



University of Tehran Press

# Town & Country Planning

Home Page: <https://jtcp@ut.ac.ir>

Online ISSN: 2423-6268

## Development to Polycentric Development: Analysis of Spatial Developments in the Tehran Metropolitan Region

Fahameh Ahmadi<sup>1</sup> | Ahmad Khalili<sup>2\*</sup> | Mostafa Behzadfar<sup>3</sup>

1. Faculty of Architecture and Urban Planning, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran. E-mail: [fahamehahmadi@gmail.com](mailto:fahamehahmadi@gmail.com)
2. Corresponding Author, Faculty of Architecture and Urban Planning, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran. E-mail: [akhilili@iust.ac.ir](mailto:akhilili@iust.ac.ir)
3. Faculty of Architecture and Urban Planning, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran. E-mail: [Behzadfar@iust.ac.ir](mailto:Behzadfar@iust.ac.ir)

### ARTICLE INFO

**Article type:**  
Research Article

#### Article History:

**Received:** October 14, 2025  
**Revised:** November 28, 2025  
**Accepted:** December 23, 2025  
**Published online:** 05 March 2026

#### Keywords:

Centralization,  
Polycentric development,  
Network analysis,  
Spatial structure of Tehran  
metropolitan region,  
Metropolitan region.

### ABSTRACT

Spatial transformations in metropolitan Region, particularly in regions with high population density and economic activities, have always been the focus of researchers. Tehran, as one of Iran's most concentrated and largest metropolises, has undergone significant structural changes in recent decades. This research aims to investigate spatial transformations in the Tehran metropolitan area and analyze the transition from a centralized structure to a polycentric one. By employing network analysis, hierarchical analysis, and cluster analysis, the spatial structure of the region was examined at three levels: nodes (urban centers), links (connections between centers), and graphs (overall network structure). The results indicate that while Tehran still serves as the main center of the region, there is a growing trend towards the emergence of secondary centers and increased connections between them. This suggests that the spatial structure of the Tehran metropolitan area is gradually shifting from a centralized to a polycentric structure. Based on the findings, a model for developing a polycentric spatial structure in the Tehran metropolitan area has been proposed. This model emphasizes strengthening the role of secondary centers, improving inter-city connections, and ensuring a more equitable distribution of activities and facilities across the region. By implementing this model, a more sustainable and efficient spatial structure can be achieved in the Tehran metropolitan area.

**Cite this article:** Ahmadi, F.; Khalili, A. & Behzadfar, M. (2025-2026). Development to Polycentric Development: Analysis of Spatial Developments in the Tehran Metropolitan Region. *Town and Country Planning*.17 (2), 187-207. <http://doi.org/10.22059/jtcp.2025.384023.670512>



© Authors retain the copyright and full publishing rights.  
DOI: <http://doi.org/10.22059/jtcp.2025.384023.670512>

**Publisher:** University of Tehran Press.



## از تمرکزگرایی تا توسعه چندمرکزی (تحلیل تحولات فضایی منطقه کلان‌شهری تهران)

فهامه احمدی<sup>۱</sup> | احمد خلیلی<sup>۲\*</sup> | مصطفی بهزادفر<sup>۳</sup>

۱. دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران. رایانامه: [fahamehahmadi@gmail.com](mailto:fahamehahmadi@gmail.com)
۲. نویسنده مسئول، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران. رایانامه: [akhalili@iust.ac.ir](mailto:akhalili@iust.ac.ir)
۳. دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران. رایانامه: [Behzadfar@iust.ac.ir](mailto:Behzadfar@iust.ac.ir)

### اطلاعات مقاله

### چکیده

#### نوع مقاله:

پژوهشی، مروری

#### تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۲۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۹/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۰۲

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۲/۱۴

#### کلیدواژه:

تحلیل شبکه،

تمرکزگرایی،

توسعه چندمرکزی،

ساختار فضایی کلان‌شهر تهران،

مناطق کلان‌شهری.

تحولات فضایی منطقه کلان‌شهری تهران طی دهه‌های اخیر نشان‌دهنده گذار تدریجی از یک ساختار شدیداً متمرکز به الگوی چندمرکزی است. با این حال، چپستی این گذار، سازکارهای آن، و پیامدهای ساختاری‌اش کمتر به صورت نظام‌مند بررسی شده است. این پژوهش با هدف تحلیل الگوی تحول فضایی تهران بر پایه چارچوب نظری چندمرکزی شدن و مفاهیم سلسله‌مراتب شهری، پیوندپذیری و خوشه‌بندی فضایی انجام شده است. در این مطالعه با استفاده از تحلیل شبکه شهری، شاخص‌های مرکزیت (Betweenness, Degree, Closeness)، تحلیل سلسله‌مراتبی کارکردی، و خوشه‌بندی مراکز شهری ساختار فضایی منطقه در سه مؤلفه گره‌ها، پیوندها، و ساختار کلی شبکه ارزیابی شده است. نتایج نشان می‌دهد به‌رغم تداوم نقش مسلط شهر تهران در رأس شبکه شهری، مراکز فرعی چون اسلام‌شهر، دماوند، و ... در سال‌های اخیر تقویت شده و به واسطه افزایش پیوندهای درون منطقه‌ای هسته‌های ثانویه جدیدی شکل گرفته‌اند. تحلیل شاخص‌های شبکه نیز بیانگر کاهش تمرکز، رشد ارتباطات افقی بین مراکز، و حرکت شبکه فضایی منطقه به سمت الگوی چندمرکزی است. بر این اساس، پژوهش حاضر مدلی پیشنهادی برای توسعه ساختار چندمرکزی ارائه می‌کند که شامل تقویت کارکردهای مراکز فرعی، ارتقای اتصال‌پذیری شبکه‌ای بین شهرها، و توزیع متعادل فعالیت‌های اقتصادی و خدماتی در سطح منطقه است. به کارگیری این مدل می‌تواند زمینه‌ساز شکل‌گیری ساختار فضایی منسجم‌تر و کارآمدتر و پایدارتر برای منطقه کلان‌شهری تهران باشد.

**استناد:** احمدی، فهمه؛ خلیلی، احمد و بهزادفر، مصطفی (۱۴۰۴). از تمرکزگرایی تا توسعه چندمرکزی (تحلیل تحولات فضایی منطقه کلان‌شهری تهران). *آمایش سرزمین*، ۱۷ (۲)، ۱۸۷-۲۰۷. <http://doi.org/10.22059/jtcp.2025.384023.670512>

© نویسندگان. ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.  
DOI: <http://doi.org/10.22059/jtcp.2025.384023.670512>



## مقدمه

در دهه‌های اخیر، مناطق کلان‌شهری به عنوان یکی از جدیدترین الگوهای شهرنشینی ظهور کرده و به یکی از کانون‌های اصلی رشد جمعیت، فعالیت اقتصادی، و تحولات فضایی تبدیل شده‌اند (Sha & Tian, 2010; Chen et al., 2016). گسترش شتابان شهرنشینی و ادغام سکونتگاه‌ها در مقیاس‌های بزرگ‌تر ساختارهای فضایی متنوعی را در کلان‌شهرها شکل داده که پیامدهای گسترده‌ای بر پایداری فضایی، اقتصادی، و اجتماعی داشته است (Sumari et al., 2020; Xiao et al., 2019). این تحول موجب توجه فزاینده محققان به چستی و سازکارهای شکل‌گیری ساختار فضایی مناطق کلان‌شهری و نقش آن‌ها در هدایت توسعه منطقه‌ای شده است (Owringi, 2015; Peng et al., 2016).

ساختار فضایی یک منطقه کلان‌شهری فقط به آرایش فیزیکی سکونتگاه‌های شهری محدود نمی‌شود، بلکه شامل الگوهای توزیع جمعیت و اشتغال، جریان‌های رفت‌وآمدی، و پیوندهای عملکردی میان مراکز شهری است (Angel & Blei, 2016). این پیوندها تعیین‌کننده کارآمدی عملکردی کل منطقه است و نقشی اساسی در تبیین درجه تمرکز یا چندمرکزی شدن<sup>۱</sup> دارند (Meijers, 2007). اگرچه مدل‌های سنتی توسعه شهری مبتنی بر الگوی تک‌مرکزی بوده‌اند (Humer et al., 2022)، تحولات معاصر نشان می‌دهد که بسیاری از مناطق کلان‌شهری در حال گذار به ساختارهای چندمرکزی با مراکز متعدد و دارای کارکردهای متمایز هستند؛ گذارهایی که هدف آن‌ها کاهش فشار بر هسته اصلی، افزایش پیوندهای افقی، و ارتقای کارآمدی و سکونت‌پذیری منطقه است (Li & Hu, 2021; Wei et al., 2021).

مرور پیشینه موجود نشان می‌دهد که بخش قابل توجهی از مطالعات به تبیین اهمیت چندمرکزی شدن و پیامدهای آن پرداخته‌اند، اما شکاف پژوهش همچنان در تحلیل شبکه‌ای و سلسله‌مراتبی ساختار فضایی بسیاری از مناطق کلان‌شهری - به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه - وجود دارد؛ به‌ویژه مناطقی که با تمرکز شدید اقتصادی و جمعیتی روبه‌رو هستند و الگوی تحول فضایی آن‌ها به طور نظام‌مند سنجیده نشده است (Li, 2020; Lopez, 2014).

منطقه کلان‌شهری تهران یکی از نمونه‌های برجسته این وضعیت است. تحلیل‌های موجود نشان می‌دهد که این منطقه با فقدان تعادل‌های فضایی گسترده مواجه است؛ به گونه‌ای که تمرکز شدید جمعیت و فعالیت‌های اقتصادی در شهر تهران موجب تضعیف نقش سایر شهرها و برهم خوردن سلسله‌مراتب عملکردی سکونتگاه‌ها شده است. این وضعیت نه تنها الگوی توسعه منطقه را نامتوازن کرده، بلکه کارآمدی شبکه فضایی را نیز کاهش داده است. با وجود مطالعات متعدد درباره تهران، همچنان تحلیل یکپارچه ساختار فضایی منطقه بر پایه رویکرد شبکه‌ای و سلسله‌مراتبی کمتر مورد توجه قرار گرفته است؛ تحلیلی که می‌تواند ماهیت واقعی تمرکز یا چندمرکزی شدن منطقه را آشکار کند.

پژوهش حاضر با هدف پر کردن این خلأ به بررسی نظام‌مند ساختار فضایی منطقه کلان‌شهری تهران می‌پردازد. در این زمینه، جایگاه و ارتباطات عملکردی مراکز شهری، الگوی توزیع فعالیت‌ها و میزان گذار از تمرکز به چندمرکزی، با استفاده از تحلیل‌های فضایی و شبکه‌ای در قالب عناصر نقطه‌ای، خطی و پهنه‌ای مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. بر اساس یافته‌ها، الگویی پیشنهادی برای اصلاح ساختار فضایی و حرکت به سوی توسعه منطقه‌ای متعادل ارائه خواهد شد. بدین ترتیب، پژوهش سهمی مشخص در توسعه پیشینه ساختار فضایی مناطق کلان‌شهری و کاربرد آن در سیاست‌گذاری فضایی تهران دارد.

## پیشینه پژوهش

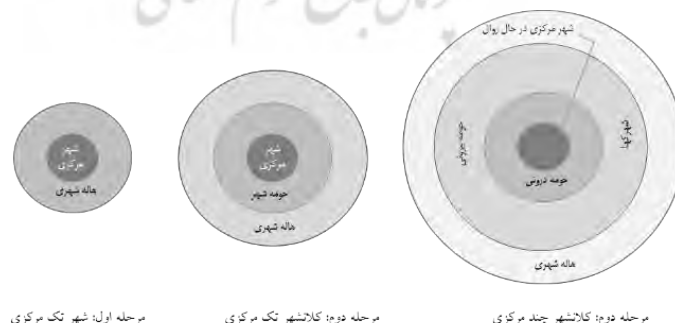
کلان‌شهری شدن فرایندی است جدید که بر شبکه‌های سکونتگاهی در مقیاس ملی تأثیر می‌گذارد و در واقع پاسخی است به تغییرات اقتصاد پسا صنعتی که خود به قطبی شدن و تأثیرات بیشتر کلان‌شهرها در منطقه می‌انجامد (زبردست و حاجی‌پور، ۱۳۸۸). از این رو، ساختار فضایی کلان‌شهرها اغلب با چالش‌هایی از جمله تمرکزگرایی بیش‌ازحد، نابرابری فضایی، و مشکلات زیست‌محیطی مواجه است (Plane, 1994). در واقع مناطق کلان‌شهری<sup>۲</sup> به پهنه‌هایی اطلاق می‌شود که شامل یک شهر

1. polycentricity

2. metropolitan areas

مرکزی بزرگ و نواحی پیرامونی وابسته به آن هستند. این مناطق بر پایه تعاملات اقتصادی، اجتماعی، و زیربنایی شکل گرفته‌اند و معمولاً تحت تأثیر رشد جمعیت، گسترش فضایی، و تغییرات اقتصادی قرار می‌گیرند (Scott, 2008). این مناطق اغلب با چالش‌هایی نظیر تمرکزگرایی (انباشت زیرساخت‌ها و فعالیت‌ها در مرکز)، مشکلات زیست‌محیطی (آلودگی و تخریب منابع طبیعی) و گسترش بی‌رویه جمعیت روبه‌رو هستند (Hall, 2009). این الگوی فضایی تأثیر مستقیمی بر تعادل منطقه‌ای دارد. زیرا الگوهای متمرکز معمولاً به نابرابری‌های فضایی دامن می‌زنند، درحالی‌که الگوهای چندمرکزی توانایی بیشتری در ایجاد تعادل میان مناطق مختلف دارند. بهینه‌سازی ساختار فضایی کلان‌شهرها می‌تواند منجر به کاهش شکاف‌های اقتصادی، اجتماعی، و زیست‌محیطی شود و توسعه پایدار منطقه‌ای را تقویت کند (Scott, 2008). برنامه‌ریزی مناسب برای ساختار فضایی کلان‌شهرها می‌تواند به توزیع بهینه جمعیت، منابع، و فعالیت‌ها منجر شود. در این زمینه، رویکردهایی مانند تقویت هسته‌های ثانویه، توسعه حمل‌ونقل عمومی، و ایجاد شبکه‌های ارتباطی پویا از اهمیت بالایی برخوردارند (Hall, 2009). مثلاً، توسعه رویکردهایی مانند الگوهای چندمرکزی و شبکه‌ای می‌تواند به بهبود وضعیت فعلی و دستیابی به تعادل فضایی پایدار در مناطق کلان‌شهری کمک کند (Castells, 1996). در واقع ساختار فضایی شهرها حاصل فرایندهای تاریخی، کالبدی، اجتماعی، شرایط اقتصادی-سیاسی و متشکل از عناصر و عواملی است که چگونگی استقرار و نحوه ارتباط میان آن‌ها را با درجه معینی از انتظام و ظرفیت عملکردی بیان می‌کند (زبردست، ۱۳۸۲). به عبارت دیگر ساختار فضایی یک منطقه کلان‌شهری متشکل از چگونگی استقرار عناصر در منطقه، نحوه ارتباط میان آن‌ها، و سیستم‌های حمل‌ونقلی پیونددهنده بین جمعیت و فعالیت است (Sohn, 2005). از این‌رو، بررسی الگوهای فضایی در مناطق کلان‌شهری با استفاده از توزیع فعالیتی و سکونت جمعیت در شهرها، شهرک‌ها، و شبکه‌های ارتباطی صورت می‌گیرد (Angel & Blei, 2015). از دیدگاه کالتروپ یک منطقه کلان‌شهری شامل چهار عنصر اصلی است: مراکز، حوزه، محدوده‌های حفاظت‌شده، مسیرها (Calthorp & Fulton, 2001). این عناصر در قالب سه عرصه شهرها، ارتباطات و تعاملات، و پهنه‌های کارکردی بروز می‌یابند. بنابراین الگوهای فضایی در مناطق شهری می‌تواند متأثر از نظام مراکز با تراکم بسیار، شبکه‌های دسترسی، و پهنه‌های کلان باشد (Bel & Gracia, 2014).

افراد بسیاری در خصوص فرایند شکل‌گیری الگوهای فضایی در مناطق کلان‌شهری و چگونگی پراکنش عناصر در آن مطالعاتی را انجام داده‌اند. بوردولوپاژ تمرکز عملکردهای کلان‌شهری، سازمان‌دهی فضایی این عملکردها در شهر، شدت، دامنه و کنش دوسویه شهر و پیرامون آن را از مشخصه‌های فرایند کلان‌شهری شدن برمی‌شمارد (Bourdeau-Lepage, 2002). در ادامه برگر شکل‌گیری یک منطقه کلان‌شهری را متأثر از روندهای توسعه اقتصادی و فرهنگی-اجتماعی آن منطقه می‌داند و به ساختار و سازمان فضایی آن منطقه کلان‌شهری شکل متفاوتی می‌دهد (Burger et al., 2011). ناکس و پینچ (۲۰۰۴) فرایند تکوین و دگرگونی الگوی فضایی شهرها را در سه مرحله شهر تک‌مرکزی، کلان‌شهر تک‌مرکزی، و کلان‌شهر چندمرکزی (شکل ۱) مورد بررسی قرار می‌دهند.



شکل ۱. فرایند شکل‌گیری و تحول سازمان فضایی مناطق کلان‌شهری (زبردست و حاجی‌پور، ۱۳۸۸)

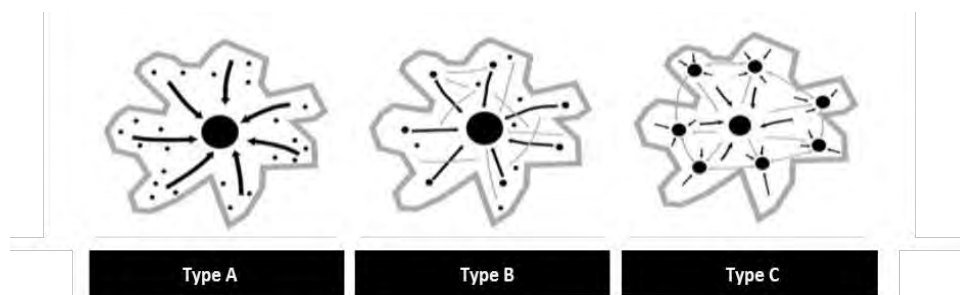
در ادامه زبردست و حاجی‌پور پس از بررسی نظریات اندیشمندان متعدد مفهوم «تمرکز غیرمتمرکز» را مطرح کرده‌اند. دو گرایش تمرکزگرایی و تمرکززدایی سبب ایجاد پویایی در ساختار فضایی کلان‌شهرها و مناطق کلان‌شهری می‌شود. به این

صورت که در ابتدا طی فرایند تمرکزگرایی، اساساً عملکردها و خدمات سطح برتر و جهانی به سمت شهر مرکزی متمرکز خواهند شد و هم‌گرایی جمعیت و فعالیت را به همراه می‌آورند. سپس در مرحله دوم، طی فرایند تمرکززدایی بخشی از فعالیت‌ها و خدمات به دیگر مراکز شهری در منطقه کلان‌شهری منتقل خواهند شد که موجب تقویت روند واگرایی، پراکندگی جمعیت، و فعالیت‌های وابسته به آن می‌شود (زبردست و حاجی‌پور، ۱۳۸۸).

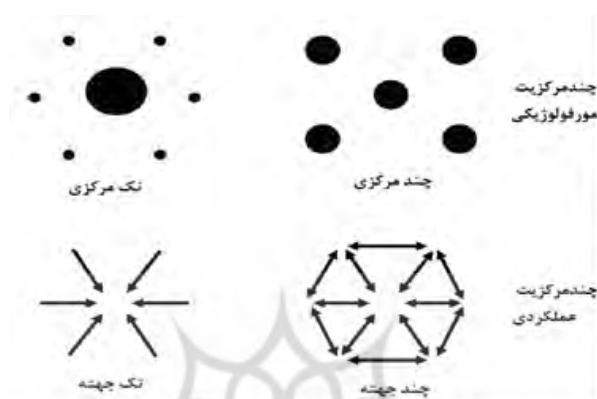
قبل از دهه ۱۹۶۰، مضمون اصلی مطالعات «تئوری مکان مرکزی کریستالر» (۱۹۳۳) بود که بر درک ویژگی‌های خاص گره‌ها در ساختار فضایی متمرکز تأکید داشت. این دوره به رویکرد سلسله‌مراتبی و تمرکز بر شهر اصلی به عنوان شکل‌دهنده به ساختار کلی منطقه متکی است (Dadashpoor & Jalili, 2017). در دهه ۱۹۶۰، رویکرد سیستمی مطرح شد و شهرها به عنوان مجموعه‌ای از عناصر به هم پیوسته در نظر گرفته شدند (Giovanni et al., 1997). در این دوره اولین بار مفهوم کاربردی سیستم شهری توسط بری (۱۹۶۴) معرفی شد. وی شبکه شهری را گروهی از شهرهای وابسته به هم تعریف کرد. در ادامه ایده بری، در دهه ۱۹۷۰، پرد (۱۹۷۷) با مطالعه روابط بین شهری در مقیاس ملی و منطقه‌ای بر این موضوع تأکید داشت که روابط بین شهرها تنها عمودی نیست و ماهیتی افقی نیز دارد (Meijers, 2007). در این دوره از زمان، کاستلز (۱۹۸۹) «فضای جریان‌ها» را یکی از عناصر اصلی شبکه اطلاعات جهانی معرفی کرد و خاطرنشان کرد که فعالیت‌های اجتماعی و اقتصادی به دو تعریف می‌شود و ۲. «فضای جریان» که در آن تعامل بین گره‌ها و روابط شبکه موجب شکل‌گیری ساختار فضایی یک سیستم می‌شوند (Rabino et al., 1997). به این ترتیب، با منسوخ شدن نظریه سنتی مکان مرکزی که در آن سیستم‌های شهری با یک روند سلسله‌مراتب مشخص می‌شود نمایی شبکه‌ای از سیستم‌های شهری بدون سلسله‌مراتب و با تأکید بر ادغام فضایی بین مراکز شهری جایگزین شد (Burger et al., 2014; Meijers, 2007).

برتود سه الگوی ساختار فضایی کلان‌شهرها (شکل ۲) را معرفی کرده است: نوع A تک‌مرکزی با هسته اصلی غالب، نوع C چندمرکزی با توسعه فشرده در حومه و تعادل مسکن و اشتغال، و نوع B گذرا بین این دو. در نوع C، ساکنان حومه تمایل دارند شغل خود را نزدیک مراکز فرعی پیدا کنند و تراکم هسته کاهش می‌یابد. نوع B توسعه صنعتی متوسطی دارد و رفت‌وآمدها به هسته مرکزی هنوز متمرکز است. این الگوها نشان‌دهنده روند انتقال از تک‌مرکزی به چندمرکزی هستند (Bertuad, 2001). در ادامه، برگر ساختار فضایی کلان‌شهرها را به دو دسته تک‌مرکزی و چندمرکزی (شکل ۳) تقسیم می‌کند و سه نوع الگوی سفر در مناطق چندمرکزی را معرفی می‌کند: سنتی، مبادله‌ای، متقاطع؛ که در آن جریان‌های رفت‌وآمد غیرمتمرکز و بخش‌هایی از پیرامون به مراکز مکمل تبدیل می‌شوند (Burger et al., 2014). مفاهیم چندمرکزی مورفولوژیکی و عملکردی بیانگر تعادل اهمیت نسبی و مطلق مراکز هستند. در سیستم مورفولوژیکی شهرها گرهی برابر دارند و در سیستم عملکردی جهت‌گیری مشخصی به مرکزی خاص وجود ندارد (Burger, 2011). پتانسیل گره‌ها معیار چندمرکزی مورفولوژیکی و مرکزگرایی معیار چندمرکزی عملکردی است. مطالعات نشان می‌دهد لندن از لحاظ مورفولوژیکی تک‌مرکزی ولی از نظر ارتباطات عملکردی چندمرکزی است، درحالی‌که سوئیس و بلژیک از نظر شبکه عملکردی ضعیف و مورفولوژیکی چندمرکزی هستند (Wasserman & Faust, 1994).

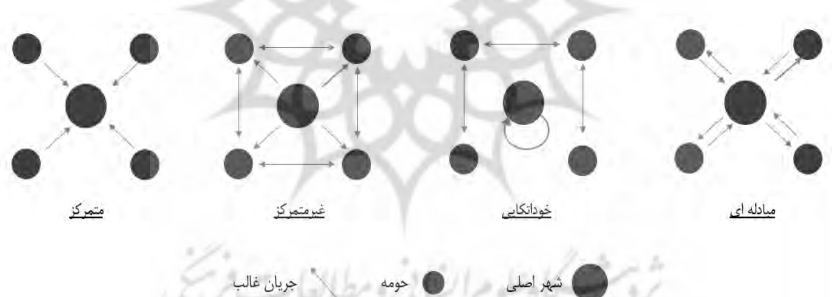
شوانن چهار مدل ساختار فضایی و الگوی رفت‌وآمد کلان‌شهرها (شکل ۴) را معرفی می‌کند: متمرکز، غیرمتمرکز، خوداتکایی، رفت‌وآمد مبادله‌ای. در مدل متمرکز، سفرهای کاری اغلب به شهر اصلی است. در غیرمتمرکز بخش زیادی از اشتغال در حومه‌هاست و رفت‌وآمد بین حومه‌ها و مرکز انجام می‌شود. در مدل رفت‌وآمد مبادله‌ای، حومه‌ها و مرکز نقش‌های مکمل دارند و سفرها دوطرفه است. در مدل خوداتکایی، ساکنان حومه و مرکز بیشتر در همان محل کار می‌کنند و سفر و هزینه‌ها به حداقل می‌رسد (Schwanen et al., 2002).



شکل ۲. گونه‌شناسی الگوهای تعامل (ضربداری) در کلان‌شهرها (Bertuad, 2001)



شکل ۳. چندمرکزی‌یتی عملکردی در مقابل چندمرکزی‌یتی مورفولوژیک (Burger, 2011)



شکل ۴. مدل ساختاری کلان‌شهر شوانن (Schwanen et al., 2002)

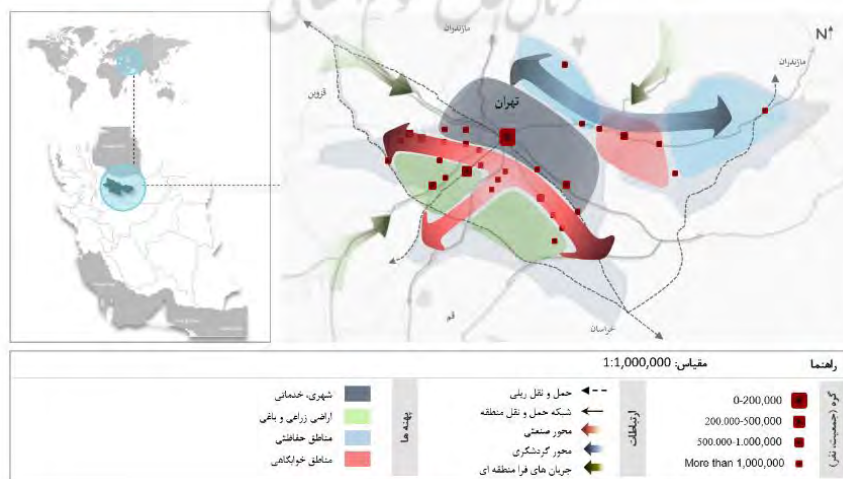
نمونه‌های تحقیق‌یافته تمرکززدایی فضایی در اواخر قرن نوزدهم در کلان‌شهرهایی مانند پاریس، لندن و شانگهای دیده می‌شود که برای کاهش تمرکز و بهبود کیفیت زندگی ساختار متعادل‌تری را دنبال کرده‌اند. این شهرها بسته به شرایط محیطی و ساختاری خود برنامه‌های متفاوتی برای تعادل فضایی اجرا کرده‌اند. یکی از موفق‌ترین رویکردها تمرکززدایی با تقویت شهرهای میانی و کوچک و ایجاد شبکه‌های شهری منسجم است. در این روش، هر شهر با هویت و مرکزیت مشخص در سطح منطقه نقش‌آفرینی می‌کند و از طریق سیستم حمل‌ونقل پیوسته با دیگر شهرها مرتبط است. تجربه این کلان‌شهرها نشان می‌دهد که شبکه‌های شهری یکپارچه و چندمرکزی تعادل فضایی منطقه‌ای و ملی را افزایش می‌دهند (Gilli, 2011; Alpkokin, 2012; Alpkokin et al., 2009; limtankool et al., 2009; Burger et al., 2014; Hall & Pain, 2006; Patuelli et al., 2010; Yeung & Yun-wing, 1998; Zhao et al., 2007; The Master Plan of the Île-de-France Region, 2008).



شکل ۵. چارچوب نظری پژوهش

### معرفی محدوده مورد مطالعه

منطقه کلان‌شهری تهران با بیش از ۱۳ میلیون نفر جمعیت در حدود ۱۳۰۰۰ کیلومتر مربع، شامل شهر تهران و ۴۲ مرکز شهری در ۱۶ شهرستان است (شکل ۵). شهر تهران به عنوان مرکز اصلی در چهار دهه گذشته به دلیل تمرکز قدرت، ثروت، افزایش جمعیت و مهاجرت رشد سریع داشته و موجب تمرکز شدید جمعیتی و فعالیتی شده است. عمده فعالیت‌های اقتصادی در نواحی جنوبی شامل بازرگانی و خرده‌فروشی است و شهر تهران نیز به دلیل استقرار دستگاه‌های تصمیم‌گیری اقتصادی و موقعیت جغرافیایی استراتژیک، نقش ملی و فرامنطقه‌ای دارد. این تمرکز فعالیت‌ها چالش‌هایی در محیط زیست، حمل‌ونقل و عدالت اجتماعی ایجاد کرده است. کلان‌شهر تهران محور اصلی تردها و سفرهای درون منطقه‌ای و برون منطقه‌ای است. خطوط ریلی شرق به غرب کشور از این منطقه عبور کرده و آن را به دیگر مراکز شهری متصل می‌کند. مجموع این عوامل، تهران را به رتبه اول فعالیت‌های بازرگانی در کشور با سهم ۱۹/۴ درصد تبدیل کرده است (آمایش استان تهران، ۱۳۸۸).



شکل ۶. ساختار فضایی منطقه کلان‌شهری تهران



شکل ۷. سیستم حمل و نقلی منطقه کلان‌شهری تهران

بررسی وضعیت ساختار فضایی و کارکردی کلان‌شهر تهران نشان می‌دهد که این منطقه در دهه‌های اخیر تحت تأثیر فرایندهای پیچیده تمرکز و تمرکززدایی قرار داشته است. ارزیابی شاخص‌های شکوفایی شهری در تهران نشان می‌دهد که اگرچه کلان‌شهر تهران از نظر ابعاد حکمرانی، بهره‌وری، کیفیت زندگی و توسعه زیرساخت‌ها پیشرفت‌هایی داشته است، اما همچنان با عدم تعادل فضایی و تمرکز شدید کارکردها در هسته مرکزی مواجه است (Arbab, 2025). این شرایط به‌ویژه در نحوه توزیع فعالیت‌ها و فرصت‌های شهری در سطح منطقه کلان‌شهری قابل مشاهده است. در همین زمینه، نتایج مطالعه بر شهرهای جدید پیرامونی بیانگر آن است که سیاست‌های ایجاد شهرهای جدید در منطقه کلان‌شهری تهران، برخلاف هدف اولیه خود برای کاهش فشار از مرکز، در بسیاری موارد به بازتولید تمرکز فضایی منجر شده‌اند و نتوانسته‌اند به شکل مؤثری به تقویت ساختار چندمرکزی کمک کنند (Kheyroddin & Ghaderi, 2020). مجموعه این شواهد نشان می‌دهد که دستیابی به ساختار فضایی چندمرکزی در تهران نیازمند بازنگری عمیق در سیاست‌های فضایی و تقویت واقعی مراکز پیرامونی است.

### روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر با هدف بررسی این ساختار، از روش توصیفی-تحلیلی و استفاده از داده‌های کمی حاصل از مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای بهره برده است. برای تحلیل ساختار فضایی سکونتگاه‌ها در یک سیستم شهری، شناخت و بررسی روابط عملکردی (پیوندهای فضایی بین شهرها) و ظرفیت‌های درونی سکونتگاه‌ها ضروری است. بنابراین در این تحقیق، برای دستیابی به هدف، ترکیبی از دو رویکرد تحلیل سلسله‌مراتبی و شبکه‌ای و در آخر تحلیل خوشه‌ای برای شناخت و تحلیل ساختار فضایی فعلی منطقه کلان‌شهری تهران و در نهایت ارائه ساختار فضایی پیشنهادی استفاده شده است. به منظور تحلیل سلسله‌مراتب شهری از مدل‌های سنجش نخست شهری و شاخص رتبه-اندازه (جدول ۱) استفاده شده است. در ادامه برای تحلیل مراکز شهری و نحوه پراکنش آن‌ها در ساختار فضایی منطقه، شناسایی پیوندها و تعاملات میان آن‌ها و در نهایت تحلیل منطقه کلان‌شهری تهران در قالب یک شبکه شهری، از تئوری گراف و شاخص‌های تحلیل شبکه‌ای (جدول ۲) استفاده شده است. نمودار روش کار پژوهش در شکل ۷ نشان داده شده است. داده‌های مورد استفاده در پژوهش نیز شامل اطلاعات پایه به‌دست‌آمده از طرح‌ها و برنامه‌های تدوین‌شده و داده‌های توصیفی سازمان‌های مؤثر در روند پژوهش است که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌شود:

≠ داده‌های سرشماری عمومی نفوس و مسکن ایران طی سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۹۵، تهیه‌شده توسط مرکز آمار ایران.

≠ داده‌های مربوط به جریان‌های رفت‌وآمدی از سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای کشور طی سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۹۵.

≠ داده‌های حاصل از طرح جامع مصوب کلان‌شهر تهران، طرح آمایش استان و طرح مجموعه شهری کلان‌شهر تهران.

### تحلیل سلسله‌مراتبی

بررسی سلسله‌مراتب شهری یکی از مؤثرترین راه‌های شناخت شیوه سازمان‌یابی نظام‌های شهری محسوب می‌شود. در تحلیل

سلسله‌مراتب شهری، مراکز شهری همانند یک هرم در نظر گرفته می‌شوند که همواره تعداد کمتری شهر بزرگ و مهم در رأس و تعداد بیشتری شهر کوچک در قاعده آن قرار می‌گیرند. در تحلیل سلسله‌مراتبی ساختار فضایی منطقه کلان‌شهری تهران، روند تغییرات این ساختار و توزیع جمعیت در منطقه با استفاده از شاخص‌های برتری شهری و قانون زیپف (رتبه-اندازه) بررسی شده است. شاخص‌های تحلیل سلسله‌مراتبی مورد استفاده در این تحقیق به صورت خلاصه در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. شاخص‌های تحلیل سلسله‌مراتبی (زبردست، ۱۳۸۶؛ فرهودی و همکاران، ۱۳۸۸؛ حکمت‌نیا و موسوی، ۱۳۸۵)

| شاخص                   | فرمول                                                       | توضیحات                                                                                                              |
|------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| نخست‌شهری <sup>۱</sup> | $UPI \equiv \frac{P_1}{P}$                                  | با افزایش مقادیر، نرخ نخست‌شهری نیز افزایش می‌یابد.                                                                  |
| دو شهر <sup>۲</sup>    | $TCI \equiv \frac{P_1}{P_2}$                                | شاخص چهار شهر مهتا: ۱-۰/۶۵ (بالاترین اولویت)، ۰/۶۵-۰/۵۴ (اولیت بالا)، ۰/۵۴-۰/۴۱ (اولیت مطلوب) و ۰/۴۱ (کمترین اولویت) |
| گینزبرگ <sup>۳</sup>   | $FCI \equiv \frac{P_1}{P_2 \cdot P_3 \cdot P_4}$            | P: کل جمعیت شهری                                                                                                     |
| مهتا <sup>۴</sup>      | $MFCI \equiv \frac{P_1}{P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot P_4}$ | P1/ P2/ P3/ P4: جمعیت شهر اول-چهارم                                                                                  |

اگر  $q=1$  باشد، توزیع اندازه شهری بر اساس قاعده رتبه-اندازه خواهد بود.

اگر  $q>1$  باشد، به صورت توزیع نخست‌شهری خواهد بود. در این گونه از توزیع هر چه مقدار  $q$  بزرگ‌تر باشد، میزان تسلط شهر نخست بیشتر است.

اگر  $q<1$  باشد، شهرهای میانی از اهمیت بیشتری نسبت به حالت قبلی برخوردارند.

$$P_n \equiv \frac{P_1}{n^q}$$

$$q \equiv \frac{\log P_1 / P_n}{\log n}$$

قانون رتبه-اندازه ۵

### تحلیل شبکه‌ای

شبکه مجموعه‌ای از نقاط یا گره‌های به هم متصل است که در سیستم‌های شهری روابط پیچیده و انسجام منطقه‌ای را نشان می‌دهد (Castells, 1996). مدل تحلیل شبکه‌ای منطقه را به صورت کل و در ارتباط با اجزای آن بررسی می‌کند و تمرکز بر جریان‌ها و پیوندهای فضایی میان گره‌ها دارد (Newman, 2003). مزیت این مدل نسبت به مدل سلسله‌مراتبی در نظر گرفتن ارتباطات میان مراکز شهری است، به گونه‌ای که منطقه به عنوان یک شبکه شهری است که در آن گره‌ها مراکز شهری و پیوندها شامل جریان افراد، کالا، سرمایه و اطلاعات هستند (Nooy et al., 2006). تحلیل شبکه‌ای با بررسی روابط مکمل و سیستماتیک میان مراکز امکان ارزیابی رشد و توسعه هماهنگ در منطقه را فراهم می‌کند (Limtanakool et al., 2009). این روش ساختار فضایی و تعاملات بین مراکز را به شکل گرافی تحلیل می‌کند و طبقه‌بندی گره‌ها را ممکن می‌سازد. شاخص‌های تحلیل شبکه‌ای مورد استفاده در این پژوهش در جدول ۲ ارائه شده‌اند.

### تحلیل خوشه‌ای

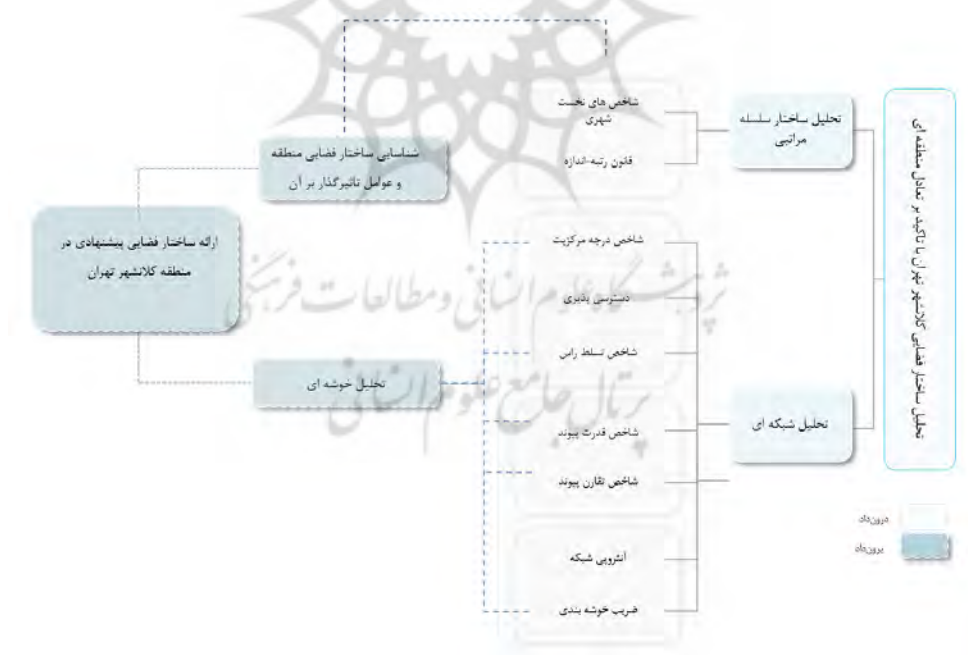
تحلیل خوشه‌ای روشی قدرتمند برای تقسیم‌بندی سکونتگاه‌ها و واحدهای جغرافیایی به گروه‌های همگن بر اساس ویژگی‌های مشترک است و در شناسایی الگوهای توزیع جمعیت، فعالیت‌ها و سایر متغیرهای مکانی مؤثر است (Jain et al., 1999). این روش گروه‌ها را به گونه‌ای شکل می‌دهد که مشاهدات درون هر گروه مشابه و گروه‌ها از یک‌دیگر متفاوت باشند. در این پژوهش از خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی و میانگین پیوند بین گره‌ها برای تحلیل ساختار فضایی استفاده شده است.

1. urban primary index
2. two cities index
3. Ginsberg
4. Mahta's four cities index
5. ering coefficient

جدول ۲. شاخص‌های تحلیل شبکه‌ای

| سطح   | شاخص                        | فرمول                                                                                                                                                                                                                                                 | ویژگی                                   | خروجی                                     |
|-------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------|
| گره   | درجه مرکزیت <sup>۱</sup>    | $C_i \equiv \sum_j I_{ij}$<br>Ii= input links / Ij= output links                                                                                                                                                                                      | بر اساس تعداد پیوندهای ورودی و خروجی    | تحلیل مراکز شهری در منطقه                 |
|       | دسترسی پذیری                | $C_i \equiv \sum_j D_{ij}$                                                                                                                                                                                                                            | فاصله فیزیکی (کوتاه‌ترین زمان)          |                                           |
|       | تسلط راس <sup>۲</sup>       | $DIII_i \equiv \frac{I_i}{\sum_{j=1}^J I_j / J}$<br>Ii: sum incoming links to i<br>Ij: sum incoming links to                                                                                                                                          | قدرت جذب پیوند                          |                                           |
|       | قدرت پیوند <sup>۳</sup>     | $RS_{ij} \equiv \frac{t_{ij}}{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J t_{ij}}$<br>t <sub>ij</sub> : the volume of flows from i to j                                                                                                                                 | تعداد جریان در دو طرف یک پیوند          |                                           |
| پیوند | تقارن پیوند <sup>۴</sup>    | $LS_{ij} \equiv 0 \left[ \frac{f_{ij}, Ln + f_{ij}, \dots, f_{ij}, Ln + f_{ij}}{Ln + 2}, 0 \leq LS_{ij} \leq 1 \right]$<br>f <sub>ij</sub> / f <sub>ji</sub> : the ratio of flows on the link from i/j to j/i to the sum of flows between i/j and j/i | نسبت پیوندهای بین دو گره به همه پیوندها | تجزیه و تحلیل جریان‌ها و تعاملات در منطقه |
|       | آنتروپی <sup>۵</sup>        | $EI \equiv 0 \left[ \frac{+Zl, Ln + Zl}{Ln + L}, 0 \leq EI \leq 1 \right]$<br>l: available link on the network (l=1,2,3,..., L)<br>Zl: the ratio of flows in link l to the sum of flows in all links of the network                                   | توزیع پیوندها در شبکه                   |                                           |
| گراف  | ضریب خوشه‌بندی <sup>۶</sup> | $CL_i \equiv 0 \left[ \frac{mi}{n + n - 1}, 0 \leq CL \leq 1 \right]$<br>m= the number of actual links                                                                                                                                                | اندازه‌گیری همبستگی در شبکه             | تحلیل ساختار شبکه در منطقه                |
|       |                             |                                                                                                                                                                                                                                                       |                                         |                                           |

(Burgalassi, 2010; Chen et al., 2016; De Nooy et al., 2018; Ghaemi Rad & Alimohammadi, 2022; Hanneman & Riddle, 2005; Kompil et al., 2019; Limtanakool et al., 2009; Mainas, 2012)



شکل ۸. نمودار روش‌شناسی پژوهش

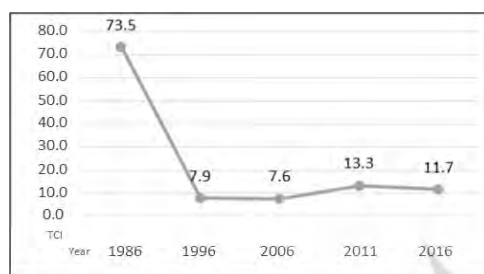
1. degree of centrality
2. node dominance
3. link strength
4. link symmetry
5. entropy
6. clustering coefficient

## تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش

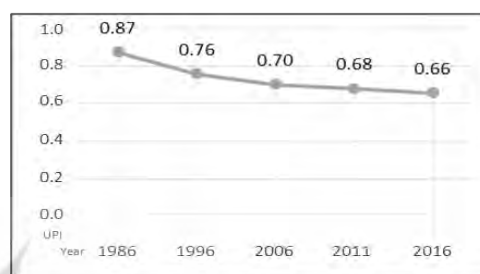
### تحلیل ساختار سلسله‌مراتبی منطقه کلان‌شهری تهران

#### شاخص‌های نخست‌شهری

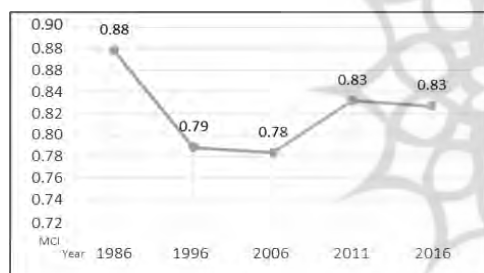
تحلیل شاخص‌های نخست‌شهری در منطقه کلان‌شهری تهران نشان‌دهنده تمرکز یک شهر بزرگ در مرکز و تعدادی شهر کوچک‌تر در اطراف است و فعالیت‌های اقتصادی بیشتر در شهر تهران متمرکز هستند. روند تغییرات رتبه-اندازه حاکی از انتقال تدریجی کارکرد شهرها به حومه است، اما تعداد محدود شهرهای متوسط فاصله زیادی تا الگوی ایده‌آل ایجاد کرده است. شاخص‌ها روند کاهشی نقش شهر اصلی را نشان می‌دهد؛ درحالی‌که ساختار تک‌مرکزی همچنان غالب است. بررسی شاخص‌های گینزبرگ و مهتا بیانگر افزایش نقش شهرهای متوسط است. این تغییرات نشان‌دهنده پراکندگی تدریجی فعالیت‌ها و جمعیت در منطقه است (شکل ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱).



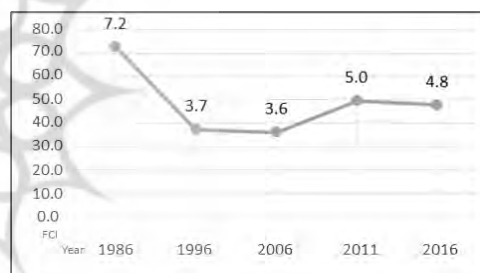
شکل ۱۰. شاخص دو شهر (TCI)



شکل ۹. شاخص نخست‌شهری (UPI)



شکل ۱۲. شاخص مهتا (MFCI)

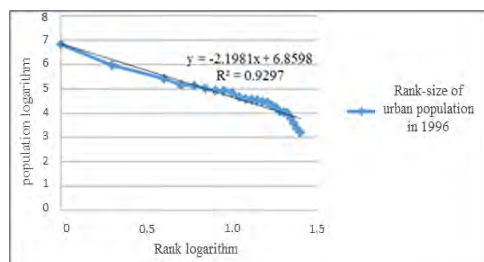


شکل ۱۱. شاخص چهار شهر (FCI)

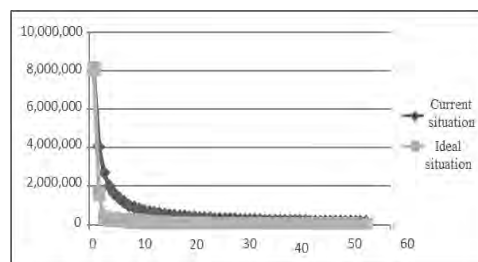
#### قانون رتبه-اندازه

قانون رتبه-اندازه رابطه بین رتبه یک شهر در سلسله‌مراتب شهری و اندازه جمعیت آن را توصیف می‌کند و تحلیل این شاخص نشان می‌دهد که این منطقه از قانون رتبه-اندازه ضعیف پیروی نمی‌کند (شکل ۱۲). ساختار فضایی منطقه کلان‌شهری تهران به شکل هرمی است که در آن یک شهر بسیار بزرگ (تهران) در رأس و تعداد زیادی شهرهای کوچک در پایه قرار دارند. یکی از مهم‌ترین دلایل این امر نقش تاریخی شهر تهران به عنوان پایتخت ایران است. تهران به دلیل موقعیت سیاسی و اقتصادی خود به طور طبیعی جمعیت و فعالیت‌های بیشتری را به خود جذب کرده است. همچنین، عوامل دیگری مانند تمرکز منابع، سرمایه‌گذاری‌ها و زیرساخت‌ها در تهران بر تقویت موقعیت این شهر به عنوان مرکز اصلی کشور تأثیر گذاشته و مانع از توسعه متوازن سایر شهرهای منطقه شده است.

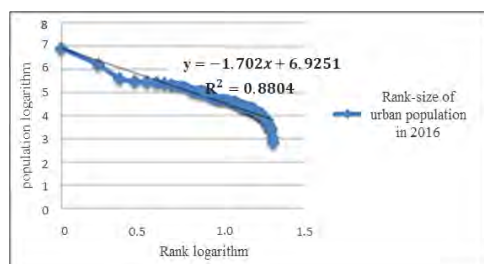
در ادامه، بررسی نمودار رگرسیون خطی در توزیع رتبه-اندازه لگاریتمی در دوره ۱۳۷۵-۱۳۹۵ و نیز تحلیل شیب آن (شکل ۱۳، ۱۴، ۱۵)، نبود تعادل فضایی در منطقه کلان‌شهری تهران را تأیید می‌کند. شیب تند منحنی بین اولین و سومین شهرهای بزرگ حاکی از پدیده نخست‌شهری و بیانگر نبود شهرهای متوسط در سیستم شهری است. این امر به دلیل افزایش تعداد شهرهای کوچک در دهه‌های اخیر است که بیشتر به دلیل تبدیل سکونتگاه‌های روستایی به شهر بوده است. بر اساس تحلیل سلسله‌مراتبی، به منظور ایجاد تعادل فضایی در سطح منطقه کلان‌شهری تهران، استراتژی‌های تقویت نقش شهرهای متوسط و کاهش تمرکزگرایی از شهر مرکزی باید در اولویت برنامه‌ریزی قرار گیرند.



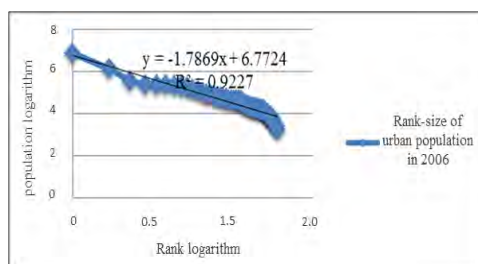
شکل ۱۴. توزیع لگاریتمی جمعیت شهری (۱۳۷۵)



شکل ۱۳. توزیع رتبه-اندازه جمعیت شهری (۱۳۹۵)



شکل ۱۶. توزیع لگاریتمی جمعیت شهری (۱۳۹۵)



شکل ۱۵. توزیع لگاریتمی جمعیت شهری (۱۳۸۵)

## تحلیل شبکه‌ای

### درجه مرکزیت

مرکزیت شهری به معنای میزان اهمیت و نفوذ یک شهر در شبکه ارتباطی و اقتصادی یک منطقه است. نتایج تحلیل شاخص مرکزیت در منطقه کلان‌شهری تهران (۱۳۷۵-۱۳۹۵) نشان می‌دهد شهر تهران بالاترین درجه مرکزیت و در نتیجه بیشترین سهم ارتباطات در منطقه را به خود اختصاص می‌دهد و پس از آن شهرهای جنوب غربی در رتبه بعدی قرار می‌گیرند. با این حال، توزیع مرکزیت در منطقه کلان‌شهری تهران همچنان نامتعادل است (شکل ۱۶). در این تحلیل، درجات مرکزیت داخلی و خارجی برای ۲۵ شهر در سال ۱۳۷۵ و ۴۲ شهر در سال ۱۳۹۵ محاسبه شد (دلیل این تفاوت، افزایش تعداد شهرهای کوچک در طول این سال‌ها است). اگرچه تحلیل روند تغییرات مرکزیت در طول زمان نشان می‌دهد که مرکزیت شهر تهران همچنان بالا است، در مقایسه با سال‌های گذشته این میزان کاهش یافته است. این کاهش به دلیل رشد سایر شهرهای منطقه، به‌ویژه شهرهای جنوب غربی، بوده است. شهرهای جنوب غربی تهران، به دلیل موقعیت جغرافیایی و توسعه زیرساخت‌ها، به مرور مرکزیت قابل توجهی در سطح منطقه پیدا کرده‌اند. با این حال، ساختار فضایی نامتعادل همچنان پابرجا است و قسمت مرکزی و غربی منطقه از نظر مرکزیت غالب است.

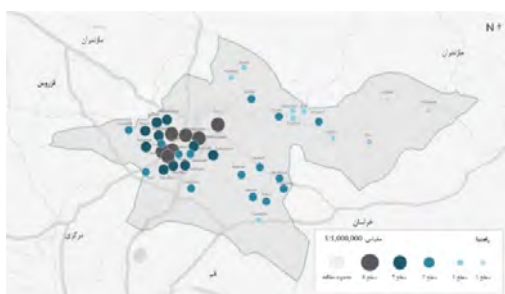
جدول ۳. نتایج تحلیل آماری شاخص درجه مرکزیت رئوس شبکه در منطقه کلان‌شهری تهران (۱۳۷۵ - ۱۳۹۵)

| ۱۳۷۵       |             | ۱۳۹۵       |             |                 |
|------------|-------------|------------|-------------|-----------------|
| درجه درونی | درجه بیرونی | درجه درونی | درجه بیرونی |                 |
| ۴۲         | ۴۲          | ۲۵         | ۲۵          | تعداد شهر       |
| ۸۵۳        | ۸۵۴         | ۲۰۳        | ۲۰۳         | مجموع درجه رئوس |
| ۲۰/۳۱      | ۲۰/۳۳       | ۸/۱۲       | ۸/۱۲        | میانگین         |
| ۸/۲۹       | ۸/۳۹        | ۴/۵۹       | ۴/۵۱        | انحراف معیار    |

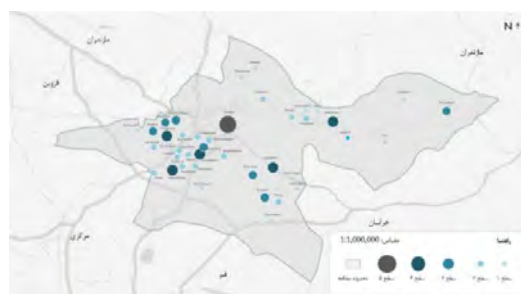
### شاخص دسترسی

از آنجا که دسترسی‌پذیری یک شهر به معنای سهولت ارتباط آن با سایر شهرها است، این مفهوم با مرکزیت شهری ارتباط تنگاتنگی دارد. تحلیل شاخص دسترسی‌پذیری در منطقه کلان‌شهری تهران (شکل ۱۷) نشان می‌دهد که شهرهایی که در مرکز جغرافیایی و جنوب غربی منطقه واقع شده‌اند بیشترین دسترسی‌پذیری را به خود اختصاص داده‌اند. شهر تهران به دلیل موقعیت

مرکزی و توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل قابل دسترس‌ترین شهر در منطقه است و این بدان معناست که این شهر به عنوان یک قطب ارتباطی عمل می‌کند و سایر شهرها برای دسترسی به خدمات و فرصت‌های اقتصادی به آن متکی هستند.



شکل ۱۸. رتبه‌بندی مراکز شهری بر اساس شاخص دسترسی‌پذیری (۱۳۹۵)



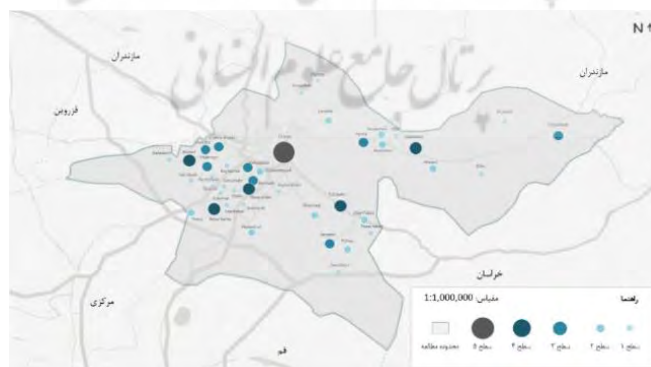
شکل ۱۷. رتبه‌بندی مراکز شهری بر اساس شاخص درجه مرکزیت (۱۳۹۵)

### شدت تسلط راس

مقایسه این شاخص در منطقه تفاوت فاحشی را بین تسلط شهر تهران در مقایسه با سایر شهرهای منطقه نشان می‌دهد. اگرچه مقایسه انحراف معیار در سال‌های اخیر (جدول ۴) بهبود توزیع درجه تسلط در منطقه را بیان می‌کند، به طور کلی، ساختار منطقه به یک سیستم تک‌مرکزی متمایل است. زیرا در مقایسه با تعداد بی‌شماری از مراکز با ارزش تسلط کمتر از ۱، تعداد بسیار کمی از مراکز با تسلط بالا وجود دارد. کلان‌شهر تهران به دلیل جذب بیشترین سهم جریان‌ها بیشترین تسلط را در منطقه دارد. در سطح دوم، شهرهای جنوب غربی قرار دارند که به دلیل جمعیت و تنوع فعالیت‌ها و همچنین فاصله کوتاه از یک‌دیگر جریان‌های رفت‌وآمد قوی با سایر شهرهای منطقه را برقرار کرده‌اند (شکل ۱۸).

جدول ۴. نتایج تحلیل آماری شاخص شدت تسلط در منطقه کلان‌شهری تهران (۱۳۷۵ - ۱۳۹۵)

| ۱۳۹۵ | ۱۳۷۵  |              |
|------|-------|--------------|
| ۸/۹۵ | ۱۶/۵۵ | پیشینه       |
| ۰/۳۲ | ۰/۰۵  | کمینه        |
| ۰/۷۳ | ۰/۴۹  | میانه        |
| ۱/۰۳ | ۱/۲۶  | میانگین      |
| ۱/۳۱ | ۳/۲۵  | انحراف معیار |



شکل ۱۹. رتبه‌بندی مراکز شهری بر اساس شاخص شدت تسلط رأس (۱۳۹۵)

### قدرت پیوند

شاخص قدرت پیوند معیاری از شدت تعاملات بین گره‌ها است و نشان می‌دهد که کدام شهرها بیشترین ارتباط را با هم دارند و کدام مناطق از نظر شبکه ارتباطی ضعیف‌تر هستند. تحلیل نتایج این شاخص در منطقه کلان‌شهری تهران (شکل ۱۹) و بررسی

میانگین و انحراف معیار (جدول ۵) نشان‌دهنده شکاف قوی در تعاملات بین گره‌ها در سطح شبکه است؛ به این معنی که تعداد کمی از شهرها، به‌خصوص تهران و شهرهای اطراف آن، بیشترین سهم از تعاملات را به خود اختصاص داده‌اند. در مقابل، شهرهای کوچک و متوسط که در مناطق حاشیه‌ای قرار دارند ارتباطات ضعیف‌تری با سایر شهرها دارند. بر اساس این تحلیل، کلان‌شهر تهران در حدود ۲۱ درصد از کل پیوندهای شبکه را دریافت و ارسال می‌کند که نشان می‌دهد ارتباطات و ساختار فضایی منطقه به‌شدت در پایتخت متمرکز شده است. پس از آن، اسلامشهر و شهرهای جنوب غربی منطقه بیشترین تعامل را با تهران دارند و شهرهای جنوبی و شرقی در سطوح بعدی قرار دارند.

جدول ۵. نتایج تحلیل آماری شاخص قدرت پیوند در منطقه کلان‌شهری تهران (۱۳۷۵-۱۳۹۵)

| قدرت پیوند   |      |      |
|--------------|------|------|
| سال          | ۱۳۹۵ | ۱۳۷۵ |
| میانگین      | ۰/۱۹ | ۰/۱۶ |
| انحراف معیار | ۰/۱۶ | ۰/۱۸ |

### تقارن پیوند

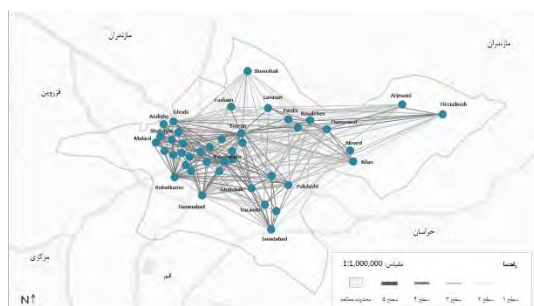
شاخص تقارن پیوند، به عنوان معیاری برای سنجش تعادل در جریان‌های بین شهری، نقش مهمی در تحلیل شبکه‌های شهری<sup>۱</sup> ایفا می‌کند. این شاخص نشان می‌دهد که ارتباط بین دو شهر یک‌طرفه یا دوطرفه است. نتایج تحلیل شاخص تقارن پیوند در منطقه کلان‌شهری تهران نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر شبکه شهری به سمت تعادل بیشتری حرکت کرده است (جدول ۶). این موضوع به معنای افزایش تعداد ارتباطات دوطرفه بین شهرها است. با این حال، بیشتر ارتباطات متقارن در جنوب غربی منطقه متمرکز شده‌اند و تهران به عنوان شهر غالب بیشترین سهم از جریان‌های متقارن را در شبکه به خود اختصاص داده است (شکل ۲۰).

جدول ۶. نتایج تحلیل آماری شاخص تقارن پیوند در منطقه کلان‌شهری تهران (۱۳۷۵-۱۳۹۵)

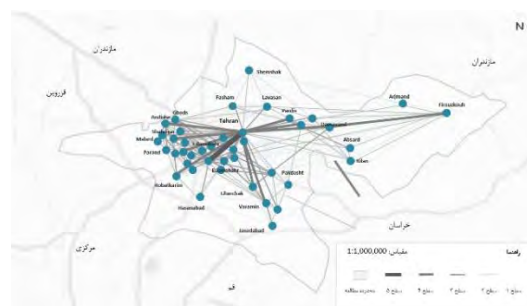
| تقارن پیوند  |      |      |
|--------------|------|------|
| سال          | ۱۳۹۵ | ۱۳۷۴ |
| میانگین      | ۰/۵۶ | ۰/۳۷ |
| انحراف معیار | ۰/۱۴ | ۰/۱۹ |

در سال‌های اخیر، توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل همچون بهبود شبکه‌های جاده‌ای و ریلی، ارتباطات بین شهری را تسهیل کرده و به ایجاد تعادل بیشتر در جریان‌ها کمک کرده است. همچنین، رشد اقتصادی شهرهای حاشیه‌ای و سیاست‌های توسعه منطقه‌ای دولت در کاهش تمرکز بر تهران و توسعه سایر مناطق نقش مهمی در این تغییر ایفا کرده‌اند. این عوامل دست‌به‌دست هم داده‌اند تا تعاملات بین شهری متعادل‌تر شود و ارتباطات دوطرفه افزایش یابد. با این حال، هنوز چالش‌هایی در زمینه تعادل شبکه شهری وجود دارد. تهران، به عنوان شهر غالب، همچنان نقش محوری در شبکه ایفا می‌کند و بسیاری از جریان‌ها به سمت آن متمرکز می‌شوند. این تمرکز به معنای نابرابری در توسعه مناطق مختلف است، به‌ویژه در مناطق شمالی که از نظر ارتباطات ضعیف‌تر هستند. برای رفع این چالش‌ها و بهبود تعادل شبکه شهری، می‌توان اقداماتی مانند توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل در مناطق کمترتوسعه‌یافته، ترویج همکاری‌های بین شهری، و ایجاد مراکز اقتصادی و فرهنگی در این مناطق انجام داد. این اقدامات به توزیع عادلانه‌تر فرصت‌ها و کاهش تمرکز بر یک شهر کمک خواهد کرد.

1. urban network analysis



شکل ۲۱. رتبه‌بندی مراکز شهری بر اساس شاخص تقارن پیوند (۱۳۹۵)



شکل ۲۰. رتبه‌بندی مراکز شهر (گره‌ها) بر اساس شاخص قدرت پیوند (۱۳۹۵)

### آنتروپی شبکه

در حوزه مطالعات شهری، شاخص آنتروپی در درک بهتر نحوه توزیع تعاملات بین شهرها و تغییرات ساختاری شبکه مؤثر است. مقادیر به‌دست‌آمده برای شاخص آنتروپی در سال ۱۳۷۵ به ترتیب ۰/۷۵ و ۰/۴۸ بوده و در سال ۱۳۹۵ این شاخص به ۰/۹۳ و ۰/۶۳ افزایش پیدا کرده است. افزایش شاخص آنتروپی طی این سال‌ها نشان‌دهنده یک روند مهم در تحولات ساختاری این شبکه است. به عبارت دیگر، شبکه شهری تهران به سمت یک ساختار پراکنده‌تر و چندمرکزی حرکت کرده است. این یعنی تمرکز تعاملات بر شهر بزرگ کاهش یافته و تعاملات بین شهرهای کوچک‌تر و متوسط افزایش یافته است. بهبود شبکه‌های حمل‌ونقل و ارتباطات دیجیتال نقش مهمی در تسهیل جابه‌جایی افراد و کالا بین شهرها داشته و به افزایش تعاملات بین شهری کمک کرده است. همچنین، تغییرات در الگوهای تولید و مصرف، به‌ویژه با ظهور دیجیتال، اهمیت فاصله جغرافیایی را کاهش و تعاملات از راه دور را افزایش داده است.

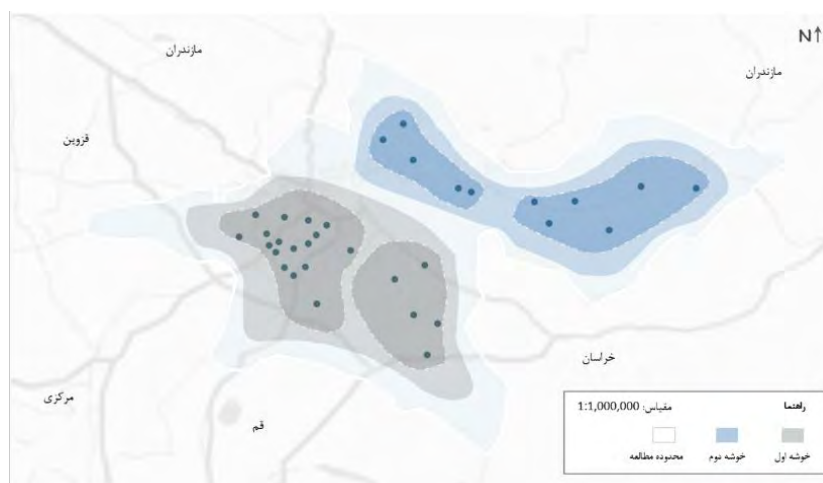
### ضریب خوشه‌بندی

شاخص خوشه‌بندی ابزاری قدرتمند برای تحلیل ساختار شبکه‌های پیچیده، به منظور دستیابی به درکی عمیق‌تر از نحوه سازمان‌دهی و ارتباطات بین عناصر است. به زبان ساده این شاخص نشان می‌دهد که همسایگان یک شهر تا چه اندازه با یکدیگر مرتبط هستند. میانگین ضریب خوشه‌بندی در منطقه کلان‌شهری تهران در سال ۱۳۹۵ برابر با ۰/۷۵ است. این عدد بیانگر تمایل نسبتاً بالای گره‌ها به خوشه‌بندی و نشان‌دهنده وجود خوشه‌های نسبتاً متمرکز در شبکه است. بر اساس این شاخص، افراد تمایل دارند در مناطق خاصی متمرکز شوند تا کل منطقه. کمترین ضریب خوشه‌بندی به شهر تهران (۰/۵۴) اختصاص دارد که نشان می‌دهد شهرهای مرتبط به شهر تهران به یکدیگر مرتبط نیستند. این ضریب برای همه شهرها در منطقه کلان‌شهری تهران محاسبه شده است. تحلیل این ضریب در کنار سایر شاخص‌ها و استفاده از آن‌ها در تحلیل خوشه‌ای نتایج مفیدی در شناخت نواحی همگن ساختار فضایی ارائه می‌دهد.

### شناسایی جریان مؤثر در ساختار فضایی منطقه کلان‌شهری تهران

در منطقه کلان‌شهری تهران، تمرکز شدید فعالیت‌ها در شهر مرکزی (تهران) و تسلط الگوی غالب شعاعی جریان‌های رفت‌وآمدی (شکل ۲۱) نشان‌دهنده قدرت بالای این شهر در شبکه شهری است. این قدرت در مراحل پیشین با استفاده از شاخص قدرت پیوند اندازه‌گیری شده است. گره‌هایی با قدرت پیوند بالا، مانند تهران، نقش پل ارتباطی بین سایر گره‌ها را ایفا کرده‌اند و بر جریان اطلاعات و کالا در شبکه مسلط هستند. علاوه بر الگوی شعاعی، الگوهای جابه‌جایی تبادلی و ضربدری نیز در منطقه کلان‌شهری تهران شناسایی شده است. تمرکز شبکه حمل‌ونقل بر روی شهر مرکزی (تهران) و اتصال همه دسترسی‌ها به این نقطه باعث تقویت الگوی مرکزی شده است. این ساختار شبکه حمل‌ونقل، تردد به سمت مرکز را تسهیل کرده و در نتیجه وابستگی مناطق حاشیه‌ای به مرکز را افزایش داده است.





شکل ۲۵. خوشه‌های اصلی و فرعی شناسایی شده در منطقه کلان‌شهری تهران (۱۳۹۵)

### بحث در یافته‌های پژوهش

تحلیل‌های مبتنی بر تعاملات میان سکونتگاه‌ها و ویژگی‌های جمعیتی و فیزیکی آن‌ها حاکی از تمرکز در ساختار فضایی منطقه کلان‌شهری تهران است، به گونه‌ای که حدود ۶۶ درصد جمعیت منطقه در تهران متمرکز شده‌اند. اگرچه شاخص‌های نخست‌شهری روندی کاهشی را نشان می‌دهند، تهران همچنان نقش غالب خود را حفظ کرده است. تحلیل قانون رتبه-اندازه نیز این تمرکز را با انحراف محسوس از الگوی متعادل شهری تأیید می‌کند که ناشی از ضعف شهرهای متوسط و رشد شهرهای کوچک است. نتایج تحلیل شبکه‌ای و شاخص آنتروپی بیانگر حرکت تدریجی از الگوی متمرکز به الگوی غیرمتمرکز هستند، هرچند نبود تعادل فضایی همچنان مشهود است. شهرهای متوسطی چون اسلامشهر و شهریار به‌ویژه در غرب منطقه در حال جذب جمعیت و شکل‌دهی جریان‌های رفت‌وآمد قابل توجهی هستند که از تغییر عملکرد از تهران به سایر شهرها حکایت دارد. با وجود تداوم ساختار شعاعی ارتباطات و نقش محوری تهران، تمایل روزافزون به سفر میان شهرهای کوچک‌تر نشانه‌ای از شکل‌گیری ساختار متعادل‌تر و چندمرکزی است. تحلیل شاخص قدرت و تقارن پیوند نیز بیانگر افزایش ارتباطات میان شهرها و کاهش وابستگی به تهران است. در نهایت، تحلیل خوشه‌ای دو خوشه اصلی را شناسایی کرد: خوشه مرکزی-جنوبی شامل تهران، اسلامشهر و شهریار با تعاملات قوی اما نابرابر و خوشه شمالی-شمال شرقی شامل دماوند و پردیس با روابط متعادل‌تر. این الگوها نشان‌دهنده گذار تدریجی منطقه از تمرکز تک‌هسته‌ای به شبکه‌ای چندمرکزی و متنوع هستند. به طور کلی، نتایج تحلیل‌ها نشان‌دهنده ساختار فضایی تک‌مرکزی و در حال تغییر در منطقه کلان‌شهری تهران است. در حالی که منطقه به تدریج به سمت یک مدل غیرمتمرکزتر حرکت می‌کند، تسلط کلان‌شهر تهران و فقدان تعادل منطقه‌ای همچنان چالش‌های مهمی محسوب می‌شوند. پس ایجاد سیستمی که هماهنگی فضایی و عملکردی را تقویت کند ضروری است. چنین سیستمی باید با هدف کاهش تمرکز جمعیت و خدمات در شهر تهران و تقویت نقش شهرهای اطراف باشد. در این زمینه، شبکه شهری چندمرکزی (شکل ۲۵) به عنوان راه‌حلی مناسب برای کاهش تمرکز توسعه در شهر تهران و تحریک تعاملات درون منطقه‌ای پدیدار می‌شود. یافته‌های پژوهش حاضر هم‌سو با مطالعات زبردست و شه‌میری در ارتباط با ساختار فضایی شهرها قرار دارد. نتایج تحقیقات آن‌ها بر مجموعه‌ای از شهرها در شمال ایران اهمیت مجاورت مناسب و روابط عملکردی قوی بین شهرها را در شکل‌گیری ساختار شهری چندمرکزی نشان می‌دهد (زبردست و همکاران، ۲۰۱۳). گفتنی است که یافته‌های حاصل از تحلیل شبکه و تحلیل خوشه‌ای نیز نشان می‌دهند که منطقه تهران در حال گذار از مدل تک‌مرکزی به چندمرکزی است. تقویت نقش شهرهای متوسط و کوچک می‌تواند به تعادل فضایی و افزایش همگرایی منطقه‌ای بینجامد.

نتایج نشان می‌دهد سیستم حمل‌ونقل منطقه‌ای به شدت بر تهران متمرکز است و جریان‌های ارتباطی بیشتر به این شهر وابسته‌اند. برای کاهش این تمرکز، تقویت ارتباطات میان شهرهای جنوب شرقی، جنوب غربی و شرقی پیشنهاد می‌شود تا شبکه‌ای متعادل‌تر و کارآمدتر شکل گیرد. زیرا در مدل چندمرکزی توسعه در شهرهای متوسط و کوچک موجب افزایش تعاملات

و شکل‌گیری نواحی تعاملی همگن می‌شود. خوشه غربی فعال‌ترین بخش منطقه است و شهرهای شرق و جنوب شرق، با تمرکز کمتر و ظرفیت رشد بالاتر، می‌توانند نقش مهمی در تعادل منطقه‌ای ایفا کنند. تقویت ارتباطات میان این شهرها، به‌ویژه در شرق تهران، می‌تواند به کاهش وابستگی به مرکز و تحقق ساختار فضایی چندمرکزی کمک کند.

پژوهش حاضر با ترکیب رویکردهای سلسله‌مراتبی، شبکه‌ای و خوشه‌ای تحلیلی جامع از پویایی فضایی منطقه ارائه می‌دهد. نتایج بر نقش شهرهای کوچک و متوسط و شکل‌گیری خوشه‌های فرعی به عنوان «مناطق تعاملی» تأکید دارد که ارتباطات فضایی را منسجم‌تر می‌سازد. این رویکرد درک بهتری از ساختار فضایی منطقه فراهم و راهبردهایی برای ایجاد تعادل و یکپارچگی ارائه می‌کند. شناسایی مراکز فرعی بالقوه، تقویت شبکه ریلی و حمل‌ونقل بین‌وجهی، و ایجاد مرجع برنامه‌ریزی منطقه‌ای برای هماهنگی و همکاری میان شهرها پیشنهاد می‌شود. اجرای این سیاست‌ها می‌تواند به توسعه چندمرکزی، کاهش عدم تعادل فضایی و شکل‌گیری کلان‌شهری پایدار و تاب‌آور منجر شود.



شکل ۲۶. ساختار فضایی پیشنهادی منطقه کلان‌شهری تهران

## نتیجه و پیشنهاد

یافته‌های پژوهش حاکی از تمرکز شدید ساختار فضایی منطقه کلان‌شهری تهران بر یک شهر مرکزی است؛ هرچند روندی تدریجی به سوی تمرکززدایی و شکل‌گیری الگوی چندمرکزی در حال وقوع است. تحلیل‌های شبکه‌ای و خوشه‌ای نشان دادند که شهرهای متوسطی همچون اسلامشهر، شهریار و دماوند به تدریج در حال ایفای نقش مؤثرتر در شبکه شهری هستند و می‌توانند به عنوان مراکز فرعی در زمینه ایجاد تعادل فضایی و کارکردی منطقه عمل کنند. در این میان، ضعف شهرهای متوسط و رشد شهرهای کوچک موجب انحراف از الگوی متعادل قانون رتبه-اندازه شده است. تقویت ارتباطات میان شهرهای پیرامونی، توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل منطقه‌ای، و بهبود روابط عملکردی میان مراکز شهری از جمله راهبردهای کلیدی برای دستیابی به ساختار چندمرکزی پایدار به شمار می‌روند. بر این اساس، الگوی پیشنهادی چندمرکزی می‌تواند با کاهش فشار بر مرکز، ارتقای همگرایی منطقه‌ای و بهبود کیفیت زندگی ساکنان، زمینه‌ساز توسعه متوازن در سطح کلان‌شهری تهران شود. در آخر، پیشنهاد می‌شود تحقیقات آینده با تمرکز بر شناسایی مناطق تعاملی، نقش فناوری‌های هوشمند، و تحلیل اثر سیستم‌های حمل‌ونقل بر پویایی شبکه شهری مسیر تکامل فضایی این کلان‌شهر را به صورت دقیق‌تر بررسی کنند.

## منابع

- Albrechts, L. (2001). In Pursuit of New Approaches to Strategic Spatial Planning: A European Perspective. *International Planning Studies*, 293-310.
- Angel, S., & Blei, A. M. (2016). The spatial structure of American cities: The great majority of workplaces are no longer in CBDs, employment sub-centers, or live-work communities. *Cities*, 51, 21-35.
- Appert, C., & Bailly, A. (2016). Housing Policies and Social Mix in the Paris Region: A Critical Review. *Journal of Urban Affairs*.
- Arbab, P. (2025). Analyzing prosperous development of Tehran through the city prosperity initiative (CPI) index. *Open House International*, 50 (4), 713-734 <https://doi.org/10.1108/OHI-04-2024-0140>
- Arribas-Bel, D., & Sanz-Gracia, F. (2014). The validity of the monocentric city model in a polycentric age: US metropolitan areas in 1990, 2000 and 2010. *Urban Geography*, 35 (7), 980-997.
- Banister, D. (2008). *The Sustainable Mobility Paradigm*. Transport Policy.
- Batty, M. (2008). *The New Science of Cities*. Massachusetts: The Mit.
- Bertaud, A. (2001). Metropolis: A measure of the spatial organization of 7 large cities. *Unpublished working paper*, 7544 (2), 1-22.
- Borgatti, S. P., & Everett, M. G. (2000). Models of Social Network Analysis
- Bourdeau-Lepage, L., & Huriot, J.-M. (2005). The metropolis in retrospect From the trading metropolis to the global metropolis. *Recherches économiques de Louvain*, 71 (3), 257-284.
- Burgalassi, D. (2010). Defining and measuring polycentric regions: the case of Tuscany.
- Burger, M. (2011). "Structure and cooptition in urban networks". Erasmus Research Institute of Management (ERIM), Erasmus University Rotterdam, 2011.
- Burger, M. J., Meijers, E. J., & Van Oort, F. G. (2014). Regional spatial structure and retail amenities in the Netherlands. *Regional Studies*, 48 (12), 1972-1992.
- Burt, R. S. (1992). *Structural Holes: The Social Structure of Competition*.
- Calthorpe, P., & Fulton, W. B. (2001). *The regional city: Planning for the end of sprawl*. Washington, DC: Island. Vol. 18
- Castells, M. (1996). The space of flows. *The rise of the network society*, 1, 376-482.
- Centre for London (2023). *London's Inequalities Report*.
- Chand, M. (2000). *Regional Planning: Concepts and Techniques*.
- Chen, J., Gao, J., & Yuan, F. (2016). Growth type and functional trajectories: An empirical study of urban expansion in Nanjing, China. *Plos One*, 11 (2), e0148389.
- Christaller, W. (1933). *Central Place Theory*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag.
- Dadashpoor, H., & Jalili, H. (2019). Exploring the Dynamics of Spatial Structure Using an Interaction Pattern. *Int. J. Architect. Eng. Urban Plan*, 29 (1), 99-111.
- Dadashpoor, H., & Malekzadeh, N. (2022). Evolving spatial structure of metropolitan areas at a global scale: A context-sensitive review. *GeoJournal*, 87 (5), 4335-4362.
- Davoudi, S. (2003). Polycentricity in European Spatial Planning: From an Analytical Tool to a Normative Agenda. *European Planning Studies*, 11 (8), 979-999.
- De Nooy, W., Mrvar, A., & Batagelj, V. (2018). *Exploratory social network analysis with Pajek: Revised and expanded edition for updated software*. Cambridge: Cambridge university. Vol. 46.
- Dodgson, R., & Hepburn, C. (2007). *Transport and Urban Form*. In "Sustainable Cities: Urban Planning and the Environment. London: Routledge.
- Fainstein, S. (2010). *The Just City*. New York: Cornell University.
- Friedmann, J. (1966). *Regional Development Policy: A Case Study of Venezuela*.
- Ghaemi Rad, T., & Alimohammadi, A. (2022). Spatial Analysis of Urban Sprawl and its Effects on Equity of Access to Hospitals in Tehran Megacity. *Studies of Human Settlements Planning*, 17 (1), 1-17.
- Gordon, P., & Richardson, H. W. (1996). Beyond polycentricity: the dispersed metropolis, Los Angeles, 1970-1990. *The American planning association*, 62 (3), 289-295.
- Hague, C., & Kirk, K. (2003). *Polycentricity Scoping Study*. London: Office of the Deputy Prime Minister.
- Hall, P. (1997). Regeneration Policies for Peripheral Housing State. *Urban studies*, 34, (5-6), 837-890.
- , (2002). *Cities of Tomorrow: An Intellectual History of Urban Planning and Design in the Twentieth Century*. New Jersey: Blackwell.
- Hall, P., & Pain, K. (2009). *The Polycentric Metropolis, Learning from Mega-City Regions in Europe*. London: Routledge, .
- Hanneman, R. A., & Riddle, M. (2005). *Introduction to social network methods*. California: University of California.
- Hanson, S., & Giuliano, G. (2004). *The Geography of Urban Transportation*. New York: Guilford.

- Harry, T., & Dimitriou, R. Th. (2007). *Strategic Planning for Regional Development in the UK*. London: Routledge.
- Harvey, D. (1973). *Social Justice and the City*. London: Hodder & Stoughton Educational. 336 pages.
- (2015). *The City Reader*. London: Routledge. 6th Edition.
- Hekmatnia, H., Mousavi, M. (2006). *Application of Models in Geography with Emphasis on Urban and Regional Planning*. Yazd: Elme Novin. (in Persian)
- Hirschman, A. O. (1958). *The Strategy of Economic Development*.
- Huang, Q., & Li, X. (2022). Urban Policy Implementation and Spatial Equity in Shanghai: Challenges and Outcomes. *Urban Policy*, 10 (1), 34-48.
- Humer, A., Cardoso, R. V., & Meijers, E. (2022). Breaking with the spatial-cycle model: the shift towards 'syncurbanization' in polycentric urban regions. *Regional Studies*, 56 (1), 21-35.
- Jain, A. K., Murty, M. N., & Flynn, P. J. (1999). Data clustering: a review. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 31 (3).
- Kheyroddin, R., & Ghaderi, M. (2020). New towns as deconcentration or another concentration in the metropolis: Evidence from Parand New Town in the Tehran Metropolitan Area. *Urban sciences*, 24 (1), 69-87. <https://doi.org/10.1080/12265934.2019.1604249>
- Kloosterman, R. C., & Musterd, S. (2001). The Polycentric Urban Region: Towards a Research Agenda. *Urban Studies*, 38 (4), 623-633.
- Kompil, M., Jacobs-Crisioni, C., Dijkstra, L., & Lavallo, C. (2019). Mapping accessibility to generic services in Europe: A market-potential based approach. *Sustainable Cities and Society*, 47, 101372.
- Li, J., & Hu, M. (2021). Urban Integration and Population Distribution in Shanghai. *Chinese Urban Development*, 28 (4), 89-102.
- Li, Y. (2020). Towards concentration and decentralization: The evolution of urban spatial structure of Chinese cities, 2001-2016. *Computers, Environment and Urban Systems*, 80, 101425.
- Limtanakool, N., Schwanen, T., & Dijst, M. (2009). Developments in the Dutch urban system on the basis of flows. *Regional Studies*, 43 (2), 179-196.
- Litman, T. (2016). *Evaluating Public Transit Benefits and Costs*. British Columbia: Victoria Transport Policy Institute.
- Liu, X., & Wang, Y. (2019). Urban Economic Growth and Spatial Distribution in Shanghai. *Urban Studies*, 23 (4), 67-82.
- Lopez, R. (2014). Urban sprawl in the United States: 1970-2010. *Cities and the Environment (CATE)*, 7 (1), 7.
- Lösch, A. (1940). *The Economics of Location*.
- Mainas, E. D. (2012). The analysis of criminal and terrorist organisations as social network structures: a quasi-experimental study. *Police Science & Management*, 14 (3), 264-282.
- Meijers, E. (2007). From central place to network model: theory and evidence of a paradigm change. *Tijdschrift voor economische en sociale geografie*, 98 (2), 245-259.
- (2008). Measuring Polycentricity and its Promises. *European Planning Studies*, 16 (9), 1313-1323.
- Newman M. E. J., & Girvan, M. (2003). *Mixing patterns and community structure in networks, Statistical mechanics of complex networks*. Berlin: Springer Berlin Heidelberg.
- Occelli, S., & Rabino, G. A. (2006). *Cognitive modeling of urban complexity. In Complex Artificial Environments: Simulation, Cognition and VR in the Study and Planning of Cities (219-233)*. Berlin: Springer.
- OECD (2012). *Reports on the management of metropolitan areas*.
- (2022). *Urban Policy Reviews: Paris*.
- Owringi, M. A. (2015). *An Approach to Developing a Spatio-Temporal Composite Measure of Climate Change-Related Human Health Impacts in Urban Environments*. Ontario: The University of Western Ontario.
- Paris Housing Development Agency (2020). *Urban Expansion and Housing Policies in Paris: A Decentralized Approach*.
- Paris Smart City Plan (2021). *Innovative Technologies for Urban Development in Paris*.
- Peng, L., Liu, S., & Sun, L. (2016). Spatial-temporal changes of rurality driven by urbanization and industrialization: A case study of the Three Gorges Reservoir Area in Chongqing, China. *Habitat International*, 51, 124-132.
- Perroux, F. (1950). *Economic Spaces: Theory and Applications*.
- Plane, D. A. (1994). *Metropolitan Spatial Structures: Analysis and Applications*.
- Pumain, D. (2007). *Megacities: A World Survey of Large Urban Regions* Elsevier.
- Purcell, M. (2002). Citizenship and the right to the global city: reimagining the capitalist world order. *Urban and Regional Research*, October 2003.
- Rodrigue, J. P., Comtois, C., & Slack, B. (2013). *The Geography of Transport Systems*. London: Routledge. The third edition.
- Santos, M. (1979). *The Structure of Regional Development and the State*.

- Schwanen, T., Dieleman, F. M., & Dijst, M. (2002). *The impact of metropolitan structure on commute behavior in the Netherlands*.
- Scott, A. J. (2008). *Global City-Regions: Trends and Issues*. Oxford: Oxford University.
- Sha, M., & Tian, G. (2010). An analysis of spatiotemporal changes of urban landscape pattern in Phoenix metropolitan region. *Procedia Environmental Sciences*, 2, 600-604.
- Sivam, A. (2003). *Urban Justice in Developing Countries*.
- Smith, D. A. (2004). Regional Inequality and Development. *Regional Studies*.
- Sohn, J. (2005). Are commuting patterns a good indicator of urban spatial structure?. *Transport geography*, 13 (4), 306-317.
- Soja, E. W. (2010). *Seeking Spatial Justice*.
- Sumari, N. S., Cobbinah, P. B., Ujoh, F., & Xu, G. (2020). On the absurdity of rapid urbanization: Spatio-temporal analysis of land-use changes in Morogoro, Tanzania. *Cities*, 107, 102876.
- Tehran Master Plan, approved (2007). (in Persian)
- Tehran Province Planning Plan (2009). (in Persian)
- Tehran Province Urban Complex Plan. (1990). *Iranian Center for Urban Planning and Architecture Studies and Research*. (in Persian)
- UN-Habitat report on spatial justice and regional balance: a) World Cities Report 2016, b) The State of the Worlds Cities Report 2012-2013.
- Urban Development Research Center of Shanghai (2020). *Spatial Distribution and Economic Growth in Shanghai: An Integrated Approach*.
- Vasanen, A. (2013). Spatial Integration and Functional Balance in Polycentric Urban Systems: A Multi-Scalar Approach. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, Royal Dutch Geographical Society KNAG, 104 (4), 410-425.
- Ville de Paris (2023). Transport Infrastructure and Urban Expansion: The Case of Paris.
- Wang, J., & Zhang, Y. (2020). Economic Development and Spatial Equity in Shanghai: A New Vision. *Chinese Urban Development Review*, 15 (3), 110-123.
- Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social network analysis: Methods and applications*.
- Wei, W., Zhang, X., Liu, C., Zhou, J., Xie, B., & Li, C. (2021). Spatial Interaction of Urban-Rural System and Influence Pattern in the Arid Inland River Basin-a Case Study in Shiyang River Basin in Northwest China. *Environmental Studies*, 30.
- Xiao, R., Liu, Y., Fei, X., Yu, W., Zhang, Z., & Meng, Q. (2019). Ecosystem health assessment: A comprehensive and detailed analysis of the case study in coastal metropolitan region, eastern China. *Ecological Indicators*, 98, 363-376.
- Zabarat, E. (2007). A Study of Early Urban Developments in Iran. *Fine Arts*, (29). (in Persian)
- Zabarat, E., & Hajipour, K. (2009) Explanation of the process of formation, development and transformation of metropolitan areas. *Human Geography Research*, (69). (in Persian)
- Zabarat, E., & Shahabi Shahmiri, M. (2013) Measuring the Multicentricity of Urban Complexes in the Country, Case Study (Amol, Babol, Ghaemshahr, Sari). *Urban Studies*, 2, (69). (in Persian)
- Zhao, H., & Chen, X. (2018). Policies for Reducing Urban Disparities: The Case of Shanghai. *Urban Planning*, 30 (2), 201-214.