






The Impact of Urban Growth Patterns on Reducing Environmental Pollution with an Emphasis on Smart Urban Growth (Case Study: Ahvaz City)

Seyyedeh Shahla Hosseini ^a✉ , Seyyed Jalaluddin Hosseini ^b , Seyyed Hesamuddin Hosseini ^c 

- Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Humanities, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.*
Email: Shahla.hosseini68@gmail.com
- Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Literature and Humanities, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran.*
Email: seyedjalalh1990@gmail.com
- Department of Environmental Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Islamic Azad University, Ahvaz Branch, Ahvaz, Iran.*
Email: hesam.hosseini.srb@gmail.com

ARTICLE INFO

Article type:
Research Paper


Received:
21 August 2025
Received in revised form:
19 December 2025
Accepted:
19 December 2025
pp.56-68

Keywords:
Urban Smart Growth,
Spatial Distribution,
Dimatel,
Ahvaz.

ABSTRACT

Smart growth is a response to uncontrolled and scattered growth. Accordingly, smart growth seeks to determine which is the best place for development and in which physical form it should be carried out. A proper understanding and recognition of the expansion of the city in the current and future conditions is essential for implementing efficient management in the field of urban environmental protection. The purpose of the present study is to examine the spatial indicators of smart urban growth in the metropolis of Ahvaz. The research method is descriptive-analytical and the data analysis was carried out using the Dimatel technique. The results of the study show that among the effective indicators in smart urban growth of the metropolis of Ahvaz, the number of public parks index has the greatest impact and the share and per capita index of green space has the least direct impact on other indicators. Also, in terms of the indirect effects of the indicators, the per capita green space index has the greatest impact and the share and per capita index of open, barren, and agricultural spaces has the least impact. It can be said that among the four effective indicators in the smart growth of the Ahvaz metropolis, the highest interaction belongs to the index of the number of public parks and the lowest interaction belongs to the index of the share and per capita of open, barren and agricultural spaces. Also, the most effective factor among these four indicators is related to the index of the share and per capita of open, barren and agricultural spaces, and the most influential factor is the index of the number of public parks.

Citation: Hosseini, S. Sh., Hossein, S. J., & Hossein, S. H. (2025). The Impact of Urban Growth Patterns on Reducing Environmental Pollution with an Emphasis on Smart Urban Growth (Case Study: Ahvaz City). *Journal of Geography and Urban Research*, 2(3), 56-68.

 <https://doi.org/10.22130/gur.2025.2069557.1030>

© The Author(s)

Publisher: University of Maragheh.

This is an open access article under the CC BY licens (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Extended Abstract

Introduction

Smart growth represents a strategic response to unregulated and sprawling urban expansion. It is fundamentally concerned with determining the optimal locations and physical forms for future development. A precise understanding of current and prospective urban sprawl is essential for implementing effective management practices aimed at protecting the urban environment. The objective of the present research is to investigate the spatial indicators of urban smart growth in the Ahvaz metropolitan area. Similar to numerous other metropolises, Ahvaz faces a multitude of challenges, including a deficiency or complete lack of adequate infrastructure, inappropriate land use, environmental degradation, inequitable distribution of and unequal access to urban services. Given these issues, examining urban smart growth indicators in Ahvaz can facilitate the identification of deficiencies and lead to the proposal of effective remedial strategies. In an environmentally sustainable city, humans are obligated to protect the environment responsibly while utilizing natural resources. However, in Ahvaz, this constructive and reciprocal relationship is absent; residents have adopted a path of negligence and environmental destruction in their interaction with the ecosystem. The consequence of this neglect is severe damage to the urban ecosystem, evidenced by pollution of the Karun River (due to the discharge of municipal sewage), air pollution (resulting from activities of the petroleum industry and transportation sectors), and contamination of soil and groundwater resources (caused by the infiltration of effluents and wastewater). In line with the goals of this study, the primary research questions are: What is the status of Ahvaz from the perspective of urban smart growth indicators, and is the implementation of these indicators feasible on the scale of the Ahvaz metropolis?

Methodology

The research methodology is descriptive-analytical. Data analysis was performed using the Dimatel technique, based on 45

questionnaires completed by subject matter experts.

Results and discussion

Of the indicators influencing smart urban growth in the metropolitan area of Ahvaz, the number of public parks has the greatest impact, while the share and per capita green space has the least direct impact on other indicators. Furthermore, in terms of the indirect effects that each indicator exerts on the others, the per capita green space indicator has the highest impact, whereas share and per capita of open, barren, and agricultural spaces has the lowest impact. Subsequently, it can be stated that among the four indicators influencing smart growth in the metropolitan area of Ahvaz, the highest level of interaction belongs to the number of public parks, and the lowest level of interaction belongs to the share and per capita of open, barren, and agricultural spaces. Additionally, the most influential factor among these four indicators is the indicator of the share and per capita of open, barren, and agricultural spaces, while the most influenced factor is the indicator of the number of public parks.

Conclusion

The city of Ahvaz experiences air pollution due to its rich oil and gas resources, petrochemical industries, large-scale metallic and non-metallic industries, cellulose and power plants, as well as its warm and humid climatic conditions for most of the year. The high consumption of fossil fuels in the industrial and transportation sectors, alongside miscellaneous sources such as seasonal dust stemming from proximity to arid deserts in the west, the burning of bagasse and agricultural fields, the extensive use of various agricultural pesticides, and the generation of substantial volumes of domestic and industrial wastewater frequently elevate environmental pollutant levels to hazardous concentrations. This situation has resulted in the fragility and vulnerability of the city's environment. The adverse state of pollution within the Ahvaz urban environment negatively impacts the city's environmental sustainability and degrades the living conditions for its human

population. The primary sources of environmental pollutants in Ahvaz include wastewater from industries and residential units, toxic emissions from facilities and fossil fuel-powered vehicles, and municipal solid waste disposal. An examination of the environmental conditions in Ahvaz reveals that both human activities and specific environmental factors significantly contribute to environmental pollution and the amplification of pollutant impacts. The generation of waste materials, production of wastewater, and emission of air and soil pollutants are consequences of various human activities within the city. Furthermore, certain environmental conditions, such as proximity to deserts in the western regions of the country and parts of adjacent areas in neighboring nations, coupled with the land's gentle slope and the fine texture of soil particles which promote

wetland formation, are also instrumental in creating polluted conditions.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

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 declaration of competing interest none.

Conflict of Interest



Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

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



تأثیر الگوهای رشد شهری بر کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی با تأکید بر رشد هوشمند شهری (مورد مطالعه: شهر اهواز)

سیده شهلا حسینی^۱ , سید جلال‌الدین حسینی^۲ , سیدحسام‌الدین حسینی^۳ 

۱- گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران. Email: Shahla.hosseini68@gmail.com

۲- گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، تهران، ایران. Email: seyedjalalh1990@gmail.com

۳- گروه علوم و مهندسی محیط‌زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، اهواز، ایران. Email: hesam.hosseini.srb@gmail.com

چکیده

اطلاعات مقاله

رشد هوشمند پاسخی به رشد بی‌رویه و پراکنده است بر این اساس رشد هوشمند به دنبال آن است که تعیین کند بهترین مکان برای توسعه کدام است و در کدام فرم فیزیکی باید انجام گیرد. درک و شناخت درست از گسترش شهر در شرایط کنونی و آینده برای اجرای مدیریتی کارآمد در زمینه حفاظت از محیط‌زیست شهری امری ضروری است. هدف تحقیق حاضر بررسی شاخص‌های فضایی رشد هوشمند شهری در کلان‌شهر اهواز می‌باشد. روش تحقیق، توصیفی - تحلیل بوده و تجزیه و تحلیل اطلاعات با استفاده از تکنیک دیمتل در قالب ۲۰ پرسشنامه از کارشناسان امر در این خصوص صورت گرفته‌شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد، از بین شاخص‌های مؤثر در رشد هوشمند شهری کلان‌شهر اهواز، شاخص تعداد پارک عمومی بیشترین تأثیر و شاخص سهم و سرانه فضای سبز کم‌ترین تأثیر مستقیم بر دیگر شاخص‌ها را دارد. همچنین از نظر تأثیرات غیرمستقیمی که هر یک از شاخص‌ها بر یکدیگر دارند شاخص سرانه فضای سبز بیشترین تأثیر و شاخص سهم و سرانه فضاهای باز، بایر و کشاورزی کم‌ترین تأثیر را دارد. در ادامه می‌توان گفت که از بین چهار شاخص مؤثر در رشد هوشمند کلان‌شهر اهواز، بیشترین تعامل متعلق به شاخص تعداد پارک عمومی و کم‌ترین تعامل نیز متعلق به شاخص سهم و سرانه فضاهای باز، بایر و کشاورزی می‌باشد، همچنین مؤثرترین عامل در بین این چهار شاخص، مربوط به شاخص سهم و سرانه فضاهای باز، بایر و کشاورزی و تأثیر پذیرترین عامل نیز شاخص تعداد پارک عمومی می‌باشد.

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:

۱۴۰۴/۰۵/۳۰

تاریخ بازنگری:

۱۴۰۴/۰۹/۲۸

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۴/۰۹/۳۰

صص. ۵۶-۶۸

واژگان کلیدی:

ظرفیت اجتماعی و اقتصادی، تراکم ساختمانی، طرح‌های توسعه شهری، مشهد.

استناد: حسینی، سیده شهلا؛ حسینی، سید جلال‌الدین و حسینی، سید حسام‌الدین. (۱۴۰۴). تأثیر الگوهای رشد شهری بر کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی با تأکید بر رشد هوشمند شهری (مورد مطالعه: شهر اهواز). *مجله جغرافیا و پژوهش‌های شهری*، ۲(۳)، ۵۶-۶۸.

 <https://doi.org/10.22130/gur.2025.2069557.1030>

ناشر: دانشگاه مراغه

© نویسندگان

مقدمه

جهان طی ۳۰ سال آینده به شهرنشینی ادامه خواهد داد از ۵۶ درصد در سال ۲۰۲۱ به ۶۸ درصد در سال ۲۰۵۰ خواهد رسید و این به معنای افزایش ۲/۲ میلیارد شهرنشین، عمدتاً در آفریقا و آسیا است (UN-HABITAT, 2022). شهرها به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محیط‌های زندگی انسان به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر سلامت تأثیر می‌گذارند و ساختار کالبدی شهرها مهم‌ترین جنبه تأثیرگذار بر سلامت شهری تلقی می‌شود. در دهه‌های اخیر مناطق شهری با سرعت بیشتری نسبت به جمعیت خود گسترش یافته‌اند که نشان‌دهنده سطوح استفاده ناپایدار و بیش‌ازحد از زمین است. بی‌توجهی به توسعه شهری در کشورهای درحال توسعه به‌عنوان تهدیدی برای محیط‌زیست و کارایی شهری تلقی می‌شود. الگوی فضایی توسعه تأثیر مهمی بر روند شکل‌گیری شهر دارد که همزمان با گسترش فیزیکی شهرهای جهان یافتن راه‌حل برای مشکلات در مناطق شهری بسیار مهم و حائز اهمیت است (Kozehgar et al., 2025). گزارش سال ۲۰۲۰ توسط UNEP نشان داد مناطق شهری مترکم با کاربری مختلط کارآمدترین شکل شهری از نظر منابع هستند که فرصت قابل توجهی را برای استفاده از منابع و بهینه‌سازی انتشار گازهای گلخانه‌ای بر اساس طراحی و یکپارچه‌سازی زیرساخت‌ها، انرژی، آب و سیستم‌های پسماند فراهم می‌آورند (Vegliant et al, 2021).

رشد شتابان شهرنشینی و افزایش جمعیت شهرنشین توجه به پایداری را در مدیریت شهری افزایش داده است. از جمله راهکارهای مرتبط با مدیریت شهری که نقش بالقوه مؤثری در تحقق توسعه پایدار ایفا می‌کند توسعه شهرهای هوشمند است. در نظر گرفتن راهکارهای محیط زیستی در یک شهر هوشمند می‌تواند ابزاری را برای شهرها فراهم کند تا با موفقیت در رابطه آب، انرژی و اقلیم حرکت کنند و در نتیجه تاب‌آوری شهری افزایش یابد. اجرای طرح‌های هوشمند در شهرها می‌تواند تاب‌آوری اقتصادی محلی یا منطقه‌ای مبتنی بر استفاده پایدار از منابع طبیعی را بهبود بخشد (Shams Najafi et al, 2022). از دیدگاه برنامه‌ریزان شهری، یکی از راهبردهای دست‌یابی به توسعه پایدار و ارتقاء کیفیت محیط‌زیست شهری، متعادل ساختن توزیع فضایی کاربری‌ها از طریق شکل پایدار شهر است. از اواخر قرن بیستم با الهام از بنیان‌های علمی توسعه پایدار، رویکرد جدیدی با نام «شهرسازی نوین» و «رشد هوشمند» برای پایدار ساختن فرم فضایی شهرها مورد توجه قرار گرفته است (Anamoradnejad et al, 2018).

امروزه رشد هوشمند شهری به‌عنوان یکی از الگوهای نوین برنامه‌ریزی شهری جهت ساماندهی به روند توسعه شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد. رشد هوشمند شهری یک توسعه برنامه‌ریزی شده در راستای ایجاد مناطق با تراکم‌های بالاتر، (شکل شهری) فشرده، یکپارچه‌سازی فعالیت‌ها و توسعه درونی شهرها، اختلاط کاربری، توسعه اجتماعات محلی، قابل پیاده‌روی، کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی، افزایش کاربرد حمل‌ونقل عمومی، دسترسی حداکثر به خدمات شهری و نهایتاً بهبود کیفیت محیط شهر می‌باشد (Khandani et al, 2020). راهبرد رشد هوشمند که از مهم‌ترین انگاره‌های شهرسازی پایدار است دو هدف کارایی و کیفیت محیطی فضای شهری را مدنظر قرار دارد و به‌عنوان روشی برای رشد پراکندگی شهری در جهت رفع مشکلات شهری عمل می‌کند (Rezaei Bezanjani et al, 2019). رشد هوشمند بیان‌کننده نوعی از توسعه است که در آن ترویج حیات مدنی و سرزندگی اجتماعی حمل‌ونقل عمومی و کاستن از اثرات نامطلوب زیست‌محیطی، در صدر ملاحظات برنامه‌ریزان شهری قرار می‌گیرد و احیاء شهر به‌عنوان محیط سالم و فعال که بتواند آینده‌ای مطلوب را برای تمام شهروندان تأمین نماید، اصلی‌ترین هدف آن به شمار می‌رود (Ansari et al, 2021).

تاکنون مطالعات متعددی در خصوص راهبرد رشد هوشمند شهری صورت گرفته است که به برخی از مهم‌ترین آن‌ها اشاره می‌گردد: زیاری و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که منطقه ۶ تهران، به‌عنوان بخش مرکزی شهر، با چالش‌های آلودگی زیست‌محیطی، کم‌رنگ شدن هویت محله‌ای، افت جمعیت ساکن و غیره روبه‌روست. فرم کالبدی منطقه ۶ تهران فشرده است و در سنجش تطبیقی ۶ شاخص انتخاب‌شده ناحیه ۳ منطقه با فاصله نسبتاً زیاد، ناحیه سازگارتر با شاخص‌های رشد هوشمند شهری شناخته شد. خدانی و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی به این نتیجه

رسیدند که بخش کاربری اراضی کالبدی بیشترین تأثیر را در پیش‌بینی و توسعه ساختار فضایی رشد هوشمند در نواحی شهر مرند داشته است؛ به طوری که یک واحد تغییر در رشد هوشمند، به ترتیب ۰/۶۸۴، ۰/۳۵۲ و ۰/۰۹۸ واحد در انحراف بخش کالبدی و کاربری اراضی، دسترسی و ارتباطات و زیست‌محیطی تغییر در شاخص‌های تلفیقی رشد هوشمند ایجاد کرده است. فیروزی و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که در منطقه ۶ کلان‌شهر اهواز، شاخص زیست‌محیطی، دارای نامناسب‌ترین وضعیت هستند. همچنین شاخص دسترسی حمل‌ونقل بیشترین اثر را بر کاهش فاصله بین مناطق خواهد داشت. شمس نجفی و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که زیرساخت‌های شهری هوشمند و حکمروایی هوشمند دو عنصر زیربنایی الگو هستند که بیشترین تأثیر را در ایجاد شهر هوشمند مبتنی بر توسعه پایدار دارند. این عوامل با تأثیر بر هوشمندسازی حمل‌ونقل و تجارت‌های هوشمند مبتنی بر فناوری به اقتصاد هوشمند و محیط‌زیست هوشمند کمک می‌کنند. مرادی و پیوسته‌گر (۱۴۰۱) در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که مناطق مورد مطالعه دارای سطوح متفاوتی از نظر شاخص‌های رشد هوشمند هستند، به طوری که بر اساس نتایج منطقه سه شهر یاسوج از لحاظ شاخص‌های شهر هوشمند با تعداد ۳ برد و ۱ باخت در مرتبه نخست قرار دارد، منطقه چهار با ۲ برد و ۲ باخت رتبه دوم، منطقه یک با ۱ برد و ۳ باخت رتبه سوم و منطقه دو بدون برد و با ۴ باخت رتبه چهارم را دارد. متناسب با شرایط مناطق می‌توان از نظر ساکنین برای توسعه بیشتر استفاده نمود. چراکه استفاده از نظرات منطقی ساکنین مناطق نه تنها موجب ارتقاء وضعیت کالبدی، زیست‌محیطی مناطق شهری می‌شود بلکه موجب استقبال و رغبت شهروندان در مشارکت در تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌های شهری می‌شود. فرجی‌زاده و همکاران (۱۴۰۲) در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که مؤلفه‌های کالبدی - فضایی، زیرساختی - دسترسی، اقتصادی - اجتماعی و زیست‌محیطی در مجموع، تبیین‌کننده حدود ۴۱ درصد از تغییرات توسعه رشد هوشمند شهری در شهر کوچک مقیاس یاسوج هستند. احمدی و همکاران (۱۴۰۳) در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که در جامعه شهری الیگودرز با رشد هوشمند فاصله وجود دارد چنین رویکردی باعث می‌شود که رشد شهری با همین منوال به توسعه و رشد خود ادامه دهد و زمینه را برای گسترش افقی شهر فراهم کند و باعث نابودی بیشتر زمین‌های کشاورزی، افزایش هزینه ساخت‌وساز، افزایش درآمد ناپایدار شهرداری‌ها، گسترش فقر، حاشیه‌نشینی و غیره خواهد شد. کوزگره و همکاران (۱۴۰۴) در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که رابطه شاخص‌های اجتماعی رشد هوشمند و خصوصیات فردی ساکنین مثبت است، این بدان معناست که رابطه‌ی آن‌ها معنادار و مستقیم است؛ بنابراین با افزایش و ارتقا توسعه میان‌افزا محله سراب شهر مشهد با تأکید بر رویکرد رشد هوشمند سبب افزایش ظرفیت‌های اجتماعی محله نیز می‌گردد.

بیری و کروگستی^۱ (۲۰۱۷) در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که موفقیت و گسترش شهرهای هوشمند پایدار، ناشی از قدرت تحول‌آفرین، رابطه دانش/قدرت، نیروی مولد و سازنده و ظرفیت مشروعیت‌بخشی است که زیربنای فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌باشد و موج جدید محاسبات برای پایداری شهری به دلیل ارتباط آن با گفتمان علمی و الزامات اجتماعی آن است. این شکل از علم و فناوری، خطراتی را برای پایداری زیست‌محیطی ایجاد می‌کند.

شهر اهواز نیز همانند بسیاری از کلانشهرهای دیگر با چالش‌های متعددی روبه‌رو است، از جمله کمبود یا نبود زیرساخت‌های مناسب، کاربری‌های نادرست، معضلات زیست‌محیطی، توزیع ناعادلانه خدمات شهری و دسترسی نابرابر به آن‌ها. با توجه به این مسائل، بررسی شاخص‌های رشد هوشمند شهری در اهواز می‌تواند به شناسایی کاستی‌ها و ارائه راهکارهای مؤثر در این زمینه بینجامد. در یک شهر پایدار از نظر زیست‌محیطی، انسان‌ها موظفند در قبال بهره‌برداری از منابع طبیعی، مسئولانه از محیط‌زیست محافظت کنند؛ اما در اهواز، این رابطه متقابل و سازنده وجود نداشته و ساکنان شهر در بهره‌گیری از محیط‌زیست، راه بی‌مبالاتی و تخریب را در پیش گرفته‌اند. پیامد این بی‌توجهی، آسیب‌های جدی به اکوسیستم شهری است که نمونه‌های آن را می‌توان در آلودگی آب رودخانه کارون (ناشی از ورود فاضلاب‌های شهری)،

¹ Bibri & Krogstie

آلودگی هوا (بر اثر فعالیت‌های صنایع نفتی و حمل‌ونقل) و آلودگی خاک و منابع آب زیرزمینی (در اثر نفوذ پساب‌ها) مشاهده کرد. سؤال اصلی پژوهش این است: وضعیت شهر اهواز از منظر شاخص‌های رشد هوشمند شهری چگونه است؟ و آیا امکان اجرای این شاخص‌ها در مقیاس کلان‌شهر اهواز وجود دارد؟

مبانی نظری

رشد سریع و نامتعادل شهرها پیامدهای نامطلوب اقتصادی، اجتماعی و کالبدی را به همراه داشته است. در اثر رشد بی‌برنامه و پراکنده شهرها، گسترش و توسعه شهر به سمت مناطق پیرامونی کشیده می‌شود که در این صورت افزایش تراکم و انباشتگی در درون شهرها بسیار محتمل است، این رشد ناهماهنگ و بی‌برنامه شهری مشکلات و مسائل جدی و غیرقابل‌حلی را به دنبال دارد که از معضلات آن می‌توان افزایش بیکاری در شهرها، ترافیک‌های بی‌پایان، آلودگی‌های محیطی و هوا و دیگر مسائل محیط‌زیستی و نیز کمبود مسکن برای شهروندان را نام برد؛ بنابراین در نتیجه چنین رشد ناخواسته‌ای مدیریت شهری به دلیل کمبود منابع و زمان لازم برای پاسخگویی به نیازهای روزافزون شهروندان اسیر معضل و مشکلاتی می‌شود که رهایی از آن تنها در چارچوب راه‌حل‌های نوین امکان‌پذیر می‌نماید (Moradi & Peyvastehgar, 2022). از طرفی دیگر با توجه به برآوردهای انجام‌شده در زمینه رشد جمعیت شهرها که نشان می‌دهد تا سال ۲۰۳۰ بیش از ۶۰ درصد جمعیت جهان در شهرها زندگی خواهند کرد (Farajizadeh et al, 2023).

الگوی رشد شهری در سال‌های بعد از جنگ جهانی دوم به‌صورت پراکنش شهری بوده است که سبب شده شهرها به‌صورت افقی گسترش یابند و پیامدهای ناگوار زیادی برای شهرها پدید آورده است. از جمله این پیامدها می‌توان به توسعه پراکنده و از بین رفتن زمین‌های کشاورزی و باغ‌ها، تخلیه بخش‌های مرکزی و قدیمی شهرها از جمعیت و نابودی آن‌ها، مشکلات خدمات‌رسانی به دلیل گسترش بی‌رویه شهر، مشکلات زیست‌محیطی و آلودگی‌های ناشی از استفاده بی‌رویه از خودروها و همچنین افزایش محدوده شهرها و نابودی مراکز طبیعی و غیره اشاره کرد (Zyari et al, 2020). این الگوی برنامه‌ریزی شهری، علاوه بر ملاحظات محیطی، ملاحظات اجتماعی و اقتصادی را با هدف ارتقاء کیفیت زندگی و دستیابی به توسعه پایدار دربر می‌گیرد (Firoozi et al, 2021).

ایده ایجاد شهرهای هوشمند که بحث جدیدی در برنامه‌ریزی شهری است در دو دهه اخیر مطرح شده و مؤلفه‌های آن به‌طور کامل مورد تعریف و شناسایی قرار نگرفته است؛ بنابراین در جهت کاهش این مشکلات نظرات مختلفی مطرح شد که یکی از این نظریات رشد هوشمند شهری است که رعایت اصول اساسی آن می‌تواند راهبردی اساسی بر انتظام فضایی شهرهای جهان شود. در دهه‌های اخیر، دولت‌های محلی با مشکلات فراوان فنی و اجتماعی مواجه شده‌اند و راهبردهایی برای پاسخ‌دهی به این مشکلات برگزیده‌اند که عموماً مبتنی بر فناوری اطلاعات پیشرفته است. نتیجه استفاده از فناوری اطلاعات و سایر حوزه‌های مرتبط برای حل مشکلات پیچیده شهری و اداره بهینه، شهر هوشمند یا دولت هوشمند است (Mousavi Hassani, 2022).

رشد هوشمند یک تئوری شهری است که بر رشد مناطق شهری متراکم برای جلوگیری از پراکنندگی تمرکز دارد و ایده اصلی آن به این صورت است که برنامه‌ریزی استراتژیک از نیازهای اجتماعی حمایت می‌کند. رویکرد رشد هوشمند سعی در بهبود کیفیت زندگی انسان دارد و به دنبال پاسخگویی به مسائل و مشکلات اجتماعی، اقتصادی و فیزیکی است. در واقع، استراتژی رشد هوشمند راهی برای غلبه بر نوسانات و دستیابی به توسعه پایدار فراهم می‌کند (Bahadori & Amjaz et al., 2023). رشد هوشمند شهر به اصول توسعه و عملیات برنامه‌ریزی اشاره دارد که الگوی کاربری زمین و حمل‌ونقل مؤثر ایجاد کرده است. رشد هوشمند استراتژی‌های مختلفی را شامل می‌شود که نتایج این استراتژی‌ها، دسترسی بیشتر و سیستم‌های حمل‌ونقل چندگانه است. رشد هوشمند شهری روشی پیشنهادی برای اصلاح پراکنندگی است (Ahmadi et al, 2024).

گسترش روزافزون شهرها، کاهش منابع طبیعی، انبوهی و ازدحام ترافیک، تنها برخی از اثرات مخربی است که رشد بی‌رویه جمعیت و پراکنندگی نامعقول آن بر روی محیط طبیعی و فرهنگی به‌جای گذاشته است. رشد هوشمند به‌عنوان

یک اصل برای رسیدن به یک مکان بهتر برای زندگی، کاربری محتاط را پیشنهاد می‌کند و به علت مجاورت کاربری‌ها، به‌جای رانندگی، گزینه‌های دیگری چون دوچرخه‌سواری را پیشنهاد می‌کند. رشد هوشمند باعث می‌شود تا خیابان‌ها و فضاهای عمومی به مکان‌های زنده شهری و پیاده‌مدار تبدیل شوند. بر این اساس رشد هوشمند به دنبال آن است که تعیین کند بهترین مکان برای توسعه کدام است و در کدام فرم فیزیکی باید انجام گیرد.

در سال ۱۹۷۰، برنامه‌ریزان شهری و حمل‌ونقل، شروع به ترویج ایده جوامع و شهرهای فشرده کردند، پس از آن ایده پیتر کاتروپ^۱، با عنوان «روستا-شهرها» که بر پایه حمل‌ونقل عمومی، پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری بود، با اقبال عمومی روبرو شد. معمار دیگری به نام آندرز دوانی^۲، ایده تغییر قوانین طراحی برای ارتقای مفهوم اجتماع و کاهش استفاده از اتومبیل را مطرح کرد. مشکل زمین و هزینه‌های بالای آن جهت احداث ساختمان و تعریض بزرگراه‌ها (به‌ویژه تخریب زمین‌های با ارزش تاریخی و حفاظت‌شده) باعث شد برخی سازمان‌ها، ایده‌های دیگری برای متمایل ساختن طرح‌های حمل‌ونقل به سوی استفاده از وسایط نقلیه عمومی را مطرح سازند. سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا «رشد هوشمند» را به‌عنوان راهی برای کاهش آلودگی هوا پیشنهاد کرد. رشد هوشمند نوعی از برنامه‌ریزی است که با استفاده از فاکتورهای اجتماعی، اقتصادی و زیست-محیطی توسعه را به نواحی بایر و مجهز به زیرساخت‌های لازم و یا نواحی که می‌توانند به تأسیسات موردنیاز تجهیز شوند، هدایت می‌نماید (Tavakolinia & Ostadi Sisi, 2010).

شهرداری‌های شهرهای بزرگ، گروه‌های تجاری بخش مرکزی شهری و سرمایه‌گذاران غیردولتی اغلب رشد هوشمند را به‌عنوان ابزاری برای باززنده سازی محلات و مراکز شهری، بدون تأثیرات منفی بر روی شرایط اجتماعی یا محیط‌زیست با ارزش موردتوجه قرار داده‌اند. درنهایت؛ رشد هوشمند، اصطلاح رایجی برای یکپارچه‌سازی سیستم حمل‌ونقل و کاربری اراضی می‌باشد که از توسعه‌های فشرده و کاربری‌های مختلط در مناطق شهری حمایت کرده و در تقابل با توسعه‌های اتومبیل محور و پراکنده در حاشیه‌ی شهر قرار می‌گیرد. رشد هوشمند به خلق الگوهای کاربری اراضی قابل‌دسترس، بهبود فرصت‌های حمل‌ونقلی، خلق جوامع قابل زیست و کاهش هزینه‌های خدمات عمومی منجر می‌شود. در رشد هوشمند شهری هدف به پیشینه کردن منحصرات مثبت، به کمینه کردن هزینه‌های مالی عمومی، به پیشینه رساندن عدالت اجتماعی و در سطح بسیار گسترده به پیشینه کردن کیفیت زندگی معطوف است. توسعه هوشمند شهری نوعی برنامه‌ریزی برای توسعه‌ی حومه شهرها و نظریه‌ی حمل‌ونقل است که با تمرکز بر توسعه متوازن در مرکز شهر به دنبال اجتناب از گسترش نامعقول و تراکم بی‌حساب در شهر، گرایش به سمت جابه‌جایی مناسب، تعیین مسیرهایی برای پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری، توسعه‌ی همه‌جانبه با میزان مناسبی از حق انتخاب محل سکونت برای شهروندان است. توسعه هوشمند شهری دیدگاهی بلندمدت دارد و از برنامه‌های کوتاه‌مدت حمایت می‌کند. اهداف این برنامه عبارت از حصول حس واحد اجتماعی و مکانی در افراد، توسعه حمل‌ونقل، اشتغال و انتخاب محل سکونت، توزیع متوازن هزینه‌ها و منافع توسعه، حفظ و بهبود منابع طبیعی و فرهنگی و ارتقای رفاه اجتماعی می‌باشد.

مقوله رشد شهری به‌صورت پراکنده از زمان سکونت جمعی انسان بر روی زمین و تشکیل دولت‌شهرهای اولیه وجود داشته است و انسان بدون آنکه خود بداند، گونه‌ای از فرم مشوش توسعه شهری را موجب شده است. باگذشت زمان، افزایش جمعیت کره زمین و درخواست برای بهره‌مندی از امکانات شهری و محیطی با کمینه جابه‌جایی از سوی شهروندان به‌تدریج نظریه رشد پراکنده و افقی، جای خود را به رشدی هوشمند و برنامه‌ریزی‌شده داد. این همان چیزی بود که باعث شد توجه به هسته اولیه شهری (اساسی‌ترین شاخص رشد هوشمند شهری) به‌صورت نه‌چندان ملموس در آثار «هریس و اولمن» دیده شود (Fareed, 1994). پراکندگی ازجمله مباحث عمده در شهرسازی امروز می‌باشد که در نتیجه توسعه فاقد برنامه‌ریزی صحیح اتفاق افتاده است. این پدیده اثرات نامطلوب بسیاری را در کیفیت شهرها و زندگی شهری داشته است و در نتیجه، خود مشکلات اجتماعی و اقتصادی بسیاری را بوجود آورده است. شهرسازان

¹ Peter Cattrop

² Andres Davani

آمریکایی برای حل مشکل و معضلات ناشی از آن تدابیری اندیشیده‌اند که در قالب تئوری تحت عنوان «رشد هوشمند» بیان می‌شود (Ziyari, 2009).

در شاخص‌های رشد هوشمند شهری، بیشتر به تنوع کاربری اراضی، میزان دسترسی و کیفیت محیط‌زیست در ارتباط با تراکم جمعیت پرداخته می‌شود. وجود کاربری‌های مختلط و دسترسی مناسب در منطقه، با برطرف کردن نیازهای ساکنان محله‌های مختلف در همان منطقه، باعث کاهش حجم سفر و ترافیک در شهر می‌شود. از سوی دیگر، رشد هوشمند به تمام شاخص‌های اجتماعی، اقتصادی، کالبدی و دسترسی توجه دارد (Firoozi et al, 2021). جهت شناخت میزان دستیابی برنامه‌ها و سیاست‌گذاری‌ها به حمل‌ونقل شهری، استفاده از شاخص‌های استاندارد، جامع و کاربردی می‌تواند بسیار راهگشا باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد از سوی مراکز و سازمان‌های مختلف، تاکنون شاخص‌های فراوانی ارائه شده است. تولید آلاینده‌های هوا منجر به ایجاد و افزایش هزینه‌های زیست‌محیطی شده که این موضوع در حوزه اقتصادی بر روی منابع مالی حمل‌ونقل مؤثر خواهد بود. به‌منظور کاهش هزینه‌ها و پیامدهای منفی حمل‌ونقل، برنامه‌ریزی و مطالعات متعددی صورت می‌گیرد که یکی از خروجی‌های آن در سیاست‌گذاری‌های انجام‌شده، قیمت‌گذاری تسهیلات و سامانه‌های حمل‌ونقل می‌باشد. بدون تردید، قیمت‌گذاری و در پی آن میزان هزینه سفر، می‌تواند بر روی سطح استفاده از حمل‌ونقل همگانی در مقایسه با وسایل نقلیه شخصی مؤثر باشد. در ادامه، با تغییر حجم ترافیک وسایل نقلیه و مسافت طی شده مصرف سوخت کاهش و یا افزایش خواهد داشت.

روش پژوهش

با توجه به اهداف پژوهش، نوع پژوهش کاربردی با روش توصیفی - تحلیلی می‌باشد. جمع‌آوری آمار و اطلاعات به روش اسنادی - کتابخانه‌ای و میدانی انجام گرفته است. به‌طوری‌که با استفاده از روش اسنادی - کتابخانه‌ای اطلاعات موردنیاز از نتایج سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن (۱۳۸۵)، سالنامه آماری شهر اهواز (۱۳۹۲)، طرح بازنگری تفصیلی مناطق شهر اهواز (۱۳۸۷-۱۳۸۵)، آمارنامه‌ی شهر اهواز (۱۳۸۸) و مهندسان مشاور تهیه‌کننده‌ی طرح بازنگری تفصیلی شهر اهواز و غیره جمع‌آوری شده است؛ و با استفاده از روش میدانی اطلاعات موردنیاز در قالب ۲۰ پرسشنامه از کارشناسان امر در خصوص رشد هوشمند کلان‌شهر اهواز گردآوری گشته است و در نهایت با استفاده از ابزار تجزیه و تحلیل اطلاعات تکنیک دیمتل^۱ اطلاعات به‌دست‌آمده موردبررسی قرار گرفتند. لازم به ذکر می‌باشد که شاخص‌های پژوهش عبارت‌اند از: تعداد پارک عمومی، سهم و سرانه پارک عمومی، سهم و سرانه فضای سبز، سهم و سرانه فضاهای باز، بایر و کشاورزی.

محدوده مورد مطالعه

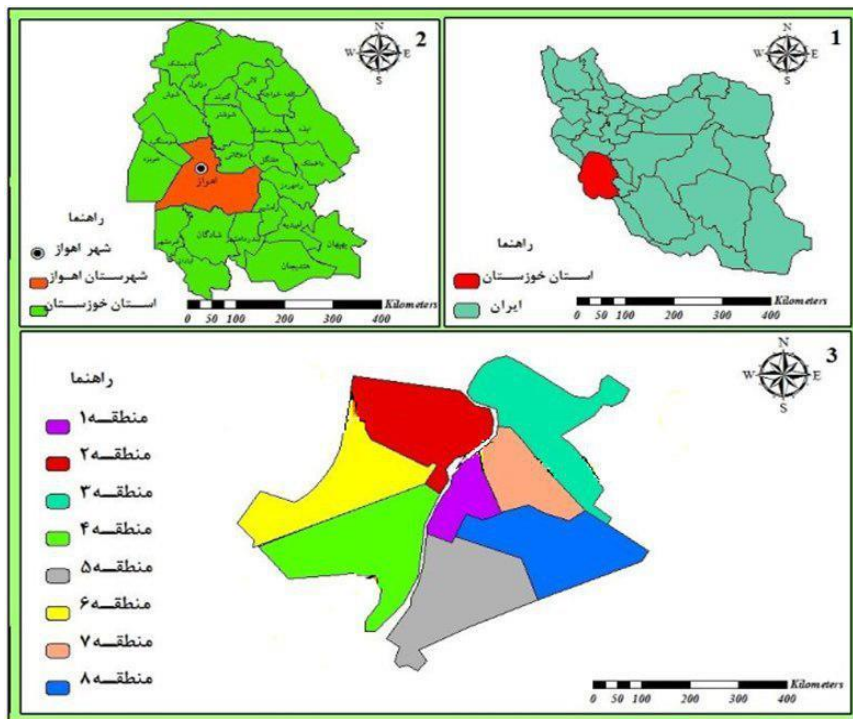
اهواز یکی از کلانشهرهای ایران است، که در بخش مرکزی شهرستان اهواز قرار دارد و به‌عنوان مرکز استان خوزستان شناخته می‌شود. جمعیت این شهر طبق آمار رسمی سال ۱۳۹۰ برابر ۱,۱۱۲,۰۲۱ نفر می‌باشد، که به‌عنوان هفتمین شهر پرجمعیت ایران به‌شمار می‌آید. اهواز در موقعیت جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی، در بخش جلگه‌ای خوزستان و با ارتفاع ۱۸ متر از سطح دریا واقع شده است. شهر اهواز با مساحت ۱۸۶۵۰ هکتار، بعنوان یکی از شهرهای وسیع ایران، محسوب می‌شود.

براساس طبقه‌بندی دامارتن^۲ که متکی به دومتغیر میانگین بارندگی و میانگین دما است، شهرستان اهواز در گروه اقلیم خشک قرار دارد. شایان ذکر است اقلیم خشک برای مناطقی بکار می‌رود که میزان ریزش‌های جوی در آنجا کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر در سال باشد و یا میزان تبخیر و تعرق پتانسیل بیش از بارش باشد. در قسمت‌های شمالی و مرکزی شهرستان جلگه‌ای هموار و نسبتاً حاصلخیز قرار دارد. در حاشیه‌های شرقی و غربی شهرستان نیز تپه‌های ماسه‌ای و شنی

¹ Dimatel (Decision making trial and evaluation laboratory)

² Damarten

قرار دارند که جهت آن‌ها به موازات ارتفاعات زاگرس جنوبی و از سمت شمال غرب به سمت جنوب شرق امتداد یافته‌اند. در بخش جنوبی و جنوب شرقی شهرستان جلگه خشک و بی‌حاصل مارن قرار دارد که دارای منابع عظیمی از نفت و گاز است.



شکل ۱. محدوده مورد مطالعه

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴

یافته‌های پژوهش

وضعیت نامناسب آلودگی محیط‌زیست شهر اهواز بر پایداری زیست‌محیطی شهر تأثیر منفی می‌گذارد و شرایط زیست انسان در شهر را تنزل می‌دهد. مهمترین منابع آلاینده محیط‌زیست شهر اهواز شامل فاضلاب صنایع و واحدهای مسکونی، گازهای سمی خروجی از تأسیسات و خودروهای مصرف‌کننده سوخت فسیلی و دفع پسماندهای شهری است. بررسی شرایط زیست‌محیطی در شهر اهواز نشان می‌دهد که انسان و شرایط محیطی در شهر اهواز تأثیر مهمی در آلودگی محیط و تشدید تأثیرات آلاینده‌ها دارند. تولید مواد زائد، تولید فاضلاب، تولید آلاینده‌های هوا و خاک نتیجه فعالیت‌های مختلف انسان در این شهر هستند و بعضی شرایط محیطی نظیر نزدیکی به بیابان‌های غرب کشور و بخش‌هایی از مناطق همجوار در کشورهای همسایه و شیب اندک زمین و دانه‌بندی ریز خاک که سبب ایجاد مانداب‌ها می‌شوند نیز در ایجاد شرایط آلودگی مؤثرند.

آزمون دیمتل

روش دیمتل ابتدا در سال ۱۹۷۲ توسط گابس و فوتلا^۱ جهت بررسی روابط علی و معلولی بین شاخص‌ها معرفی گردید. این روش ابزار کاربردی و مفیدی جهت تبدیل ساختار پیچیده علی-معلولی میان شاخص‌ها به یک ماتریس یا گراف قابل درک می‌باشد. به عبارت دیگر این روش از انواع روش‌های تصمیم‌گیری براساس مقایسات زوجی می‌باشد. با

¹ Gabus & Foutela

بهره‌مندی از قضاوت خبرگان در استخراج عوامل یک سیستم و ساختاردهی سیستماتیک به آن‌ها توسط به‌کارگیری اصول تئوری گراف، ساختار سلسله‌مراتبی از عوامل موجود در سیستم، همراه با روابط تأثیرگذاری و تأثیرپذیری متقابل عناصر مذکور به دست آید، به گونه‌ای که تأثیر روابط مذکور را به صورت امتیاز عددی معین می‌کند. از برتری‌های این روش نسبت به سایر روش‌های تصمیم‌گیری بر پایه‌ی مقایسات زوجی، پذیرش بازخورد روابط است، یعنی در ساختار سلسله‌مراتبی حاصل، هر عنصر می‌تواند بر تمام عناصر همسطح، سطح بالاتر یا سطح پایین‌تر از خود تأثیر گذاشته و به صورت متقابل از تک‌تک آن‌ها تأثیر پذیرد.

به عبارتی عناصر موجود در سیستم می‌توانند مستقل از یکدیگر نباشند. اهمیت و وزن هر عامل در سیستم نیز در نهایت نه فقط توسط عوامل بالادست یا منحصراً عوامل پایین‌دست، بلکه توسط تمامی عوامل موجود در سیستم یا به عبارتی کل مدل تعیین می‌شود. پذیرش «روابط انتقال‌ناپذیر» و توانایی نمایش تمام بازخوردهای ممکن نیز دلایل ارجحیت این شیوه نسبت به سایر شیوه‌های متکی بر تئوری گراف‌ها است. این تکنیک تاکنون کاربردهای گسترده‌ای داشته و در حوزه‌های مختلف مانند توسعه استراتژی‌ها، سیستم‌های مدیریت و مدیریت دانش به کار برده شده است. برای استفاده از روش دیمتیل گام‌های زیر به کار گرفته می‌شوند:

۱- تشکیل ماتریس میانگین

۲- محاسبه ماتریس تأثیر روابط مستقیم نرمالایز شده

۳- محاسبه ماتریس کل (ماتریس تأثیرات مستقیم و غیر مستقیم)

۴- ترسیم دیاگرام علت و معلولی

تشکیل ماتریس میانگین

در صورتی که در فضای تصمیم‌گیری واقعی، h خبره نظرات خود را در مورد تأثیر مستقیم هر عامل بر سایر عوامل ارائه دهند، ابتدا نظرات افراد با استفاده از یک طیف ۵ گزینه‌ای شامل عدم تأثیر تا تأثیر خیلی بالا یک عامل بر عامل دیگر دریافت می‌شود. امتیاز تأثیر خیلی بالا بدین معنا است که بهبود بیشتر در عامل تأثیرپذیر نیازمند بهبود عامل تأثیرگذار است. پس از دریافت نظرات h خبره، این نظرات با استفاده از روش میانگین حسابی تلفیق گردیده و ماتریس میانگین به دست می‌آید. با استفاده از ماتریس میانگین می‌توان نقشه تأثیر مستقیم عوامل را ترسیم کرد.

محاسبه ماتریس تأثیر روابط مستقیم نرمالایز شده

در مرحله بعد ماتریس D با نرمالایز کردن ماتریس میانگین A به دست می‌آید. ماتریس D برابر با $D = s \times A$ است و S به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$s = \min \left[\frac{1}{\max_{1 \leq i \leq m} \sum_{j=1}^n |a_{ij}|}, \frac{1}{\max_{1 \leq j \leq n} \sum_{i=1}^m |a_{ij}|} \right]$$

محاسبه ماتریس کل (ماتریس تأثیرات مستقیم و غیر مستقیم)

بر اساس قوانین موجود در تئوری گراف‌ها، مجموع آثار مستقیم و غیرمستقیم رئوس بر یکدیگر با در نظر گرفتن تمامی بازخوردهای ممکن به صورت مجموع تصاعد هندسی نامحدود است. لازم به ذکر است که در حالی که ماتریس، ماتریسی با عناصر صفر است. ماتریس روابط کل T یک ماتریس بوده که می‌توان آن را به صورت زیر تعریف کرد:

$$\begin{aligned}
 T &= \sum_{m=1}^{\infty} D^m = D + D^2 + D^3 + \dots + D^m \\
 &= D(I + D + D^2 + D^3 + \dots + D^{m-1}) \\
 &= D(I - D)^{-1}(I - D)(I + D + D^2 + D^3 + \dots + D^{m-1}) = D(I - D)^{-1}(I - D^m) = D(I - D)^{-1}
 \end{aligned}$$

در معادله‌ی فوق I ماتریس یک بوده و ماتریس T نیز ماتریس کلی روابط نامیده می‌شود. عنصر t_{ij} ماتریس T ، نشان‌دهنده تأثیر مستقیم و غیرمستقیم ایجاد شده توسط عامل x_i بر عامل x_j است. به دلیل این که در برخی موارد عناصر تأثیر مستقیم بر یکدیگر ندارند نیاز است که ماتریس تأثیرات غیرمستقیم محاسبه شود. بدین منظور از رابطه زیر استفاده می‌شود. این ماتریس با استدلالی مشابه با فوق، از مجموع تصاعد هندسی زیر حاصل می‌گردد.

$$T = D^1 + D^2 + D^3 + \dots + D^m = D^1(I - D)^{-1}$$

$$\lim_{m \rightarrow \infty} D^m = 0$$

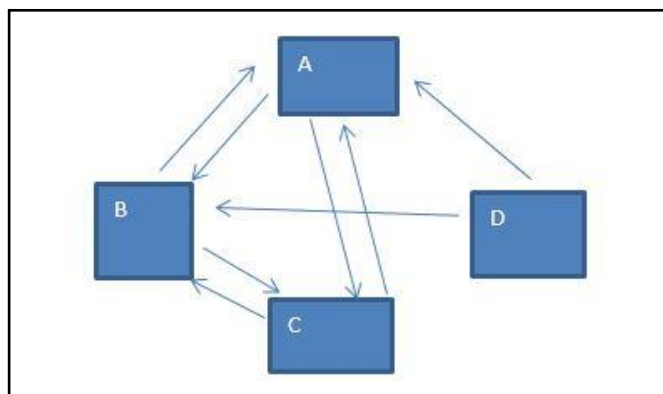
ترسیم دیاگرام علت و معلولی

مجموع سطرها و ستون‌ها به صورت بردار D و R در نظر گرفته می‌شود. D نشان‌دهنده سلسله‌مراتب از عناصر تأثیرگذار و R نشان‌دهنده سلسله‌مراتب از عناصر تأثیرپذیر خواهد بود. محور افقی $(D+R)$ که برتری نام دارد از طریق مجموع D و R به دست می‌آید که میزان اهمیت و مجموع شدت یک عنصر هم از نظر تأثیرگذاری و هم تأثیرپذیری می‌باشد. به طور مشابه محور افقی $(D-R)$ نشان‌دهنده موقعیت یک عنصر در طول محور عرض‌ها است و از طریق اختلاف بین D و R محاسبه می‌شود. این موقعیت در صورت مثبت بودن $(D-R)$ ، به طور قطع یک تأثیرگذار و در صورت منفی بودن آن به طور قطع تأثیرپذیر خواهد بود. بنابراین دیاگرام علت و معلولی با توجه به مجموع داده‌ها $(D-R, D+R)$ به دست می‌آید:

$$T = [t_{ij}]_{n \times n} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$D = \left[\sum_{j=1}^n t_{ij} \right]$$

$$R = \left[\sum_{i=1}^m t_{ij} \right]_{1 \times n}$$



شکل ۲. نقشه تأثیر

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴

روابط موجود از نقشه‌ی ترسیم شده به صورت ماتریس زیر نشان داده می‌شود:

جدول ۱. روابط ماتریسی

	A	B	C	D
A	۰	۳	۳	۰
B	۳	۰	۳	۰
C	۴	۳	۰	۰
D	۲	۲	۳	۰

۰	-۰/۳۳	-۰/۳۳	۰
-۰/۳۳	۰	-۰/۳۳	۰
-۰/۴۴	-۰/۳۳	۰	۰
-۰/۲۲	-۰/۳۳	۰	۰

۱	۰	۰	۰
۰	۱	۰	۰
۰	۰	۱	۰
۰	۰	۰	۱

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴

در ادامه هر ورودی از ماتریس، را در معکوس بیشترین مجموع ردیفی (α) از آن ماتریس ضرب می‌شود:

جدول ۲. ضرب ورودی ماتریس‌ها در معکوس بیشترین مجموع ردیفی

۱	-۰/۳۳	-۰/۳۳	۰
-۰/۳۳	۱	-۰/۳۳	۰
-۰/۴۴	-۰/۳۳	۱	۰
-۰/۲۲	-۰/۳۳	۰	۱

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴

در مرحله بعد ماتریس تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم محاسبه می‌شود:

جدول ۳. ماتریس تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم

(I-N)⁻¹

۱/۶۱۰۹	۰/۷۹۳۴	۰/۷۹۳۴	۰
۰/۸۵۹۰	۱/۵۴۵۳	۰/۷۹۳۴	۰
۰/۹۹۲۳	۰/۸۵۹۰	۱/۶۱۰۹	۰
۰/۶۳۷۹	۰/۶۸۴۵	۰/۴۳۶۴	۱

N*(I-N)⁻¹

-۰/۶۱۰۹	۰/۷۹۳۴	-۰/۷۹۳۴	۰
-۰/۸۵۹۰	۰/۵۴۵۳	-۰/۷۹۳۴	۰
-۰/۹۹۲۳	۰/۸۵۹۰	-۰/۶۱۰۹	۰
-۰/۶۳۷۹	۰/۶۸۴۵	-۰/۴۳۶۴	۰
۳/۱۰۰۲	۲/۸۸۲۴	۲/۶۳۴۲	۰

۲/۱۹۷۸
۲/۱۹۷۸
۲/۴۶۲۳
۱/۷۵۸۸

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴

در ادامه ترتیب نفوذ عناصر بر یکدیگر با توجه به مقادیر D و R آورده شده است:

جدول ۴. اولویت‌بندی نفوذ عناصر بر یکدیگر

	A	B	C	D
D+R	۵/۲۹۸۱	۲/۰۸۰۵	۵/۰۹۶۶	۱/۷۵۸۸
بیشترین تعامل		کمترین تعامل		
A		D		
	A	B	C	D
D-R	-۰/۹۰۲۴	-۰/۶۸۴۵۲	-۰/۱۷۱۹۲	۱/۷۵۸۸
موثرترین عامل		تأثیرپذیرترین عامل		
D		A		
A	۱	۱	۱	۰
B	۱	۱	۱	۰
C	۱	۱	۱	۰
D	۱	۱	۰	۰

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۴

همانطور که از جدول به دست آمده مشخص است، از بین شاخص‌های موثر در رشد هوشمند شهری کلانشهر اهواز، شاخص تعداد پارک عمومی بیشترین تأثیر و شاخص سهم و سرانه فضای سبز کمترین تأثیر مستقیم بر دیگر شاخص‌ها را دارد. همچنین از نظر تأثیرات غیرمستقیمی که هر یک از شاخص‌ها بر یکدیگر دارند، شاخص سرانه فضای سبز بیشترین تأثیر و شاخص سهم و سرانه فضاهای باز، بایر و کشاورزی کمترین تأثیر را دارد. در ادامه میتوان گفت که از بین چهار شاخص موثر در رشد هوشمند کلانشهر اهواز، بیشترین تعامل متعلق به شاخص تعداد پارک عمومی و کمترین تعامل نیز متعلق به شاخص سهم و سرانه فضاهای باز، بایر و کشاورزی می‌باشد، همچنین موثرترین عامل در بین این چهار شاخص، مربوط به شاخص سهم و سرانه فضاهای باز، بایر و کشاورزی و تأثیرپذیرترین عامل نیز شاخص تعداد پارک عمومی می‌باشد.

در مجموع میتوان گفت که کلانشهر اهواز علی‌رغم مسائل و مشکلات زیست‌محیطی عدیده‌ای که دارد با توجه به زیرساخت‌های انبوه و پتانسیل‌های بالای توسعه که در خود دارد توانایی دستیابی به رشد هوشمند و فائق آمدن به مسائل مختلف زیست‌محیطی را خواهد داشت که البته باید در قالب یک برنامه راهبردی موثر و ارائه راهکارهای گره‌گشا تدوین شود.

نتیجه‌گیری

با توجه به وابستگی حیات شهرنشینی و تداوم آن به محیط‌زیست، بهبود رابطه بین انسان و محیط ضرورتی است که دستیابی به آن نیازمند شناخت آسیب‌های وارد شده بر محیط‌زیست شهر و نیز شناخت نقاط آسیب‌پذیر محیط‌زیست شهر اهواز است. این شهر به دلیل وجود منابع غنی نفت و گاز و نیز صنایع پتروشیمی، صنایع بزرگ فلزی و غیرفلزی، سلولزی و برق و نیز شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب در اکثر فصول سال دارای آلودگی هوا است. بالا بودن میزان مصرف سوخت فسیلی در بخش صنایع و خودروها و نیز منابع متفرقه نظیر گردوغبار فصلی ناشی از همجواری با بیابان‌های خشک در غرب و سوزاندن باگاس و مزارع، استفاده از سموم مختلف کشاورزی در سطح وسیع و تولید فاضلاب خانگی و صنعتی زیاد، در بسیاری از مواقع میزان آلاینده‌های زیست‌محیطی را تا حد خطرناک بالا می‌برند. این وضعیت سبب شکنندگی و آسیب‌پذیری محیط‌زیست این شهر شده است. وضعیت نامناسب آلودگی در محیط‌زیست شهر اهواز بر

پایداری زیست‌محیطی شهر تأثیر منفی می‌گذارد و شرایط زیست‌انسان در شهر را تنزل می‌دهد. مهم‌ترین منابع آلاینده محیط‌زیست شهر اهواز شامل فاضلاب صنایع و واحدهای مسکونی، گازهای سمی خروجی از تأسیسات و خودروهای مصرف‌کننده سوخت فسیلی و دفع پسماندهای شهری است. بررسی شرایط زیست‌محیطی در شهر اهواز نشان می‌دهد که انسان و شرایط محیطی در شهر اهواز تأثیر مهمی در آلودگی محیط و تشدید تأثیرات آلاینده‌ها دارند. تولید مواد زائد، تولید فاضلاب، تولید آلاینده‌های هوا و خاک نتیجه فعالیت‌های مختلف انسان در این شهر هستند و بعضی شرایط محیطی نظیر نزدیکی به بیابان‌های غرب کشور و بخش‌هایی از مناطق همجوار در کشورهای همسایه و شیب اندک زمین و دانه‌بندی ریز خاک که سبب ایجاد مانداب‌ها می‌شوند نیز در ایجاد شرایط آلودگی مؤثرند. آلودگی‌های فاضلاب و آلاینده‌های هوا سبب تهدید سلامتی شهروندان در زمینه تأمین آب‌وهوای پاک برای زیستن در شهر است. آلاینده‌های خاک نیز شامل رسوبات سرب هوا در خاک و تأثیر آلاینده‌های فاضلاب بر شرایط زیست فضای سبز درون شهر و نیز کشتزارهای حاشیه شهر که بخشی از مواد غذایی شهروندان را تأمین می‌کنند و از آب رود کارون یا آب‌های زیرزمینی آلوده در اطراف شهر اهواز استفاده می‌کنند، اثرات منفی بر سلامت شهروندان می‌گذارد.

نتایج تحقیق نشان می‌دهد، از بین شاخص‌های مؤثر در وضعیت زیست‌محیطی رشد هوشمند شهری کلان‌شهر اهواز، شاخص تعداد پارک عمومی بیشترین تأثیر و شاخص سهم و سرانه فضای سبز کم‌ترین تأثیر مستقیم بر دیگر شاخص‌ها را دارد. همچنین از نظر تأثیرات غیرمستقیمی که هر یک از شاخص‌ها بر یکدیگر دارند شاخص سرانه فضای سبز بیشترین تأثیر و شاخص سهم و سرانه فضاهای باز، بایر و کشاورزی کم‌ترین تأثیر را دارد. در ادامه می‌توان گفت که از بین چهار شاخص مؤثر در رشد هوشمند کلان‌شهر اهواز، بیشترین تعامل متعلق به شاخص تعداد پارک عمومی و کم‌ترین تعامل نیز متعلق به شاخص سهم و سرانه فضاهای باز، بایر و کشاورزی می‌باشد، همچنین مؤثرترین عامل در بین این چهار شاخص، مربوط به شاخص سهم و سرانه فضاهای باز، بایر و کشاورزی و تأثیرپذیرترین عامل نیز شاخص تعداد پارک عمومی می‌باشد.

References:

- Ahmadi, A., Sheikhu Islami, A., & Jalili, M. (2024). Analysis of Factors Influencing the Growth of Smart Cities with a Future-Studies Approach: The Case of Aligudarz City. *Journal of JFCV*, 5(2), 5-15. [In Persian]
- Anamoradnejad, R. B., Nikpour, A., & Hassani, S. Z. (2018). Spatial Physical Analysis of Urban Areas Based on Urban Smart Growth Indicators (Case Study: Babol City). *Journal of Urban Research and Planning*, 9(34), 19-30. [In Persian]
- Ansari, M., Vali Shariatpanahi, M., Malek Hosseini, A., & Modiri, M. (2021). Modeling Factors Affecting the Implementability of Smart Growth Principles in Malayer. *Journal of MJSP*, 25(2), 1-34. [10.1001.1.16059689.1400.25.2.1.8](https://doi.org/10.1001.1.16059689.1400.25.2.1.8) [In Persian]
- Bahadori Amjaz, F.L., Anabestani, A.A., & Tavakolinia, J. (2023). The Roles of the Main Components of the Formation of Smart Growth Approach in the Sustainable Development of Rural Settlements: A Case Study of Jiroft County. *Journal of Spatial Planning*, 12(2), 91-118. [10.22108/sppl.2022.132321.1639](https://doi.org/10.22108/sppl.2022.132321.1639) [In Persian]
- Bibri, S. E., & Krogstie, J. (2017). On the social shaping dimensions of smart sustainable cities: A study in science, technology, and society. *Journal of Sustainable Cities and Society*, 29(12), 219-246. [10.1016/j.scs.2016.11.004](https://doi.org/10.1016/j.scs.2016.11.004)
- Farajzadeh, K., Mousavi, M., & Mosaiebzadeh, A. (2023). The Estimation of the Factors Affecting the Expansion of Urban Smart Growth in Small Scale Cities, Case Study: Yasouj City. *Journal of Urban Ecology Researches*, 14(2), 103-118. [10.30473/grup.2021.45438.2325](https://doi.org/10.30473/grup.2021.45438.2325) [In Persian]
- Fareed, Y. (1994). *Geography and Urban Development*. Tabriz: Tabriz University Press. [In Persian]
- Firoozi, M., Pourahmad, A., & Sajadian, M. (2021). Ranking and relative comparison of Ahvaz metropolitan regions in terms of urban smart growth available indicators. *Journal of GeoRes*, 36(4), 383-390. [In Persian]

9. Khandani, S., Safarlue, M.A., & Beygbabaye, B. (2020). Spatial analysis of urban smart growth indicators in middle Cities (Case Study: Marand city). *Journal of Spatial Planning*, 11(42), 181-194. [In Persian]
10. Kozehgar, L., Saeedi, S., & Niknami, N. (2025). Evaluation of the social capacity of intermediate development with an emphasis on the smart growth approach (Sarab neighborhood of Mashhad). *Journal of Urban Environmental Planning and Development*, 17(5), 95-110. [10.30495/JUEP.1404.1103330](https://doi.org/10.30495/JUEP.1404.1103330) [In Persian]
11. Moradi, E., & Peyvastehgar, Y. (2022). The Assessment and Ranking of Yasuj City Districts Regarding Smart Growth Indicators with Sustainable Development Approach. *Journal of Geography and Environmental Sustainability*, 12(3), 41-56. [10.22126/ges.2022.7460.2500](https://doi.org/10.22126/ges.2022.7460.2500) [In Persian]
12. Mousavi Hassani, S. M. (2022). Smart city theories. *Journal of Geography and Human Relationships*, 5(2), 1-20. [In Persian]
13. Rezaei Bezanjani, R., Azani, M., Saberi, H., & Momeni, M. (2019). Analysis and evaluation of smart urban growth strategy in the four regions of Kerman city. *Journal of Scientific and research quarterly New Perspectives in Human Geography*, 11(3), 25-41. [In Persian]
14. Shams Najafi, F.A., Kamyabi, S., & Arghan, A. (2022). The Presentation of the Optimal Smart City Model From the Viewpoint of Sustainable Urban Development: The Case Study of Shahr-e Ray. *Journal of Town and Country Planning*, 14(2), 623-649. [10.22059/jtcp.2022.346547.670338](https://doi.org/10.22059/jtcp.2022.346547.670338) [In Persian]
15. Tavakolinia, J., & Ostadi Sisi, M. (2010). An Analysis of Sustainability in Neighborhoods of Tehran METROPOLIS with Emphasis on The Assistant Councils Function (Case studies EVEN/darakeh velenjak). *Journal of Human Geography Research*, 72(23), 29-43.
16. UN-Habitat .(2022). *Envisaging the future of cities*.
17. Veglianti, E., Magnaghi, E., De Marco, M., & Li, Y. (2021). Smart city in China: The state of art of Xiong an new area. *Journal of Organizing Smart Buildings and Cities: Promoting Innovation and Participation*, 10(5), 81-97. [10.1007/978-3-030-60607-7_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-60607-7_6)
18. Zyari, K., Hataminejad, H., & Torkamannia, N. (2020). Comparative assessment of urban smart growth indicators in 6 areas of 6th region, Tehran. *Journal of Human Geography Research*, 52(3), 775-792. [10.22059/jhgr.2020.45151.1006671](https://doi.org/10.22059/jhgr.2020.45151.1006671) [In Persian]