‌های کلیدی تاثیرگذار بر وضعیت آینده متابولیسم شهری منطقه ۲۲ کلانشهر تهران

از میان ۳۶ نیروی پیشران، ۸ پیشران در تاثیرگذار بر وضعیت آینده متابولیسم شهری منطقه ۲۲ کلانشهر تهران اثر کلیدی بیشتری دارند که شامل زیرساخت‌های شهری، ساختار شهری، رشد جمعیت، توسعه مسکن، پذیرش فناوری‌های پایدار، حفاظت از محیط زیست، ایمنی و بهداشت و توسعه امکانات فرهنگی و تفریحی هستند. این نیروها از نظر عملکرد سیستمی نقش تأثیرگذاری بالا و تأثیرپذیری اندک را در محیط سیستم با هدف ارتقای کیفیت محیط زیست شهری ایفاء می‌کند و در نتیجه مؤثرترین و کلیدی‌ترین پیشران‌ها محسوب می‌شود (جدول ۸).

جدول ۸- پیشران‌های کلیدی تاثیرگذار بر وضعیت آینده متابولیسم شهری منطقه ۲۲ کلانشهر تهران

	پیشران‌های کلیدی (مستقیم و غیرمستقیم)				
رتبه	پیشران	تأثیرگذاری مستقیم	تأثیرپذیری مستقیم	تأثیرگذاری غیرمستقیم	تأثیرپذیری غیرمستقیم
۱	زیرساخت‌های شهری	۳۵۷	۲۷۹	۳۵۲	۲۷۷
۲	ساختار شهری	۳۵۴	۲۸۲	۳۴۷	۲۸۲
۳	رشد جمعیت	۳۵۱	۳۰۳	۳۳۱	۳۰۱
۴	توسعه مسکن	۳۳۴	۲۶۹	۳۳۰	۲۶۸
۵	پذیرش فناوری‌های پایدار	۳۳۰	۲۹۳	۳۲۸	۲۹۲
۶	حفاظت از محیط زیست	۳۳۰	۳۱۰	۳۲۹	۳۰۹
۷	ایمنی و بهداشت	۳۳۰	۳۱۰	۳۲۴	۳۰۹
۸	توسعه امکانات فرهنگی و تفریحی	۳۲۷	۲۹۳	۳۱۳	۲۹۳

نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها

اهمیت مسائل محیط زیست شهری، هیچ گاه به انداز ه امروز نمایان نبوده است. زیرا امروزه شهرها به عنوان مهم ترین دستاورد تلاش‌های تکنولوژیکی، اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی انسان محسوب می شوند،که به تناسب رشد سریع جمعیت شهری و شهرنشینی، مصرف منابع و انتشار آلودگی های زیست محیطی هم، در شهر ها افزایش پیدا کرده است. به طوری که تداوم این گونه رشد شهرنشینی، به ویژه با شکل و

کارکردی که در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران دارد، بحران آفرین و هشداری بر ناپایداری شهرنشینی است. امروزه جهت حفظ سلامت و پایداری اکوسیتم شهری، وظیفه گونه انسانی،کاهش اثرات منفی حاصل از استفاده نادرست از سرزمین در شهرها از طریق برنامه ریزی جهت کاهش نرخ آنتروپی و تنظیم متابولیسم شهری، چرخه‌های مواد و انرژی و در نظر گرفتن ظرفیت منابع جهت تأمین نیازهای جمعیت اکوسیستم شهری می باشد. بنابراین درک و فهم رابطه عمیق شهر و محیط زیست، برای حل مشکلات شهر و محیط، و امتزاج و بهینه سازی سیستم ها و فرآیندهای چندگانه طبیعی و انسانی امری اساسی است.

این پژوهش با هدف شناسایی پیشران‌های تاثیرگذار بر وضعیت آینده متابولیسم شهری منطقه ۲۲ کلانشهر تهران انجام شده است. یافته‌های این پژوهش نشان داد که الگوی کلی پراکندگی پیشران‌های متابولیسم شهری منطقه ۲۲ کلانشهر تهران از نظر تحلیل اثرات متقابل، در مجموع بیانگر وضعیت یک سیستم محیطی ناپایدار است که در آن پیشران‌های مورد مطالعه از نظر اثرگذاری و اثرپذیری، حالت پیچیده و بینابین دارد. وضعیت خوشه‌بندی گویای تمرکز خوشه‌ای در ناحیه پیشران‌های دوگانه است. از میان ۳۶ نیروی پیشران، ۸ پیشران در تاثیرگذار بر وضعیت آینده متابولیسم شهری منطقه ۲۲ کلانشهر تهران اثر کلیدی دارد که شامل زیرساخت‌های شهری، ساختار شهری، رشد جمعیت، توسعه مسکن، پذیرش فناوری‌های پایدار، حفاظت از محیط زیست، ایمنی و بهداشت و توسعه امکانات فرهنگی و تفریحی بودند. این نیروها از نظر عملکرد سیستمی نقش تأثیرگذاری بالا و تأثیرپذیری اندک را در محیط سیستم با هدف ارتقای کیفیت متابولیسم شهری منطقه ۲۲ کلانشهر تهران ایفاء می‌کند و در نتیجه مؤثرترین و کلیدی‌ترین پیشران‌ها محسوب می‌شود.

با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش و بنا به گزارش‌ها، منطقه ۲۲ تهران دارای بیشترین تخلف تراکم‌فروشی است. درباره منطقه ۲۲ بارها مشکلات منطقه مطرح شده و یکی از این مشکلات که، توسط شورایاران در صحن شورای شهر تهران دائماً تکرار شده ساخت‌وسازهای بی‌رویه و خارج از حد مجاز در این منطقه ۲۲ است. در سال‌های قبل‌تر، منطقه ۲۲ شهر تهران به‌عنوان منطقه‌ای تازه‌شکل‌گرفته، به‌عنوان پهنه ویژه‌ای در کرانه شهر تهران با کاربری تفرج و گردشگری و خدماتی در نظر گرفته شده‌بود؛ و در ابتدا قرار بود منطقه ۲۲ به قطب گردشگری تهران تبدیل شود و پروژه‌های بسیاری ازجمله آبشار تهران، بوستان جوانمردان، دریاچه خلیج فارس و پروژه هزارویک شهر در این منطقه پیش‌بینی شده بود که به‌دلیل ساخت‌وسازهای بی‌رویه در منطقه مشکلات زیادی همراه با آن‌ها ایجاد شد؛ و از سال ۱۳۹۱، شورای سوم شهر تهران بارها درباره اجرای نادرست طرح تفصیلی منطقه ۲۲ و تخلف در آن و لزوم برگشت مجدد آن به شورا تأکید داشت. برج‌هایی که در منطقه ۲۲ تهران ساخته شد جلوی باد غرب به شرق را می‌گیرد و با روند پیشروی برج‌های مسکونی و تجاری اداری در منطقه ۲۲ تهران، انتقادهایی شد مبنی بر اینکه با ساخت برج‌های مرتفع در این منطقه ۲۲، که به نوعی پیش‌تر تصفیه خانه هوای شهر تهران محسوب می‌شد؛ در برابر باد غرب به شرق تهران مانع ایجاد شده و سبب افزایش آلودگی شهر تهران می‌شود؛ که بنا به گزارش‌هایی باتوجه به تمرکز برج‌های ساخته شده و حتی در حال ساخت و با در نظر نگرفتن زیرساخت‌های ترافیکی شهر در زمان صدور این مجوزها، این انتقادها وارد بوده‌است و شرایط فعلی در منطقه ۲۲ در آینده‌ای نه چندان دور فاجعه زیست‌محیطی به بار خواهد آورد. با توجه به این نتایج زیرساخت‌های شهری شامل تأمین آب و انرژی، حمل و نقل، ارتباطات، فضای سبز و محل‌های عمومی می‌باشند. این زیرساخت‌ها در حفظ کیفیت زندگی شهروندان منطقه ۲۲ و تسهیل فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی نقش مهمی دارند. همچنین، ساختار شهری که شامل تقسیمات جغرافیایی، نقشه‌بندی، طرح‌ریزی فضایی و استفاده بهینه از زمین می‌شود، نقشی کلیدی در توسعه پایدار منطقه مورد مطالعه دارد. رشد جمعیت می‌تواند تقاضاهای مسکن، تأمین زیرساخت‌های اجتماعی و شهری، عملکرد حمل و نقل و توزیع منابع را تحت تأثیر قرار دهد. توسعه مسکن نیز بهبود کیفیت زندگی شهروندان را به هدف دارد. سیاست‌ها و برنامه‌ریزی مسکن در منطقه ۲۲ کلان‌شهر تهران باید با توجه به نیازهای جمعیتی و اجتماعی برنامه‌ریزی شوند. پذیرش فناوری‌های پایدار و حفاظت از محیط زیست نیز بهبود پایداری این منطقه را در آینده نه چندان دور تضمین می‌کند. استفاده بهینه از منابع انرژی، حذف انتشارات آلاینده و بهبود کیفیت هوای شهری از جمله از وظایف اصلی در این حوزه هستند. عوامل ایمنی و بهداشت نیز در راستای متابولیسم شهری منطقه ۲۲ باید در نظر گرفته شوند. ایجاد شرایط ایمن در فضاهای عمومی، اجرای استانداردهای بهداشتی و تأمین وسایل ایمنی این عوامل را شامل می‌شود. در نهایت، توسعه امکانات فرهنگی و تفریحی نیز نقشی بسیار مهم در کیفیت زندگی شهروندان دارد. با توجه به نتایج به دست امده پیشنهادات زیر ارائه می‌گردد که عبارتند از:

۱. ترویج استفاده از حمل و نقل عمومی: ارتقای شبکه حمل و نقل عمومی و افزایش اعتماد به ترانزیت را می‌توان با عرضه خدمات جدیدی مانند واگن‌های مدرن، اتوبوس‌های تمیز و محیط زیستی، پارک و رانندگان متخصص ارتقا داد.

۲. تسهیلات دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی: ایجاد مسیرهای ایمن و جذاب برای دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی را می‌توان به عنوان راهی برای مشوق کردن افراد به استفاده بیشتر از این روش‌های حمل و نقل پایدار مطرح نمود.

۳. تشویق به استفاده از خدمات آنلاین: فراهم کردن امکانات آنلاین برای خدمات اداری مانند پرداخت قبوض، ارسال مدارک و مشاوره تلفنی می‌تواند به کاهش ترافیک و بهبود متابولیسم شهری در منطقه کمک کند.

۴. پیشرفت فناوری در حوزه ارتباطات: تقویت زیرساخت‌های فنی شهری (مثل ارتباطات بی‌سیم، اینترنت پرسرعت و سیستم‌های مانیتورینگ) می‌تواند ارتباط ساکنان را با دیگران و همچنین با خدمات شهری بهبود بخشد.

۵. ارتقای منافع عمومی و فعالیت‌های فرهنگی: ایجاد فضاهای عمومی مثل پارک‌ها، مجموعه‌های ورزشی و تجمعی سودمند برای ساکنان است. تشویق به برگزاری رویدادهای فرهنگی و ورزشی مشترک می‌تواند به سلامت روحی و جسمی ساکنان کمک کند و ارتباطات اجتماعی را بالا ببرد.

۶. ترویج تولید کم‌کربن: ترویج انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش استفاده از سوخت‌های فسیلی می‌تواند به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و مقابله با تغییرات اقلیمی کمک کند.

۷. حفاظت از فضای سبز: حفظ و مرمت مناطق مسکونی سبز و فضای سبز طبیعی مانند مراتع، جنگل‌ها و پارک‌ها به منظور حفظ تنوع زیستی و سکونتگاه‌های حیات وحش است.

۸. آموزش و اطلاع‌رسانی: برگزاری برنامه‌های آموزشی و اطلاع‌رسانی جهت افزایش آگاهی عمومی و ارتقای رفتار زیست محیطی در منطقه، می‌تواند به ارتقای زیست‌پذیری کمک کند.

References

1. Ali akbari,E.(2010).Structural analysis of urbanization vectors in Iran,(1),Mahkame, Tehran,11-253. [In Persian]
2. Akbari,m.(2022).Presenting the livability model of the 22 district of Tehran metropolis with a human city approach, PHD thesis.geography and urban planning, supervisor: Dr esmail Ali akbari,Faculty of Social Sciences, Payame Noor University, Tehran. [In Persian]
3. Akbari,m.,taherpoor,f.,bostanahmadi,v.,foladi,a.(2020).Structural-interpretive modeling of factors affecting the development of religious tourism in Iran with a future research approach, tourism and development, 9(4), 285-29. doi/10.22034/JTD.2019.194595.1783 [In Persian]
4. Amoei. M.(2015). Evaluation of city sustainability from the point of view of urban metabolism, master's thesis,supervisor: Dr gholamreza, haghighat naeini, Faculty of Architecture and urban Planning, university of arts,Tehran. [In Persian]
5. Aiu, I. (2016).Waste not, want not: Putting urban metabolism into practice, Adviser: Sheldon Krimsky,Master of urban and environmental Policy and Planning, Tufts university February,(2016),1-98.
6. Attia,s., Khalil,h.(2015). Urban Metabolism and Quality of Life in Informal Areas, Proceedings REAL CORP,(2015), Tagungsband, 661-674. ISBN: 978-3-9503110-8-2
7. Bertaud, A., Stephen ,M.(2003). The Spatial Distribution of population in 48 World Cities: Implications for Economies in Transition, The Center for Urban Land Economics Research, The University of Wisconsin. http://www.bus.wisc.edu/resalestate
8. Cui, X., Wang,X., Feng,Y. (2019). Examining urban metabolism :material flow perspective on cities and their sustainability, journal of cleaner production.https://doi.org/ 10.1016/j.jclepro.2019.01.021
9. Conke.L.s,Ferreira.,T.(2015).Urban metabolism:Measuring the city's contributionto sustainable development,environmentalpollution,(202),146-152. doi.org/10.1016/j.envpol.2015.03.027
10. Dinares,M.(2014) .Urban Metabolism :A review of recent literature on the subject, Documents d'Anàlisi Geogràfica ,(2014),vol (60/3), 551-571.http ://.doi.org/10.5565/rev/dag.134
11. Daneshpor,a.,lotfi,a.(2016).Analysis and evaluation of the ecological restoration with an emphasis on urban metabolism, enginering design and landscape ecology, (2),1-12, doi/10.4236/oje.2016. 67036,[In Persian].
12. Firozi, M., Sajadian. N., falyani. M., Morad. S., Boostani, M.(2016).Analysis of the situation structural and functional indices for measuring the urbanization quality in the small cities(case study: nour-abade Mamsani, regional planning quarterly,(6),(23), 213-224. doi/20.1001.1.22516735.1395.6.23.17.9 [In Persian]
13. Ferrao,p.,jhon, ,j.(2013).sustainable urban metabolism book, the ITpress. Cambridge, London, England ,1-259. ISBN 978-0-262-01936-1
14. Graedel, T..(1999). Industrial Ecology and the Ecocity, Bridge,29 (4). 4–9 .https://www.nationalacademies.org/legal/privacy

15. González,a.,Donnelly,A., Jones,M., Chrysoulakis, N., Lopes,M.(2013). A decision-support system for sustainable urban metabolism in Europe, environmental impact assessment Review,(38),109–119. doi:10.1016/j.eiar.2012.06.007

16. John,B.,Luederitz,C.,Lang,D.,Wehrden,H.(2019).Toward Sustainable Urban Metabolisms From System Understanding to System Transformation, Ecological Economics, 157, (2019), 402–414.https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.12.007

17. Kennedy, C., Pincetl, S., Bunje, P.(2011).The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design, environmental pollution,(159),1965-1973. doi:10.1016/j.envpol.2010.10.022.

18. Kwan.m, Huan. L,(2018).Advancing analytical methods for urban metabolism, resources ,conservation and recycling ,(123)239-245. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.07.005

19. Saeidi,J. (2014). Urban metabolism and its impact on the environmental condition of Ahvaz metropolis,Supervisors:mohamadali firozi, Mostafa mohammadi,Master's thesis Shahid Chamran University of Ahvaz,Faculty of Earth Sciences. [In Persian]

20. Shabazi,M., iranshahi, A., dadkhah, M, dalke,h.(2014).The effects of urban metabolism on urban fabric and sustainable development, National Conference on Urban Planning, Urban management and sustainable development. [In Persian]

21. Teymori,A.(2017).Spatial structure and environmental sustainability of the metropolitan area of Tehran, Phd thesis of geography and urban planning, Shahid Beheshti University, Faculty of Earth Sciences. [In Persian]

22. Shaali,j.,hatami,k.,samband,m.,rajaei,m.(2010).Energy and urbanization, Parham naghash,(1) ,Tehran,1-164.[In Persian]

23. Wolman,A.(1965).The metabolism of cities, scientific American, 213,(3), 179-190. http://doi.org/10.1038/scientificamerican0965-178

24. Zengerling,c .(2018). Governing the City of Flows: How Urban Metabolism Approaches May Strengthen Accountability in Strategic Planning, Urban Planning, (4).1.187–199.https://doi.org/10.17645/up.v4i1.1750

25. Zhang,Y. Lu, H,. Zhang,X.(2017). Analysis of nitrogen metabolism processes and a description of structure characteristics, Ecol, Model, (357),47–54.http://doi.org/10.1016/j