



The Impact of the Rail Network on the Spatial Organization of the Population in Tehran Metropolis

Keramatollah Ziari ¹ , Seyed Abbas Rajaei ² , Ahmad Pourahmad ³, Hossein Mansourian ⁴ ,
Mahmoud Edalati Ranjbar ⁵

1. (Corresponding Author) *Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran*

Email: zayyari@ut.ac.ir

2. *Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran*

Email: sarajaei@ut.ac.ir

3. *Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran*

Email: apoura@ut.ac.ir

4. *Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran*

Email: h.mansourian59@ut.ac.ir

5. *Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran*

Email: mahmoud.edalati@ut.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Paper

Received:

23 April 2024

Received in revised form:

1 July 2024

Accepted:

27 July 2024

Available online:

4 September 2024

Keywords:

*Rail Station,
Spatial Strategy,
Urban Development,
Peripheral Cities.*

ABSTRACT

The spatial structure of urban regions has mainly been shaped by the progress in transportation and communication, and structural and transportation policies have been exerted in the development of metropolitan areas. The expansion of the suburban rail network impacts suburban urbanization and the change of residential locations. It changes the density and social and economic characteristics in the peripheral cities. The present research is descriptive-analytical, and its nature is practical. The information collection was a library, and with a morphological approach, it investigated the effects of the intercity rail network on the characteristics of the spatial organization of the population living around Karaj stations. This research analyzed 6190 census blocks (1996 and 2016) through Pearson correlation and kernel density in ArcMap software. The research results show that various demographic, social, and economic indicators strongly correlate with the distance from the railway network stations, and the kernel density of the above indicators also emphasizes the spatial proximity of the densities to the railway stations. By using the results of the research, it is possible to control the spatial organization of the population at the level of the metropolitan regions of Tehran and its post-suburban development, and by linking the cities and even the peripheral metropolises to Tehran, the pattern of migration and urbanization can be guided.

Citation: Ziari, K., Rajaei, S. A., Pourahmad, A., Mansourian, H., Edalati Ranjbar, M. (2024). Conceptual framework for analyzing smartness in public spaces of informal settlements. *Journal of Sustainable City*, 7(2), 27-43.

 <http://doi.org/10.22034/JSC.2023.377360.1673>



© The Author (s)

Publisher: Iranian Geography and Urban Planning Association.

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

Extended Abstract

Introduction

In recent decades, the spatial structure of metropolises has experienced decentralization and integration. The spatial development of urban regions is defined as a process of external diffusion of functions from big to small cities. It depends on demographic, economic, infrastructural, and technological factors. Highway and rail networks have played a structural role in expanding peripheral cities and have been used as a powerful tool to advance spatial policies. Few studies have been conducted on the impact of the rail network on urban development, and dense Asian cities have little empirical evidence on the relationships between "proximity to urban rail stations" and "housing development." While progress in transportation has had an impact on the formation of the spatial structure of modern cities, reducing the cost of space, expanding suburbs, developing new centers, distributing population and activity, reducing the population of the central city, and improving spatial proximity and integration. In recent years, the rail network development program to connect new and existing cities has received more attention than in the past, and the rail network is directly effective on population density, employment, migration rates, the mix of land uses, land prices, and development investment. In the future, we will face a new system of rail access networks in its peripheral areas, which is different from the highway model. This study is mainly limited to the physical development, population density, immigration, and economic role of the rail network.

Methodology

The current article is applied and descriptive-analytical research. The method of data collection was documentary. The approach of this study was morphological. This article used spatial and statistical analysis. Analysis, including Cluster and Outlier Analysis, point density, kernel density, and Pearson correlation, have been used 10 km from the railway stations of Karaj to identify the intensity of population clustering and the spatial trend and

correlation relationships. The study area is the population and housing census blocks of 2016 at a distance of 10 kilometers from the city's railway stations, and the trend of spatial development compared to 1996 has been investigated. Also, the correlation between the variable "minimum distance from the railway station" and other variables has been investigated, and the correlation has been calculated in the number of 6190 urban blocks. It is necessary to explain that the number of dependent variables in this analysis equals 33, including various indicators of employment, immigration, housing, literacy, etc.

Results and discussion

In the intercity rail network, the most significant traffic volume is allocated to Golshahr and Karaj stations in Karaj and Sadeghieh station in Tehran, respectively, and these stations have formed a chain of origin-destination. The creation of the railway network created a new process of development. During the operation period of the railway network (1996-2016), a high share of the population increase in Karaj occurred. The point density analysis of the population distribution in 1996 shows that the residential area of Karaj has a degree of density saturation compared to other areas. After 20 years, its density has continued. There is a significant relationship between the distance from the railway station and many social, economic, and physical indicators (34 variables), and 33 variables correlate with a significance level of 1%. With the expansion of the railway network, new centers have been formed both around Golshahr station and on the Fardis route. The population density has increased around the railway stations, and the indicators of population density, employment, and migration have been established around the stations. Rail access has played a role in facilitating the residence of retired households, relatively extended households, single households, and female heads of households around the stations and has contributed to housing ownership outside the central metropolis. In this range, the high density around the station indicates the high desire of households to be close to the intercity rail network, which means that the

travel flows towards the central city have gathered more households around the rail access.

Conclusion

The expansion of the rail infrastructure offers a high capacity of travel in urban areas; considering the growing trend of the metropolitan area of Tehran, it is one of the physical infrastructures for the residence of immigrants. Improving and strengthening accessibility is effective in strengthening, balancing, and integrating the sub-centers of the metropolitan area. Reducing the daily travel time by using high-speed rail technologies expands the functional area of the metropolitan region of Tehran. It provides a connection with the surrounding metropolises, which has a positive effect on the balance and integration of future development.

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.

اثرات شبکه ریلی بر سازمان فضایی جمعیت در منطقه کلان‌شهری تهران

کرامت اله زبیری^۱ ✉، سید عباس رجایی^۲، احمد پورا احمد^۳، حسین منصوریان^۴، محمود عدالتی رنجبر^۵

۱- نویسنده مسئول، گروه جغرافیای انسانی و برنامه‌ریزی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. Email: zayyari@ut.ac.ir

۲- گروه جغرافیای انسانی و برنامه‌ریزی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. Email: sarajaei@ut.ac.ir

۳- گروه جغرافیای انسانی و برنامه‌ریزی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. Email: apoura@ut.ac.ir

۴- گروه جغرافیای انسانی و برنامه‌ریزی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. Email: h.mansourian59@ut.ac.ir

۵- گروه جغرافیای انسانی و برنامه‌ریزی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. Email: mahmoud.edalati@ut.ac.ir

چکیده

اطلاعات مقاله

ساختار فضایی مناطق شهری تا حد زیادی با پیشرفت در حمل‌ونقل شکل گرفته و از سیاست‌های ساختاری و حمل‌ونقل در توسعه مناطق کلان‌شهری بهره برده است. گسترش شبکه ریلی حومه بر شهرنشینی حومه‌ای و تغییر مکان‌های سکونتی تأثیر دارد و تراکم و ویژگی‌های اجتماعی و اقتصادی را در شهرهای پیرامونی تغییر می‌دهد. پژوهش حاضر توصیفی - تحلیلی و ماهیت آن کاربردی است و گردآوری اطلاعات، کتابخانه‌ای بوده است و با رویکردی ریخت‌شناسانه (مورفولوژیک) به بررسی تأثیرات شبکه ریلی بین‌شهری بر ویژگی‌های سازمان فضایی جمعیت ساکن در پیرامون ایستگاه‌های شهر کرج پرداخته است. در این پژوهش تعداد ۶۱۹۰ بلوک سرشماری (سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۷۵) از طریق همبستگی پیرسون و سپس تراکم کرنل در نرم‌افزار ArcMap تحلیل شده است. شاخص‌های مختلف جمعیتی، اجتماعی و اقتصادی با شاخص فاصله از ایستگاه‌های شبکه ریلی دارای همبستگی شدید می‌باشند و تراکم کرنل شاخص‌ها نیز بر مجاورت فضایی تراکم‌ها با ایستگاه‌های ریلی تأکید دارد. بر اساس نتایج تحقیق می‌توان توسعه فیزیکی را در منطقه کلان‌شهری تهران از طریق سیاست گسترش شبکه ریلی هدایت نمود. دستیابی به تراکم‌های جمعیتی بالا، تأمین مسکن اقشار کم‌درآمد شهری، تقلیل فاصله زمانی بین تا محل اشتغال و کاهش هزینه تردد به کلان‌شهر مرکزی از طریق برنامه‌ریزی فضایی شبکه ریلی امکان‌پذیر است.

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:

۱۴۰۳/۰۲/۰۴

تاریخ بازنگری:

۱۴۰۲/۰۴/۱۱

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۳/۰۵/۰۶

تاریخ چاپ:

۱۴۰۳/۰۶/۰۱۴

واژگان کلیدی:

ایستگاه ریلی،
سیاست فضایی،
توسعه شهری،
حومه شهری.

استناد: زبیری، کرامت اله؛ رجایی، سید عباس؛ پورا احمد، احمد؛ منصوریان، حسین و عدالتی رنجبر، محمود. (۱۴۰۳). اثرات شبکه ریلی بر سازمان فضایی جمعیت در منطقه کلان‌شهری تهران. *مجله شهر پایدار*، ۷ (۲)، ۴۳-۲۷.

[http://doi.org/10.22034/JSC.2023.377360.1673](https://doi.org/10.22034/JSC.2023.377360.1673)

ناشر: انجمن جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری ایران

© نویسندگان



مقدمه

از نظر کلارک^۱ (۲۰۰۰) در دهه‌های اخیر، ساختار فضایی کلان‌شهرها در سراسر جهان همراه با تمرکززدایی جمعیت یا یکپارچگی منطقه‌ای تغییرات بزرگی را تجربه کرده است (Xiaobing et al., 2021: 5). توسعه فضایی منطقه شهری به‌عنوان فرآیند انتشار بیرونی عملکردها از شهرهای بزرگ به شهرهای کوچک به عوامل جمعیتی (رشد جمعیت)؛ اقتصادی (مانند توزیع مجدد فضایی عملکردها)؛ زیرساختی (نظیر گسترش شبکه‌های حمل‌ونقل و ترانزیت و ایجاد گره‌های حمل‌ونقل جدید و پرسرعت)؛ یا عوامل تکنولوژیکی (مثلاً تحولات ICT) بستگی دارد (Lambregts, 2009: 10) که در ایران، مفهوم مجموعه‌های شهری را شکل داده است (فرجی راد، ۱۳۹۷).

شبکه‌های حمل‌ونقل بر بسیاری از مشکلات مدرن مانند گسترش بیماری، ازدحام، گسترش شهرها و ساختار شهرها تأثیر می‌گذارند (Barthélemy, 2011: 13). از نظر انس و همکارانش (۱۹۹۸) و بری (۱۹۶۸)، ساختار فضایی شهرهای مدرن تا حد زیادی با پیشرفت در حمل‌ونقل و ارتباطات شکل گرفته است (Wang et al, 2020: 2). آلونسو (۱۹۶۴)، میلز (۱۹۶۷) و موث (۱۹۶۹) معتقدند که از طریق بهبود در زیرساخت‌های حمل‌ونقل ممکن است حومه‌نشینی گسترش یابد (Baum-Snow, 2007: 785). زیرساخت‌های حمل‌ونقل به‌عنوان عنصری ساختاری در توسعه مراکز جدید و نظام توزیع جمعیت و فعالیت تأثیر داشته‌اند (Garcia-López, 2010). فناوری‌های حمل‌ونقل جدید هم مردم و هم فعالیت‌های اقتصادی را قادر ساخت که حومه‌های بزرگ و مکان‌های خارج از شهر را ایجاد کنند (Kloosterman & Musterd, 2001: 625). در واقع بهبود زیرساخت‌های حمل‌ونقل به‌منظور دسترسی به شهر مرکزی در کاهش جمعیت شهری مرکزی تأثیر داشته است (Baum-Snow, 2007)، همچنین مفهوم یکپارچگی عملکردی در منطقه شهری از طریق عوامل مجاورت فضایی و دسترسی تقویت می‌شود (Burger & Meijers, 2016) و با تبدیل فرآیند "منطقه‌ای شدن شهر" به "شهری شدن منطقه" شکل می‌گیرد (Cardoso & Meijers, 2020: 4).

گسترش شبکه‌های ریلی و بزرگراهی شعاعی به عرضه فضای شهری و متناسب با آن کاهش هزینه فضا منجر می‌شود و بر جابجایی جمعیت، نیروی انسانی و فعالیت‌های صنعتی تأثیر دارد (Baum-Snow et al, 2017). اتحادیه اروپا از سیاست‌های ساختاری و حمل‌ونقل در توسعه مناطق کلان‌شهری چندمرکزی بهره برد (Dühr, 2006). در همین رابطه، معیارهای دسترسی به‌عنوان ابزار قدرتمندی در ارزیابی تأثیر سیستم‌های ریلی پذیرفته شده است (Cao et al., 2013: 13)، اما شهرهای آسیایی متراکم، شواهد تجربی اندکی در مورد روابط بین "نزدیکی به ایستگاه‌های حمل‌ونقل ریلی شهری" و "توسعه مسکن" دارند (Zhu & Diao, 2016: 10).

پژوهش‌های مختلفی در زمینه تأثیرات شبکه ریلی بر توسعه مناطق شهری انجام شده است. از نظر چن و چنگ^۲ (۲۰۲۲) شبکه ریلی بر تقاضای سفر و بافت جمعیتی و اقتصادی (نظیر تراکم جمعیت، نرخ اشتغال و مهاجرت) در یک منطقه شهری مؤثر می‌باشد (Cheng & Chen, 2022). نتایج تحقیقات وانگ^۳ و همکارانش (۲۰۱۹) نشان داد که با اتصال شهرها به شبکه ریلی پرسرعت، میزان مهاجرت کاهش خواهد یافت (Wang et al, 2019: 2). سانچز ماتئوس و گیوونی^۴ (۲۰۱۲) بیان می‌کنند که دسترسی مناطق نزدیک به شهر لندن از طریق شبکه ریلی پرسرعت مزایای مثبتی نداشته اما شهرهای دورتر از شهر لندن، از مزایای بیشتری برخوردار گردیدند (Sánchez-Mateos & Givoni, 2012).

پوراحمد و همکاران (۱۳۹۷) با بررسی هسته‌های جمعیتی منطقه کلان‌شهری تهران به این نتیجه رسیدند که این منطقه

1Clark

2Cheng & Chen

3Wang

4Sánchez-Mateos & Givoni

به سمت ساختار چندمرکزی گرایش یافته است (پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۷). همچنین عباس زاده (۱۳۹۴) اشاره دارد که خط یک قطار شهری مشهد، با توجه به موقعیت، تراکم جمعیتی بالا، ترکیب کاربری و... دارای پتانسیل و قابلیت توسعه کربدوری می‌باشد (عباس زاده، ۱۳۹۴) و در پژوهشی، سرورو (۲۰۰۳) تأثیرات شبکه‌های ارتباطی (بزرگراه) در توسعه مسکونی را بررسی کرده است. و به تأثیرات شبکه ارتباطی شامل "سفر القایی"، "رشد القایی" و "سرمایه‌گذاری القایی" اشاره نموده است (Cervero, 2003: 159).

به‌طورمعمول در سیاست‌های توسعه فضایی کشور، به توسعه بزرگراه در پیرامون کلان‌شهرها توجه بیشتری شده است، اما در سال‌های اخیر برنامه توسعه شبکه ریلی جهت اتصال مستقیم شهرهای جدید و موجود بیش از گذشته موردتوجه قرار گرفته است. قلمروی توسعه شبکه ریلی در پیرامون کلان‌شهرها به‌خصوص تهران به حدی گسترده است که در سال‌های آینده با نظام جدیدی از شبکه دسترسی ریلی در مناطق پیرامونی آن مواجه خواهیم بود که متفاوت با الگوی بزرگراهی است. با توجه به گستردگی حجم اقدامات در حال انجام، ارائه پشتوانه علمی ناشی از ارزیابی اقدامات عملی گذشته بسیار ضروری به نظر می‌رسد و با توجه به آنکه در سطح مطالعات داخلی و جهانی به تأثیرات شبکه ریلی از یک زاویه تحلیلی و بعد خاص نگریسته شده است، تحلیل یکپارچه ابعاد و شاخصه‌های مختلف اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و فیزیکی می‌تواند در ارائه تصویری نسبتاً جامع از تأثیرات شبکه ریلی بر بافت فیزیکی و غیر فیزیکی شهرهای پیرامونی مناطق کلان‌شهری کمک کند.

مبانی نظری

شهرهای متصل به شبکه ریلی منطقه شهری از بعد ریخت‌شناسی و عملکردی (Burger & Meijers, 2011: 1127) قابل‌بررسی هستند. از نظر ریخت‌شناسی، تراکم جمعیت، اشتغال و کاربری (González-Val, 2018; Rauhut, 2017) در پیرامون ایستگاه‌های ریلی و از نظر عملکردی، تحلیل توزیع و شدت جریان‌ها، پیوندهای عملکردی و روابط شهری (Vasanen, 2012; Burger & Meijers, 2011) و به‌نوعی تعاملات فضایی مداوم^۲ سکونتگاه‌ها نظیر جریان‌های جمعیتی (به‌ویژه شغلی) (Drobne & Lamovšek, 2017: 203) اهمیت دارد.

گسترش فضایی مراکز اصلی و فرعی جمعیتی و فعالیتی بر ساختار فضایی کلان‌شهری مؤثر است (Dadashpoor & Malekzadeh, 2021) که در مناطق تک مرکزی، مناطق کلان‌شهری پسا حومه‌ای را شکل داده است (Münter, 2011). در این محدوده، سفرهای روزانه در آستانه یک‌ساعته انجام می‌گیرد (Burgalassi, 2010; Harman, 2006). در ایالات متحده، این آستانه از طریق شبکه بزرگراهی، مناطق حومه‌های شهری را تا شعاع ۱۰۰ کیلومتر ایجاد نموده است (علیخانی کوشک و حجاززاده، ۱۳۹۳: ۲۶) و در فواصل طولانی با افزایش سرعت شبکه ریلی از طریق قطارهای پرسرعت، اتصال شهرها در فاصله‌ای بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلومتری امکان‌پذیر است (Xiao et al., 2017: 2).

تأثیر شبکه دسترسی بر توسعه شهرهای پیرامونی به‌عنوان اثر راه‌های پیرامونی^۳ (Vasanen, 2012) مطرح گردیده است، به اعتقاد برخی از پژوهشگران، ساخت بزرگراه‌ها نقش مهمی در توسعه مناطق شهری دارد و به الگوی چندمرکزی کمک می‌کند (Kloosterman & Musterd, 2001; Dökmeci & Berköz, 1994). برخی از برنامه‌ریزان به تلفیق و ادغام شیوه‌های حمل‌ونقل (بزرگراه و ریلی) اشاره دارند (Guo et al., 2020: 10) و سیاست‌های حمل‌ونقل و ترافیک را به‌منظور

1Cervero

2The following spatial interactions

3ring road effect

کنترل و ساماندهی ساخت تک مرکزی کلان‌شهرها بکار می‌گیرند (آهار و همکاران، ۱۴۰۱). و گسترش شبکه ریلی حومه می‌تواند یک سیاست کارآمد برای ایجاد دسترسی بهتر محسوب شود و بر شهرنشینی حومه‌ای و تغییر مکان‌های سکونتی تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای داشته باشد (Jin & Kim, 2017). در منطقه کلان‌شهری، نیروی گریز از مرکز (ازدحام، اجاره و ...) اثرات پراکندگی دارد (Heider & Siedentop, 2020; Burgalassi, 2010; Davoudi, 2003; Champion, 2001) و پس از جنگ جهانی دوم، پیشرفت حمل‌ونقل و زیرساخت‌ها به‌عنوان یک نیروی گریز از مرکز، زمینه جابجایی ساکنین شهری از مرکز شهرهای شلوغ به سمت مناطق مطلوب‌تر بیرون از شهر مرکزی را ایجاد نمود (Shu et al, 2020: 172). در مناطق کلان‌شهری، مراکز جدید در مجاورت فرودگاه‌ها، ایستگاه‌های قطار پرسرعت یا تقاطع‌های مهم بزرگراه‌ها استقرار یافتند (Münter, 2011: 188) و با تحولات حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات و تسهیلات حمل‌ونقل، میزان وابستگی فعالیت‌ها به مراکز اصلی تقلیل یافته است (Dadashpoor & Malekzadeh, 2021: 20).

مطالعات گوردون و ریچاردسون (۱۹۹۶) نشان داد که بهبود حمل‌ونقل و ارتباطات، شعاع عملکرد صرفه‌جویی ناشی از مقیاس را گسترش داده است (García López & Muñiz, 2010: 3036). از نظر برخی از پژوهشگران، راه‌آهن تأثیر زیادی بر اندازه قرضی شهرهای کوچک در پیرامون کلان‌شهرها داشته است و در بین سیستم‌های مختلف حمل‌ونقل، شبکه ریلی حمل‌ونقلی با ظرفیت بالا را ارائه می‌دهد (Bohman & Nilsson, 2021: 87). از ویژگی‌های اساسی منطقه کلان‌شهری، اتصال سکونتگاه‌ها از طریق پیوندهای پرسرعت در سطوح فیزیکی (به‌ویژه شبکه ریلی پرسرعت) و مجازی (ارتباطات) می‌باشد (Georg et al, 2016: 364). رشد القایی یعنی بهبود جاده‌ها و در نتیجه سرعت‌های سریع‌تر سفر سبب تحریک فعالیت‌های ساختمانی در امتداد یک راهرو می‌شود (Cervero, 2003: 156). جابجایی گروه‌های درآمدی یکی از پیامدهای شبکه ریلی بین‌شهری است، افتتاح خطوط راه‌آهن شهری جدید می‌تواند منجر به تراکم خانوارهای طبقه بالا و متوسط در مناطق ایستگاه شود که دلیل آن واحدهای مسکونی خصوصی کوچک‌تر است که توسط توسعه‌دهندگان ساخته می‌شوند (Zhu & Diao, 2016: 80). همچنین تحقیقات مشابهی نشان داد که شبکه ریلی پرسرعت تأثیر منفی در مهاجرت طولانی‌مدت جمعیت [به شهر مرکزی] داشته و تحرک کوتاه‌مدت جمعیت را به‌طور قابل‌توجهی ارتقاء داده است (Wang et al., 2019: 99).

روش پژوهش

پژوهش حاضر به روش توصیفی - تحلیلی و ماهیت آن کاربردی است و گردآوری اطلاعات، کتابخانه‌ای است. رویکرد این پژوهش برای بررسی سازمان فضایی جمعیت در منطقه شهری، رویکردی ریخت‌شناسانه (مورفولوژیک) است و به بررسی تأثیرات شبکه ریلی بین‌شهری بر ویژگی‌های سازمان فضایی جمعیت ساکن در پیرامون ایستگاه‌های آن پرداخته است. تحلیل‌های مکانی اولیه متمرکز بر بررسی جایگاه شهر کرج در سطح منطقه کلان‌شهری تهران می‌باشد که با استفاده از تحلیل‌های موران محلی جهت تشخیص الگوی فضایی سکونتگاه‌های پیرامونی و تحلیل تراکم نقطه‌به‌منظور شناسایی شدت تجمع جمعیت و روند فضایی آن انجام گرفته است.

محدوده پیرامونی ایستگاه‌های شبکه ریلی در فاصله ۱۰ کیلومتری بر اساس تحلیل شبکه^۳ در ArcMap مشخص شده

1Local Moran's I
2Point Density
3Network analysis

است. در این فاصله نقشه‌ها و آمارهای سرشماری رسمی کشور سال ۱۳۹۵ در قالب تعداد ۶۱۹۰ بلوک شهری تحلیل شده است و جهت تشخیص روند و مقایسه تراکم‌های جمعیتی، توزیع جمعیت سال ۱۳۷۵ (هم‌زمان با بهره‌برداری خط ریلی تهران - کرج) بر اساس تصاویر Google Earth در سال ۱۹۹۶ بازسازی شده است. در این پژوهش دو شیوه تحلیلی آماری در نرم‌افزار Spss و تحلیل مکانی در نرم‌افزار ArcMap 10.8.2 بکار گرفته شده است. در تحلیل آماری با محاسبه فاصله هوایی هر بلوک شهری (تعداد ۶۱۹۰ بلوک) تا نزدیک‌ترین ایستگاه به متر، شاخص میزان فاصله به‌عنوان متغیر مستقل به‌دست‌آمده است. سپس با استفاده از محاسبه شاخص‌های اجتماعی - اقتصادی به تفکیک هر بلوک، متغیرهای وابسته مشخص شده است.

جدول ۱. ابعاد و شاخص‌های تحقیق در تحلیل آماری

ابعاد	شاخص
اجتماعی	بعد خانوار - نسبت جنسی - درصد جوانی - درصد پیری - تعداد مهاجرین - سهم مهاجرین - درصد باسوادی - درصد بی‌سواد - سهم جمعیت بی‌همسر - تعداد نفر در واحد مسکونی
اقتصادی	نرخ اشتغال - تعداد شاغلین زن - نرخ بیکاری - نسبت جمعیت دارای درآمد بدون کار - درصد واحدهای مسکونی استیجاری - درصد واحدهای مسکونی ملکی
مسکن	درصد واحدهای مسکونی ویلایی - درصد واحدهای مسکونی آپارتمانی
تراکم	تراکم نفر در هکتار - تراکم تعداد شاغل در هکتار - تراکم تعداد واحد مسکونی کمتر از ۸۰ مترمربع هر هکتار
فضایی	فاصله هر بلوک تا نزدیک‌ترین ایستگاه

تعداد متغیرهای وابسته در این تحلیل برابر با ۳۳ متغیر می‌باشد که شامل طیف متنوعی از شاخص‌های اشتغال، مهاجرت، مسکن، سواد و غیره می‌باشد. اطلاعات به‌دست‌آمده از محیط ArcMap که شامل اطلاعات بلوک‌ها و فاصله آن‌ها تا نزدیک‌ترین ایستگاه ریلی است، به محیط نرم‌افزاری Spss انتقال یافت و به‌وسیله همبستگی پیرسون مورد تحلیل قرار گرفت. در تحلیل‌های مکانی نیز از تراکم کرنل (بهره برده شده است).

محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه پژوهش شامل بخشی از منطقه پیرامونی کلان‌شهر تهران است که از طریق شبکه ریلی به آن متصل شده است، این محدوده، دربرگیرنده بافت شهری پیرامون ایستگاه‌های ریلی شهر کرج است که در فاصله ۱۰ کیلومتری از ایستگاه‌های ریلی موجود قرار دارند. مساحت محدوده مطالعاتی پژوهش حدود ۲۲۸۰۸ هکتار و جمعیت آن در سال ۱۳۹۵، برابر با ۱۷۵۷۹۰۱ نفر بوده است.

یافته‌ها

شبکه ریلی بین‌شهری

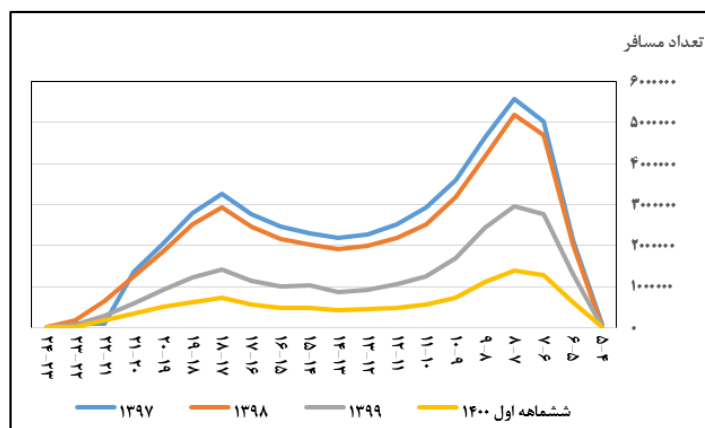
شبکه ریلی بین‌شهری در منطقه کلان‌شهری تهران به‌عنوان خط ۵، تهران را به کرج متصل کرده است. این خط در اسفند سال ۱۳۷۷ ایستگاه صادقیه و وردآورد شهر تهران را به ایستگاه کرج متصل کرد. با بهره‌برداری ایستگاه گلشهر در سال ۱۳۸۳، ظرفیت دسترسی ریلی در شهر کرج افزایش یافت و در سال ۱۳۸۹، ایستگاه سوم شهر کرج با نام محمدشهر به بهره‌برداری رسید. این خط حدود ۶۷ کیلومتر طول دارد و ایستگاه انتهایی آن یعنی هشتگرد در سال ۱۳۹۸ افتتاح گردیده است (سایت شرکت بهره‌برداری راه‌آهن شهری تهران و حومه).

بر اساس آمار اخذشده از شرکت بهره‌برداری راه‌آهن شهری تهران و حومه، بیشترین حجم سالیانه مسافر در خط ریلی بین‌شهری در سال ۱۳۹۷ برابر با ۴۸ میلیون نفر بوده است، پس‌از آن با شیوع کووید - ۱۹ و با اعمال محدودیت‌ها، حجم تردد از طریق شبکه ریلی کاهش چشمگیری یافته است. بنابراین برای دستیابی به اطلاعات واقعی تردهای بین‌شهری در این شبکه می‌توان آمار سال ۱۳۹۷ را مورد استناد قرار داد. در این سال به‌طور میانگین در هر ماه ۴۰۰۴۲۷۸ مسافر و به‌طور روزانه ۱۳۱۶۴۷ مسافر در خط ۵ تردد داشته‌اند. چنانچه نسبت حجم تردد ساعتی را به میانگین روزانه تعمیم دهیم بیشترین حجم تردد در دو بازه زمانی پرتردد ۹-۶ و ۱۰-۵ به ترتیب با نسبت‌های ۳۱/۷ و ۴۳/۶ درصد، برابر با ۴۱۷۳۲ و ۵۷۳۹۸ مسافر می‌باشد (شرکت بهره‌برداری راه‌آهن شهری تهران و حومه).

جدول ۲. تعداد مسافری خط شبکه ریلی بین‌شهری منطقه کلان‌شهری تهران (۱۳۹۷-۱۴۰۰)

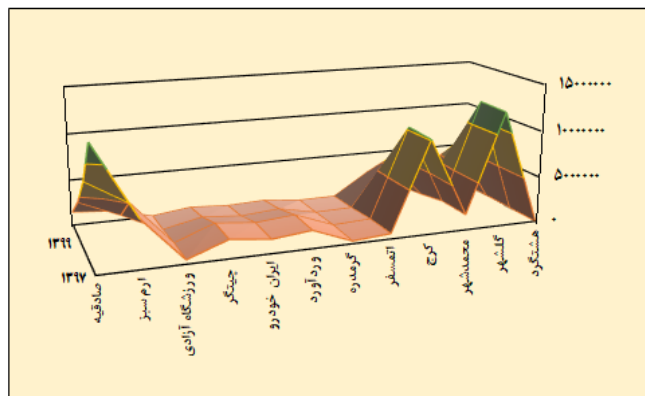
سال	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹	شش‌ماهه اول ۱۴۰۰
تعداد مسافر	۴۸۰۵۱۳۳۸	۴۳۹۲۱۴۳۶	۲۲۹۱۲۰۲۰	۱۰۹۳۰۱۰۰

منبع: شرکت بهره‌برداری راه‌آهن شهری تهران و حومه



شکل ۱. تعداد مسافری خط ۵ بر حسب ساعت تردد (۱۳۹۷-۱۴۰۰)

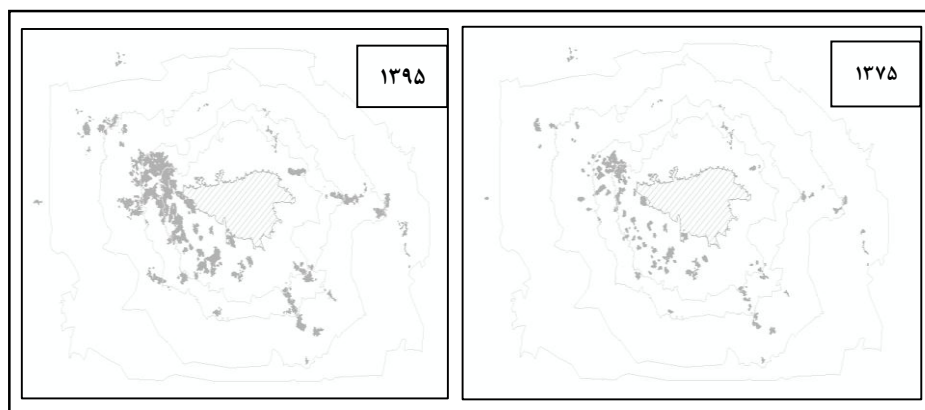
در شبکه ریلی بین‌شهری، بیشترین حجم تردد به ترتیب به ایستگاه‌های گلشهر و کرج در شهر کرج و ایستگاه صادقیه در شهر تهران اختصاص دارد و این ایستگاه‌ها زنجیره‌ای از مبدأ- مقصد را شکل داده‌اند. نسبت حجم مسافر سالیانه در سال ۱۳۹۷ یعنی قبل از شیوع کووید - ۱۹ در ایستگاه‌های گلشهر، کرج و صادقیه به ترتیب برابر با ۲۵/۴، ۲۰/۸ و ۲۶/۲ درصد بوده است. در مجموع ایستگاه‌های گلشهر و کرج به‌عنوان ایستگاه‌های خارج از شهر تهران حدود ۴۶/۲ درصد از کل مسافری خط ریلی را به خود اختصاص داده‌اند و حجم مسافر روزانه آن‌ها به‌طور میانگین ۶۱۵۴۲ مسافر می‌باشد که با افزودن آمار ایستگاه محمدشهر که مدت‌زمان بهره‌برداری بسیار کمتری دارد، تعداد مسافری روزانه به‌طور میانگین به ۶۶۱۴۸ مسافر می‌رسد. چنانچه آمار روزانه تردد را با اعمال نسبت حجم ساعتی (۴۳/۶ درصد) مورد بررسی قرار دهیم با فرض آنکه ساعت تردد ۱۰-۵ قبل از ظهر به‌عنوان سفرهای روزانه منطقه کلان‌شهری محسوب شود، حجم سفرهای روزانه شغلی در این منطقه شهری حدود ۲۸۸۴۰ مسافر خواهد بود (شرکت بهره‌برداری راه‌آهن شهری تهران و حومه).



شکل ۲. حجم تردد سالیانه ایستگاه‌های خط ۵ (۱۳۹۷-۱۴۰۰)

گسترش شهری منطقه

منطقه کلان‌شهری تهران، منطقه‌ای ریخت‌شناسانه و عملکردی است که با مرکزیت کلان‌شهر تهران شکل گرفته است. این منطقه شهری در مرحله اول صرفاً از طریق بزرگراه‌های بین‌شهری توسعه یافته و سپس در مرحله بعد، ایجاد شبکه ریلی در قسمتی از آن، روند جدیدی از توسعه را ایجاد نموده است. تحلیل گسترش سکونتگاه‌های شهری واقع در منطقه کلان‌شهری تهران طی دوره بهره‌برداری شبکه ریلی (۹۵-۱۳۷۵) نشان می‌دهد که سهم بالایی از افزایش جمعیت در شهر کرج به وقوع پیوسته است.



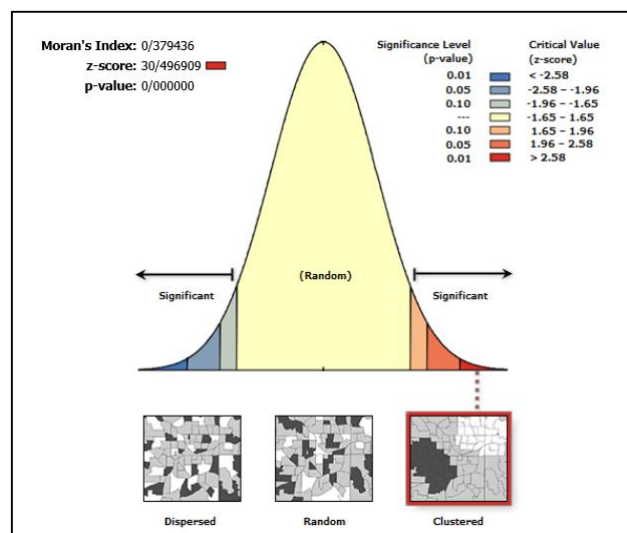
شکل ۳. گسترش فیزیکی سکونتگاه‌های شهری پیرامونی در منطقه کلان‌شهری تهران (سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۹۵)

یکی از عوامل تأثیرگذار بر جمعیت‌پذیری و گسترش شهرهای پیرامونی در منطقه کلان‌شهری تهران، عامل فاصله از شهر مرکزی است. عمده جمعیت شهرهای پیرامونی (بیش از ۸۴ درصد جمعیت) در فاصله ۵۰ کیلومتری از شهر مرکزی به‌عنوان یک فاصله عملکردی مؤثر ساکن گردیده‌اند. شهر کرج از سال ۱۳۷۵ به شبکه ریلی بین‌شهری متصل شد و در لایه دوم یعنی فاصله ۴۰ تا ۵۰ کیلومتر قرار دارد، این شهر طی یک دوره بیست‌ساله، سهم جمعیتی خود را حفظ نموده که بخشی از دلایل آن به ارتقای نظام دسترسی به شهر مرکزی بازمی‌گردد.

جدول ۳. تعداد و سهم جمعیت شهرهای پیرامونی در لایه‌های مسافتی از کلان‌شهر تهران

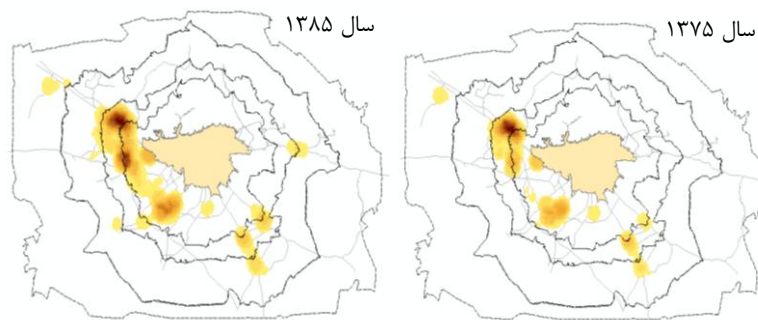
سال	۰-۴۰ کیلومتر	۴۰-۵۰ کیلومتر	۵۰-۷۰ کیلومتر	۷۰-۱۰۰ کیلومتر	جمع
۱۳۷۵	%۵۱/۷	%۳۴/۴	%۹/۶	%۴/۳	۹,۵۴۱,۹۰۱
۱۳۹۵	%۴۹/۷	%۳۴/۵	%۱۲	%۲/۸	۱۴,۹۲۹,۹۴۳

تحلیل خوشه‌بندی تراکم منطقه کلان‌شهری از طریق ضریب موران محلی بیانگر آن است که تراکم‌های بالا در همسایگی تراکم‌های بالا^۱ با تجمع در پنج پهله (۱) شهر کرج (۲) شهرهای اندیشه و فردیس (۳) شهر قدس و (۴) شهرهای اسلامشهر، گلستان و نسیم شهر (۵) پاکدشت استقرار یافته‌اند. این شاخص، ضریب همبستگی بسیار بالایی را نشان داد و افزایش جمعیت منطقه کلان‌شهری تهران در هر کیلومتر مترمربع دارای خوشه‌بندی بسیار قوی بود.



شکل ۴. نمودار شاخص موران جمعیت شهرهای پیرامونی

تحلیل شاخص تراکم نقطه در تحلیل تراکم جمعیت در سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۹۵ نشان می‌دهد که تجمع اصلی جمعیت در سال ۱۳۷۵ مربوط به شهر کرج بوده و پس از یک دوره بیست‌ساله یک محور تراکمی جمعیت بین شهرهای کرج - فردیس - اندیشه شکل گرفته است. نکته حائز اهمیت آن است که علیرغم آنکه در سال ۱۳۷۵، پهله سکونتی کرج دارای حدی از اشباع تراکمی نسبت به سایر مناطق بوده اما پس از یک دوره بیست‌ساله، موقعیت تراکمی آن تداوم داشته است. این روند فضایی که در شهرهای اندیشه و فردیس، تا حدی هدایت شده و در شهر کرج تا حد زیادی خودانگیخته بود که بخشی از آن با اتکای بر بستر ارتباطی جدید آن با قابلیت افزایش ظرفیت دسترسی به شهر مرکزی انجام گردید.



شکل ۵. تحلیل تراکم نقطه در تراکم جمعیت منطقه کلان‌شهری تهران (سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۸۵)

رابطه فاصله و شاخص‌های جمعیتی

در تحلیل توصیفی، سه محدوده در فواصل ۳، ۵ و ۱۰ کیلومتری از ایستگاه‌ها در نظر گرفته شد. تحلیل شاخص‌های اجتماعی و فرهنگی و اقتصادی در این فواصل گویای آن است که در پیرامون ایستگاه‌های ریلی، میانگین سنی، نسبت زنان، میزان باسوادی، نسبت مجرد، نسبت اشتغال زنان، نرخ بیکاری، سکونت خانوارهای دارای درآمد بدون کار (نظیر بازنشستگان)، نرخ مهاجرپذیری، نسبت مالکیت مسکن، تعداد نفر در واحد مسکونی و نسبت واحدهای مسکونی کوچک افزایش یافته و شاخص‌های بعد خانوار و میانگین مساحت مسکن کاهش داشته است. تحلیل تراکم‌های مختلف جمعیت، اشتغال و واحد مسکونی در هر هکتار نیز نشان می‌دهد که تفاوت‌های قابل‌ملاحظه‌ای وجود دارد و میزان تراکم در شاخص‌های مذکور به‌خصوص در فاصله ۳ کیلومتری از ایستگاه‌های ریلی بالاتر است.

بررسی رابطه همبستگی بین فاصله و شاخص‌های مختلف نشان می‌دهد که تعداد ۳۳ شاخص به‌عنوان متغیر وابسته دارای همبستگی معناداری می‌باشند که تعداد ۳۲ متغیر دارای همبستگی شدید در سطح معناداری ۱٪ بوده‌اند. همچنین تعداد ۱۲ متغیر دارای همبستگی مستقیم می‌باشند و تعداد ۲۱ متغیر نیز دارای همبستگی معکوس هستند. تحلیل روابط همبستگی نشان می‌دهد که بافت مسکونی پیرامون ایستگاه‌های ریلی بین‌شهری، فشرده‌تر و متراکم‌تر می‌باشد و از واحدهای مسکونی کوچک‌تری برخوردار است، مقصدی جذاب برای مهاجرین وارده به منطقه کلان‌شهری محسوب می‌گردد و تمایل به تملک واحد مسکونی در پیرامون آن بیشتر است.

دسترسی ریلی در تسهیل سکونت خانوارهای بازنشسته، خانوارهای نسبتاً گسترده، خانوارهای مجرد و زنان سرپرست خانوار در پیرامون ایستگاه‌ها نقش داشته و به مالکیت مسکن در بیرون از کلان‌شهر مرکزی کمک کرده است. در این محدوده تراکم‌های بالا در پیرامون ایستگاه، به تمایل بالای خانوارها برای نزدیک شدن به شبکه ریلی بین‌شهری اشاره دارد، بدان معنا که جریان‌های سفر به سمت شهر مرکزی، خانوارهای بیشتری را در پیرامون دسترسی ریلی تجمیع شده‌اند.

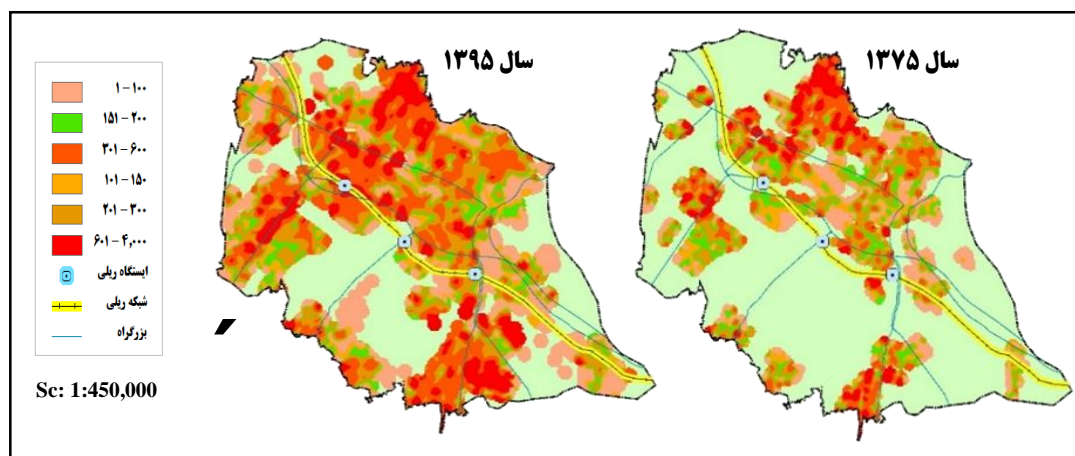
جدول ۴. میزان شاخص‌های اجتماعی - اقتصادی پیرامون ایستگاه‌های شبکه ریلی منطقه کلان‌شهری

شاخص	فاصله از ایستگاه شبکه ریلی		
	کمتر از ۳ کیلومتر	بین ۳-۵ کیلومتر	بین ۵-۱۰ کیلومتر
مساحت بافت شهری (هکتار)	۹۰۷	۵۳۹۸	۳۴۲۸
تعداد کل واحد مسکونی	۷۰۰۱۹	۳۲۴۴۱۲	۱۷۰۴۴۷
تعداد جمعیت (نفر)	۲۱۴۵۲۰	۱۰۳۲۵۲۸	۵۴۳۸۹۷
بعد خانوار (نفر)	۳	۳/۱	۳/۲
نسبت جنسی (درصد)	۹۸/۴۴	۱۰۰/۵۷	۱۰۰/۶۱
درصد جوانی جمعیت (سن کمتر از ۱۵ سال)	۱۸/۶	۲۰/۵	۲۱/۳
درصد جوانی مردان (سن کمتر از ۱۵ سال)	۱۹/۳	۲۱	۲۱/۸
درصد جوانی زنان (سن کمتر از ۱۵ سال)	۲۷	۳۰/۸	۳۱/۸
درصد پیری جمعیت (سن بیشتر از ۶۴ سال)	۶/۶	۶	۴/۵
درصد پیری مردان (سن بیشتر از ۶۴ سال)	۶/۷	۶/۱	۵/۵
درصد پیری زنان (سن بیشتر از ۶۴ سال)	۶/۶	۶	۵/۳
درصد باسوادی جمعیت (کل)	۹۴/۳۷	۹۳/۴۷	۹۳/۴۵
درصد باسوادی مردان	۹۶/۱۴	۹۵/۴۱	۹۵/۳۷
درصد باسوادی زنان	۹۲/۶۵	۹۱/۵۲	۹۱/۵۳
درصد بی‌سوادی (کل)	۵/۶۱	۶/۵۲	۶/۵۴
درصد بی‌سوادی مردان	۳/۸۵	۴/۵۷	۴/۶۳
درصد بی‌سوادی زنان	۷/۳۴	۸/۴۷	۸/۴۶
درصد جمعیت بی‌همسر (کل)	۳۲/۴	۳۱/۲	۳۰/۵
درصد زن بی‌همسر (نسبت به تعداد جمعیت زنان)	۳۳/۲	۳۱/۴	۳۰/۶
درصد مرد بی‌همسر (نسبت به تعداد جمعیت مردان)	۳۱/۶	۳۱	۳۰/۴
درصد اشتغال جمعیت کل	۳۴/۱	۳۳/۸	۳۴/۳
درصد اشتغال مردان	۵۶/۲	۵۶/۷	۵۸/۱
درصد اشتغال زنان	۱۲/۵	۱۰/۹	۱۰/۵
نرخ بیکاری جمعیت کل	۱۶/۱	۱۴/۹	۱۴/۲
نرخ بیکاری مردان	۱۲/۹	۱۲/۵	۱۲
نرخ بیکاری زنان	۲۷/۵	۲۵/۶	۲۴/۸
نرخ جمعیت دارای درآمد بدون کار	۸/۶	۸	۷/۴
تعداد مهاجرین وارده در یک دوره ده‌ساله (دوره ۹۵-۱۳۸۵)	۲۲۲۹۵	۸۸۳۰۰	۵۵۷۵۹
نرخ مهاجرت وارده دوره ده‌ساله نسبت تعداد جمعیت سال ۱۳۹۵	۱۰/۴	۸/۶	۱۰/۳
تعداد نفر در واحد مسکونی	۳/۰۶	۳/۱۸	۳/۱۹
درصد واحدهای مسکونی ویلایی	۸۰/۸	۷۵/۶	۸۱/۸
درصد واحدهای مسکونی آپارتمانی	۱۹/۲	۲۴/۴	۱۸/۲
درصد واحدهای مسکونی استیجاری	۴۲/۹	۴۱/۵	۴۴
درصد واحدهای مسکونی ملکی	۴۹/۷	۵۲/۳	۵۰/۶
میانگین مساحت واحد مسکونی	۹۵/۶	۹۶/۳	۹۶/۸
تراکم تعداد واحد مسکونی در هر هکتار	۷۷	۶۱/۱	۴۹/۶
تراکم تعداد واحد مسکونی کمتر از ۸۰ مترمربع در هکتار	۳۲/۳	۲۶/۴	۲۱/۳
تراکم تعداد شاغل در هکتار	۷۰/۲	۵۶/۵	۴۶/۳
تراکم تعداد جمعیت در هر هکتار (سال ۱۳۹۵)	۲۳۶	۱۹۵	۱۵۹
تراکم تعداد افزایش جمعیت در هر هکتار (دوره ۹۵-۱۳۷۵)	۱۴۳/۳	۷۹/۷	۷۶/۶

جدول ۵. سنجش رابطه همبستگی متغیرهای وابسته با فاصله از ایستگاه شبکه ریلی بین‌شهری (N=۶۱۹۰)

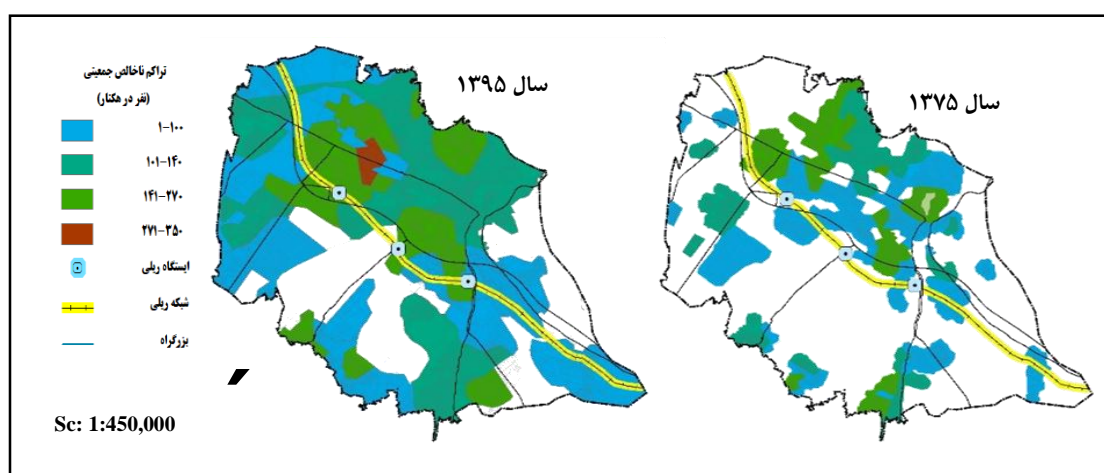
متغیر وابسته	ضریب پیرسون (Pearson Correlation)	سطح معناداری (Sig)	نوع رابطه همبستگی
۱ بعد خانوار (نفر)	+۰/۱۳۸	۰/۰۱ درصد	مستقیم
۲ نسبت جنسی (درصد)	+۰/۰۳۰	۰/۰۵ درصد	مستقیم
۳ درصد جوانی جمعیت (سن کمتر از ۱۵ سال)	+۰/۱۲۴	۰/۰۱ درصد	مستقیم
۴ درصد جوانی مردان (کمتر از ۱۵ سال)	+۰/۰۹۱	۰/۰۱ درصد	مستقیم
۵ درصد جوانی زنان (سن کمتر از ۱۵ سال)	+۰/۱۳۹	۰/۰۱ درصد	مستقیم
۶ درصد پیری جمعیت (سن بیشتر از ۶۴ سال)	-۰/۱۲۷	۰/۰۱ درصد	معکوس
۷ درصد پیری مردان (سن بیشتر از ۶۴ سال)	-۰/۱۰۴	۰/۰۱ درصد	معکوس
۸ درصد پیری زنان (سن بیشتر از ۶۴ سال)	-۰/۱۲۱	۰/۰۱ درصد	معکوس
۹ درصد باسوادی جمعیت (کل)	-۰/۰۵۸	۰/۰۱ درصد	معکوس
۱۰ درصد باسوادی مردان	-۰/۰۷۵	۰/۰۱ درصد	معکوس
۱۱ درصد باسوادی زنان	-۰/۰۴۰	۰/۰۱ درصد	معکوس
۱۲ درصد بی‌سوادی (کل)	+۰/۰۵۸	۰/۰۱ درصد	مستقیم
۱۳ درصد بی‌سوادی مردان	+۰/۰۷۵	۰/۰۱ درصد	مستقیم
۱۴ درصد بی‌سوادی زنان	+۰/۰۳۹	۰/۰۱ درصد	مستقیم
۱۵ درصد جمعیت بی‌همسر (کل)	-۰/۰۷۲	۰/۰۱ درصد	معکوس
۱۶ درصد زن بی‌همسر (نسبت به تعداد جمعیت زنان)	-۰/۰۷۸	۰/۰۱ درصد	معکوس
۱۷ درصد مرد بی‌همسر (نسبت به تعداد جمعیت مردان)	-۰/۰۴۷	۰/۰۱ درصد	معکوس
۱۸ درصد اشتغال مردان نسبت به جمعیت ۱۰ ساله و بیشتر زن	+۰/۰۷۸	۰/۰۱ درصد	مستقیم
۱۹ درصد اشتغال زنان نسبت به جمعیت ۱۰ ساله و بیشتر زن	-۰/۰۹۳	۰/۰۱ درصد	معکوس
۲۰ نرخ بیکاری جمعیت کل	-۰/۰۴۳	۰/۰۱ درصد	معکوس
۲۱ نرخ بیکاری زنان	-۰/۰۵۷	۰/۰۱ درصد	معکوس
۲۲ نرخ جمعیت دارای درآمد بدون کار	-۰/۱۲۱	۰/۰۱ درصد	معکوس
۲۳ تعداد مهاجرین وارده در یک دوره ده‌ساله (دوره ۹۵-۱۳۸۵)	-۰/۰۵۶	۰/۰۱ درصد	معکوس
۲۴ نرخ مهاجرت وارده دوره ده‌ساله نسبت تعداد جمعیت سال ۱۳۹۵	-۰/۱۴۵	۰/۰۱ درصد	معکوس
۲۵ تعداد نفر در واحد مسکونی	+۰/۰۹۵	۰/۰۱ درصد	مستقیم
۲۶ درصد واحدهای مسکونی ویلایی	+۰/۰۶۷	۰/۰۱ درصد	مستقیم
۲۷ درصد واحدهای مسکونی آپارتمانی	-۰/۰۶۸	۰/۰۱ درصد	معکوس
۲۸ درصد واحدهای مسکونی استیجاری	+۰/۱۰۶	۰/۰۱ درصد	مستقیم
۲۹ درصد واحدهای مسکونی ملکی	-۰/۰۴۳	۰/۰۱ درصد	معکوس
۳۰ تراکم تعداد واحد مسکونی در هر هکتار	-۰/۰۴۵	۰/۰۱ درصد	معکوس
۳۱ تراکم تعداد واحد مسکونی کمتر از ۸۰ مترمربع در هکتار	-۰/۰۵۴	۰/۰۱ درصد	معکوس
۳۲ تراکم تعداد جمعیت در هر هکتار (سال ۱۳۹۵)	-۰/۴۱	۰/۰۱ درصد	معکوس
۳۳ تراکم تعداد شاغل در هکتار	-۰/۰۴۴	۰/۰۱ درصد	معکوس

در رویکرد ریخت‌شناسانه به شناسایی مراکز جدید از طریق تحلیل تراکم‌ها توجه گردید. ایجاد شبکه ریلی بین‌شهری بر سازمان فضایی شهر کرج به‌عنوان یک شهر پیرامونی مؤثر بوده است و زمینه ایجاد مراکز جمعیتی جدید را فراهم آورده است. در سال ۱۳۷۵ مهم‌ترین مرکز ثقل جمعیتی در شهر کرج مربوط به رجایی شهر و مهرشهر بوده است اما با گسترش شبکه ریلی، مراکز جدید هم در پیرامون ایستگاه گلشهر و هم در امتداد فردیس شکل گرفته است. علاوه بر آن تراکم جمعیت در پیرامون ایستگاه کرج افزایش یافته و اراضی خالی حفاصل ایستگاه گلشهر و محله مهرشهر تکمیل شده است. بنابراین می‌توان بیان نمود که بهره‌برداری از شبکه ریلی در منطقه کلان‌شهری تهران بر سکونت شهری مؤثر بوده است.



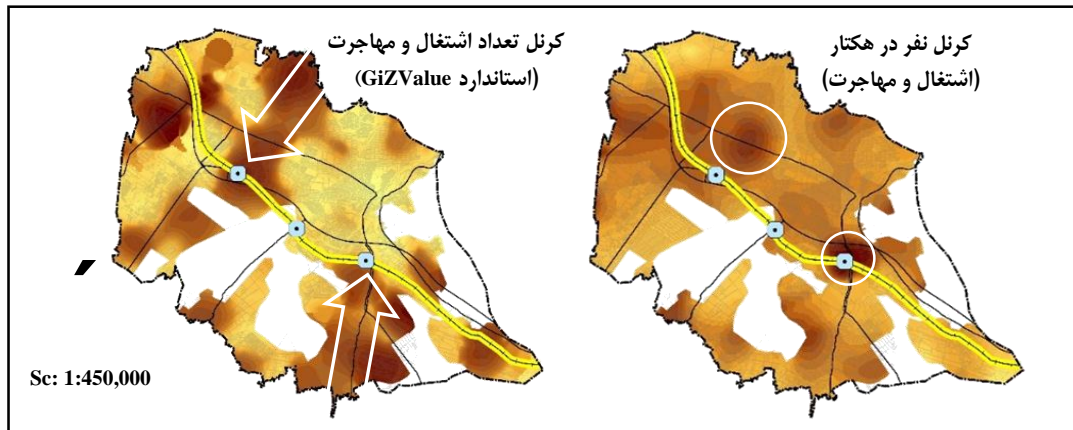
شکل ۶. تراکم کرنل تعداد جمعیت بلوک‌های شهری (سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۹۵)

در سال ۱۳۹۵، در مسافت ۱۰ کیلومتری از ایستگاه‌های شبکه ریلی، مساحت سطوح ساخته شده شهری حدود ۱۴۸۹۲ هکتار است و این سطح دارای جمعیتی حدود ۱۷۵۷۹۰۱ نفر می‌باشد، بنابراین تراکم ناخالص جمعیتی آن معادل با ۱۱۸ نفر در هکتار است. در سال ۱۳۷۵ یعنی قبل از بهره‌برداری از شبکه ریلی، مساحت اراضی ساخته شده برابر با ۸۵۴۳ هکتار و جمعیت ساکن حدود ۹۵۵۳۲۵ نفر بوده است، در این سال تراکم ناخالص جمعیت معادل با ۱۱۱ نفر در هکتار برآورد شده است. تطبیق نقشه‌های تراکمی شهر در سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۹۵ گویای آن است که بافت شهری در پیرامون شبکه ریلی و در اراضی ساخته نشده با بالاترین تراکم‌های موجود گسترش یافته است. در پیرامون ایستگاه‌های ریلی به‌ویژه مجاور با ایستگاه گلشهر بالاترین تراکم ناخالص شکل گرفته و پس‌از آن ایستگاه کرج دارای پهنه تراکمی بالایی گردیده است.



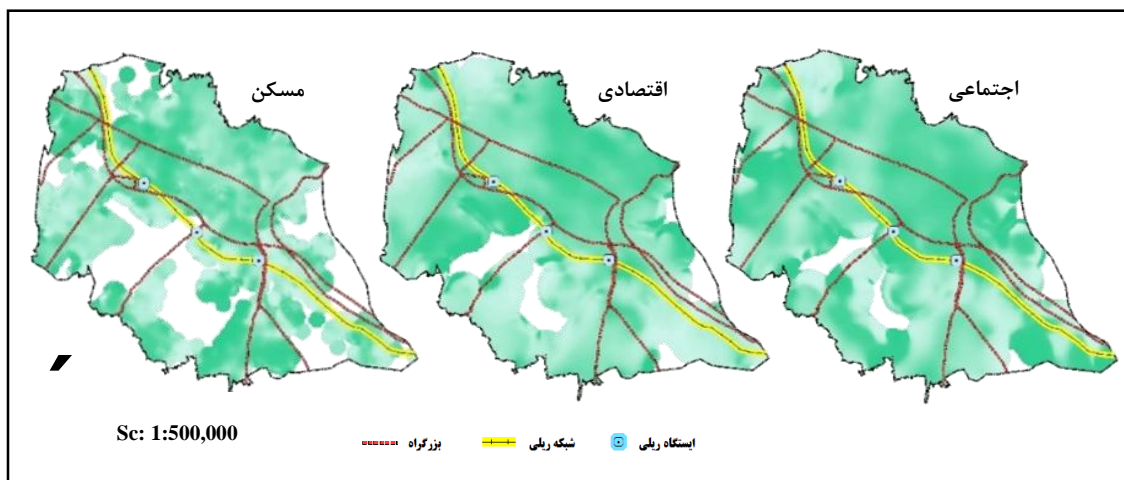
شکل ۷. پهنه‌بندی تراکم ناخالص جمعیتی با استفاده از تراکم کرنل (سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۹۵)

بررسی تراکم شاخص‌های اشتغال و مهاجرت نشان می‌دهد که با تبعیت از الگویی مشابه پراکنده شده‌اند، به همین دلیل نقشه‌های تراکمی آن‌ها به صورت مشترک ارائه شده است. در این رابطه دو نقشه با استفاده از داده‌های نفر در هکتار به تفکیک هر بلوک شهری و مقدار استاندارد تعداد مهاجرت و اشتغال در هر بلوک شهری برای استخراج نقشه تراکمی کرنل مورد استفاده قرار گرفته است. هر دو نقشه گویای تمرکز این شاخص‌ها در پیرامون ایستگاه‌های ریلی می‌باشند که به صورت نقطه‌ای و یا محوری شکل گرفته‌اند.



شکل ۸. پهنه‌بندی تراکم اشتغال و مهاجرت با استفاده از تراکم کرنل - سال ۱۳۹۵

همچنین برای تحلیل ابعاد اجتماعی، اقتصادی و کالبدی (مسکن)، مقدار هر شاخص استاندارد شده و سپس میانگین استاندارد شاخص‌های مختلف به‌عنوان ابعاد تحلیلی در نظر گرفته شده است. پس‌از آن با استفاده از تراکم کرنل، نقشه‌های تراکمی هر یک از ابعاد به نمایش درآمده است. تحلیل کرنل ابعاد مختلف بیانگر آن است که ابعاد اجتماعی و اقتصادی از بعد پراکنش به همدیگر شباهت فضایی بیشتری دارند و با الگوی پراکندگی بعد مسکن متفاوت می‌باشند، به‌نوعی در الگوهای فضایی، تطبیق ابعاد کالبدی در امتداد شبکه ریلی با وضوح بیشتری دیده می‌شود.



شکل ۹. تراکم کرنل ابعاد (شاخص‌های ترکیبی) اجتماعی، اقتصادی و مسکن - سال ۱۳۹۵

بنا بر تحلیل اسنو (۲۰۰۷)، دسترسی بین‌شهری منتهی به مرکز تجاری شهر مرکزی، نقش مهمی در انتقال جمعیتی به شهر پیرامونی دارد. شبکه ریلی بین‌شهری نیز با اتصال به خطوط مترو درون‌شهری، ارتباط مناسبی را در توزیع سفرها و دسترسی به مراکز تجاری کلان‌شهر تهران ایجاد کرده است. یکی از مراکز جاذب سفرهای شغلی منطقه کلان‌شهری، محور فعالیتی تهران - کرج است که به استقرار فعالیت‌های بزرگ‌مقیاس نظیر کارخانه‌های ماشین‌سازی در آن به دهه ۴۰ و ۵۰ بازمی‌گردد، از سوی دیگر اتصال شبکه ریلی تهران - کرج به ایستگاه‌های گره‌گاهی صادقیه، امکان دسترسی گسترده مسافری به مرکزیت تجاری کلان‌شهر تهران را فراهم آورده است.

توسعه شهری کرج نیز گویای آن است که با بهره‌برداری ایستگاه‌های ریلی، بافت شهری در پیرامون این شبکه

گسترش یافته است. این شبکه جاذب جمعیت و شاغلین منطقه کلان‌شهری بوده است و تحلیل روابط همبستگی پیرسون نیز رابطه شدید بین فاصله از ایستگاه ریلی و شاخص‌های مختلف را تأیید می‌کند. در بین ایستگاه‌های ریلی شهر کرج، ایستگاه گلشهر از اهمیت زیادی برخوردار است، زیرا سطوح اراضی قابل توسعه در پیرامون آن و نزدیکی به بافت توسعه یافته قبلی از مزیت‌های آن به شمار می‌رفته است و به نوعی توسعه شهری پیرامون آن نیز گویای این موضوع است. تحلیل‌های کرنل نیز نشان داد که بیشترین تراکم جمعیتی (محوری و نقطه‌ای) در پیرامون این ایستگاه شکل گرفته است. توسعه متراکم نقطه‌ای در پیرامون ایستگاه و توسعه متراکم محوری در امتداد بزرگراه‌های منتهی به ایستگاه به وقوع پیوسته است. از نظر کالبدی در پیرامون ایستگاه‌های ریلی در شهر کرج، توسعه به هم‌پیوسته‌ای دیده می‌شود و تحلیل تراکم جمعیتی سال ۱۳۷۵ و ۱۳۸۵ بر مبنای تراکم کرنل نیز بیانگر این موضوع است. از نظر سرور و (۲۰۰۳) توسعه فیزیکی بافت شهری به جذابیت دسترسی بازمی‌گردد و گسترش شبکه ارتباطی سبب ایجاد "سفر القایی"، "رشد القایی" و "سرماپه‌گذاری القایی" می‌شود (Cervero, 2003: 159).

نتیجه‌گیری

گسترش زیرساخت ریلی، ظرفیت بالای جابجایی را در مناطق شهری عرضه می‌کند، با توجه به روند رو به رشد منطقه کلان‌شهری تهران، از زیرساخت‌های فیزیکی مناسب جهت سکونت مهاجرین می‌باشد، همچنین در تثبیت گسترش شهر مرکزی مؤثر می‌باشد. با ایجاد بستر ریلی، امکان افزایش روابط عملکردی بین شهرهای منطقه شهری فراهم می‌گردد و از نظر ریخت‌شناسی امکان ایجاد تعادل نسبی بین مراکز شهری فراهم می‌شود. همان‌گونه که واسانن (۲۰۱۲) بر اثر شبکه‌های پیرامونی اشاره دارد ویژگی‌های تراکمی، جمعیتی، اجتماعی و اقتصادی ساکنین پیرامون شبکه ریلی متأثر از میزان فاصله از ایستگاه‌ها بوده است. همچنین افزایش تراکمی جمعیت در پیرامون شبکه ریلی، دیدگاه جین و کیم (۲۰۱۷) را در خصوص کارآمدی سیاست گسترش شبکه ریلی در توسعه شهرنشینی حومه‌ای تأیید می‌کند. بهبود و تقویت دسترسی بر تقویت، تعادل بخشی و یکپارچگی مراکز فرعی منطقه کلان‌شهری مؤثر است. با توجه به آنکه در مفهوم دسترسی، میانگین مدت‌زمان سفر روزانه اهمیت دارد، از نتایج پژوهش می‌توان در گسترش مفهوم منطقه کلان‌شهری بهره برد و کلان‌شهرهای پیرامونی را به یکدیگر متصل نمود. کنترل مدت‌زمان سفر روزانه در مسافت‌های بیش از ۵۰ و ۱۰۰ کیلومتر از شهر مرکزی از طریق شبکه ریلی پرسرعت امکان‌پذیر است، در این مسافت عملکرد بزرگراه‌ها بسیار تقلیل می‌یابد و انتقال جمعیت صرفاً در امتداد شبکه ریلی انجام می‌شود و توسعه فیزیکی شهرها با نظارت و هدایت توسعه شهری در نقاطی که ایستگاه‌های ریلی تأسیس می‌شوند، به وقوع می‌پیوندد. بنابراین اتصال شهرهای پیرامونی و حتی کلان‌شهرهای پیرامونی شهر تهران می‌تواند توازن جدیدی از توسعه منطقه کلان‌شهری را به وجود آورد و تا حدی بر روی کنترل سکونت پسا حومه‌ای نیز مؤثر باشد. همچنین با گسترش شبکه ریلی در منطقه پیرامونی کلان‌شهرها، دستیابی به تراکم‌های جمعیتی بالا، تأمین مسکن اقشار کم‌درآمد شهری، تقلیل زمانی فاصله بین تا محل اشتغال و کاهش هزینه تردد به کلان‌شهر مرکزی امکان‌پذیر است.

حامی مالی

این اثر حامی مالی نداشته است.

سه‌م نویسنده‌گان در پژوهش

نویسنده‌گان در تمام مراحل و بخش‌های انجام پژوهش سه‌م برابر داشتند.

تضاد منافع

نویسنده‌گان اعلام می‌دارند که هیچ تضاد منافی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

تقدیر و تشکر

نویسنده‌گان از همه کسانی که در انجام این پژوهش به ما یاری رساندند، به‌ویژه کسانی که کار ارزیابی کیفیت مقالات را انجام دادند، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

- آهار، حسن؛ زنگانه، احمد؛ خاکساری، علی و کرمی، تاج‌الدین. (۱۴۰۱). تحلیلی بر تأثیرات متقابل الگوهای پیکره‌بندی فضا و هسته‌های شهری در کلان‌شهر تهران. *مجله شهر پایدار*، ۵ (۲)، ۱۹-۱. <http://doi.org/10.22034/JSC.2022.226121.1227>
- پوراحمد، احمد؛ زیاری، کرامت‌اله و حسینی، علی. (۱۳۹۷). تحلیل ساختار فضایی شهری با تأکید بر بُعد جمعیتی رویکرد ریخت‌شناسی شهر چندهسته‌ای. *مورد مطالعه: شهر تهران. مجله آمایش جغرافیایی فضا*، ۳۰ (۳)، ۳۸-۱۹.
- عباس زاده، غلامرضا. (۱۳۹۴). *الگوی شهر پراکنده به فشرده از طریق توسعه کریدوری در مسیر خط یک قطار شهری مشهد (مطالعه موردی: کریدورهای ریلی)*. (رساله دکتری). دانشگاه فردوسی مشهد.
- علیخانی کوشکک، رضا و حجاززاده، محمد. (۱۳۹۳). *حمل‌ونقل در شبکه تجاری و اقتصادی*. تهران: دانشگاه علوم اقتصادی.
- فرجی راد، خدر. (۱۳۹۷). *مرور الگوهای نهادی - سازمانی پیشنهادی برای مدیریت مجموعه‌های شهری کشور و تبیین دلایل عدم تحقق آن‌ها*. *مجله شهر پایدار*، ۱ (۲)، ۶۴-۴۷. <http://doi.org/10.22034/JSC.2018.88222>
- سایت شرکت بهره‌برداری راه‌آهن تهران و حومه (به نشانی <https://metro.tehran.ir>)

References

- Abbaszadeh, G. R. (2016). *Transition from sprawl to compact city form through corridor development along first line railway of Mashhad metropolitan*. (thesis presented for the degree of PhD). University of Ferdowsi of Mashhad. [In Persian]
- Ahar, H., Zanganeh, A., Khaksari, A., & Karimi, T. (2022). An Analysis of the interactions of spatial configuration patterns and urban cores in tehran metropolis. *Journal of Sustainable City*, 5 (2), 1-19. <http://doi.org/10.22034/JSC.2022.226121.1227> [In Persian]
- Alikhni Koshkak, R., & Hajarzadeh, M. (2014). *Transportation on commercial and economic network*. University of economic sciences. [In Persian]
- Barthélemy, M. (2011). Spatial networks. *Physics Reports*, (499), 1-101.
- Baum-Snow, Nathaniel. (2007). Did highways cause suburbanization?. *Economics*, 122(2), 775-805. <https://doi.org/www.jstor.org/stable/25098858>
- Baum-Snow, N., Brandt, L., Henderson, J. V., Turner, Matthew A., & Zhang, Q. (2017). Roads, railroads, and decentralization of chinese cities. *The review of economics and statistics*, 99(3), 435-448. https://doi.org/10.1162/REST_a_00660
- Bohman, H., & Nilsson, D. (2021). Borrowed sizes: A hedonic price approach to the value of network structure in public transport systems. *Transportation and land use*, 14(1), 87-103. <https://doi.org/10.5198/jtlu.2021.1664>
- Burgalassi, D. (2010). *Defining and measuring polycentric regions: the case of Tuscany*. Munich: Munich Personal RePEc Archive. <https://www.ec.unipi.it/wp-content/uploads/2017/12/2010-101.pdf>
- Burger, M., & Meijers, E. (2011). Form follows function? Linking morphological and functional

- polycentricity. *Urban studies*, 49(5), 1127-1149. <https://doi.org/10.1177/0042098011407095>
- Burger, M., & Meijers, E. (2016). Stretching the concept of borrowed size. *Urban studies*, 54(1), 1-23. <https://doi.org/10.1177/0042098015597642>
- Cao, J., Liu, Xiaoyue C., Wang, Y., & Li, Q. (2013). Accessibility impacts of China's high-speed rail network. *Transport geography*, (28), 12-21. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.10.008>
- Cardoso, R., & Meijers, E. (2020). Metropolisation: the winding road toward the citification of the region. *Urban geography*, 42(1), 1-20. <https://doi.org/10.1080/02723638.2020.1828558>
- Cervero, R. (2003). Road expansion, urban growth, and induced travel: a Path analysis. *The American planning association*, 69(2), 145-163. <https://doi.org/10.1080/01944360308976303>
- Champion, A. G. (2001). A changing demographic regime and evolving polycentric urban regions: consequences for the size, composition and distribution of city populations. *Urban studies*, 38(4), 657-677. <https://doi.org/10.1080/00420980120035277>
- Cheng, J., & Chen, Z. (2022). Socioeconomic impact assessments of high-Speed rail: A meta-Analysis. *Transport reviews*, 42(4), 466-502. <https://doi.org/10.1080/01441647.2021.1979689>
- Dadashpoor, H., & Malekzadeh, N. (2021). Evolving spatial structure of metropolitan areas at a global scale: a context-sensitive review: a context-sensitive review. *Geojournal*, 1-28. <https://doi.org/10.1007/s10708-021-10435-0>
- Davoudi, S. (2003). European briefing: Polycentricity in European spatial planning: from an analytical tool to a normative agenda. *European planning studies*, 11(8), 979-999. <https://doi.org/10.1080/0965431032000146169>
- Dökmeci, V., & Berköz, L. (1994). Transformation of Istanbul from a monocentric to a polycentricity. *Journal of European planning studies*, 2(2), 193-205. <https://doi.org/10.1080/09654319408720259>
- Drobne, S., & Lamovšek, Alma Z. (2017). Functional urban areas as instruments of spatial development policy at the regional level in the case of Slovenia. *Prostor*, (25), 201-215.
- Dühr, S. (2006). Potentials for polycentric development in Europe: The ESPON 1.1.1 project report. *Planning practice & research*, 20(2), 235-239. <https://doi.org/10.1080/02697450500414728>
- Farajirad, K. (2018). Reviewing Institutional-Organizational Patterns Proposed for Managing Conurbations of Iran. *Journal of Sustainable City*, 1 (2), 47-64. <http://doi.org/10.22034/JSC.2018.88222> [In Persian]
- García López, M-À., & Muñoz, I. (2010). Employment decentralisation: polycentricity or scatteration? The case of Barcelona. *Urban studies*, 47(14), 3035-3056. <https://doi.org/10.1177/0042098009360229>
- García-López, M-À. (2010). Population suburbanization in Barcelona, 1991–2005: Is its spatial structure changing?. *Housing economics*, (19). <https://doi.org/10.1016/j.jhe.2010.04.002>
- Georg, I., Blaschke, T., & Taubenböck, H. (2016). New spatial dimensions of global cityscapes: From reviewing existing concepts to a conceptual spatial approach. *Geographical sciences*, 26(3), 355-380. <https://doi.org/10.1007/11442-016-1273-4>
- González-Val, R. (2018). The spatial distribution of US cities. *Cities*, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.11.015>
- Guo, Y., Li, B., & Han, Y. (2020). Dynamic network coupling between high-speed rail development and urban growth in emerging economies: evidence from China. *Journal of cities*, (105), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102845>
- Harman, R. (2006). High speed trains and the development and regeneration of cities. *Greengauge*, 21(6), 1-24.
- Heider, B., & Siedentop, S. (2020). Employment suburbanization in the 21st century: A comparison of German and US city regions. *Cities*, 104(3), 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102802>
- Herschel, T. (2009). City regions, polycentricity and the construction of peripheralities through governance. *Urban research & practice*, 2(3), 240-250. <https://doi.org/10.1080/17535060903319103>
- Hosseini, A., Pourahmad, A., & Ziari, K. (2019). Analysis of urban spatial structure based on the spatial distribution of population in Tehran, A polycentric city morphological approach. *Geographical Planning of Space*, 30 (30), 19-38. <https://doi.org/10.30488/GPS.2019.85830> [In Persian]
- Jin, J., & Kim, D. (2017). Expansion of the subway network and spatial distribution of population

- and employment in the Seoul metropolitan area. *Urban studies*, 55(11), 1-23. <https://doi.org/10.1177/0042098017725476>
- Kloosterman, Robert C., & Musterd, S. (2001). The polycentric urban region: Towards a research agenda. *Urban studies*, 38(4), 623-633. DOI: 10.1080/00420980120035259
- Lambregts, B. (2009). *The polycentric metropolis unpacked : concepts, trends and policy in the Randstad Holland*. Bangkok: Amsterdam institute for Metropolitan and International.
- Münter, A. (2011). Germany's polycentric metropolitan regions in the world city network. *Raumforsch raumordn*, (69), 187-200. <https://doi.org/10.1007/s13147-011-0090-6>
- Rauhut, D. (2017). Polycentricity – one concept or many?. *European planning studies*, 25(2), 1-17. <https://doi.org/10.1080/09654313.2016.1276157>
- Sánchez-Mateos, Héctor S., & Givoni, M. (2012). The accessibility impact of a new High-Speed Rail line in the UK – a preliminary analysis of winners and losers. *Transport geography*, (25), 105–114. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.09.004>
- Shu, X., Han, H., Huang, Ch., & Li, L. (2020). Defining functional polycentricity from a geographical perspective. *Geographical analysis*, (52), 169-189. <https://doi.org/10.1111/gean.12195>
- Vasanen, A. (2012). Functional polycentricity: Examining metropolitan spatial structure through the connectivity of urban sub-centres. *Urban studies*, 49(16), 3627-3644. <https://doi.org/10.1177/0042098012447000>
- Wang, F., Wei, X., Liu, J., He, L., & Gao, M. (2019). Impact of high-speed rail on population mobility and urbanisation: A case study on Yangtze River Delta urban agglomeration, China. *Transportation research part a*, (127), 99-114. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.06.018>
- Wang, T., Yue, W., Ye, X., Liu, Y., & Lu, D. (2020). Re-evaluating polycentric urban structure: A functional linkage perspective. *Cities*, 101(102672), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102672>
- Website of Tehran Urban & Suburbs Railway operation Co
- Zhu, Y., & Diao, M. (2016). The impacts of urban mass rapid transit lines on the density and mobility of high-income households: A case study of Singapore. *Transport Policy*, (51), 70-80. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.03.013>