

# **Analysis of Iran's Settlement System Based on Air Passenger Movement Patterns**

## **English Abstract**

Analyzing Passenger flows can also assist urban planners in better understanding how to distribute services and infrastructure in a way that meets the needs of various populations. This research aims to analyze the settlement system of Iran using a network-based approach and to examine air flows between cities with active airports (from 2011 to 2021), which can contribute to a better understanding of spatial patterns and urban interactions. This study, based on the positivist paradigm, employs a quantitative research method that is descriptive and analytical in nature. The results indicate that Tehran, as the central hub, plays a dominant role in the urban network, which can have significant impacts on the distribution of services and infrastructure in other cities. The existence of secondary hubs within this settlement system indicates the formation of a polycentric pattern that can contribute to a more balanced development of different regions. These hubs may act as strengths within the settlement system, helping to attract population and new investments. This research can serve as a foundation for future policy making in urban and regional development and can enhance the quality of life in cities. Ultimately, focusing on the analysis of flow data and utilizing advanced modeling tools can enrich studies of the settlement system in Iran and lead to the development of more effective solutions in urban and regional management.

## **English Keywords**

Network-based approach, Hierarchy of urban system, Spatial structure, analysis - Aerial data

# تحلیل نظام سکونتگاهی ایران مبتنی بر الگوهای جابجایی مسافران هوایی (۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰)

## چکیده

تحلیل جریان‌های هوایی نیز می‌تواند به برنامه‌ریزان شهری کمک کند تا بهتر بفهمند که چگونه می‌توانند خدمات و زیرساخت‌ها را به گونه‌ای توزیع کنند که نیازهای جمعیت‌های مختلف را برآورده سازند. این پژوهش با هدف تحلیل نظام سکونتگاهی کشور ایران با استفاده از رهیافت شبکه‌مبنا و بررسی جریان‌های هوایی میان شهرهای دارای فرودگاه‌های فعال (طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰)، می‌تواند به درک بهتری از الگوهای فضایی و تعاملات شهری کمک کند. این پژوهش، مبتنی بر پارادایم اثبات‌گرایی، با روش تحقیق کمی، از نوع توصیفی و تحلیلی است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تهران به عنوان هسته مرکزی، نقش غالبی در شبکه شهری ایفا می‌کند و این موضوع می‌تواند تأثیرات قابل توجهی بر توزیع خدمات و زیرساخت‌ها در سایر شهرها داشته باشد. وجود هسته‌های ثانویه در این نظام سکونتگاهی، نشان‌دهنده‌ی شکل‌گیری الگوی چندمرکزی است که می‌تواند به توسعه متوازن‌تر مناطق مختلف کمک کند. این هسته‌ها ممکن است به عنوان نقاط قوتی در نظام سکونتگاهی عمل کنند که می‌توانند به جذب جمعیت و سرمایه‌گذاری‌های جدید کمک کنند. این پژوهش می‌تواند مبنایی برای سیاست‌گذاری‌های آتی در زمینه توسعه شهری و منطقه‌ای باشد و به بهبود کیفیت زندگی در شهرها کمک کند. در نهایت، توجه به تحلیل داده‌های جریان مبنا و استفاده از ابزارهای مدلسازی پیشرفته می‌تواند به غنای مطالعات نظام سکونتگاهی در ایران بیفزاید و به ایجاد راهکارهای مؤثرتر در مدیریت شهری و منطقه‌ای منجر شود.

## کلید واژگان

رهیافت شبکه‌مبنا، سلسله‌مراتب نظام شهری، تحلیل ساختار فضایی، داده‌های هوایی.

## مقدمه / بیان مسأله

دسترسی به توسعه ملی و منطقه ای آرمان هر ملتی می باشد و تحقق این آرمان مستلزم آن است که برنامه ریزان و سیاست گذاران با شناخت دقیق از وضعیت کشور و منطقه، بهترین الگوها را برای تعیین مسیر توسعه انتخاب کنند (پور محمدی و همکاران، ۱۳۹۲، ص ۵۲). این در حالی است که تمرکز بیش از حد فعالیت های اقتصادی - اجتماعی، سیاسی و جمعیتی در بزرگترین شهرها خصوصاً در کشورهای در حال توسعه، باعث ایجاد مسائل و مشکلات زیادی شده است (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۲، ص ۴۲). مطالعه ی نظام سکونتگاهی نقش تعیین کننده ای در استقرار خدمات و فعالیت ها در پهنه ی سرزمین دارد (کلانتری، ۱۳۹۴، ص ۱۲۵). پیش از دهه شصت میلادی اغلب پژوهش های این حوزه، معطوف به سطح تمرکز فعالیت ها یا کارکردها در یک سکونتگاه و تنها بر اساس ویژگی های درونی و موضعی آنها بود چیزی که امروزه با نام رهیافت صفتی و اندازه مبنا شناخته می شود. از اواخر دهه ی ۶۰ میلادی و شکل گیری رویکرد سیستمی، توجه زیادی به روابط متقابل بین سکونتگاه ها و توسعه ی آنها در سطح یک منطقه شد. در این خوانش، نظام سکونتگاهی علاوه بر کالبد، جریان ها و ارتباطات فضایی مابین را نیز در برمی گیرد. این رویکرد را رهیافت تعاملی و شبکه مبنا می نامند (داداش پور و همکاران، ۱۳۹۳، ص ۱۲۶). اغلب پژوهش ها در کشور ایران در چهارچوب رهیافت اندازه مبنا انجام شده است و معطوف به استفاده از ویژگی های مکانی نقاط بوده و نظام سکونتگاهی بر مبنای جریان ها سابقه متکثری ندارد. این در حالی است که تحلیل جریان ها از جمله جریان های هوایی در تحلیل شبکه ی سکونتگاهی ایران می تواند به امر سیاست گذاری جغرافیایی، غنای بیشتری ببخشد.

شبکه حمل و نقل شرط پیش نیاز و لازم برای تشکیل شبکه ی شهری است و یکی از جریان های موثر بر آن تعداد مسافران جابجا شده توسط حمل و نقل هوایی می باشد. داده های هوایی از این نظر حائز اهمیت هستند که به دلیل سرعت بالای جابجایی توسط حمل و نقل هوایی، ارتباطات میان شهرها در مدت زمان کم شکل می گیرد. همچنین از آنجا که تعداد فرودگاه ها در حال افزایش است و شبکه حمل و نقل هوایی گسترش می یابد، این داده ها و اثر آنها بر ساختار فضایی کشور غیرقابل چشم پوشی است.

لازم به ذکر است که در این پژوهش به دلیل وجود داده های گسترده جریانات ۱۰ سال حمل و نقل هوایی کشور و مشابهت میان آن ها، محاسبات در سال های ۱۳۹۰، ۱۳۹۵ و ۱۴۰۰ ارائه شده، هرچند تحلیل برای تمام این سال ها صورت گرفته است. این پژوهش در راستای تحلیل نظام سکونتگاهی ایران و روابط میان آن ها در صدد پاسخگویی به پرسش و دستیابی به هدف زیر است:

### سوال پژوهش

نظام سکونتگاهی ایران بر مبنای داده های هوایی در سال های ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰ چه وضعیتی از نظر سلسله مراتب، الگوی فضایی جریان ها و ساختار فضایی دارد؟

### هدف پژوهش

بررسی سلسله مراتب نظام سکونتگاهی، الگوی فضایی جریان های هوایی و ساختار فضایی سکونتگاه های ایران بر مبنای جریان های هوایی در سال های ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰

### پیشینه نظری و تجربی پژوهش

در نگرش های نوین تحلیل نظام سکونتگاهی، به دلیل پیشرفت تکنولوژی ارتباطی و پیوستگی میان سکونتگاه ها، داده های مبتنی بر جریان ها جایگزین داده های مکان محور شده اند، چیزی که افرادی همچون کستلز، تیلور از آن با نام فضای جریان ها یاد می کنند و با عنوان رهیافت شبکه مبنا شناخته می شود. این رهیافت با تعامل هر یک از نقاط با یکدیگر مبتنی بر جریان ها است و با تأکید بر روابط و پیوندهای میان گره ها (آفاق پور و همکاران، ۱۴۰۰، ص ۷۰۱)، شکل و محتوای آرایش جریان ها را در سازمان یابی فضا مورد هدف قرار می دهد (Evert, ۲۰۰۷). به عبارت دیگر شبکه به صورت مجموعه ای از گره ها و ارتباطات میان آن ها تعریف می شود و این گره ها می توانند شامل گروه، سازمان، کشور (باستانی و رئیس، ۱۳۹۰، ص ۳۷) و بر اساس داده هایی مانند جریان های افراد (آذرآباد و همکاران، ۱۳۸۹، ریاحی و همکاران، ۱۴۰۱، خیرالدین و پیروزی ۱۳۹۳، Favero et al, ۲۰۲۲، Lobsang et al, ۲۰۲۱ و Deruder and Wtlox, ۲۰۰۵) جریان های اقتصادی (راست قلم، ۱۳۹۸، آذرآباد، ۱۳۸۹، ۲۰۱۹، Zhen et al و Brown et al, ۲۰۰۲) و... تعریف شوند.

از منظر رویکرد سیستمی، مجموعه ای از شهرها به منزله ی یک سیستم قابل شناسایی هستند؛ که کلیت، عنصر و ارتباط، سه ویژگی عمده ی آن ها می باشد. به منظور شناخت و تحلیل نظام سکونتگاهی کشور ایران مبتنی بر جریان هوایی می توان از سه موضوع تحلیل سلسله مراتب نظام سکونتگاهی، بررسی ساختار فضایی نظام سکونتگاهی، شناسایی الگوی فضایی جریان های هوایی، بهره گرفت. سلسله مراتب نظام سکونتگاهی امکان مقایسه ی نتایج حاصل از رهیافت اندازه مبنا و شبکه مبنا را به وجود می آورد. اگر نظام سکونتگاهی کشور ایران یک سیستم در نظر گرفته شود، ساختار فضایی، چگونگی پخشایش عناصر یا همان شهرها در پهنه ی سرزمین را نمایان می کند و الگوی فضایی جریان های هوایی به ارتباط میان عناصر می پردازد. جدول ۱ به شاخص های رهیافت شبکه مبنا بر اساس هدف های سه گانه مذکور می پردازد.

جدول ۱- شاخص های رهیافت شبکه مبنا- منبع نگارندگان

| اهداف                            | شاخص و الگوریتم | فرمول                                                                          | پژوهشگران                                                                                                        |
|----------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| تحلیل سلسله مراتب نظام سکونتگاهی | درجه کل         | $L = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N k_i$                                             | <p>- محمودی، ۱۴۰۱</p> <p>- آذرباد، ۱۳۸۹</p> <p>- داداش پور و همکاران، ۱۳۹۳</p> <p>- راست قلم و همکاران، ۱۳۹۸</p> |
|                                  | مرکزیت نزدیکی   | $C_i^N = \frac{\sum_j (c_i^N \max - c_j^N)}{\max \sum_j (c_i^N \max - c_j^N)}$ | <p>- حقانی و همکاران، ۱۳۹۹</p> <p>- ریاحی و همکاران، ۱۴۰۱</p>                                                    |
|                                  | مرکزیت بینایی   | $C_i^B = \frac{\sum_j (c_i^B \max - c_j^B)}{\max \sum_j (c_i^B \max - c_j^B)}$ | <p>- حقانی و همکاران، ۱۳۹۹</p> <p>- ریاحی و همکاران، ۱۴۰۱</p>                                                    |
|                                  |                 |                                                                                |                                                                                                                  |

|                                                          |                                                                                                                  |                           |                                     |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| - حقانی و همکاران، ۱۳۹۹                                  | $C = \frac{\sum_j (c_i^j \max - c_i^j)}{\max \sum_j (c_i^j \max - c_i^j)}$                                       | مرکزیت بردار<br>ویژه آیکن |                                     |
| - حمزه لو و آشتیانی، ۱۳۹۷                                | $p_i = \frac{k_i}{\sum_j k_j},$                                                                                  | Hub and Aut hori t y      | بررسی ساختار فضایی نظام             |
| - Tabassum et al , ۲۰۱۸                                  | $= c \sum_{v \in B_u} \frac{R(v)}{N_v} (R(u$                                                                     | Page Rank                 | سکونتگاهی                           |
| - خیرالدین و همکاران، ۱۴۰۰<br>- رضانی و میرزامحمدی، ۱۳۹۲ | $NSI_i = \frac{\sum_j s_{ij} - \sum_j s_{ji}}{\sum_j s_{ij} + \sum_j s_{ji}}$                                    | تقابل نقطه در شبکه        | شناسایی الگوی فضایی جریان های هوایی |
| - خیرالدین و همکاران، ۱۴۰۰<br>- رضانی و میرزامحمدی، ۱۳۹۲ | $LSI_{ij} = - \left( \frac{(f_{ij}) \ln(f_{ij}) + (f_{ji}) \ln(f_{ji})}{\ln(2)} \right), 0 \leq LSI_{ij} \leq 1$ | تقارن پیوند در شبکه       |                                     |

#### ساختار فضایی

ساختار فضایی به معنای نحوه نقش پذیری پدیده ها بر سطح زمین بر مبنای ارتباطات فضایی و نحوه سازمان یافتن فضا به واسطه این ارتباطات است. به این ترتیب، ساختار فضایی یک پدیده با توجه به موقعیت عناصر و میزان پیوستگی آنها با یکدیگر تعیین می شود (قاسمی شیوه برو، ۱۳۹۵، ص ۳۳). در یک نگاه کلی، این مفهوم به عنوان توصیفی انتزاعی یا تعمیم یافته از چیدمان و توزیع پدیده ها در بستر جغرافیایی فهمیده می شود (Horton, 1971, p. 36). اصطلاح «ساختار فضایی شهری» برای توصیف و تحلیل نحوه توزیع و پراکندگی به کار می رود و ساختارهای فضایی شهری موجود و آینده را از منظر اشتغال، دسترسی و جمعیت و در ارتباط با ریخت شناسی و فرم شهری مورد بررسی قرار می دهد (Krehl, 2015, p. 290). به عبارتی دیگر برای برخی، ساختار فضایی خلاصه ای از مفاهیم هندسی کلیدی مانند الگو، فاصله و

ریخت‌شناسی (مورفولوژی) است و برای برخی دیگر، به معنای آرایش فضایی یا موقعیت‌های نسبی پدیده‌هاست (Horton, 1971, p. 36).

تکامل ساختار فضایی ارتباط تنگاتنگی با پیشرفت‌های حمل‌ونقل و ارتباطات دارد. به عنوان نمونه، شهرهای فشرده و متمرکز قرن نوزدهم که حول بنادر و مسیرهای ریلی شکل گرفته بودند، در قرن بیستم به شهرهای پراکنده و وابسته به خودرو تبدیل شدند و در عصر حاضر به سمت شهرهای چندمرکزی و شبکه‌ای حرکت کرده‌اند (Anas et al, 1998, p. 4). شکل و سازمان فضایی شهرها، تجلی گاه شرایط و عوامل گوناگون فیزیکی، اجتماعی، سیاسی، اقتصادی و فناورانه است و ارتباطی مستقیم و تنگاتنگ با کارکردهای مختلف شهری دارد (رفعیان و زاهد، ۱۳۹۹، ص ۲۱۹). در کلان‌شهرها، رشد جمعیت، افزایش سفرها، ارتقای سطح درآمد و تغییر سبک زندگی باعث پیچیده‌تر شدن ساختار فضایی می‌شود. این روندها تأثیرات چشمگیری بر فعالیت شهری دارند و شهرها به تدریج به ساختارهای چندقطبی تغییر شکل می‌دهند؛ زیرا خوشه‌ها و کانون‌های جدید در گستره‌ای وسیع‌تر از توسعه‌ی شهری ظهور می‌کنند و با یکدیگر ادغام می‌شوند (Zhong et al, 2013). به طور کلی، الگوهای ساختار فضایی را می‌توان در سه دسته‌ی پراکنده، متمرکز و شبکه‌ای طبقه‌بندی کرد. ساختار فضایی دارای ماهیتی پویا و تکاملی است (Zhang et al, 2020, p. 2) که پیشرفت‌های اخیر در فناوری‌های حمل‌ونقل و ارتباطات این تحول را تسریع کرده است (Degoei et al, 2010, p. 1150). برای نمونه، ساختار فضایی شبکه‌ی حمل‌ونقل هوایی تنها به فاصله‌ی جغرافیایی وابسته نیست، بلکه عوامل ژئوپلیتیکی و اقتصادی نیز در شکل‌گیری آن نقش دارند (Guimera et al, 2005). تکامل ساختار فضایی به چهار مرحله تقسیم می‌شود: پراکنده یا گسسته، تک مرکزی، مرکز - پیرامون و شبکه چندمرکزی. در مرحله اولیه، فعالیت‌ها عمدتاً در داخل شهرها اتفاق می‌افتد و ارتباطات نسبتاً کمی بین شهرها وجود دارد. به تدریج ارتباطات بین شهرها نزدیک تر می‌شود و ساختار فضایی منطقه شروع به تغییر به سمت ساختار تک‌مرکزی می‌کند و با توسعه‌ی مستمر اقتصاد و جامعه، تراکم و قدرت اتصالات به تدریج افزایش می‌یابد و به تدریج شبکه‌ای چندمرکزی پدیدار می‌شود. شکل شماره ۲ این سیر تکامل را نمایش می‌دهد.



شکل ۲- سیر تکامل ساختار فضایی - منبع: Zhang and et al, ۲۰۲۰: ۳

### سلسله‌مراتب نظام سکونتگاهی

سلسله‌مراتب نظام سکونتگاهی به‌عنوان چارچوبی برای تحلیل توزیع اندازه‌ی مراکز جمعیتی (شهرها، شهرک‌ها و روستاها) مطرح است (Tinbergen, 1967). این نظام در واقع به طبقه‌بندی سکونتگاه‌ها در سرزمین بر اساس شاخص‌هایی چون جمعیت، اندازه، کارکردهای اقتصادی و حوزه‌ی نفوذ آن‌ها اشاره دارد. ساده‌ترین معیار در این طبقه‌بندی، تعداد ساکنان و جمعیت است که می‌تواند رتبه‌ی سکونتگاه‌ها در سلسله‌مراتب را مشخص کند؛ با این حال، این معیار به‌تنهایی در همه‌ی موارد معتبر نیست. طبقه‌بندی سکونتگاه‌ها علاوه بر جمعیت می‌تواند بر پایه‌ی اهمیت، نقش عملکردی، داده‌های صفتی و نیز داده‌های رابطه‌ای مانند جریان‌های مهاجرتی صورت گیرد (آذرباد، ۱۳۸۹، ص ۱۰۷).

در این چارچوب، سلسله‌مراتب سکونتگاهی بازتابی از تعاملات و کنش‌های متقابل میان سطوح مختلف سکونتگاه‌ها و نیز ارتباطات میان اجزای نظام است که نشان‌دهنده‌ی ویژگی‌های درونی ساختار سلسله‌مراتبی می‌باشد (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۲، ص ۴۳). بدین ترتیب، سکونتگاه‌ها از کلان‌شهرهای بزرگ تا روستاهای کوچک بر اساس معیارهای خاص رتبه‌بندی می‌شوند و روابط اقتصادی و خدماتی میان این سطوح، ساختاری منسجم و یکپارچه را شکل می‌دهد.

پایه‌های نظری این مفهوم عمدتاً در نظریه مکان مرکزی (Central Place Theory) توسط والتر کریستالر (۱۹۳۳) و آگوست لوش (۱۹۴۰) تبیین شده است (King, 2020). این نظریه بر اهمیت نقش کارکردی سکونتگاه‌ها در سازمان‌یابی فضایی و تأمین خدمات تأکید دارد. مفهوم سلسله‌مراتب یکی از ابزارهای نظری مورد استفاده جامعه‌شناسان، جغرافیدانان و اقتصاددانان شهری بوده است، که بر توزیع منابع و خدمات تأثیر می‌گذارد و نقش تعیین‌کننده‌ای در شکل‌گیری الگوهای کاربری و توسعه زمین در کشور دارد.

### الگوها و گونه‌های فضایی جریان‌ها

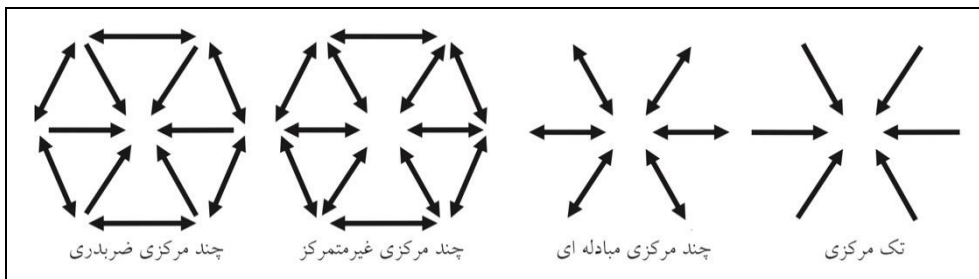
جریان‌های فضایی در شبکه حمل‌ونقل هوایی به‌عنوان یک زیرساخت حیاتی، بازتابی از تعاملات

اقتصادی، اجتماعی و سیاسی در مقیاس جهانی هستند (Liang and Kang, 2020).

براساس جهت گیری الگوهای رفت و آمد در منطقه، می توان چهار گونه فضایی را مشخص کرد که در شکل شماره ۳ نمایش داده شده است. در این نمونه ها سه نوع از الگوهای سفر شناسایی شده است: رفت و آمد سستی (رفت و آمد از شهرهای پیرامونی به مراکز اصلی)، رفت و آمد مبادله ای (رفت و آمد از مراکز اصلی به شهرهای پیرامونی)، رفت و آمد ضربدری (رفت و آمد میان بخش های مختلف شهرهای پیرامونی) (تدین و داداش پور، ۱۳۹۵، ص ۴۲). یک منطقه تک مرکزی، با درجه پایینی از رفت و آمدهای مبادله ای و ضربدری مشخص می شود؛ زیرا اکثر مسافران که در شهرهای پیرامونی زندگی می کنند به شهر اصلی سفر می کنند. در حالی که شهرهای پیرامونی تعداد کمی از مسافران را جذب می کنند (داداش پور و همکاران، ۱۳۹۳، ص ۶۹). در مناطق چندمرکزی مبادله ای، رفت و آمد به صورت دو طرفه انجام می شود. رفت و آمد صرفاً از شهرهای پیرامونی به شهر اصلی صورت نمی گیرد، بلکه از شهر اصلی به شهرهای پیرامونی آن نیز رفت و آمد جریان دارد.

در یک سیستم چندمرکزی ضربدری، شهرهای پیرامونی قدرت بیشتری یافته اند، زیرا آن ها مسافرانی را از دیگر شهرهای پیرامونی به خود جذب می کنند. در این سیستم، شهرهای پیرامونی در نقش مکمل شهر اصلی ظاهر می شوند و به طور فزاینده ای به عنوان مراکز اهمیت می یابند، بااین حال میزان رفت و آمدهای مبادله ای کم است.

در نهایت یک منطقه چندمرکزی غیرمتمرکز توسط الگوهای رفت و آمد چندگانه مشخص می شود که در آن یک مرکز غالب وجود ندارد. در این سیستم، میزان زیادی رفت و آمدهای ضربدری و مبادله ای وجود دارد.



## روش و ابزار تحقیق

تحلیل نظام سکونتگاهی کشور ایران بر مبنای جریان‌های هوایی مبتنی بر پارادایم اثبات‌گرایی، روش تحقیق کمی، از نوع توصیفی و تحلیلی است. برای رسیدن به اهداف پژوهش در گام اول با مطالعه منابع کتابخانه‌ای به مطالعه تجارب جهانی پرداخته شده و مولفه‌ها و شاخص‌های تحلیل به تفکیک سه هدف پژوهش، (تحلیل سلسله‌مراتب نظام سکونتگاهی، بررسی ساختار فضایی و شناسایی الگوی فضایی جریان‌ها) تدوین شده است. در گام دوم، داده‌ها و اطلاعات پایه نیز به روش کتابخانه‌ای و با استفاده از سالنامه‌های آماری حمل‌ونقل هوایی کشور گردآوری شده و بانک اطلاعاتی برای سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰ تشکیل شده است. در گام بعد با مدلسازی شبکه بر مبنای اطلاعات گردآوری شده تحلیل‌های آماری به صورت سال به سال انجام شده است و مولفه‌ها و شاخص‌ها با استفاده از نرم افزارهای ArcGIS، Excel، Pajek و Gephi محاسبه و در نهایت به تجزیه و تحلیل این یافته‌ها پرداخته شده است. ولیکن با توجه به محدودیت‌ها و همچنین عدم تغییرات محسوس سالانه در این پژوهش نتایج تنها در سال‌های ۱۳۹۰، ۱۳۹۵ و ۱۴۰۰ ارائه گردیده است.

برای بررسی داده‌های حمل‌ونقل هوایی کشور به شرح زیر، دو گام در این پژوهش مدنظر قرار گرفت. در واقع این گام‌ها چهارچوب و فرایندی مشخص برای طبقه‌بندی و شناسایی پیکره‌بندی نظام سکونتگاهی کشور ایران از منظر جریان‌های هوایی می‌باشد.

### گام نخست: تشکیل شبکه

مهم‌ترین گام در انجام فرایند تحلیل و آنالیزهای مربوطه، ایجاد شبکه (ماتریس شبکه) حمل‌ونقل هوایی کشور در سال‌های مورد نظر می‌باشد. اطلاعات آماری موجود در این پژوهش براساس اطلاعات سازمان هواپیمایی کشور (I. R. I RAN C i v i l A v i a t i o n A u t h o r i t y)، بر حسب جابه‌جایی مسافران هوایی به تفکیک مبدا و مقصد سالانه منتشر شده است. این داده‌ها به صورت آرایش مربعی از اعداد یعنی به صورت ماتریس نشان داده می‌شوند، در ماتریس شبکه،

تعداد گره‌ها و تعداد یال‌ها مشخص می‌شود. لازم به ذکر است که این ماتریس تنها بیانگر ارتباطات بین گره‌ها در یک شبکه بدون در نظر گرفتن وزن یال‌ها (تعداد مسافران) می‌باشد. در این شبیه‌سازی هر شهری که دارای فرودگاه فعال است به عنوان یک گره در شبکه می‌باشد و وجود ارتباطات مسیرهای رفت و برگشت میان هر یک از شهرها (گره‌ها) به عنوان یال‌های شبکه شناخته شده‌اند.

### گام دوم: محاسبه‌ی شاخص‌ها و الگوریتم‌ها در شبکه

برای تحلیل نظام سکونتگاهی، سه هدف در نظر گرفته شده است. سپس برای هر یک از این هدف‌ها شاخص‌هایی انتخاب شده است که به ساختار شبکه مرتبط هستند و تفسیر آن‌ها می‌تواند، چگونگی توزیع تعاملات در طول همه پیوندهای موجود در شبکه را توصیف نموده و الگوی روند تغییرات ساختاری شبکه حمل‌ونقل هوایی کشور را مشخص نمایند. به همین منظور، برای تحلیل سلسله‌مراتب نظام سکونتگاهی از شاخص‌های «درجه کل»، «درجه وزنی»، «مرکزیت نزدیکی»، «مرکزیت بینایی» و «مرکزیت بردار ویژه (Eigenvector)» استفاده شده است. برای بررسی ساختار فضایی نظام سکونتگاهی الگوریتم «K-Core» و شاخص‌های «Hub» و «Authority» و «Page Rank» به کار گرفته شده است و در نهایت، برای شناسایی الگوی فضایی جریان‌ها از شاخص‌های «تقارن پیوند (LSI)» و «تقابل نقطه در شبکه (NSI)» بهره گرفته شده است.

### گام سوم: تجزیه و تحلیل یافته‌ها

در گام نهایی، داده‌های کمی استخراج شده در سه محور اصلی پژوهش به صورت تحلیلی و تفسیری بررسی شده است. نخست، سلسله‌مراتب نظام سکونتگاهی ایران بر اساس شاخص‌های شبکه‌ای استخراج و با رهیافت اندازه‌منا (جمعیت) مقایسه گردیده است. سپس با استفاده از الگوریتم K-Core و خوشه‌بندی شبکه، ساختار فضایی سکونتگاه‌ها تبیین و جایگاه هسته‌های اصلی و ثانویه مشخص شده است. در ادامه، با تحلیل شاخص‌های LSI و NSI، الگوهای فضایی جریان‌ها شامل روابط متقارن و نامتقارن میان شهرها مورد ارزیابی قرار گرفته است.

## یافته‌های پژوهش

تحلیل این پژوهش، بر اساس مدل‌سازی مبتنی بر تئوری گراف است. این مدل‌سازی و شبیه‌سازی در گام نخست، بر این اساس استوار است که مجموعه‌ای از گره‌ها به وسیله تعدادی اتصال یا پیوند به یکدیگر وصل شده و تشکیل شبکه داده‌اند. در گام دوم، شاخص‌ها و الگوریتم‌ها در شبکه محاسبه شده است. یافته‌های حاصل از آن به شرح زیر می‌باشد:

### سلسله‌مراتب نظام سکونتگاهی

این شاخص‌ها شامل درجه، درجه وزنی، مرکزیت نزدیکی، مرکزیت بینابینی و مرکزیت بردار ویژه آیین است، که به تفکیک در سال‌های ۱۳۹۰، ۱۳۹۵ و ۱۴۰۰ برای شهرهای دارای فرودگاه محاسبه شده و در جدول شماره ۲ آمده است. لازم به ذکر است در این اطلاعات، برخی شهرها در سال‌های مختلف فرودگاه فعالی نداشتند و با پروازی در آن سال صورت نگرفته است، که در جدول مشخص شده‌اند.

جدول ۲- ۱۰ شهر برتر ایران بر اساس شاخص‌های سلسله‌مراتب نظام سکونتگاهی - منبع: نگارندگان

| مرکزیت بردار ویژه آیین | مرکزیت بینابینی | مرکزیت نزدیکی | درجه وزنی کل | درجه کل  |      |
|------------------------|-----------------|---------------|--------------|----------|------|
| تهران                  | تهران           | تهران         | تهران        | تهران    | ۱۳۹۰ |
| مشهد                   | مشهد            | مشهد          | مشهد         | مشهد     |      |
| شیراز                  | شیراز           | شیراز         | کیش          | شیراز    |      |
| اصفهان                 | بندرعباس        | اهواز         | شیراز        | اصفهان   |      |
| اهواز                  | اهواز           | اصفهان        | اهواز        | اهواز    |      |
| کیش                    | اصفهان          | بندرعباس      | اصفهان       | بندرعباس |      |
| بندرعباس               | کیش             | کیش           | تبریز        | کیش      |      |
| عسلویه                 | کرمان           | کرمان         | بندرعباس     | عسلویه   |      |
| کرمان                  | زاهدان          | عسلویه        | کرمان        | کرمان    |      |
| تبریز                  | عسلویه          | تبریز         | عسلویه       | تبریز    | ۱۳۹۵ |
| تهران                  | تهران           | تهران         | تهران        | تهران    |      |

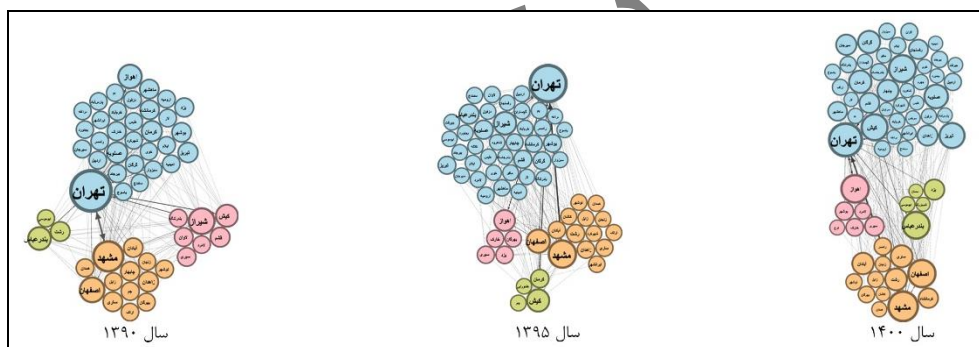
|          |          |          |          |          |      |
|----------|----------|----------|----------|----------|------|
| مشهد     | مشهد     | مشهد     | مشهد     | مشهد     | ۱۴۰۰ |
| شیراز    | کیش      | شیراز    | شیراز    | شیراز    |      |
| اصفهان   | شیراز    | کیش      | کیش      | اصفهان   |      |
| کیش      | بندرعباس | اصفهان   | اهواز    | کیش      |      |
| اهواز    | اصفهان   | اهواز    | اصفهان   | اهواز    |      |
| بندرعباس | اهواز    | بندرعباس | تبریز    | بندرعباس |      |
| عسلویه   | سیری     | عسلویه   | بندرعباس | عسلویه   |      |
| تبریز    | کرمان    | تبریز    | عسلویه   | تبریز    |      |
| رشت      | عسلویه   | رشت      | کرمان    | رشت      |      |
| تهران    | تهران    | تهران    | تهران    | تهران    |      |
| مشهد     | مشهد     | مشهد     | مشهد     | مشهد     |      |
| اصفهان   | بندرعباس | اهواز    | کیش      | اصفهان   |      |
| شیراز    | اصفهان   | اصفهان   | شیراز    | شیراز    |      |
| بندرعباس | شیراز    | شیراز    | اهواز    | بندرعباس |      |
| کیش      | اهواز    | بندرعباس | اصفهان   | اهواز    |      |
| اهواز    | کیش      | کیش      | تبریز    | کیش      |      |
| تبریز    | یزد      | تبریز    | بندرعباس | تبریز    |      |
| عسلویه   | کرمان    | عسلویه   | کرمان    | عسلویه   |      |
| رشت      | گرگان    | گرگان    | عسلویه   | گرگان    |      |
|          |          |          |          |          |      |

### ساختار فضایی نظام سکونتگاهی

در این بخش، برای تحلیل ساختار فضایی نظام سکونتگاهی در ابتدا از الگوریتم  $k$ -core برای مشخص شدن شبکه ارتباطی اصلی میان شهرها استفاده شده است. در ادامه با استفاده از تعاریف  $Hub$ ،  $Authority$  و  $Page\ rank$  شهرهای شاخص در این شبکه مشخص می‌شوند و در آخر با استفاده از خوشه‌بندی کردن و الگوریتم  $Modularity$  (در نرم‌افزار Gephi)، ساختار فضایی در سال‌های مختلف نمایان می‌شود.

برای خوشه‌بندی شبکه‌ها الگوریتم‌های متفاوتی وجود دارد که در این پژوهش از الگوریتم ماکسیمم ماجورالیتی<sup>۱</sup> استفاده شده است. خوشه‌بندی معیاری است که نشان می‌دهد کیفیت خوشه‌بندی چگونه است. در این الگوریتم ابتدا به هر گره‌ای خوشه‌ای متفاوت اختصاص داده می‌شود و به تعداد گره‌ها خوشه وجود دارد. در ادامه با جابه‌جا کردن گره‌ها در خوشه‌ها، گره در خوشه‌ای قرار می‌گیرد که بیشترین ارتباط حاصل شود. این فرآیند به طور مکرر و متوالی برای همه گره‌ها اعمال می‌شود تا زمانی که بهبود بیشتری حاصل نشود.

با استفاده از نرم‌افزار Gephi این الگوریتم برای شبکه‌ی سال‌های مختلف مشخص شده است که شکل شماره ۴ خوشه‌بندی شهرها در سال‌های مختلف را نشان می‌دهد. سپس طبق این الگوریتم، ۴ خوشه با مراکز مشخصی ارائه شده است. در این ۳ سال مراکز خوشه‌ها شامل شهرهای تهران، اهواز، مشهد، اصفهان، شیراز، کیش و بندرعباس است.



شکل ۴- خوشه‌بندی شهرهای ایران در سال‌های ۱۴۰۰، ۱۳۹۵، ۱۳۹۰ بر اساس جریانات هوایی - منبع: نگارندگان

### الگوی فضایی جریان‌ها

در این بخش، با استفاده از دو شاخص تقابل نقطه در شبکه و تقارن پیوند در شبکه، الگوی فضایی جریان‌ها در کشور در سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰ شناسایی شده است. جدول شماره ۴، درصد شاخص تقابل نقطه در شبکه را نشان می‌دهد و تفاوت بین کنش‌های وارد بر نقطه و خارج شده از آن را بررسی می‌کند. با توجه به این جدول، درصد شهر (گره)‌های دریافت‌کننده در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۹۰ کاهش می‌یابد اما در سال ۱۴۰۰ درصد شهر (گره)‌های دریافت‌کننده به طور

<sup>۱</sup>Maximum modularity

قابل توجهی افزایش می‌یابد، همچنین از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۹ درصد شهرهایی که هم در نقش فرستنده و هم در نقش دریافت‌کننده هستند، کاهش می‌یابد. در نهایت به طور کلی درصد شهر (گره) هایی که در نقش فرستنده هستند، افزایش می‌یابد.

شاخص تقارن پیوند، اندازه جریان در یک جهت را نسبت به اندازه آن در جهت دیگر برآورد می‌کند. مقدار این شاخص از صفر تا یک متغیر است. ارزش یک نشان می‌دهد، پیوند کاملاً متقارن و ارزش صفر نشان می‌دهد که تعاملات نامتقارن و تک جهتی است (خیرالدین و همکاران، ۱۴۰۰، ص ۳۰).

درصد این شاخص در کل شبکه در سال‌های مختلف در جدول شماره ۵ نمایش داده شده است.

جدول ۴- درصد گره‌ها با شاخص  $NSI$  متفاوت - منبع: نگارندگان

| ۱۳۹۰ | ۱۳۹۵ | ۱۴۰۰ |           |
|------|------|------|-----------|
| ۲۰   | ۲۰   | ۳۶   | $NSI > 0$ |
| ۶۳   | ۳۲   |      |           |
| ۶۳   | ۵۲   | ۳۷   | $NSI = 0$ |
| ۶۳   | ۳۸   | ۳۱   |           |
| ۱۶   | ۲۶   | ۱۸   | $NSI < 0$ |
| ۳۶   | ۹۸   | ۳۵   |           |

جدول ۵- درصد یال‌ها با شاخص تقارن پیوند ( $LSI$ ) متفاوت - منبع: نگارندگان

| ۱۳۹۰  | ۱۳۹۵  | ۱۴۰۰  |                           |
|-------|-------|-------|---------------------------|
| ۶۵.۸۸ | ۱۱.۷۹ | ۹۵.۶۵ | درصد یال‌های مساوی با ۱   |
| ۰.۳   | ۶۶.۲  | ۹۲.۹  | درصد یال‌های بیشتر از ۵.۰ |
| ۰     | ۱۱.۳  | ۷۷.۱  | درصد یال‌های کمتر از ۵.۰  |
| ۲۴.۸  | ۱۱.۱۵ | ۳۴.۲۲ | درصد یال‌های مساوی با ۰   |

## تجزیه و تحلیل

در این بخش به تجزیه و تحلیل هریک از شاخص‌های شبکه پرداخته شده است.

### تحلیل سلسله‌مراتب نظام سکونتگاهی

با استفاده از روش Topsis شاخص‌های مورد بررسی سلسله‌مراتب نظام سکونتگاهی تجمیع شده‌اند. پس از بررسی‌های صورت گرفته، شهر تهران به دلیل مرکزیت سیاسی، تسلط کامل بر نظام فضایی کشور و تجمع انبوه فعالیت‌های اقتصادی، تجاری، صنعتی، به عنوان نخستین شهر و هسته‌ی اصلی در نظام سکونتگاهی ایران مشخص شده است. شهر مشهد به دلیل وجود بارگاه مقدس امام رضا (ع)، به عنوان قطب مذهبی کشور (معتد و موسوی جهرمی، ۱۳۹۲) و یکی از پرجاذبه‌ترین انواع گردشگری، به دلیل میزبانی سالانه‌ی تعداد زیادی گردشگر، در رتبه دوم این نظام قرار دارد. شهر شیراز به عنوان قطبی مهم در زمینه‌ی فرهنگ و تمدن، همچنین ادب و هنر (جلالیان و بیکی، ۱۴۰۲) هر ساله مقصد بسیاری از گردشگران است و تا سال ۱۳۹۹ رتبه‌ی سوم نظام سکونتگاهی ایران را به خود اختصاص داده است، اما در سال ۱۴۰۰ شهر کیش به دلیل رشد بسیار زیاد در زمینه گردشگری (Ki sh Free Zone Organi zat i on, ۲۰۱۶)، سبب تحول در نظام سکونتگاهی کشور شده و جایگاه سوم را از آن خود کرده است. نکته‌ای که در سلسله‌مراتب نظام سکونتگاهی حائز اهمیت است، وجود شهرها و جزیره‌های نواحی ساحلی جنوب کشور با جمعیت ناچیز و مساحت نسبتاً کم مانند عسلویه، بندرعباس و کیش است که به دلیل قرار گرفتن در جبهه پسرانه‌هایی با منابع طبیعی غنی و تولید صنایع پایه و درآمد ملی، در ایجاد جریان‌ها نقش بارزی را دارند (داداش پور و آراسته، ۱۳۹۶). در رتبه‌های بالای این نظام قرار گرفته‌اند. همچنین موضوع دیگر، عدم پوشش‌دهی توسط خطوط ریلی راه‌آهن و وجود جزیره‌ها در این نواحی است که نیاز به حمل‌ونقل هوایی را افزایش می‌دهد.

### بررسی ساختار فضایی نظام سکونتگاهی

پس از بررسی و شناسایی هسته‌ها، الگوهای ساختار فضایی نظام سکونتگاهی مشخص شده است. در شبکه‌ی حمل‌ونقل هوایی ایران طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰، شهر تهران به عنوان هسته‌ی مرکزی و مسلط، همواره ایفای نقش نموده و به همین علت پیکره‌بندی فضایی شبکه، بیش از آن که از الگوی چند هسته‌ای تبعیت کند با الگوی تک‌هسته‌ای مطابقت دارد. علی‌رغم تمرکز شبکه، به سبب وجود هسته‌های دیگر یعنی شهرهای مشهد، شیراز، اصفهان، بندرعباس و کیش که به عنوان هسته‌های ثانویه در شبکه کار می‌کنند و فشار بر هسته‌ی مرکزی را کاهش می‌دهند،

نمی‌توان ساختار فضایی را کاملاً منطبق با الگوی تک‌مرکزی دانست. لذا می‌توان گفت که الگوی چندمرکزی هرچند به صورت ناقص و تکامل نیافته شکل گرفته که هسته‌ای غالب (تهران) در این الگو وجود دارد.

### شناسایی الگوی فضایی جریان‌های هوایی

با تجمیع شاخص‌های مرتبط با شناخت الگوی فضایی جریان‌های هوایی در سکونتگاه‌ها، روابط (متقارن یا غیرمتقارن بودن) بین سکونتگاه‌ها، اعم از هسته‌ها و شهرهای متوسط بررسی شده است. با توجه به الگوهای سفر، به طور کلی الگوی فضایی جریان‌ات هوایی کشور ایران شامل دو نوع الگو است، الگوی نخست جریان‌ات هوایی میان هسته‌ها (تهران، مشهد، شیراز، اصفهان، کیش و اهواز) در طی بازه زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰ به صورت متقارن است که این نوع الگو بیان‌کننده‌ی الگوی چندمرکزی غیرمتمرکز است، و برای الگوی ثانوی، جریان‌ات هر یک از این هسته‌ها با شهرهای متوسط دیگر بررسی شده است که این نوع ارتباطات، به صورت متقارن یعنی الگوی تک‌مرکزی مبادله‌ای است. علت این موضوع در ماهیت جریان افراد است که خود جریانی متقارن و رفت و برگشتی است (خیرالدین و همکاران، ۱۴۰۰). نکته‌ی حائز اهمیت دیگر در این بخش این است که، ارتباطات هوایی در شهرهای جنوبی کشور نسبت به شهرهای دیگر بسیار بیشتر بوده، که در بالا (تحلیل سلسله‌مراتب نظام سکونتگاهی)، دلایل این موضوع بررسی شده است.

### مقایسه سلسله‌مراتب نظام سکونتگاهی کشور بر مبنای رهیافت شبکه‌مبنا و اندازه‌مبنا

جدول شماره ۶ مقایسه‌ای از سلسله‌مراتب نظام سکونتگاهی کشور را بر مبنای رهیافت شبکه‌مبنا (جریان‌های هوایی) و رهیافت اندازه‌مبنا (مبتنی بر جمعیت) به ترتیب در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۵ نشان می‌دهند (General and Population and Housing Census: Statistical Center of Iran, ۲۰۱۱-۲۰۱۶). پس از بررسی این جداول، بیشترین انطباق جایگاه شهری در سلسله‌مراتب اندازه‌مبنا و شبکه‌مبنا در کلانشهرهاست، به طوری که کلانشهرهای تهران، مشهد، اصفهان، شیراز از منظر جمعیت و نیز از نظر ارتباطات شبکه هوایی، به عنوان سطوح نخست در سلسله نظام سکونتگاه‌ها قرار گرفته‌اند. در شهرهای دیگر، شباهت میان

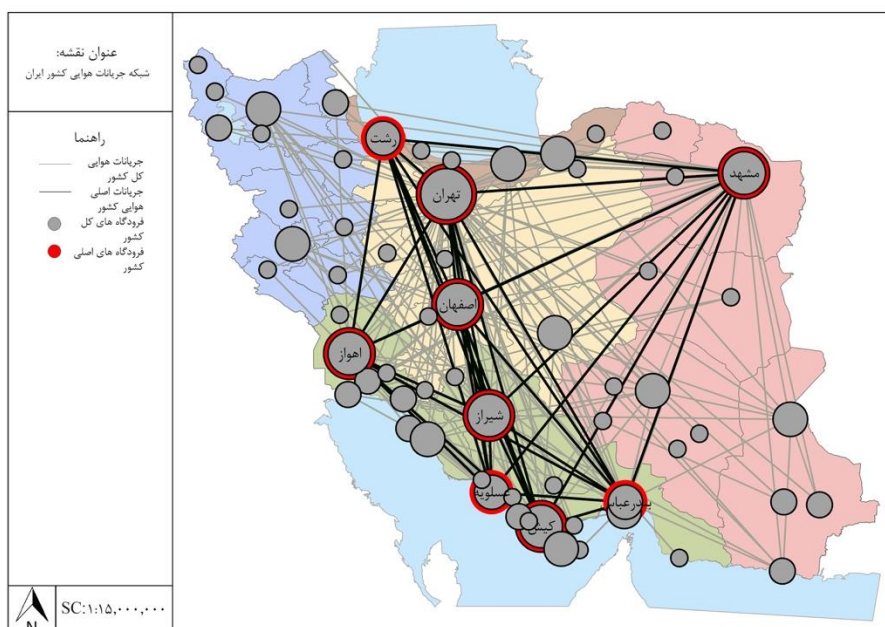
رهیافت شبکه‌مبنا در قیاس با رهیافت اندازه‌مبنا کمتر شده است؛ به طور مثال شهر کیش با جمعیت بالغ بر ۲۴۸۱۹ نفر جایگاه شصت و هفتمین شهر را در رهیافت اندازه‌مبنا دارا است، اما در رهیافت شبکه‌مبنا با توجه به ارتباطات بسیاری که این شهر دارد؛ در جایگاه ششم قرار گرفته است. در مجموع می‌توان بیان نمود که جریان‌ات فضایی و ارتباطات میان سکونتگاه‌ها، متأثر از موقعیت جغرافیایی آن‌ها، در تحلیل ساختار فضایی نقش بسیاری دارد. بدین ترتیب الگوی فضایی جریان‌های هوایی، نوع دیگری از روابط فضایی را سازمان‌یابی می‌کند که در آن کارکردهای مکان در ارتباط با سایر مکان‌های دورتر به وجود می‌آید. به عبارت دیگر حضور شهرهای متوسط و کوچک (عسلویه، کیش، بندرعباس و...) در جایگاه بالاتر نظام سلسله‌مراتب سکونتگاهی در رهیافت شبکه‌مبنا، به سبب حجم بالای ارتباط آن‌ها در پیوند با کلانشهرهای کشور است. در نتیجه سلسله‌مراتب رهیافت شبکه‌مبنا مبتنی بر جریان‌های هوایی، متفاوت از سلسله‌مراتب مبتنی بر رهیافت اندازه‌مبنا است.

جدول ۶- مقایسه سلسله‌مراتب نظام سکونتگاهی بر مبنای رهیافت شبکه‌مبنا و اندازه‌مبنا - منبع: نگارندگان

| بر مبنای رهیافت اندازه‌مبنا |          | بر مبنای رهیافت شبکه‌مبنا |          |          |
|-----------------------------|----------|---------------------------|----------|----------|
| ۱۳۹۵                        | ۱۳۹۰     | ۱۴۰۰                      | ۱۳۹۵     | ۱۳۹۰     |
| تهران                       | تهران    | تهران                     | تهران    | تهران    |
| مشهد                        | مشهد     | مشهد                      | مشهد     | مشهد     |
| اصفهان                      | اصفهان   | کیش                       | شیراز    | شیراز    |
| کرج                         | کرج      | شیراز                     | کیش      | اصفهان   |
| شیراز                       | شیراز    | اصفهان                    | اصفهان   | اهواز    |
| تبریز                       | تبریز    | اهواز                     | اهواز    | کیش      |
| اهواز                       | اهواز    | بندرعباس                  | بندرعباس | بندرعباس |
| کرمانشاه                    | کرمانشاه | تبریز                     | عسلویه   | عسلویه   |
| ارومیه                      | ارومیه   | عسلویه                    | تبریز    | تبریز    |

## الگوهای جابجایی مسافران هوایی در پهنه های جغرافیایی ایران

برای فهم دقیق تر، الگوهای ساختار فضایی نظام سکونتگاهی و الگوی جریان های هوایی در کشور ایران به تفکیک مناطق مرکزی، جنوبی، شرقی، غربی و شمالی بررسی شده است. نقشه شماره ۱ شبکه جریانات هوایی کشور ایران را نشان می دهد. انتظار می رود در بخش های مختلف، شهرهای سطح دومی وجود داشته که با تهران به عنوان هسته ی اصلی ارتباط داشته باشند و باعث کاهش تمرکز ارتباطات با شهر تهران شوند و گستردگی و پوشش دهی شبکه حمل و نقل هوایی را برقرار کنند.



نقشه ۱ - شبکه جریانات هوایی کشور ایران - منبع: نگارندگان

همانطور که در قبل اشاره شد، بیشترین تمرکز ارتباطات کل کشور در بخش مرکزی با شهر تهران به عنوان قطب سیاسی کشور است. شهر اصفهان به عنوان شهری که دارای موقعیت های صنعتی، فرهنگی و تاریخی متعدد است و از لحاظ گردشگری نیز موقعیت مناسبی در سطح جهانی دارد (عیوضی، ۱۳۹۹)، در شبکه هوایی کشور شهر سطح ۲ محسوب می شود.

در شرق کشور، تنها شهر سطح ۲ که در شبکه ارتباطی اصلی وجود دارد شهر مشهد است. در غرب کشور نیز شهر تبریز وجود دارد که این شهرها نسبت به سایر سکونتگاه‌های اطرافشان در سال‌های اخیر دارای رشد و توسعه فرایندهای اجتماعی، سیاسی، اقتصادی بوده‌اند، که باعث شده این شهرها در میان سکونتگاه‌های هربخش متمایز باشند.

در بخش شمالی کشور به طور کلی ارتباطات هوایی ناچیز است که علت این موضوع می‌تواند فاصله‌ی کم سکونتگاه‌ها در شمال کشور باشد که منجر به انتخاب مدهای دیگر حمل‌ونقل به خصوص حمل‌ونقل زمینی برای جابه‌جایی می‌شود.

ارتباطات هوایی در بخش جنوبی کشور به صورت ساختار شبکه‌ای با مرکزیت ۴ هسته‌ی شیراز، کیش، اهواز و بندرعباس شکل گرفته است که تمامی سکونتگاه‌های آن با یکدیگر پیوند دارند و بیشتر ارتباطات در این بخش از کشور تجمع یافته که این نشان از به وجود آمدن خوشه جنوبی در کشور است که می‌توان گفت خوشه‌ای است که سیر تکامل ساختار فضایی آن طی شده و یک ساختار شبکه‌ای چند هسته‌ای دارد.

## نتیجه‌گیری

این پژوهش جهت تحلیل نظام سکونتگاهی کشور ایران مبتنی بر جریانات هوایی، به سه موضوع، تحلیل سلسله‌مراتب نظام سکونتگاهی، بررسی ساختار فضایی نظام سکونتگاهی و شناسایی الگوی فضایی جریان‌های هوایی می‌پردازد. با تجمیع اطلاعات، نتایج زیر بدست آمده و در شکل شماره ۵، این نتایج به طور شماتیک نمایش داده شده است:

- پیکره‌بندی فضایی شبکه کشور، بیش از آن که از الگوی تک‌هسته‌ای تبعیت کند با الگوی چند هسته‌ای مطابقت دارد. وجود هسته‌هایی غیر از شهر تهران از قبیل شهرهای مشهد، شیراز، اصفهان، بندر عباس و کیش که به عنوان هسته‌های ثانویه در شبکه حمل‌ونقل هوایی کشور کار می‌کنند، سبب شده است که الگوی چند هسته‌ای هرچند به صورت ناقص و تکامل نیافته با هسته‌ای غالب (تهران) به وجود آید. این موضوع در پژوهش های Dadashpur and Arasteh, ۲۰۱۷ و Zi yari and et al , ۲۰۲۱ نیز

بررسی شده است. این دو پژوهش به بررسی نظام شهری کشور ایران برمبنای داده‌های حمل‌ونقل زمینی پرداخته‌اند. هر دو پژوهش، با وجود این موضوع که شبکه حمل‌ونقل زمینی در میان مدهای حمل‌ونقلی از متعادل‌ترین شبکه‌ها است، ساختار نظام شهری ایران را تک‌هسته‌ای معرفی کرده‌اند اما پژوهش حاضر این ساختار را در حال تغییر به سمت ساختار چندهسته‌ای می‌داند که الگوی مرکزگرا را در درون خود حفظ نموده و مرکز راهبر آن تهران است. در پژوهش Dadashpour and et al , ۲۰۱۴ که برمبنای داده‌های هوایی سال ۱۳۸۵ است، شهر تهران به دلیل شدت تمرکز و تسلط در سطوح فضایی بالاتری نسبت به سایر شهرهای دیگر قرار دارد و ساختار فضایی کشور ایران برمبنای داده‌های هوایی تک‌هسته‌ای است.

- الگوی فضایی جریانات هوایی کشور ایران شامل دو نوع الگو می‌باشد، الگوی متقارن میان هسته‌ها با یکدیگر، بیان‌کننده ی الگوی چندمرکزی غیرمتمرکز است و نیز الگوی متقارن میان تهران با شهرهای متوسط دیگر، که الگوی تک‌مرکزی مبادله‌ای را شامل می‌شود. لازم به ذکر است که جریان افراد در ماهیت خود جریانی متقارن و رفت و برگشتی است و میزان دریافت و ارسال پیوندها تفاوت اندکی دارند. این موضوع در پژوهش های Dadashpour and et al , ۲۰۱۴ ، Kheiraldin and et al , ۲۰۲۱ و Ziyari and et al , ۲۰۲۱ نیز بررسی شده و نتایج پژوهش حاضر را تایید می‌کند.

- با تجمیع شاخص‌های مرتبط با هدف سلسله مراتب سکونتگاهی، سلسله مراتب این سکونتگاه‌ها به ترتیب شامل شهرهای تهران، مشهد، شیراز و کیش و ... در زمینه‌های سیاسی، مذهبی، گردشگری و... دارای جایگاه برتری می‌باشند، البته در طی بازه زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۹ شهر شیراز به عنوان رتبه سوم در نظام سکونتگاهی قرار گرفته است اما در سال ۱۴۰۰ شهر کیش به دلیل رشد در زمینه ی گردشگری به عنوان رتبه سوم نظام سکونتگاهی ایران قرار گرفته است.

- با مقایسه ی داده‌های مبتنی بر رهیافت اندازه‌مبنا (جمعیت) و رهیافت شبکه‌مبنا (داده‌های هوایی)، همانطور که در پژوهش‌های افرادی همچون Lobsang and et al , ۲۰۲۱ ،

Evert, ۲۰۰۷, Mahmoudi, ۲۰۲۲, Afaghpour and et al, ۲۰۲۱ و Dadashpour and et al, ۲۰۱۴ دیده می‌شود، در تحلیل نظام سکونتگاهی بدون در نظر گرفتن داده‌های رهیافت شبکه‌مبنا و اندازه‌مبنا نمی‌توان تحلیل دقیقی از ساختار مکانی - فضایی کشور گرفت، زیرا هر یک از رهیافت‌ها تا حدی نتیجه‌گیری‌های متفاوتی دارند، که البته مکمل یکدیگر هستند. در نظام سکونتگاهی کشور مبتنی بر رهیافت شبکه‌مبنا، هر یک از سکونتگاه‌ها به واسطه عملکرد و ارتباطی که دارند رتبه‌بندی شده‌اند، اما در رهیافت اندازه‌مبنا تنها با در نظر گرفتن رتبه‌بندی ساده‌ای از شهرها براساس یک یا چند متغیر، همچون اندازه جمعیت شهرها، سبب شده است تا سلسله‌مراتب نظام سکونتگاهی کشور براساس رهیافت شبکه‌مبنا و اندازه‌مبنا دارای تفاوت‌هایی باشد.

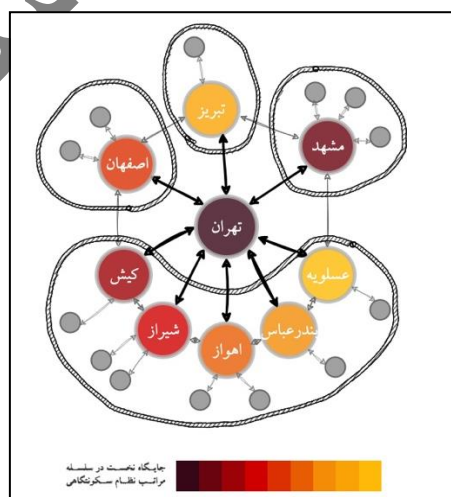
- در بررسی الگوهای جابه‌جایی مسافران هوایی در پهنه‌های جغرافیایی ایران، می‌توان مشاهده کرد که بیشترین تمرکز ارتباطات در بخش مرکزی با محوریت شهر تهران شکل گرفته و ساختاری مرکز - پیرامونی دارد. در شرق کشور، تنها شهر مشهد در شبکه ارتباطی اصلی قرار گرفته و ساختار آن تک‌هسته‌ای است. در غرب نیز شهر تبریز به‌عنوان گره اصلی ظاهر می‌شود، اما سایر سکونتگاه‌ها کمتر درگیر شبکه هستند. در شمال کشور به دلیل فاصله کوتاه میان شهرها و استفاده از مدهای دیگر حمل‌ونقل، ارتباطات هوایی بسیار محدود و پراکنده است. در مقابل، جنوب کشور دارای ساختاری چندهسته‌ای و شبکه‌ای با مرکزیت چهار هسته فعال شامل شیراز، کیش، اهواز و بندرعباس است که با یکدیگر پیوندهای متقابل دارند و خوشه‌ای نسبتاً کامل را شکل داده‌اند.

- برخی از شهرهای جنوب کشور مانند بندرعباس، کیش، عسلویه علی‌رغم مساحت و جمعیت به نسبت پایین به دلیل کارکرد و عملکرد مهم هر یک از این شهرها در کشور در جایگاه سلسله‌مراتب و ساختار فضایی نظام سکونتگاه کشور به عنوان ۱۰ شهر نخست شناخته شده‌اند. البته این موضوع در پژوهش Brown and et al, ۲۰۰۲ نیز اشاره شده است که شهر میامی با وجود جمعیت کم، به واسطه نقش مهمی که دارد

توانسته به عنوان شهر جهانی تایید شود که آمریکای مرکزی را به اقتصاد جهانی متصل کند.

- لازم به ذکر است که نتایج این پژوهش بر اساس داده‌های جابه‌جایی هوایی در بازه زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰ به‌دست آمده است. این بازه زمانی با شرایط ویژه‌ای همچون تحریم‌های اقتصادی و سیاسی، محدودیت‌های دیپلماسی خارجی و همه‌گیری بیماری کرونا همراه بوده که بر تعداد و الگوهای پروازها تأثیر قابل توجهی گذاشته است. بنابراین، یافته‌های پژوهش حاضر بازتاب‌دهنده ساختار نظام سکونتگاهی ایران در شرایط خاص این دهه بوده و ممکن است در شرایط عادی تا حدی متفاوت باشد. از سوی دیگر، باید تأکید کرد که هدف این پژوهش بررسی همه ابعاد نظام سکونتگاهی کشور نبوده، بلکه تمرکز آن بر تحلیل جریان‌های هوایی به‌عنوان یکی از شاخص‌های تحلیل نظام سکونتگاهی بوده است. بدیهی است که عواملی همچون سازماندهی سیاسی فضا، ساختار حکمرانی، ارتباطات بین‌المللی و وضعیت اقتصادی نیز نقش اساسی در شکل‌گیری الگوی سکونتگاهی ایران دارند که در این پژوهش به‌طور مستقیم مورد بررسی قرار نگرفته‌اند.

بر این اساس، توصیه می‌شود در پژوهش‌های آینده ضمن بهره‌گیری از داده‌های جابه‌جایی هوایی، سایر شاخص‌ها و مؤلفه‌های کلان سیاسی، اقتصادی و اجتماعی نیز مورد توجه قرار گیرند تا تصویری جامع‌تر از نظام سکونتگاهی ایران به‌دست آید.



شکل ۵ - سلسله مراتب، الگوی جریان ها و ساختار فضایی کشور ایران

## منابع

- ۱- آذرباد، نسرين. (۱۳۹۵). *تحليل فضایی روابط شهر و روستا*. تهران: نورعلم.
- ۲- آذرباد، نسرين؛ سلیمانی، محمد؛ مطیعی لنگرودی، حسن؛ رکن الدین افتخاری، عبدالرضا. (۱۳۸۹). *تحليل شبکه سکونتگاهی با تاکید بر جریانهای جمعیتی در شهرستان فیروزکوه*، ۷۴، ۷۵-۸۹.
- ۳- آفاق پور، آتوسا؛ داداش پور، هاشم؛ بدر، سیامک. (۱۴۰۰). *مقایسه تطبیقی رتبه بندی کارکردی کلان شهرهای ایران بر اساس داده های صفتی و رابطه ای. پژوهش های جغرافیای انسانی*، ۲(۵۳)، ۷۱۵-۶۹۷.
- ۴- باستانی، سوسن؛ رئیس، مهین. (۱۳۹۰). *روش تحلیل شبکه: استفاده از رویکرد شبکه های کل در مطالعه اجتماعات متن باز. مطالعات اجتماعی ایران*، ۵(۲)، ۳۳-۵۹.
- ۵- پورمحمدی، محمدرضا؛ طورانی، علی؛ حسینلو، معصومه. (۱۳۹۲). *توسعه یکپارچه نواحی روستایی و شهری؛ رویکردی فضایی و استراتژیک در نظام برنامه ریزی سکونتگاهی. اندیشه جغرافیایی*، ۱۴(۷)، ۱-۲۸.
- ۶- تدین، سپیده؛ داداش پور، هاشم. (۱۳۹۵). *تحلیل نقش الگوهای سفر در ساختار فضایی منطقه کلان شهری تهران. آمایش جغرافیایی فضا*، ۱۸(۵)، ۶۵-۸۵.
- ۷- جلالیان، سید اسحاق؛ بیکی، پریسا. (۱۴۰۲). *تحلیل مؤلفه های مؤثر بر توسعه گردشگری فرهنگی در کلان شهر شیراز. گردشگری شهری*، ۱۰(۱)، ۱-۲۱.
- ۸- حقانی، سهیلا؛ لطفی، صدیقه؛ بردی آنامرادنژاد، رحیم. (۱۳۹۹). *بررسی ساختار فضایی منطقه شهری مازندران مرکزی با تاکید بر شبکه اجتماعی. جغرافیا و توسعه فضایی شهری*، ۷(۱)،

- ۹- حمزه‌لو، نسرین؛ آشتیانی، مهرداد. (۱۳۹۷). تحلیل شبکه‌های اجتماعی. تهران: گل بیز.
- ۱۰- خیرالدین، رضا؛ پیروزی، رضا. (۱۳۹۳). گونه‌شناسی جدید در تکوین پراکنش‌های فضایی مناطق کلان‌شهری (نمونه مطالعه رشد متاستاتیک در محور شرق منطقه کلان‌شهری تهران). مدیریت شهری، (۳۵)، ۲۲۹-۲۵۴.
- ۱۱- خیرالدین، رضا؛ صلاحی‌مقدم، علیرضا؛ طاهری، فاطمه. (۱۴۰۰). بررسی و تحلیل سازمان فضایی منطقه کلان‌شهری تهران با استفاده از جریان فضایی سفرها. هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی، ۲۶(۴)، ۳۷-۲۷.
- ۱۲- داداش‌پور، هاشم؛ آراسته، مجتبی. (۱۳۹۶). واکاوی روابط فضایی در بنادر جنوبی ایران و حوزه‌های پسرانه آن؛ ارائه یک نظریه زمینه‌ای: مطالعه موردی مثلث فضایی شیراز، بندرعباس و بوشهر. برنامه‌ریزی و آمایش فضا (مدرس علوم انسانی)، ۲۱(۳)، ۱۴۵-۱۸۷.
- ۱۳- داداش‌پور، هاشم؛ ممدوحی، امیررضا؛ افق‌پور، آتوسا. (۱۳۹۳). سازمان فضایی در نظام شهری ایران با استفاده از تحلیل جریان هوایی افراد. پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۴۶(۱)، ۱۲۵-۱۵۰.
- ۱۴- راست‌قلم، نیلوفر؛ مرادی چادگان، داریوش؛ شاه‌یوندی، احمد؛ محمدی، محمود. (۱۳۹۸). ارزیابی تأثیرات جریان توزیع اشتغال بر دگرگونی شبکه شهری در مجموعه شهری اصفهان با به‌کارگیری روش تحلیل شبکه اجتماعی. مجله علمی آمایش سرزمین، ۱۱(۱)، ۱۰۵-۱۲۸.
- ۱۵- رفیعیان، مجتبی؛ زاهد، نفیسه. (۱۳۹۹). سنجش جدایی‌گزینی فضایی شهر قم و ارتباط آن با ساختار فضایی شهر. آمایش جغرافیایی فضا، ۱۰(۳۷)، ۲۱۷-۲۳۸.
- ۱۶- رمضانی، ابوالفضل؛ میرزامحمدی، علی. (۱۳۹۲). تحلیل شبکه‌های اجتماعی به همراه آموزش نرم‌افزار *UCI NET*. تهران: جامعه‌شناسان.

۱۷- ریاحی، وحید؛ محمودیان، فرزاد؛ عزیزپور، فرهاد. (۱۴۰۱). تحلیل الگوی تعاملات فضایی عشایر با تاکید بر جریان مردم مورد مطالعه زیست‌بوم بآبادی باب ایل بختیاری. برنامه‌ریزی فضایی، ۱۲(۲)، ۱-۲۶.

۱۸- زیاری، کرامت‌الله؛ احمدپور، مریم؛ حاتم‌نژاد، حسین؛ پوراحمد، احمد. (۱۴۰۰). تحلیل قدرت و موقعیت شهرها در نظام شهری کشور مبتنی بر حمل و نقل زمینی. برنامه‌ریزی منطقه‌ای، ۱۱(۴۲)، ۳۴-۵۰.

۱۹- سازمان درگاه ملی آمار و اطلاعات ایران

۲۰- سازمان منطقه آزاد کیش <https://ki.sh.ir>

۲۱- سازمان هواپیمایی کشور ایران

۲۲- سرشماری عمومی و نفوس و مسکن: مرکز آمار ایران، سال‌های ۱۳۹۰، ۱۳۹۵

۲۳- عیوضی، محمدرحیم؛ براتی، ناصر؛ بیات، روح‌الله؛ خلقی، محبوبه. (۱۳۹۹). چارچوب یکپارچه آینده‌نگاری راهبردی در شهر مورد مطالعه: شهر اصفهان. فصلنامه آینده‌پژوهی ایران، ۵(۲)، ۱۷۳-۲۰۱.

۲۴- فرزین‌معمد، ارغوان؛ موسوی جهرمی، یگانه. (۱۳۹۲). شناسایی عوامل مؤثر بر تقاضای سفر به مشهد مقدس. برنامه‌ریزی و توسعه گردشگری، ۷(۷)، ۴۴-۶۵.

۲۵- قاسمی شیوه‌برو، سمیه. (۱۳۹۵). امکان‌سنجی الگوی فضایی شبکه در توسعه سیستم‌های روستایی مورد: بخش مرکزی شهر اشنویه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد علوم، دانشگاه خوارزمی.

۲۶- قاسمی، فروغ؛ رضایی، محمدرضا؛ ستوده، حسن. (۱۳۹۲). تحلیل سلسله‌مراتب شهری استان فارس طی ۱۳۴۵-۱۳۹۰. پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، ۱۴(۴)، ۴۱-۶۰.

۲۷- کلانتری، خلیل. (۱۳۹۴). مشخصات مدل‌های کمی در برنامه‌ریزی (منطقه‌ای و شهری و

روستایی). تهران: فرهنگ صبا.

- ۲۸- محمودی، فرزین. (۱۴۰۱). تحلیل ناکارآمدی مدل مکان مرکزی در مقابل مدل شبکه‌ای در ساماندهی سیستم فضایی سکونتگاهی مناطق شهری چند مرکزی نمونه موردی استان مازندران. *مطالعات ساختار و کارکرد شهری*، ۹(۳۱)، ۱۰۱-۱۲۵.

## References

1. Afaghpour, A., Dadashpour, H., & Badr, S. (2021). Comparative analysis of the functional ranking of Iran's metropolises based on qualitative and relational data. *Journal of Human Geography Research*, 53(2), 697-715. [In Persian]. Doi:10.22059/JHGR.2020.259482.1007717
2. Anas, A., Arnott, R., & Small, K. (1998). Urban spatial structure. *Journal of Economic Literature*, 36(3), 1426-1464.
3. Azarbad, N., Salmani, M., Motiei Langroodi, H., & Ruknoddin Eftekhari, A. (2010). Analysis of settlement networks with emphasis on population flows in Firuzkuh County. *Journal of Human Geography Research*, 74(42), 75-89. [In Persian]
4. Azarbad, N. (2016). Spatial analysis of urban-rural relations. Tehran: *Noor Elm Publications*. [In Persian]
5. Bastani, S., & Raeisi, M. (2011). Network analysis method: Using the whole network approach in the study of open source communities. *Journal of Iranian Social Studies*, 5(2), 33-59. [In Persian]
6. Brown, E., Catalano, G., & Peter, T. (2002). Beyond world cities: Central America in a global space of flows. *Area*, 34(2), 139-148.
7. Doi:10.1111/1475-4762.00066
8. Burger, M., Goei, B., Laan, L., & Huisman, F. (2011). Heterogeneous development of metropolitan spatial structure: Evidence from commuting patterns in English and Welsh city-regions, 1981-2001. *Cities*, 28(2), 160-170. Doi: 10.1016/j.cities.2010.11.006
9. I.R. IRAN Civil Aviation Authority
10. Dadashpour, H., & Arasteh, M. (2017). Analyzing spatial relationships in southern Iranian ports and their hinterlands: Proposing a grounded theory; A case study of the spatial triangle of

- Shiraz, Bandar Abbas, and Bushehr. *Journal of Spatial Planning and Development (Humanities Faculty)*, 21(3), 145-187. [In Persian]
11. Dadashpour, H., Mamdouhi, A. R., & Afaghpour, A. (2014). Spatial organization in the urban system of Iran using the analysis of human movement flows. *Journal of Human Geography Research*, 46(1), 125-150. [In Persian]  
Doi:10.22059/JHGR.2014.50597
  12. Degoei, B., Burger, M., Vanoort, F., & Kitson, M. (2010). Functional polycentrism and urban network development in the Greater South East, United Kingdom: Evidence from commuting patterns, 1981–2001. *Regional Studies*, 44(9), 1149–1170.  
Doi:10.1080/00343400903365102
  13. Derudder, B., & Witlox, F. (2005). An appraisal of the use of airline data in assessing the world city network: A research note on data. *Urban Studies*, 42(13), 2371–2388 .  
Doi:10.1080/00420980500379503
  14. Evert, M. (2007). From central place to network model: theory and evidence of a paradigm change, *Journal of Economic and Hum Geography*, 98(2), 245-259. Doi:10.1111/j.1467-9663.2007. 00394.x
  15. Eyvazi, M. R., Barati, N., Bayat, R. A., & Kholghi, M. (2019). Comprehensive framework for strategic foresight in the studied city: The city of Isfahan. *Iranian Futures Studies Journal*, 5(2), 173-201. [In Persian]. Doi:10.30479/JFS.2021.13661.1204
  16. Farzinmotamed, A., & Mousavijahromi, Y. (2013). Identifying factors affecting travel demand to Mashhad. *Journal of Tourism Planning and Development*, 2(7), 44-65. [In Persian]
  17. Favero, G., Serruys, M., & Sugiura, M. (2022). A new place for transport in urban network theory: The urban logistic network. *The Journal of Transport History*, \*43\*(2), 256–276 .  
Doi:10.1177/00225266221101174
  18. Free Zone Organization of Kish. <https://kish.ir>
  19. General Population and Housing Census: Statistical Center of Iran, years 2011- 2016.
  20. Ghasemi, F., Rezaei, M. R., & Sotudeh, H. (2013). Analysis of the urban hierarchy in Fars Province during 1345-1390. *Urban Research and Planning Journal*, 14(4), 41-46. [In Persian]  
Doi:10.1001.1.22285229.1392.4.14.3.9
  21. Ghasemi Shiveh Boro, S. (2016). Feasibility of network spatial pattern in the development of rural systems Case: Central part of Ashnoye city (Master's thesis). Kharazmi University. [In Persian]
  22. Guimerà, R., Mossa, S., Turtshi, A., & Amaral, L. A. N. (2005).

The worldwide air transportation network: Anomalous centrality, community structure, and cities' global roles. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(22), 7794–7799.

Doi: 10.1073/pnas.0407394102

23. Haghani, S., Lotfi, S., & Bardi Anamoradnejad, R. (2020). Analyzing the spatial structure of the central Mazandaran urban area with emphasis on social networks. *Journal of Geography and Urban Space Development*, 7(1), 55-77. [In Persian]
24. Hamzehloo, N., & Ashtiani, M. (2018). *Analysis of social networks*. Tehran: Gol Biz Publications. [In Persian]
25. Horton, F. E., & Reynolds, D. R. (1971). Effects of urban spatial structure on individual behavior. *Economic Geography*, 47(1), 36–48. Doi: 10.1080/00130091.1971.12001314
26. Jalalian, I., & Beiki, P. (2023). Analysis of factors affecting cultural tourism development in Shiraz Metropolis. *Journal of Urban Tourism*, 10(1), 1-21. [In Persian]  
Doi:10.22059/JUT.2023.351748.1088
27. Kalantari, KH. (2015). *Characteristics of Quantitative Models in Regional, Urban and Rural Planning*. Tehran: Farhang Saba Publications. [In Persian]
28. Kheiraldin, R; Piruzi, R. (2014). A New Typology in the Development of Spatial Distribution of Metropolitan Areas (Case Study of Metastatic Growth in the Eastern Axis of the Metropolitan Area of Tehran). *Journal of Urban Management*, (35), 229-254. [In Persian]
29. Kheiraldin, R., Salahi Moghadam, A., & Taheri, F. (2021). Investigation and analysis of the spatial organization of the metropolitan area of Tehran using travel flow analysis. *Fine Arts - Architecture and Urban Planning Magazine*, 26(4), 27-37. [In Persian] Doi:10.22059/jfaup.2022.319865.672599
30. Klink, L. J. (2020). Central place theory. In G. I. Thrall (Ed.), *Web book of regional science*. Regional Research Institute, West Virginia University. Retrieved from <https://researchrepository.wvu.edu/rri-web-book/>
31. Krehl, A. (2015). Urban spatial structure: an interaction between employment and built-up volumes. *Regional Studies, Regional Science*, 2(1), 290–308. Doi:10.1080/21681376.2015.1034293
32. Li, Q., Fan, H., Luan, X., Yang, B., & Liu, L. (2014). Polygon-based approach for extracting multilane road from OpenStreetMap urban road networks. *International Journal of Geographical Information Science*, 28(11), 2200–2219. Doi: 10.1080/13658816.2014.915401

33. Liang, X., & Kang, Y. (2021). A review of spatial network insights and methods in the context of planning: Applications, challenges, and opportunities. In *Urban Informatics and Future Cities*. 71–91  
Doi:10.1007/978-3-030-76958-5\_5
34. Lobsang, T., Zhen, F., Zhang, S. H., Xi, G., & Yang, Y. (2021). Methodological framework for understanding urban people flow from a complex network perspective. *Journal of Urban Planning and Development*, 147(3).  
Doi:10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000689
35. Mahmoudi, F. (2022). Inefficiency Analysis of Central Place Model versus Network Model in Organizing Spatial Settlement System in Polycentric Urban Regions: A Case Study on Mazandaran Province, *Journal of Urban Structure and Function Studies*, 9(31), 101-125. [In Persian] Doi:10.22080/USFS.2022.21606.2165
36. National Statistics and Information Portal of Iran.
37. Pour Mohammadi, M. R., Tourani, A., & Hosseinlou, M. (2013). Integrated development of rural and urban areas: A spatial and strategic approach in settlement planning system. *Journal of Geographical Thought*, 14(7), 1-28. [In Persian]
38. Rafieian, M., & Zahed, N. (2020). Measuring spatial segregation in Qom city and its relationship with urban spatial structure. *Geographical Space Arrangement*, 10(37), 217–238. [In Persian]
39. Ramezani, A., & Mirzamohammadi, A. (2013). *Analysis of social networks with UCINET software tutorial*. Tehran: Sociologists Publications. [In Persian]
40. Rastghalam, N., Moradi Chadegan, D., Shahivandi, A., & Mohammadi, M. (2019). Assessment of the effects of employment distribution flow on the transformation of the urban network in Isfahan metropolitan area using social analysis method. *Journal of Spatial Planning*, 11(1), 105-128. [In Persian]  
Doi:10.22059/JTCP.2019.275288.669961
41. Riahi, V., Mahmoudian, F., & Azizpour, F. (2022). Analysis of spatial interactions patterns of nomads with an emphasis on the migration flow: A case study of the Babadi habitat of the Bakhtiari tribe. *Journal of Spatial Planning*, 12(2), 1-26. [In Persian]  
Doi:10.22108/SPPL.2022.131381.1627
42. Tabassum, S., Pereira, F., Fernandes, S., & Gama, J. (2018). Social network analysis: An overview. *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery*, 8(5). Doi:10.1002/widm.1256
43. Tadayyon, S., & Dadashpour, H. (2016). Analyzing the role of travel patterns in the spatial structure of the Tehran metropolitan area. *Journal of Geographic Space Planning*, 18(5), 65-85. [In Persian]

44. Tinbergen, J. (1968). The hierarchy model of the size distribution of centres. *Papers of the Regional Science Association*, \*20\*(1), 65–68. Doi: 10.1007/BF01959963
45. Zhang, Y., Wang, T., Supriyadi, A., Zhang, K., & Tang, Z. (2020). Evolution and optimization of urban network spatial structure: A case study of financial enterprise network in Yangtze River Delta, China. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(10), 1-19. Doi:10.3390/ijgi9100611
46. Zhen, F., Qin, X., Ye, X., Sun, H., & Luosang, Z. (2019). Analyzing urban development patterns based on the flow analysis method. *Cities*, 86, 178-197. Doi: 10.1016/j.cities.2018.09.015
47. Zhong, C., Arisona, S. M., Huang, X., Batty, M., & Schmitt, G. (2014). Detecting the dynamics of urban structure through spatial network analysis. *International Journal of Geographical Information Science*, 28(11), 2178–2199. Doi: 10.1080/13658816.2014.915401
48. Ziyari, K. A., Ahmadpour, M., Hataminejad, H., & Pourahmad, A. (2021). Analysis of the power and position of cities in the urban system of the country based on land transportation. *Journal of Regional Planning*, 11(42), 34-50. [In Persian] Doi:10.30495/JZPM.2021.20216.3218