

Network Analysis Process (ANP), A New Approach in Spatial Planning of the Country; Explanation of The Urban Network Resulting from Power Based on the Four Indicators of Centrality

Maryam Ahmadpour*

Original Article	Receive Date: 11 Feb 2024	Accept Date: 04 Mar 2024	Page: 75-104
------------------	---------------------------	--------------------------	--------------

Abstract

In analyzing the country's urban system/network and explaining its pattern, different people have presented different patterns in the form of two hierarchical and network groups; In this article, to determine the urban system in the spatial planning program, the network analysis model has been used based on indicators such as outdegree, indegree, closeness and betweenness - the new approach of global city system analysis. The mentioned indicators express the power of cities based on the links sent and received by a city. The main goal of the article is to produce and introduce a new way of explaining the urban network of the country, relying on the theoretical foundations and analytical methodology of the network with the above indicators. In the current research, based on the theoretical foundations of the above indicators and their analytical algorithm, the data obtained from the air links of the cities of the provincial capitals and some cities that are prominent in the country's air transportation are analyzed. The results show that in the urban network of Iran, cities such as Mashhad and Shiraz are located next to Tehran as outdegree cities and in the sense of influencing and controlling, and manage the urban network of Iran. Also " indegree cities" or "prestige" cities in the sense of cities that are considered by other cities, such as Tehran and Mashhad, etc., closeness cities in the sense of using the proximity of other cities such as Qeshm and Shiraz and betweenness cities are the cities benefiting from the air flow between the origin and the destination. The important point in this study that distinguishes it from other urban network analysis studies, in addition to the use of data current, the results are based on the prominent presence of some small cities such as Khorramabad, Gorgan, etc., and the introduction of these cities to play a more effective role in the flow of power from cities in the urban network of the country, which is often based on the type of models The ones used have not been seen so far. Therefore, it is necessary to analyze the city or urban spatial organization using linked data and network analysis algorithms to analyze the country's spatial program.

Keywords: Spatial Planning, Urban Network of Iran, Four Indicators of Centrality, Network Analysis

JEL Classification: Q55, R19, R28.

* Ph.D. in Urban Planning Geography - University of Tehran, Expert in Planning and pPlanning Department of Tehran Province Management and Planning Organization, Tehran, Iran) responsible author(

فرایند تحلیل شبکه (ANP)، رویکرد نوین در آمایش و برنامه ریزی فضایی کشور؛ تبیین شبکه شهری حاصل از قدرت بر اساس شاخص های ۴ چهارگانه مرکزیت

مریم احمدپور*

نوع مقاله: پژوهشی	تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۲۲	تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۱۴	شماره صفحه: ۷۵-۱۰۴
-------------------	--------------------------	-------------------------	--------------------

چکیده

در تحلیل نظام/شبکه شهری کشور و تبیین الگوی آن، افراد مختلف، الگوهای متفاوتی در قالب دو گروه سلسله مراتبی و شبکه ای ارائه کرده اند؛ در این مقاله، برای تعیین نظام شهری در برنامه آمایش سرزمین، از الگوی تحلیل شبکه بر اساس شاخص هایی چون واگرایی، هم گرایی، هم جویی و هم پیوندی - رویکرد جدید تحلیل نظام شهرهای جهانی - استفاده شده است. شاخص های مذکور، بیان کننده قدرت شهرها بر اساس پیوندهای ارسالی و دریافتی توسط یک شهر هستند. هدف اصلی مقاله، تولید و معرفی شیوه جدید تبیین شبکه شهری کشور، با اتکا به مبانی نظری و متدولوژی تحلیلی شبکه با شاخص های فوق است. در پژوهش حاضر با اتکا به مبانی نظری شاخص های فوق و الگوریتم تحلیلی آن ها، داده های حاصل از پیوندهای هوایی شهرهای مراکز استان و برخی از شهرهایی که در جریانات حمل و نقل هوایی کشور مطرح می باشند، تحلیل شده است. نتایج نشان می دهد که در شبکه شهری ایران، شهرهایی مانند مشهد و شیراز به عنوان شهرهای «واگرا» و به مفهوم تأثیرگذار و کنترل کننده، در کنار تهران قرار دارند و به مدیریت شبکه شهری ایران می پردازند. همچنین «شهرهای هم گرا» یا دارای «پرستیژ» به مفهوم شهرهای مورد توجه توسط سایر شهرها، مانند تهران و مشهد و ... شهرهای هم جوار به مفهوم استفاده کننده از موقعیت نزدیکی سایر شهرها مانند قشم و شیراز و شهرهای هم پیوند به مفهوم شهرهای بهره مند از جریان هوایی بین مبدأ و مقصد می باشد. نکته مهم در این پژوهش که آن را از سایر بررسی های تحلیل شبکه شهری متمایز می کند، علاوه بر استفاده از داده های جریانی، نتایج مبتنی بر حضور بارز برخی از شهرهای کوچک نظیر خرم آباد، گرگان و ... و معرفی این شهرها به ایفای نقش مؤثرتر در جریان قدرت حاصل شده از شهرها در شبکه شهری کشور است که اغلب با توجه به نوع مدل ها و داده های مورد استفاده، تاکنون دیده نشده اند. براساس این پژوهش اثبات شد که تحلیل سازمان فضایی شهری یا سکونتگاهی با استفاده از داده های پیوندی و الگوریتم های تحلیل شبکه برای آمایش سرزمین کشور ضرورت دارد.

واژه های کلیدی: آمایش سرزمین، تحلیل شبکه، شبکه شهری، ایران، شاخص های چهارگانه مرکزیت

طبقه بندی JEL: Q55, R19, R28.

* دکترای جغرافیا برنامه ریزی شهری - دانشگاه تهران، کارشناس گروه آمایش و برنامه ریزی سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان تهران (نویسنده مسئول)

فصلنامه مجلس و اقتصاد، سال اول، شماره اول، پاییز ۱۴۰۲

DOI: 10.22034/MEC.2024.10036

۱- مقدمه

بیان داستان یک شهر بدون درک ارتباطات آن با دیگر شهرها غیرممکن است (Taylor, 2004: 32). مطالعه شبکه شهری در قالب تفکر نظام مند که ارتباط متقابل و کنش متعامل دوجانبه را بین شهرها در یک شبکه ساختاری و عملکردی در قالب جهانی، ملی، منطقه‌ای و محلی بررسی کند، سابقه کمتر از یک قرن و مطالعه شبکه شهری^۱ در قالب شبکه شهری جهانی^۲ به دهه‌های اخیر برمی‌گردد. سرآغاز شکل‌گیری سیستم‌های شهری را می‌توان به تئوری ماتریالیستی روابط مادی و اقتصادی بین شهرها نسبت داد. بر اساس این دیدگاه وقتی تجار و بازرگانان در شهرهای مختلف حضور داشته باشند، روابط و تبادلات اقتصادی بین بنگاه‌های آن‌ها، مجموعه‌ای از روابط بین شهری را ایجاد می‌کند که می‌تواند سرآغازی بر شکل‌گیری سیستم‌های شهری در یک منطقه باشد. از نظر تیلور (۲۰۰۷) همیشه شهرها تمایل به برقراری روابط بازرگانی و تجاری با یکدیگر دارند، از این رو در مقایسه با دیگر سکونتگاه‌ها مشخص و متمایز می‌شوند نه با اندازه‌ای که دارند و ماهیت‌شان به تنوع و پیچیدگی اقتصادهایی خواهد بود که دارند.

گرایش عمومی در تحلیل‌های سیستم‌های شهری به سمت و سوی حاکمیت معدودی شهر بر نظام شهری است که عمدتاً در نوع داده‌های مورد استفاده ریشه دارد. در این نوع تحلیل، ساختار سیستم شهری به عنوان یک موجودیت پویا در نظر گرفته می‌شود و شهرهای بزرگ‌تر به لحاظ اقتصادی، شهرهای کوچک‌تر را تحت کنترل خود دارند. این شهرها که عموماً شهرهای «هسته» را تشکیل می‌دهند تعدادی از شهرها در فضای نیمه پیرامونی و تعداد زیادی از آن‌ها را در فضای پیرامونی، تحت کنترل دارند و اعمال قدرت می‌کنند. در این باره شهرهای جهانی، مصداق خوبی از این موضوع است که عامل اصلی در نتایج این نوع از تحلیل‌ها، وجود جمعیت بزرگ‌تر و فعالیت‌های اقتصادی متمرکز در این گونه شهرها ذکر می‌شود.

با پذیرش این که شهرها در «سیستم» واقع شده‌اند و برخی شهرها به عنوان نتیجه موقعیتی که در این سیستم اشغال کردند، در جایگاه بهتری از دیگران قرار دارند، عامل جریان‌ها نتایج دیگری را آشکار می‌کند و نشان می‌دهد علاوه بر شهرهای قدرتمند، شهرهای دیگری نیز در سیستم شهری وجود دارند که از قدرت برخوردارند. تحلیل‌گران شبکه معتقدند که قدرت شهرها نتیجه الگوهای روابط اجتماعی است که فرصت‌ها و محدودیت‌ها را تولید می‌کند و این الگوها تحت تأثیر جریان‌ها و پیوندها و ارتباطات شکل می‌گیرد که خروجی آن شکل‌گیری انواع شبکه‌ها است. بنابراین با تحلیل جریان‌ها علاوه بر تحلیل فرستنده‌ها و گیرنده‌های جریان، نوع و شدت جریان و بسیاری از مؤلفه‌های دیگر شبکه، با بارگذاری داده‌های مکانی در این بستر امکان تصویر وضعیت شبکه به لحاظ اعمال قدرت مکان‌ها نسبت به یکدیگر و چگونگی بهره‌برداری مکان‌ها از فضای حاصل از شبکه یا مهجور ماندن مکان‌ها در کل شبکه

۱. با توجه به عدم تمایز خاص بین نظام و شبکه شهری در ادبیات مربوطه، در این مقاله این دو عبارت یکسان در نظر گرفته شده است.

2. World City Network

خواهیم بود. بنابراین با فرایند تحلیل شبکه^۱ (ANP) و با استفاده از مدل‌های مختلف طراحی شده در گزند تئوری شبکه مرتبط با علم ریاضیات- کامپیوتر، در بستر تحلیل‌های فضایی با احتساب شهرها به عنوان بنگاه‌های اقتصادی، قادر خواهیم بود تا درجه قدرت اعمال شده هریک از شهرها و موقعیت و نقش‌هایی که انواع مختلف شهرها در درون نظام شهری ایفا می‌کنند را با استفاده از فرمول‌های مرتبط با تحلیل شبکه و محاسبه آن‌ها تخمین بزنیم. برای این منظور قدرت شهرهای کشور را در سایه اندازه‌گیری‌های چهارگانه مرکزیت نقطه‌ای شامل: واگرایی^۳ به مفهوم گرایش‌های بیرونی سیستم، هم‌گرایی^۴، به معنی گرایش‌های داخلی یک شهر از سایر شهرها در سیستم شهری، هم-جواری^۵ معادل مجذور حداقل فاصله یک شهر با سایر شهرها در سیستم شهری و هم‌پیوندی^۶ میزان پیوندهای احتمالی بین یک شهر با سایر شهرها در سیستم شهری^۷ ارزیابی می‌کنیم. این الگو از مدل استفاده شده الدرسون و بکفیلد^۸ اخذ شده است که این دو دانشمند در تعیین قدرت و پرستیژ شهرهای جهانی به منظور تحلیل ساختار نظام شهری جهانی استفاده کرده‌اند. از این‌رو به جای داده‌های ثابت مکان- مبنای، که اغلب در تحلیل‌های سنتی، نظام شهری کشور مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ با استفاده از داده‌های جریانی و پیوندی جهت دار (با تمایز بین فرستنده و گیرنده) و ارزش‌گذاری شده (مقادیرمند) هوایی، در قالب تحلیل شبکه، سیستم فضایی حاصل از قدرت شهرهای کشور تبیین می‌گردد. مجموع داده‌های پیوندی، ماتریسی است که ۳۱ شهر مراکز استان و تعدادی از شهرهای مهم دارای جریان‌های هوایی را در سراسر کشور در قالب سه گروه از داده‌های هوایی شامل تعداد پرواز، تعداد مسافر و میزان بار به هم مرتبط می‌کند که با انجام تحلیل‌های آماری اولیه با نرم افزارهای اکسل، اس‌پی‌اس‌اس^۹ ضمن تعیین ضریب شهرها و سایر محاسبات، چهار شاخص مرکزیت، برای تعیین میزان قدرت شهرها برای هر شهر با نرم افزار یو-سی‌نت^{۱۰} محاسبه و شبکه شهری حاصل از شاخص‌های مختلف قدرت تحلیل می‌شود.

۱. شبکه، مجموعه‌ای از نودها (گره، نقاط) و روابط بین آن‌هاست که تأمین‌کننده یک یا چندین هدف است و تشکیل یک گراف را می‌دهد. این گراف یا شبکه با مجموعه‌ای از الگوریتم‌ها، مدل‌ها و ... قابل تحلیل است و با عنوان تحلیل شبکه یا ANP شناخته می‌شود. این شکل از تحلیل با توجه به تکنولوژی‌های پیشرفته ثبت و حفظ داده، قادر به تحلیل جریان داده‌ها، اطلاعات و نودها و انواع تقاطع جریان‌ها و اشکال مختلف گراف و ... برحسب تعاریف و الگوریتم‌های طراحی شده بر بستر نرم‌افزار است. ماهیت برخورداری از حجم زیاد داده سبب شده است تا فرایند تحلیل شبکه قادر به تحلیل سیستم‌های بسیار پیچیده با متغیرها و عوامل تأثیرگذار متعدد باشد. لذا این تکنولوژی قادر به تحلیل سیستم‌های دارای تعدد مؤلفه‌ها، عوامل اثرگذار زیاد با پیوندهای متنوع در جهات متفاوت و اثرات آن‌ها به مانند سیستم‌های پیچیده‌ای چون شهرها، شبکه شهری و شبکه‌های اجتماعی و ... است.

2. Analysis Network Process

3. Outdegree

4. Indegree

5. Closeness

6. Betweenness

۷. عبارات معادل فارسی چهار اصطلاح موردنظر این مقاله، برای اولین بار در مقاله تأثیر فرایند جهانی شدن بر ساختار شبکه شهری جهان، نوشته رفیعان و فرجام به‌کار رفته است که عیناً از همان عبارات در این مقاله استفاده شد.

8. Alderson, Arthur S. & Jason Beckfield

9. Excel, Spss

10. Ucinet

در توضیح خروجی این پژوهش برای نظام برنامه‌ریزی، ضروری است اشاره شود: آمایش سرزمین^۱ (معادل برنامه‌ریزی فضایی یا مدیریت سرزمین) به مفهوم تنظیم روابط متقابل است که سازمان و ساختار فضایی و خروجی‌های آن را در سطوح مختلف جغرافیا با جریان‌های ملی و بین‌المللی همراستا و هماهنگ می‌سازد. سازمان و ساختار فضایی حاصل چگونگی توزیع، پیوندها و جریان‌های کلیه عناصر فضایی اعم از سکونت‌گاه‌های شهری و روستایی، پهنه‌بندی‌های مهم مانند کشاورزی، مرتعی، ... صنعتی، خدماتی، تکنولوژیکی و حتی اطلاعاتی است. بنابراین خروجی مهم آمایش سرزمین بازتوزیع نقش‌ها، روابط و پیوندهای عناصر مختلف فضایی با دخالت در ساختارهای فضایی در راستای چشم‌انداز و شرایط بین‌المللی است. از این‌رو شبکه شهری و چگونگی تعیین آن در تحلیل فضایی، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عناصر سازمان فضایی، از بخش‌های اساسی آمایش است که بازتنظیم روابط آن در استفاده از فرصت‌های ایجاد شبکه شهری (به‌عنوان فضای اقتصادی ارائه‌کننده خدمات ارزش‌آفرین، به‌ویژه نوآوری‌ها و ...)، بسیار مورد توجه آمایش سرزمین است.

۲- ادبیات تحقیق

۲-۱- مبانی نظری تحقیق

تحلیل شبکه شهری کشور با شاخص‌های تحلیل قدرت (برگرفته از شاخص‌های تحلیل شبکه شهری جهانی) در حوزه ارتباطات هوایی، علاوه بر ارائه الگوی سازمان فضایی سکونت‌گاهی مبتنی بر قدرت، شهرهایی را برای برنامه‌ریزی به منظور حضور در سطح ملی، منطقه‌ای و جهانی شناسایی و معرفی می‌کند، تا با ایجاد زیرساخت‌های لازم، امکان حضور بیشتر آن‌ها را در عرصه‌های مختلف اقتصادی فراهم سازد. جریان‌های هوایی نشان از نقش و جایگاه آشکار شهرها در شبکه شهری و نظام فضایی حاصل و به صورت پنهان، حاکی از نقش شهرها در اقتصاد است. از این‌رو، هدف اصلی تحقیق شناخت الگوی شبکه شهری مبتنی بر پیوند و ارتباطات هوایی بین شهرهای کشور و شناسایی شهرهای مستعد به منظور برنامه‌ریزی به منظور ورود فعال‌تر به نظام/شبکه شهری ملی، منطقه‌ای و جهانی در بازتنظیم فضا یا آمایش سرزمین است.

شایان ذکر است که مطالعات سنتی سیستم‌های شهری، بیشتر بر مؤلفه‌هایی چون میزان جمعیت، موقعیت جغرافیایی، فاصله، کیفیت توسعه فیزیکی، فعالیت‌های پایه‌ای اقتصادی و مواردی از این دست را مورد تأکید قرار می‌دهند. این شکل از تحلیل در جوامع بدون ارتباط و بسته می‌تواند پاسخ‌دهنده به موضوع شبکه شهری بدهد. اما دوره متقدم مطالعات سیستم شهری که عموماً از دهه ۱۹۸۰ به این طرف را شامل می‌شود؛ اشاره به شهرهای جهانی، جهان‌شهرها و جهانی‌شدن و تأثیرات آن بر شهرها، به‌ویژه سیستم‌های شهری منطقه‌ای، ملی و جهانی در قالب دوگفتمان سلسله‌مراتبی و ساختار شبکه‌ای دارد. از دهه مذکور با توجه به تحولات به وقع پیوسته در فناوری‌های

ارتباطاتی و به تبع آن اقتصاد جهانی، مطالعات شهری و منطقه‌ای با توجه با ابعاد اجتماعی، اقتصادی و سیاسی آن بررسی می‌شود (داداش‌پور و همکاران، ۱۳۹۸) زیرا متغیرهای مختلفی متضمن تحولات و تغییرات مناطق در سطوح مختلف هستند؛ از سوی دیگر به واسطه تأثیرات یکپارچه‌ساز جهانی شدن، به لحاظ جغرافیایی، مکان نه تنها جایگاه هستی‌شناسانه خود را از دست می‌دهد، بلکه منطق و معنای آن در متنی جدید، یعنی در «فضای جریان‌ها» جذب می‌شود. هر یک از شهرها به فراخور درجه، نوع، ترکیب و کیفیت روابط با سایر شهرها، در فضای جریان‌ها جایگاه و شخصیتی مشخص خواهند داشت؛ به عبارتی، موقعیت هر یک از شهرها در سلسله مراتب شبکه شهری، کارکرد آنها و ساختار کل شبکه، متأثر از آرایش فضایی شهرها در فضای جریان‌ها خواهد بود (آفاق‌پور، ۱۳۹۱: ۳).

از مهم‌ترین اندیشمندان باورمند به نظریات سلسله‌مراتبی شهرهای جهانی و تشکیل شبکه شهری جهانی سلسله‌مراتبی، می‌توان فریدمن با نظریه «شهرجهانی» یا «وردسیتی» (۱۹۸۶ و ۱۹۹۵) و ساسن با فرضیه «جهان‌شهر» یا «گلوبال سیتی» (۱۹۹۱) و دیدگاه شبکه‌ای کاستلز و «ظهور جامعه شبکه‌ای» او را نام برد.

ساسن، جهانی‌شدن را فرایندی می‌داند که طی آن، وابستگی متقابل جهانی و شکل‌گیری نهادهای جهانی افزایش می‌یابد و طی آن فشارهای رقابتی میان نهادهای، شهرها، منطقه‌ها و کشورها نیز رو به فزونی خواهد بود. او شهرجهانی را مرکز پیوند اقتصادهای ملی و منطقه‌ای با اقتصاد جهانی و محیطی برای نوآوری در فعالیت‌های مبتنی بر اقتصاد پیشرفته خدماتی و صنعتی می‌داند.

تئوری شهر جهانی فریدمن (۱۹۸۶)، شهرجهانی را بر اساس داشتن سه شاخص: فعالیت ادارات مرکزی شرکت‌ها، مراکز مالی و نیز شهرهای مفصلی یا پیوندی^۱ (که اقتصاد ملی یا منطقه‌ای را به اقتصاد جهانی پیوند می‌دهد) معرفی می‌کند (Friedman, 1986: 72).

برخلاف حوزه نظام شهری جهانی مبتنی بر سلسله‌مراتب، در حوزه نظریه‌های شبکه‌ای شهرهای جهانی، مانوئل کاستلز^۲ مهم‌ترین فرد است. وی در اثر خود تحت عنوان «ظهور جامعه شبکه‌ای»^۳ (۱۹۹۶) به معرفی منطق فضای جریان‌ها به عنوان منطق فضایی مسلط بر «جامعه اطلاعاتی شبکه‌ای شده»^۴ جدید می‌پردازد. به عقیده کاستلز (۱۹۹۶)، شهرها به مثابه فرایندهایی هستند که در شبکه‌ای از جریان‌های جهانی جای گرفته‌اند. به واسطه عملکرد شبکه، برخی شهرها تبدیل به گره‌هایی می‌شوند که کارکردهای راهبردی مهم در آن‌ها واقع شده‌اند (شهرهای جهانی) و برخی به قطب‌هایی با کارکردهای تبادلاتی و مدیریتی تبدیل می‌شوند. از نظر کاستلز، سلسله‌مراتب بین شهرها وجود دارد اما این سلسله‌مراتب ثابت نیست و در معرض رقابت بین شهری می‌باشد.

-
1. Articulator Cities
 2. Manuel Castells
 3. The Rise of the Network Society
 4. New Networked, Information Society

تیلور (۲۰۰۴) از دیگر نظریه پردازان شبکه شهر جهانی با عنوان «شبکه بهم پیوسته شهر جهانی»^۱ است. شبکه تیلور، نوعی از درهم تنیدگی شبکه هاست که در آن، شهرها به صورت گره ها و شرکت های خدماتی جهانی، نقش آفرینان زیرمجموعه گره ها (زیرگره)^۲ محسوب می شوند. بنابراین شهرهای جهانی به واسطه شبکه های اداری شرکت های خدمات تولیدی پیشرفته، به هم متصل می شوند.

از مطالعات اخیر تحلیل نظام شهرهای جهانی کار آرتور آلدرسون و جیسون بکفیلد (۲۰۰۴) است که جایگاه شهرها و ساکنان آن ها را به موقعیت شهر در جریان های بین المللی سرمایه گذاری و تجارت گره خورده و مرتبط می داند. آلدرسون و بکفیلد به منظور تحلیل «نظام شهر جهانی» با استفاده از داده های ۵۰۰ شرکت از بزرگ ترین شرکت های چندملیتی و به کارگیری دو نوع تکنیک گسترده در قالب تحلیل جریان ها، قدرت^۳ و موقعیت ۳۶۹۲ شهر را محاسبه و وضعیت هر کدام از شهرها را در نظام سلسله مراتب شهر جهانی، تعیین و با کار دیگران از جمله فریدمن و ساسن مقایسه کرده اند. در ضمن بکفیلد و آلدرسون مجدداً این مدل را برای سال های ۱۹۸۱ تا ۲۰۰۷ شهرهای جهان تکرار و نتایج آن را منتشر کرده اند (Alderson et al., 2010).

بر اساس جدیدترین نظریه های سیستمی - شبکه ای، فضای انباشت و جریان ها شکل دهنده نظام شهری در تمام سطوح اعم از ملی و جهانی است. فضای جریان ها در چارچوب پیوندهای بی شمار اقتصاد جهانی، روابط و اتصالاتی که در طول فضا و به موازات اقتصاد اطلاعاتی بنا شده است، نمود یافته و شکل گرفته است. از نظر تیلور، فضای جریان شامل دو سطح عمده است: نخست سطح زیرساختی و دوم سطح سازمانی. سطح اول «جهانی کابلی شده» است که تجهیزات سخت افزاری را به تجهیزات نرم افزاری پیوند داده است که این امر ارسال الکترونیکی اطلاعات را به سراسر جهان ممکن می سازد. سطح دوم عبارت است از الگوهای اجتماعی پیوندهای میان مردم و نهادهایی که عملکرد جامعه شبکه ای را میسر می سازد.

در سطح اول یا جهان کابلی شده، گره های شبکه، ساختارهای مکانی هستند که در شهرها و در درجه نخست عمدتاً در کلان شهرها تبلور می یابند. اگر چنانچه یک گره در ساختار سلسله مراتبی شبکه از اهمیت بیشتری برخوردار شود، واحد مکانی گره یعنی شهرها دارای مقیاس عملکردی جهانی خواهند بود و به نام جهان شهر در ساختار سلسله مراتب جامعه شبکه ای حضور خواهند یافت (Taylor et al., 2002: 24).

بدین ترتیب روشن است چنانچه شهرها بخواهند در مقیاس فراملی واجد حوزه عملکردی باشند لزوماً باید به فضای جریان ها پیوسته تا در آن فضا بتوانند به ارتقای نقش خود، صورت تحقق بخشند. بی تردید کلان شهرها به طور بالقوه دارای ظرفیت های به مراتب بیشتری نسبت به شهرهای کوچک تر از خود برای ورود به فضای جریان ها و نقش - پذیری جهانی هستند؛ هرچند این بدان معنی نیست که تنها کلان شهرها در پرتو جهانی شدن قادرند شهر جهانی باشند و نقش های فراملی ایفا کنند.

1. Interlocked World City Network
2. Sub-Nodal Actors
3. Power

همچنان که بیان شد موقعیت هریک از شهرها در سلسله مراتب شبکه شهری، متأثر از آرایش فضایی شهرها در فضای جریان‌ها است. جریان افراد براساس ترافیک هوایی، یکی از شاخص‌های مهم و متداول برای شناسایی حوزه‌های مؤثر عملکردی-جغرافیایی-فراملی مناطق شهری، کلان‌شهری و جهان‌شهری، در فضای جریان‌ها است که امروزه با گسترش صنعت توریسم، خود را بیشتر نمایان کرده‌است. از نظر ویتلوکس و وریکن^۱، ترافیک هوایی به دلیل توانایی پاسخگویی به نسبت سریع از لحاظ عرضه و تقاضا، شاخص مناسبی برای ارزیابی ویژگی جهانی بودن شهرها و همچنین وضعیت و موقعیت شهرها در شبکه شهری کشور و ارائه‌نمایی از نظام شهری کشور است.

اگرچه به تعبیر بیورستوک^۲ (۲۰۰۰)، به سختی می‌توان تمایزی بین ترافیک مسافری و تجاری در این نوع پیوندهای فراملی قایل شد اما بخشی از واقعیت‌های اصلی در پیوندهای داخلی و خارجی بین مناطق مبدأ و مقصد تلقی می‌شود. کیلینگ^۳ (۱۹۹۵) بحث می‌کند که نقش حمل‌ونقل در سیستم شهری جهانی کلیدی است و معتقد است، پیوندهای بین شهری از طریق سفرهای هوایی می‌تواند یکی از شاخص‌های کلیدی در سنجش کارکردهای فراملی مناطق کلان‌شهری تلقی شود و پنج دلیل عمده را برای این کار ذکر می‌کند:

(۱) جریان‌های خطوط هوایی جهانی، یکی از محدود شاخص‌های قابل دسترس تعیین جریان‌های فراملی هم‌پیوندی شهری است.

(۲) شبکه‌های هوایی و زیرساخت‌های مرتبط به آن، محسوس‌ترین تجلیات تعامل شهر جهانی است.

(۳) به رغم انقلاب در ارتباطات راه دور جهانی، هنوز تقاضای زیادی برای روابط چهره به چهره وجود دارد.

(۴) حمل‌ونقل هوایی، شیوه ترجیحی حرکت بین شهری برای طبقه سرمایه‌داران، مهاجران، گردشگران فراملی و کالاهای با ارزش بالا و کم حجم است.

(۵) پیوندهای هوایی یکی از آرمان‌های یک شهر با موقعیت شهر جهانی است.

کاتان^۴ (۱۹۹۵) با مطالعه شهرهای اروپای غربی معتقد است که ترافیک هوایی یک شاخص کاملاً مرتبط برای ارزش‌یابی ماهیت خصلت فراملی و بین‌المللی کلان‌شهرها و شهرها را فراهم می‌آورد. او نشان می‌دهد که تغییر در جذابیت بین‌المللی شهرهای اروپایی (از نظر ترافیک) با عوامل مختلفی نظیر پایداری نسبی هر شهر در سیستم سرزمینی ملی آن، توضیح داده می‌شود. سیمون^۵ نیز ترافیک هوایی را به عنوان یک معیار در ماندگاری یک شهر در سیستم جهانی تلقی می‌کند. او معتقد است که گسترش روزافزون پروازهای مسافری، رشد مداوم توریسم و تجارت بین‌المللی را بازتاب می‌دهد.

شورت و کیم^۶ (۱۹۹۹) جریان‌های هوایی بین‌المللی را برای بهره‌مندی از داده‌های پروازی بین شهری پیشنهاد می‌کنند. با بررسی داده‌های خطوط هوایی و به‌ویژه تعداد پروازهای روزانه، گستره پیوندهای حمل‌ونقل یا قابلیت دسترسی نسبی به یک مکان ویژه، ارزیابی می‌شود. با این حال، به باور بیورستوک و دیگران، یک مشکل اساسی با چنین داده‌ها

1. Witlox & Vereecken

2. Beaverstock

3. Keeling

4. Cattani, N.

5. Simon

6. Short, J. R. and Kim, Y. H.

این است که آن‌ها الگوهای کلی جریان‌ها را بدون تمایز قایل شدن به جریان‌های مشخص در درون آن الگوها مورد سنجش قرار می‌دهند. در سنجش ترافیک هوایی، دو متغیر اصلی پیوندهای شهرهای کشور در شبکه هوایی ملی و بین‌المللی نظیر تعداد کل مسافران ورودی، مبادی ورود و مقاصد هوایی، حجم مسافران برای تعیین نقش فراملی کلان-شهرها و شهرها اهمیت دارد. با اتخاذ این متدولوژی و مورد توجه قراردادن الگوهای سفرکلان‌شهرها، یک نشانه کلی از روندهای فراملی شدن و جهانی شدن مناطق کلان‌شهری به دست می‌آید (Niamh, et al., 2004).

گفتنی است بر اساس تعاریف موجود در ادبیات مربوط به شبکه از انواع شبکه‌های رندمی، سامان یافته و ...، شبکه شهری، نوعی شبکه فاقد معیار (آزاد) است که از ویژگی‌های آن ارتباطات ترجیحی است، بدین معنی که گره‌های جدید، خواهان ارتباط با گره‌هایی هستند که هم‌اکنون ارتباط زیادی با یکدیگر دارند. در این نوع شبکه، قانون قدرت و توزیع قدرت، حاکم خواهد بود. در برخی از مدل‌های آن، گره‌های فراوان وجود دارند که همگی ارتباط یکسانی با یکدیگر دارند. از سوی دیگر در برخی از آن‌ها گره‌های فراوان وجود دارند اما از نظر سطح ارتباط با یکدیگر یکسان نیستند (قاسمی، ۱۳۸۷: ۱۰۰). از این‌رو استفاده از داده‌های سفرهای هوایی در شاخص‌های مختلف، امکان تحلیل قدرت شهرها و تحلیل شبکه شهری مبتنی بر آن میسر می‌گردد. در این مقاله نیز بر اساس ادبیات نظری شبکه و الگوریتم‌های آن، با استفاده از جریان مسافر، تعداد پرواز و میزان بار حمل شده (داده‌های ترافیک هوایی سال ۱۳۹۵) شاخص‌های واگرایی، هم‌گرایی، هم‌جواری و هم‌پیوندی محاسبه و وضعیت شهرها برحسب هریک از شاخص‌ها تعیین و نظام شهری حاصل از پیوندهای هوایی در سطح کشور تحلیل می‌گردد.

۲-۲- پیشینه تحقیق

۲-۲-۱- مطالعات خارجی

چن و همکاران^۱ (۲۰۲۴) به بررسی الگوهای شبکه جهانی جاده‌های شهری در ۱۴۴ شهر جهان، از نگاه پارایم‌های برنامه‌ریزی چندمقیاسی با رویکرد یادگیری عمیق پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه که با استفاده از الگوریتم‌های تحلیل شبکه انجام شده است؛ ارائه نمایه‌های الگوی چندمقیاسی و بافت‌های شهری در چهار حالت از توزیع فضایی الگوهای جریانی مبتنی بر جاده‌های بین‌شهری بین‌المللی است. همچنین، یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد، شبکه‌های جاده‌ای شهری بر حسب اصول برنامه‌ریزی حاکم بر قاره‌ها، دارای الگوهای متنوعی هستند، به طوری که با سرانه تولید ناخالص داخلی همبستگی مثبت و با آلودگی، همبستگی منفی دارد و به این نتیجه رسیده‌اند که هنوز فاقد بینش جهانی در مورد این الگوها هستیم. در ضمن این مطالعه جهانی به دنبال دیدگاه جدیدی برای درک بافت شهرها در ارتباط با تأثیرات خارجی الگوهای مختلف جاده‌ای است تا راه حل علمی و پایدار برای توسعه شهری و شبکه حاصل از آن ارائه کند.

1. Chen et.al.

کاستانتینو و همکاران^۱ (۲۰۲۴) به بررسی پیوند شهرهای باستانی با استفاده از تحلیل شبکه‌ای سیستم حمل و نقل رومی پرداخته‌اند. این مطالعه با بررسی ۱۵۶ گره و ۵۷۰ لبه از پارامترهای شبکه و با استفاده از تکنیک‌های پیشرفته تحلیل شبکه، به پویایی ساختاری شبکه حمل و نقل امپراتوری روم و به کلیدی بودن هاب‌ها و مسیرهای حرکت و نقش آن در توسعه امپراطوری رم پرداخته است. پژوهش که در چارچوب پروژه Meta Mobility، تحت برنامه انسجام اجتماعی اروپا، انجام شده به این نتیجه رسیده است که الگوریتم‌های تشخیص جامعه، ما را قادر می‌سازد تا تعاملات تاریخی را درک و خوشه‌های منطقه‌ای را شناسایی کنیم. از دیگر یافته‌های مهم پژوهش که ناشی از ماهیت فاقد مقیاس بودن شبکه است، رسیدن به انعطاف‌پذیری در برابر شکست‌های تصادفی و آسیب‌پذیری در برابر حملات هدفمند است. همچنین در پژوهش به کاربرد تحلیل شبکه در سایر موضوع علوم انسانی اشاره شده است.

اسپاک و رزمر^۲ (۲۰۲۴) موضوع جدیدی از نوع قدرت شهرها و حکمرانی شهرهای جهانی و داشتن کرس شهری در سازمان ملل برای جایگاه شهرها به عنوان یک واقعیت جدید مطرح کردند. این مقاله استدلال می‌کند که نفوذ روزافزون شهرها در سطح ملی و در سیاست بین‌المللی، چشمگیر است و این واقعیت جدید منجر به تغییر پارادایم در سیاست جهانی و حقوق بین‌الملل می‌شود. بنابراین شهرها خواستار به رسمیت شناختن موقعیت خود هستند. هدف این مقاله، بررسی نهادهای موجود است که به طور رسمی شهرها را در فرایندهای تصمیم‌گیری در ساختار برخی از سازمان‌های بین‌دولتی نمایندگی می‌کنند. با توجه به اینکه نهادهای بزرگ بین‌المللی در شهرها مستقر هستند، نویسندگان پس از طرح مختصری از ارگان‌ها و مؤسسات بین‌المللی موجود که نماینده شهرها و منافع آن‌ها هستند، خواستار ایجاد ارگان جدیدی هستند که نقش رو به رشد شهرها را بهتر تطبیق دهد و امکان تحقق آرمان سازمان ملل متحد و شهرهای جهان را فراهم کند. در این مقاله بر اهمیت بازیگران غیردولتی از جمله شهرها در روابط بین‌الملل تأکید شده است که به خوبی با مفهوم حکمرانی چندسطحی جهانی که به توزیع قدرت بین دولت‌ها، سازمان‌های شبه‌دولتی و بازیگران غیردولتی اشاره دارد، منطبق است.

پومین^۳ (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای از شبکه‌های شهرها تا سیستم‌های شهری در مورد تغییر نظریه‌های شهری از دیدگاه ایستا و ساختاری به شبکه‌ها توضیح می‌دهد. از نظر پومین شهرها در یک قلمروی به سمت مفهوم‌سازی سیستمی و تحلیل پویای وابستگی‌های متقابل و تکامل همزمان در سیستم‌های پیچیده، مفاهیم عمده و موضوعات روش‌شناختی که در فرایند تئوری‌سازی مورد استفاده قرار گرفته‌اند، بررسی می‌شوند. از این رو سیستم‌های شهری، نوعی انطباق با تغییرات ایجادشده توسط جوامع انسانی، یک اختراع است که عموماً فنی تلقی نمی‌شود و نتیجه فرایندهای تاریخی است. خانم پومین سه مرحله عمده را در تاریخ علم شهرها شناسایی می‌کند: گام اول در مطالعات اروپا و ایالات متحده به نقش شبکه‌های ارتباطی اشاره شده مدل‌های استاتیک مثل نظریه مکان مرکزی و توزیع رتبه-اندازه شهرها مربوط به

1. Constantinou et.al.
2. Szpak & Rezmer
3. Pumain

این گام است. در مرحله دوم، پویایی شبکه‌های شهری از تحلیل‌های آماری و مقطعی استنباط می‌شود. مقایسه ویژگی‌های تعداد زیادی شهر در مقاطع زمانی مختلف، منجر به ساخت نظریه تکاملی سیستم‌های شهرها و ارتباط بین شهری و اشاعه فضایی نوآوری است. در مرحله سوم، دردسترس بودن و رشد داده‌های شهری، به ویژه در مورد تعاملات شهری و افزایش قدرت محاسبات الگوریتم‌ها، می‌توانند این نظریه تکاملی سیستم‌های شهرها را کامل توضیح دهند.

هو ژینگ شوان^۱ (۲۰۲۱) به بررسی چشم‌انداز تحقیقات در حوزه تحلیل شبکه شهری و شبکه فضای شهری چند مقیاسی پرداخته است. از منظر روش مطالعه، محققان شبکه فضایی بسیار انتزاعی و اندازه‌گیری ویژگی‌های اساسی شبکه را برای مطالعات در مقیاس بزرگ ترجیح می‌دهند و در مقابل، مدل فضایی خوب، معمولاً در مقیاس مناسب برای آشکار-سازی نقش برخی گره‌ها در کل شبکه استفاده می‌شود. پژوهش بر این موضوع تأکید دارد که انواع مختلف جریان‌ها و دینامیک آن‌ها برای تفسیر برخی پدیده‌های فضایی در مقیاس‌های بزرگ‌تر و تعامل بین جریان و شبکه فضایی موضوع اصلی در مقیاس ریز است. علاوه بر این، این مقاله سعی دارد با بررسی روش‌ها و محتویات تحلیلی احتمالی، فرصت‌های تحقیقات شهری چندمقیاسی آینده را نشان دهد و چشم‌انداز و مرجع جدیدی را برای مطالعات شهری ارائه دهد.

درودر^۲ (۲۰۲۱) با طرح پتانسیل، معضلات و مشکلات تحلیل شبکه سیستم‌های شهری، به‌طور انتقادی ادبیات سیستم‌های شهری را با اتخاذ مفاهیم گراف-نظری از «تحلیل شبکه» مرور می‌کند و متذکر می‌شود که یک رویکرد تحلیلی شبکه‌ای، امکان تعیین و اندازه‌گیری نحوه تعامل شهرها، اهمیت و نقش شهرها در این تعاملات و برخی از ویژگی‌های کلیدی سیستم شهری را فراهم می‌کند. در طول مقاله، تمرکز بر تحقیقات «شبکه شهر جهانی» است. پس از بررسی اجمالی چگونگی ورود تحلیل شبکه به این ادبیات و متعاقباً تبدیل به یک دستور کار تحقیقاتی پرجنب‌وجوش، این مقاله استفاده از تحلیل شبکه را با مقایسه دو رویکرد مختلف شبکه روشن می‌کند. سپس برای بحث در مورد پتانسیل و معضلات/مشکلات مرتبط با استفاده از تحلیل شبکه، به ترتیب از این دو رویکرد، استفاده می‌شود. درودر این‌طور نتیجه‌گیری می‌کند که ترکیبی از انتزاع دقیق و فرصت‌های روش‌شناختی ارائه‌شده توسط تحلیل شبکه، ابزار روش‌شناختی قدرتمندی را به جغرافی‌دانان ارائه می‌دهد. در عین حال، یک ارزیابی دائمی از واقعیت در مقابل پتانسیل ادعایی تحلیل شبکه مورد نیاز است.

اخوان^۳ و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی تحلیل شبکه شهری اروپایی با اتصال شبکه جهانی لجستیک پرداخته‌اند. در چارچوب نظری، پژوهش به سمت دو هدف هدایت می‌شود: توسعه و تجزیه و تحلیل یک مدل شبکه به هم پیوسته از شرکت‌های لجستیک پیشرفته در اروپا که دارای فعالیت‌های با ارزش افزوده بالا هستند و انتخاب عوامل امتیازآور این مراکز لجستیک جهانی در هر شهر. برای پرداختن به این اهداف، پژوهش با استفاده از روش شبکه درهم‌تنیده تیلور برای شناسایی شبکه و از تحلیل اقتصادسنجی برای کشف فعالیت شهر میزبان استفاده کرده است. مطالعه که بر اروپا (UE به علاوه شنگن) متمرکز است، بر اساس اکتشاف الگوهای مکانی ۲۷ شرکت جهانی است که ۷۲۲ دفتر را در اروپا

1. Hou Jingxuan, et.al.

2. Derudder

3. Akhavan

اداره می‌کنند. در این مطالعه، توجه خاصی به الگوهای مکان صنعت حمل‌ونقل و لجستیک با تمرکز بر شهرها دارد و به‌طور خاص، به این موضوع می‌پردازد که آیا شرکت‌های لجستیک پیشرفته از جریان‌های ترافیکی پیروی می‌کنند یا اینکه عمدتاً جذب بافت‌های شهری دانش‌محور می‌شوند.

رادها و کلکارنی^۱ (۲۰۱۷) برای راه‌حل‌های پایدار، به بررسی شبکه‌های اجتماعی در شبکه شهری جهان پرداختند. ضمن اینکه یادآور شدند تحلیل شبکه با توجه به موضوع می‌تواند متفاوت باشد، اقدامات مختلفی چون یافتن گره‌های بحرانی در شبکه، ارزیابی و مقایسه مرکزیت گراف به‌دست‌آمده و شیوه‌های تحلیل و ارزیابی آن‌ها را معرفی کردند. در ضمن شناسایی شهرهای دارای و مرتبط با شرکت‌های خدماتی، شهرهای مرتبط با شرکت‌هایی که به شهرهای بزرگ‌تر دیگر متصل هستند، نزدیک‌ترین شرکت به سایر شهرها و ... جزئیاتی است که می‌توان از تحلیل شبکه‌های اجتماعی شهرهای جهان در این مقاله به‌دست آورد.

مینایی^۲ (۲۰۰۶) در بررسی سلسله‌مراتب جهانی با مقایسه موردی لندن و توکیو با تهران، بر اساس زیرساخت‌های ارتباطات هوایی سه منطقه جغرافیایی مشخص با حداکثر زیرساخت‌ها و توان حمل‌ونقل هوایی شامل قاره آمریکای شمالی (آمریکا و کانادا)، با برتری هوایی شهر نیویورک، قاره اروپا با برتری هوایی لندن و شرق آسیا با برتری هوایی توکیو و در سطح جهانی با برتری لندن شناسایی کرد. بررسی‌ها حاکی از نظام شهرهای جهانی و شبکه شهری سلسله‌مراتبی از شهرها با درجات مختلف جهانی شدن است. همچنین پژوهش اشاره دارد ایرلاین‌های ایرانی در منطقه خاورمیانه، جزء خطوط قوی و پرتوان هستند.

پیشینه تحلیل سیستم‌های شهری نشان می‌دهد که از ۱۹۳۰ تا ۱۹۶۰ شبکه، نظام و سیستم شهری با نظریه مکان-مرکزی استرالر و سلسله‌مراتب شهری اندازه-مبنا انجام می‌شد. از این دهه با توجه به وقوف بر جریان‌ها و شکل‌گیری شهرهای جهانی، نظام شهری با توجه به جریان‌های بازرگانی و اقتصادی تحلیل می‌شود. نقطه عطف تحلیل مبتنی بر جریان‌ها و سلسله‌مراتب شهری شبکه-مبنا و تکوین پارادایم شبکه‌ای، با ورود به عصر داده و ارتباطات از دهه ۹۰ است؛ دهه‌ای که قدرت در این دو مورد تجلی پیدا می‌کند و با کار کاستلز، ساسن و فریدمن به اوج خود می‌رسد، سپس با مطالعات تیلور، آلدرسون، بکفیلد و دیگران ... ادامه می‌یابد.

۲-۲-۲- مطالعات داخلی

زیاری و همکاران (۱۴۰۰) به بررسی موضوع تحلیل شبکه شهری کشور با استفاده از پارامترهای شبکه-مبنا به‌جای اندازه-مبنا پرداخته‌اند. برای تحلیل شبکه شهری حاصل از قدرت، با محاسبه شاخص‌های مرکزیت شامل واگرایی، هم‌گرایی، هم‌جواری و ... که از شاخص‌های تحلیل قدرت و موقعیت شهرهای جهانی و تعیین شبکه شهری جهانی است، شبکه شهری کشور را تحلیل کرده‌اند. همچنین بیان شده است که شاخص‌های مذکور، بیان‌کننده قدرت شهرها

1. Radha & Kolkarni
2. Minaei

بر اساس پیوندهای ارسالی و دریافتی توسط یک شهر هستند و گره‌ها، جریان‌ها و شدت و ضعف و جهت جریان، از نکات مهم تحلیلی در این مدل محسوب می‌شود.

مشفقی و همکاران (۱۳۹۸) با استفاده از تحلیل ریخت‌شناسی شبکه شهری با رویکرد تعادل بخشی به فضا در استان هرمزگان، تعادل بخشی به ساختار فضایی و تعیین شبکه شهری آینده، از مأموریت بنیادین آمایش سرزمین، را بررسی کرده‌اند و شبکه شهری استان را در انطباق دو بعد فرم و کارکرد سنجیده‌اند. نتایج پژوهش نشان‌دهنده این است که ریخت‌شناسی شبکه شهری استان هرمزگان از چهار الگوی یعنی الگوی تک مرکزی، الگوی چندمرکزی، الگوی خطی و الگوی جزیره‌ای تبعیت می‌کند که موقعیت استقرار این الگوها در استان، بیانگر رابطه بین موقعیت استقرار و ریخت‌شناسی شبکه است. براین پژوهش نشان داد که منطبق نبودن فرم و کارکرد، موجب ارتباط و تعامل ضعیف حوزه‌های هم‌پیوند شهری شده‌است. این ناهمخوانی، تحقق بهره‌مندی شبکه شهری از فرصت‌های هم‌جواری را کاهش می‌دهد و کارایی شبکه ضعیف می‌شود.

احمدپور (۱۳۹۷) برای بررسی الگوی شبکه شهری کشور در فرایند جهانی‌شدن؛ مطالعه متروپل‌ها و مراکز استان‌ها، از تکنیک‌های تحلیل شبکه در تبیین شبکه شهری کشور استفاده کرده است. همچنین، پیوندهای ارسالی و دریافتی شهرهای کشور، مبنای تحلیل بود و با استفاده از چهار مدل واگرایی، هم‌گرایی، هم‌جواری و هم‌پیوندی، وضعیت شهرها تحلیل شد. در ضمن، علاوه بر استفاده از داده‌های متعدد در تحلیل شبکه، تعیین پوزیشن شهرها بر مبنای جریان‌ها و شبکه شهری، منتج از آن با استفاده از الگوریتم REGE، تصویر و تحلیل شده است.

مشفقی و رفیعیان (۱۳۹۴) به سنجش شاخص چندمرکزی شبکه شهری استان مازندران پرداخته‌اند. برای این منظور، با در نظر داشتن هم‌زمان دو بعد کارکردی و مورفولوژیکی شبکه، پتانسیل و ظرفیت دستیابی به یک ساختار متعادل چندمرکزی را در سیستم شهری بررسی کردند. در این شاخص با در نظر گرفتن شدت روابط میان شهرهای یک منطقه و فاصله میان شهرها، پتانسیل شکل‌گیری نظام چندمرکزی و با محاسبه اندازه این شاخص در یک سری زمانی، گرایش نظام فضایی - عملکردی منطقه در طیفی از ساختارهای تک مرکزی تا چندمرکزی محاسبه و برآورد شده است.

رفیعیان و فرجام (۱۳۹۰) تأثیر فرایند جهانی‌شدن بر ساختار شبکه شهری جهان را بررسی کرده‌اند که به لحاظ طرح ادبیات حوزه مرکزیت و قدرت شهرها و استفاده از شاخص‌های چهارگانه مرکزیت در تحلیل شبکه، اهمیت دارد. نتایج تحقیق حاکی از آن است که شاخص‌های مختلف تحلیل شبکه و شبکه شهرهای جهانی به خوبی معرف وضعیت شبکه شهری ملی و جایگاه شهرها در نظام شهری است.

آفاق‌پور (۱۳۹۰) به بررسی نظام شهری کشور با استفاده از جریان‌های هوایی پرداخته است و نظام تک‌قطبی به همراه ساختار خوشه‌ای را در شبکه شهری کشور را به صورت گراف شبکه ترسیم کرد. نتایج حاکی از آن است که تهران به عنوان شهر سطح اول نظام فضایی کشور با پیرامون بزرگی از شهرهایی چون کرمانشاه، یاسوج، بجنورد، خرم‌آباد، بیرجند، شهرکرد، سنندج، ایلام، اردبیل، همدان و ... قرار دارد به طوری که روابط فضایی مرکز - پیرامون را با تهران شکل دادند. در این میان شهرهایی چون مشهد، بندرعباس، اصفهان، شیراز، اهواز و بوشهر ساختار خوشه‌ای را شکل دادند. به طوری

که در سطح شهرهای مرکزی، الگوی تعاملات میان این شهرها در حضور شهر تهران به ساختار خوشه‌ای شباهت دارد و در سطح شهرهای پیرامونی و غیر مسلط به سبب آن که مؤثرترین جریان‌ها، تنها به شهر تهران گسیل شدند، حضور ساختاری تک مرکزی و قطبی بر پیکره‌بندی شبکه آشکار است.

یزدانی (۱۳۸۹) با موضوع شبکه شهری با رهیافت تعاملی و شبکه- مبنا، به تفسیر حواله‌های بانکی شهرهای با بیش از ۱۰۰ هزار نفر جمعیت پرداخته است و روش تحلیل جریان‌های غالب و مدل‌های تعامل فضایی را برای بررسی و نشان- دادن سلطه همه‌جانبه تهران بر شهرهای ایران به کار برد. یافته‌ها نشان می‌دهد از یک جهت بیشتر شهرها تابع کانون شهری ملی (تهران) هستند و از جهت دیگر و پس از آن، تابع مراکز منطقه‌ای خود هستند. همچنین یافته‌های این پژوهش، حاکی از آن است که فرضیه‌های روابط شبکه‌ای برای تعیین الگوی فضایی سکونت‌گاه‌های شهری در ایران، به علت حاکمیت نخست شهری شدید و طولانی مدت، چارچوب مناسبی نیست. این مطالعه همچنین چند خوشه از مراکز مهم با جریان‌های حواله‌های بانکی معنی‌دار را در میان شهرهای مناطق کلان‌شهری مشهد، اصفهان، اهواز و شهرهای استان‌های مازندران و آذربایجان غربی نشان می‌دهد.

داداش‌پور و همکاران (۱۳۸۹) نظریات سازمان‌یابی فضایی در سیستم‌های شهری را در سه دسته شاخص شامل شاخص‌های نخست شهری، سنجش تمرکز و تعادل از هم متمایز کرده‌اند. نتایج تحقیق حاکی از آن است که در سال ۵۵ شاخص نخست شهری و تمرکز در شهرهای سواحل استان‌های ساحلی جنوب، در بیشترین مقدار خود در مقابل شاخص‌های تعادل در این سال بیانگر نامتوازن‌ترین وضعیت هستند. شاخص‌های تمرکز و تعادل طی سال‌های ۷۵-۱۳۶۵ نشان‌دهنده کاهش تمرکز و افزایش تعادل هستند اما در سال ۱۳۸۵ با شدت بسیار کمتری در مقایسه با شاخص‌های نخست شهری از افزایش تمرکز و کاهش توزیع متوازن جمعیت در منطقه حکایت دارند که نشان‌دهنده ظهور مجدد قطبی شدن در منطقه است.

نسترن و همکاران (۱۳۸۹) با استفاده از مدل مرتبه اندازه زیپف، مدل مرتبه اندازه تعدیل یافته، منحنی لورنز، توزیع لگاریتمی و ضریب آنتروپی، سلسله‌مراتب شهری کشور را بر اساس جمعیت تحلیل و ترسیم کرد. در این تحلیل، کلان‌شهر تهران در سطح یک، شهر مشهد در جایگاه دوم و دو شهر اصفهان و تبریز در سطح سوم و شهرهای کرج، شیراز، اهواز و قم در جایگاه چهارم قرار گرفته‌اند و سایر شهرها رده پنجم و رده‌های بعدی را به خود اختصاص داده‌اند، در پایان نیز پیشنهادهای مختلفی برای توسعه شهرهای کوچک ارائه شد.

همچنین پژوهش‌های مشکینی (۱۳۸۲)، عظیمی دوبخشی (۱۳۷۹)، رفیعیان (۱۳۷۵)، شیخی (۱۳۷۱)، اعتماد (۱۳۶۳)، زاهدانی (۱۳۶۲) و مینایی (۱۳۵۳) در حوزه نظام شهری دارای اهمیت هستند. بر اساس مطالعات موردبررسی می‌توان بیان کرد که نوآوری تحقیق حاضر در استفاده از مدل‌ها و الگوریتم‌های تحلیل شبکه با توان تحلیل نودها یا شهرها به‌ویژه امکان تحلیل جریان‌ها و پویایی آن‌ها و استفاده از داده‌های متعدد به‌روز و در دسترس شبکه- مبنا به جای تحلیل‌های مبتنی بر پارامترهای اندازه و مکان- مبنا نسبتاً ثابت در نظام شهری و ارائه تصویری واقعی‌تر از شبکه شهری کشور است.

۳- روش‌شناسی تحقیق

پژوهش حاضر از نوع تحقیق توصیفی-پیمایشی است که از هر دو نوع تحلیل کمی و کیفی در آن استفاده شده است و به لحاظ کاربرد از نوع کاربردی-توسعه‌ای محسوب می‌شود. پژوهش بر مبنای تحلیل شبکه با استفاده از چهار شاخص تحلیل مرکزیت/قدرت بر اساس داده‌های پیوندهای هوایی در حوزه‌های مسافری، باری و تعداد پرواز انجام شده است. پس از تنظیم و مرتب‌سازی داده‌ها اعم از پروازهای داخلی و بین‌المللی سال ۹۵ شهرهای مراکز استان‌ها و چند شهر مهم دیگر در جریان‌های هوایی و انجام محاسبات موردنیاز اولیه بر روی داده‌ها، بر اساس لینک‌های ارسالی و دریافتی برحسب نوع تحلیل شاخص‌های موردنظر، محاسبه مسافت هوایی بین شهرهای مختلف صورت گرفته، سپس با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و SPSS کلیه ارتباط‌های موجود بین تک‌تک شهرها به صورت یک واحد منفرد و مجموع ارتباط‌های ارسالی و دریافتی از شهرهای مختلف، در فضای این دو نرم‌افزار تنظیم و تحلیل آماری شد. پس از آن خروجی تحلیل آماری داده‌ها، از جنبه‌های مختلف شاخص‌های شبکه، بر اساس ضرایب به دست آمده در نرم‌افزار Ucinet تحلیل شده و شهرها در چهار گروه شاخص به تنهایی و مجموعه شاخص‌ها در سه گروه داده‌های پیوندهای پروازی، مسافری و باری رتبه‌بندی شده‌اند. به طوری که براساس این ضرایب به دست آمده از شاخص‌های چهارگانه مرکزیت شبکه، جایگاه و موقعیت شهرها در نظام فضایی و شبکه شهری کشور با یکدیگر قابل مقایسه و دسته‌بندی است.

۳-۱- شاخص‌های تحلیل نظام شهری کشور

برای تحلیل نظام شهری کشور داده‌های هوایی کشور در قالب چهار شاخص مرکزیت واگرایی، مرکزیت هم‌گرایی، مرکزیت هم‌جواری و مرکزیت هم‌پیوندی^۱ مورد تحلیل قرار می‌گیرد و شهرهای کشور براساس آن به گروه‌های پنج‌سطحی تعاملات شبکه‌ای دسته‌بندی و شهرهای واگرا یا کنترل‌کننده و همگرا یا دارای پرستیژ، دسته‌بندی می‌شود. در این تحلیل واگرایی مبتنی بر تعداد ارتباط ارسالی یک شهر به شهرهای دیگر، هم‌گرایی شامل تعداد ارتباط دریافتی یک شهر از سایر شهرها و هم‌پیوندی شامل ارتباطات فرعی است که یک شهر از ارتباطات دو شهر دیگر بهره‌مند می‌گردد یا پیوندهای احتمالی بین یک شهر با سایر شهرها در سیستم شهری و هم‌جواری معادل مجذور حداقل فاصله یک شهر با سایر شهرها در سیستم شهری است (رفیعیان و فرجام، ۱۳۹۰: ۱۱۳) که با استفاده از نرم‌افزار Ucinet محاسبه می‌شود. شرح و توصیف هریک از شاخص‌ها به شرح ذیل می‌باشد:

۳-۱-۱- شاخص مرکزیت واگرایی

واگرایی یا قدرت شهرهای کشور بر مبنای این مدل شامل تعداد ارتباط و لینک‌هایی است که یک شهر به سایر شهرها می‌فرستد و نقش کنترلی بر سایر شهرها اعمال می‌کند. در این ارتباط شهر اصلی اقتصاد شهرهای دیگر را تحت کنترل خود دارد. میزان واگرایی هر شهر، اندازه قدرت یک شهر یا اثرگذاری آن را نشان می‌دهد. واگرایی با فرمول زیر

1. Centrality of Outdegree, Indegree, Closness, Betweenness

محاسبه می‌شود؛ در این فرمول صورت کسر شامل تعداد لینک‌هایی است که یک شهر می‌فرستد و $g - 1$ حداکثر تعداد ارتباط ممکن است که شهر مورد نظر را با شهر دیگر پیوند می‌دهد (Alderson & Beckfield, 2004: 822).

$$C'_D(n_i) = \frac{x_{i+}}{g - 1}$$

۳-۱-۲- شاخص مرکزیت هم‌گرایی یا پرستیژ

همگرایی یا پرستیژ شهر ناشی از میزان توجه و تعداد لینک‌های دریافتی یک شهر از سایر شهرها بر تعداد لینک‌های بالقوه، قابل محاسبه است. سطر کسر شامل کل لینک‌های دریافتی از شهرهای مختلف است (Ibid: 824).

$$P'_D(n_i) = \frac{x_{+i}}{g - 1}$$

۳-۱-۳- شاخص مرکزیت هم‌جواری

شهرهایی که موقعیت مرکزی دارند با تعداد بیشتری از شهرها مجاورت دارند و به همین دلیل استقلال بیشتری برای تأمین نیازهای خود دارند و متغیرهای بیشتری را تحت اختیار دارند. از طرفی این شهرها به علت مرکزیت ارتباطی و پیوندی قادر به کنترل روابط سایر شهرها با یکدیگر در استفاده از منابع همدیگر هستند. شاخص مرکزیت هم‌جواری با فرمول زیر قابل محاسبه است (Ibid: 823):

$$C'_C(n_i) = \frac{g - 1}{\sum_{j=1}^g d(n_i \cdot n_j)}$$

۳-۱-۴- شاخص مرکزیت هم‌پیوندی

این شاخص شامل شهرهایی است که از ارتباطات اصلی بین دو شهر بهره‌مند و صاحب امتیاز می‌شوند. $g_{jk}(n_i)/g_{jk}$ فاصله ارتباطی بین شهر z و k است که شهر i را هم شامل می‌شود. فرمول زیر محاسبه شاخص مرکزیت هم‌پیوندی است (Ibid: 824):

$$C'_B(n_i) = \frac{\sum_{jk} g_{jk}(n_i)/g_{jk}}{(g - 1)(g - 2)/2}$$

۴- نتایج و تحلیل یافته‌های تحقیق

۴-۱- تحلیل جریان‌های هوایی و شبکه شهری حاصل از شاخص اندازه- مبنا

تحلیل‌های مبتنی بر اندازه بر اساس گروه‌های آماری ایجادشده در حوزه‌های داده‌های پروازی، مسافری و باری، شهر تهران با فاصله تقریباً سه برابری در حوزه تعداد پرواز (۱۰۰ هزار سورت در مقابل ۳۶ هزار سورت پرواز) و مسافر (۱۳٫۳ میلیون مسافر در مقابل ۵ میلیون مسافر) و با فاصله تقریباً ۱۴ برابری در حوزه بار (۷۱ میلیون کیلو در مقابل ۵ میلیون کیلو بار) از شهر دوم، جایگاه خود را به عنوان شهر برتر در نظام فضایی پروازی کشور با فاصله بسیار چشمگیر، تثبیت کرده است. گفتنی است در مقایسه انجام شده با کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا نیز تهران از جایگاه ویژه‌ای در پیوندهای هوایی برخوردار است. مجموع پارامترهای مربوطه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. مجموع پارامترهای هوایی شهرهای مراکز استان و سایر شهرهای مهم (سال ۹۵)

ردیف	شهر	مجموع پروازها (سورت)	مجموع تعداد مسافر (نفر)	مجموع حجم بار (کیلوگرم)	ردیف	شهر	مجموع پروازها (سورت)	مجموع تعداد مسافر (نفر)	مجموع حجم بار (کیلوگرم)
۱	اراک	۹۰	۵۷۵۳	۵۰	۲۰	شهرکرد	۲۲۱	۱۰۹۶۳	۲۰۰
۲	اردبیل	۱۰۲۱	۶۶۵۱۴	۹۴۴۰	۲۱	شیراز	۱۸۸۸۶	۱۵۳۵۸۴۸	۳۰۷۱۱۰۴
۳	ارومیه	۱۸۷۹	۲۰۸۹۷۱	۱۳۰۸۰۰	۲۲	قزوین	۰	۰	۰
۴	اصفهان	۱۱۲۹۵	۱۲۵۷۷۷۹	۹۶۵۶۴۵	۲۳	قشم	۳۲۲۵	۳۹۰۶۸۰	۴۵۵۱۸۰
۵	اهواز	۱۰۹۷۰	۱۲۵۲۵۳۷	۷۷۹۲۳۶	۲۴	قم	۰	۰	۰
۶	ایلام	۱۲۰۶	۱۱۲۳۷۳	۱۸۵۷۹	۲۵	کرج	۰	۰	۰
۷	بجنورد	۲۷۹	۱۵۵۰۴	۷۷۷	۲۶	کرمان	۲۳۱۶	۲۵۳۸۴۷	۳۱۱۱۰۳
۸	بندرعباس	۴۶۹۹	۵۴۸۲۰۶	۴۹۶۰۶۴	۲۷	کرمانشاه	۲۵۲۹	۲۶۴۷۷۳	۳۷۴۸۱۲
۹	بوشهر	۱۶۹۹	۱۹۰۵۳۰	۴۱۳۳۷	۲۸	کیش	۱۲۸۰۷	۱۳۸۹۴۹۹	۱۰۸۹۷۹۸
۱۰	بیرجند	۶۸۴	۳۱۲۶۳	۸۹۸۹	۲۹	گرگان	۱۴۰۴	۱۲۸۳۹۵	۲۳۷۵۵
۱۱	تبریز	۷۹۴۰	۹۷۶۵۴۹	۵۳۹۹۸۷	۳۰	مشهد	۳۶۸۵۳	۵۰۴۹۴۴۶	۵۱۶۱۴۷۷
۱۲	تهران	۱۰۰۰۳۵	۱۳۳۳۱۸۶۲	۷۱۲۱۵۳۲۱	۳۱	همدان	۸۷	۱۵۵۵	۰
۱۳	خرم آباد	۲۹۵	۱۸۰۵۰	۲۷۰۴	۳۲	یاسوج	۲۵۲	۱۲۵۷۳	۳۰۴
۱۴	رشت	۱۸۰۷	۲۰۱۹۳۸	۴۳۱۱۵	۳۳	یزد	۳۰۸۹	۳۴۰۲۰۷	۴۲۳۵۵۲
۱۵	زاهدان	۲۱۲۱	۲۵۱۴۱۵	۱۷۸۱۶۳					
۱۶	زنجان	۹۱	۹۵۶۲	۶۱					
۱۷	ساری	۱۶۹۶	۱۶۸۸۹۴	۲۵۴۳۱					
۱۸	سمنان	۰	۰	۰					
۱۹	سنندج	۴۲۹	۲۱۹۲۰	۶۲۵۳					

مأخذ: یافته‌های پژوهش بر اساس داده‌های سال ۱۳۹۷، ۹۵

شهر دوم نظام فضایی حاصل از پیوندهای هوایی، مشهد است که با فاصله دو برابری از شهر بعدی یعنی شیراز در حوزه تعداد پرواز قرار دارد (۳۶ هزار در مقابل ۱۸ هزار سورت پرواز) و در حوزه مسافری رابطه سه برابری بین مشهد و شیراز (۵ میلیون در مقابل ۱/۵ میلیون نفر مسافر) و در حوزه باری این فاصله به حدود ۱/۵ برابری می‌رسد (۵ میلیون در مقابل ۳ میلیون کیلو بار). همچنان در سه سطح نظام فضایی حاصل از پیوندهای هوایی؛ شهرهای تهران، مشهد و شیراز بی‌رقیب عمل می‌کنند. با عدم لحاظ شهر تهران به سبب وضعیت ویژه و متمایز آن در سطح کشور، دو شهر مشهد

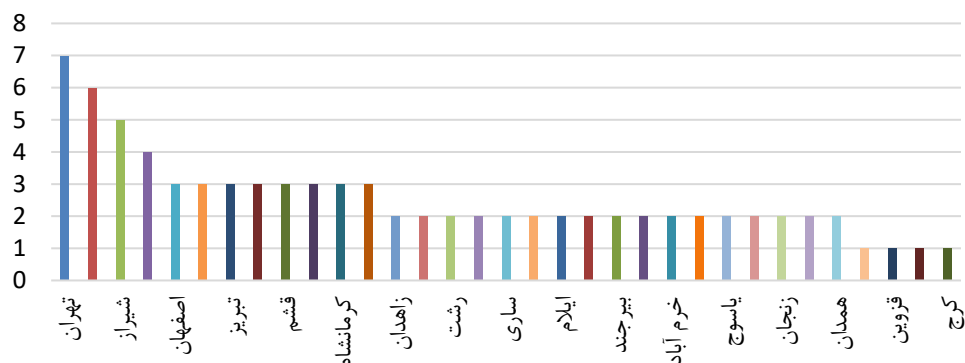
و شیراز نقش های اصلی را در دو سطح اول نظام فضایی حاصل از پیوندهای هوایی بازی می کنند. جدول ۲ و نمودارهای ۱، ۲ و ۳ سلسله مراتب شهری حاصل از هریک از متغیرهای هوایی را نشان می دهد.

جدول ۲. رتبه بندی عادی شهرها بر اساس طبقات آماری پرواز، مسافر و بار- داخلی و خارجی (سال ۹۵)

رتبه	طبقات تعداد پرواز (سورت)	نام شهر	طبقات تعداد مسافر (میلیون نفر)	نام شهر	طبقات حجم بار (میلیون کیلوگرم)	نام شهر
۱	۱۰۰۰۰۰ و بیشتر	تهران	۱۰ و بیشتر	تهران	۷۰ و بیشتر	تهران
۲	۲۰۰۰۰-۴۰۰۰۰	مشهد	۴۵۴۱۸	مشهد	۴۵۴۱۸	مشهد
۳	۱۵۰۰۰-۲۰۰۰۰	شیراز	۴۵۳۸۷	.	۴۵۳۸۷	.
۴	۱۰۰۰۰-۱۵۰۰۰	کیش- اصفهان- اهواز	۴۵۳۵۵	.	۴۵۳۵۵	شیراز
۵	۱۰۰۰۰-۵۰۰۰۰	تبریز	۴۵۳۲۵	.	۴۵۳۲۵	.
۶	۵۰۰۰-۱۰۰۰۰	بندرعباس- قشم- یزد- کرمانشاه- کرمان- زاهدان- ارومیه- بوشهر- رشت- ساری- گرگان- ایلام- اردبیل	۴۵۲۹۳	اهواز- اصفهان- کیش- شیراز- تبریز	۴۵۲۹۳	کیش
۷	۱۰۰۰-۱۰۰۰۰	بیرجند- سنندج- خرم آباد- بجنورد- یاسوج- شهرکرد- زنجان- اراک- همدان	۵۰۰-۱۰۰۰۰۰	بندرعباس- قشم	۵۰۰-۱۰۰۰۰۰*	اصفهان- اهواز- تبریز
۸	.	قم- قزوین- کرج- سمنان	۵۰۰۰۰۰-۱۰۰۰۰۰	یزد- کرمان- کرمانشاه- زاهدان- ارومیه- رشت- بوشهر- ساری- گرگان- ایلام	۱۰۰-۵۰۰*	بندرعباس- قشم- یزد- کرمانشاه- کرمان- زاهدان- ارومیه
۹	فاقد طبقه پروازی	-	۱۰۰۰۰۰ و کمتر	اردبیل- بیرجند- سنندج- خرم آباد- بجنورد- یاسوج- شهرکرد- زنجان- اراک- همدان	۱۰۰ و کمتر*	رشت- بوشهر- ساری- گرگان- ایلام- اردبیل- بیرجند
۱۰	فاقد طبقه پروازی	-	.	سمنان- قزوین- قم- کرج	.	سمنان- قزوین- قم- کرج

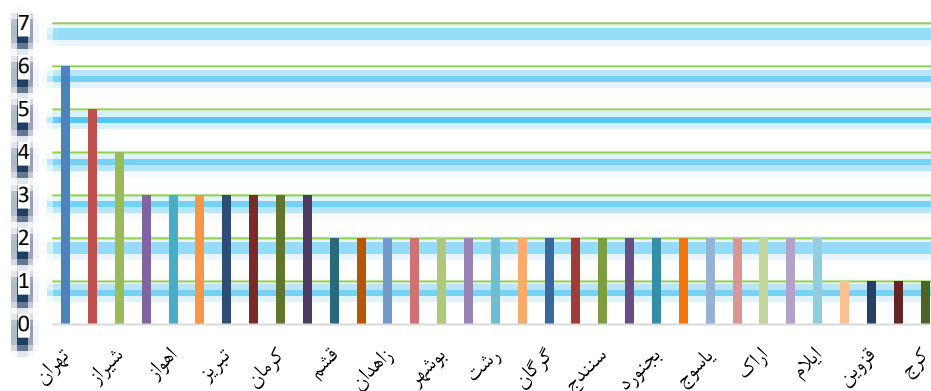
مأخذ: یافته های پژوهش بر اساس داده های سال ۹۵، ۱۳۹۷

* داده ها برحسب کیلوگرم است.



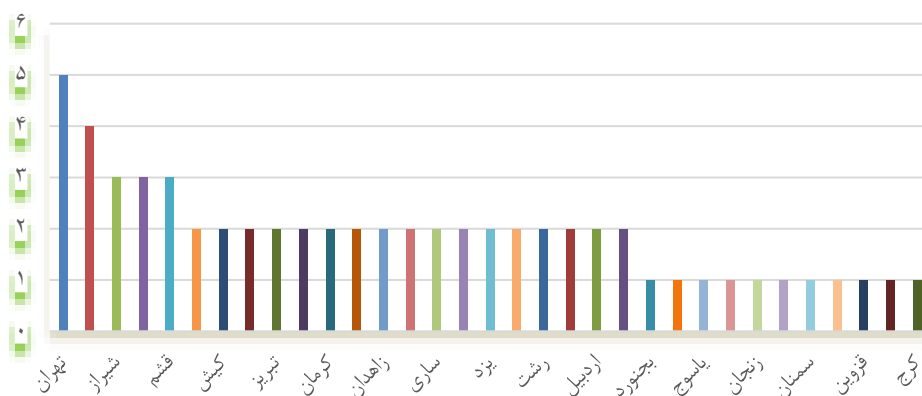
نمودار ۱. سلسله مراتب ۷ گانه شهری (تعداد پرواز)

مأخذ: یافته‌های پژوهش بر اساس داده‌های سال ۱۳۹۷، ۹۵.



نمودار ۲. سلسله مراتب ۶ گانه شهری کشور (تعداد مسافر)

مأخذ: یافته‌های پژوهش بر اساس داده‌های سال ۱۳۹۷، ۹۵.



نمودار ۳. سلسله مراتب ۵ گانه شهری (میزان بار)

مأخذ: یافته‌های پژوهش بر اساس داده‌های سال ۱۳۹۷، ۹۵.

۴-۲ تجزیه و تحلیل شبکه شهری کشور بر مبنای شاخص‌های چهارگانه مرکزیت

۴-۲-۱ تحلیل شاخص واگرایی- قدرت

شاخص واگرایی در هر سه حوزه تعداد پرواز، تعداد مسافر و میزان بار در جدول (۳) ارائه شده است:

جدول ۳. شاخص واگرایی شهرهای کشور و پنج سطح نظام فضایی حاصل از آن بر اساس پیوند هوایی

شاخص واگرایی- Outdegree						
رتبه	شهر	تعداد پرواز	شهر	تعداد مسافر	شهر	بار
۱	تهران	۰/۴۰۱۸۶۴۱۷	تهران	۰/۴۳۷۵۹۸۲۸۹	تهران	۰/۶۸۴۶۱۴۸۶
۲	مشهد	۰/۱۵۷۴۴۴۰۷	مشهد	۰/۱۸۰۳۳۰۴۷۷	مشهد	۰/۱۱۲۹۱۳۲۹۵
۳	شیراز	۰/۰۹۳۴۸۲۸۳۹	شیراز	۰/۰۵۰۹۸۳۸۲۷۲	شیراز	۰/۰۵۸۵۸۴۴۹۲
۴	کیش	۰/۰۵۴۶۰۲۱۴۹	کیش	۰/۰۵۲۳۴۰۲۶۷	قشم	۰/۰۲۳۳۸۱۹۰۸
۵	اهواز	۰/۰۵۲۶۸۰۸۷۳	اهواز	۰/۰۴۹۶۱۷۶۰۸	بندرعباس	۰/۰۲۳۳۱۷۱۹۳
۶	اصفهان	۰/۰۵۱۹۹۲۴۰۵	اصفهان	۰/۰۴۷۸۳۹۵۷۹	اصفهان	۰/۰۱۹۳۷۷۰۱
۷	تبریز	۰/۰۳۳۱۷۹۷۴۸	تبریز	۰/۰۳۴۵۲۷۸۱۳	اهواز	۰/۰۱۴۸۵۰۴۴
۸	بندرعباس	۰/۰۲۳۲۲۲۲۲۴	بندرعباس	۰/۰۲۱۹۰۲۲۴	کیش	۰/۰۱۱۲۸۲۶۴
۹	یزد	۰/۰۱۳۷۹۱۱۴۸	عسلویه	۰/۰۱۵۵۰۴۶۳۲	کرمان	۰/۰۱۱۲۳۴۶۸
۱۰	عسلویه	۰/۰۱۳۴۸۵۱۷۸	کرمان	۰/۰۱۴۸۸۱۳۴	بندر بوشهر	۰/۰۰۹۶۷۳۹۴۱
۱۱	قشم	۰/۰۱۲۳۸۷۲۸۶	یزد	۰/۰۱۲۸۱۵۹۸۵	تبریز	۰/۰۰۷۹۴۲۹۱۱
۱۲	کرمانشاه	۰/۰۱۱۹۶۴۳۲۷	کرمانشاه	۰/۰۱۰۵۲۸۹۳۲	زاهدان	۰/۰۰۶۳۱۳۴۳
۱۳	کرمان	۰/۰۱۰۷۷۱۹۴۴	زاهدان	۰/۰۰۹۶۱۰۵۴	کرمانشاه	۰/۰۰۵۵۵۸۹۴
۱۴	زاهدان	۰/۰۰۹۷۱۴۵۴۸	قشم	۰/۰۰۹۳۷۰۴۵۲	ارومیه	۰/۰۰۳۴۴۲۵۸۳
۱۵	رشت	۰/۰۰۸۹۰۴۶۲۷	ارومیه	۰/۰۰۷۳۶۰۳۰۲	عسلویه	۰/۰۰۱۷۷۳۴۰۸
۱۶	بندر بوشهر	۰/۰۰۸۴۸۱۶۶۹	رشت	۰/۰۰۷۲۶۹۴۷۲	یزد	۰/۰۰۱۷۰۷۲۸
۱۷	ارومیه	۰/۰۰۷۶۸۹۷۴۶	ساری	۰/۰۰۶۵۹۲۵۸۹	سنندج	۰/۰۰۱۰۵۵۲۶۸
۱۸	ساری	۰/۰۰۷۳۲۵۲۸۲	اردبیل	۰/۰۰۴۶۵۸۷۵۶	ساری	۰/۰۰۱۰۱۹۲۲۲
۱۹	گرگان	۰/۰۰۶۱۵۰۸۹۷	گرگان	۰۰۴۱۱۶۱۵۹	بیرجند	۰/۰۰۰۷۵۰۰۵
۲۰	ایلام	۰/۰۰۵۳۸۱۴۷۳	ایلام	۰/۰۰۳۶۲۵۶۹۵	گرگان	۰/۰۰۰۶۰۶۴۷۹
۲۱	اردبیل	۰/۰۰۴۴۰۰۵۶۹	بندر بوشهر	۰/۰۰۳۳۱۱۸۱۵	رشت	۰/۰۰۰۳۹۶۳۸
۲۲	بیرجند	۰/۰۰۲۸۴۸۲۲۱	بیرجند	۰/۰۰۲۳۱۱۸۱۵	اردبیل	۰/۰۰۰۲۳۰۴۷۱
۲۳	سنندج	۰/۰۰۱۹۴۸۳۰۹	سنندج	۰/۰۰۱۲۰۷۳۴۹	ایلام	۰/۰۰۰۱۵۹۶۲۹
۲۴	خرم آباد	۰/۰۰۱۳۱۳۸۷۱	خرم آباد	۰/۰۰۰۸۲۶۶۴۱	بجنورد	۰/۰۰۰۰۶۹۰۷۹۹
۲۵	بجنورد	۰/۰۰۱۲۵۵۳۷۷	بجنورد	۰/۰۰۰۶۹۲۹۳	همدان	۰/۰۰۰۰۳۷۱۶۹۴
۲۶	یاسوج	۰/۰۰۱۱۳۸۳۸۸	همدان	۰/۰۰۰۶۳۶۴۲۱	خرم آباد	۰/۰۰۰۰۱۹۸۳۵۶
۲۷	شهرکرد	۰/۰۰۰۹۹۴۴۰۳	شهرکرد	۰/۰۰۰۵۹۵۱۹۱	یاسوج	۰/۰۰۰۰۷۷۶۰۶۴
۲۸	همدان	۰/۰۰۰۶۶۵۹۳۵	یاسوج	۰/۰۰۰۴۸۳۹۳۸	زنجان	۰/۰۰۰۰۱۵۵۷۲۳
۲۹	اراک	۰/۰۰۰۵۱۲۹۵	اراک	۰/۰۰۰۳۹۳۶۸۴	اراک	۰/۰۰۰۰۰۲۷۶۴۲
۳۰	زنجان	۰/۰۰۰۴۰۹۴۶	زنجان	۰/۰۰۰۲۰۸۵۵	شهرکرد	۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش بر اساس داده‌های سال ۱۳۹۷.

نتایج جدول (۳) نشان می‌دهد که تهران دارای بیشترین میزان واگرایی است و ارسال ارتباطات هوایی به قسمت‌های مختلف اعم از داخل و خارج از کشور را در بین شهرهای کشور داراست. پس از تهران، شهر مشهد در سطح دوم واگرایی قرار دارد. در هر سه شاخص، شهر شیراز سطح سوم واگرایی را به خود اختصاص داده است و فقط در حوزه مسافری شهر کیش هم‌تراز با شیراز از واگرایی برخوردار است. سطح چهارم واگرایی در حوزه تعداد پرواز به کیش، اصفهان و اهواز و در تعداد مسافر به اهواز، اصفهان و تبریز و در حوزه بار به قشم و بندرعباس اختصاص دارد.

نکته اصلی در این تحلیل، حضور چند شهر قدرتمند جدید و حضور کم‌رنگ‌تر برخی از شهرهای بزرگ و مطرح فعلی کشور در تحلیل‌های شبکه شهری است. شهرهایی چون کیش، اهواز و بندرعباس در سطوح بالاتری قرار داشته و واقع‌شدن شهرهایی بزرگی چون اصفهان و تبریز در برخی از این شاخص‌ها بعد از شهرهای ذکر شده است. در حالی که در تحلیل‌های نظام فضایی معمول کشور، اصفهان و تبریز از جایگاه ویژه‌ای برخوردار هستند. به‌ویژه این‌که در این تحلیل شهر تبریز در برخی از شاخص‌ها حتی در طبقه پنجم سازمان فضایی هم حضور ندارد و در مقابل شهری چون کرمان که در تحلیل‌های سازمان فضایی کشور از جایگاه اولیه‌ای برخوردار نیست، جای شهر تبریز را می‌گیرد یا شهری مثل بندرعباس نیز به سطوح بالای جدول راه می‌یابد.

گفتنی است شهرهایی که در سطح بالای واگرایی قرار دارند از قدرت‌مندی بالایی برخوردار بوده و به لحاظ جغرافیایی بر بخش مهمی از شهرهای کشور اعمال قدرت می‌کنند و جریان‌ات و اقتصاد متکی بر حمل‌ونقل هوایی آن‌ها را متأثر می‌سازند زیرا این شهرها انتخاب بیشتری نسبت به دیگر شهرها داشته و موقعیت ساختاری مطلوب‌تری را در نظام شبکه شهری اشغال کرده‌اند و از این موقعیت سود بیشتری می‌برند. از این رو میزان واگرایی هر شهر، نشان‌دهنده اندازه نسبتاً مستقیم قدرت یا تأثیرگذاری و نفوذ هر شهر است؛ شهرهایی که بیشترین ارتباط را ارسال می‌کنند شهرهایی هستند که نقش‌های کنترلی بیشتری از اقتصاد کشور را در اختیار دارند. در مجموع تحلیل واگرایی و قدرت مجموعه عوامل هوایی، حاکی از واگرایی شهرهای تهران، مشهد، شیراز، اصفهان، کیش، اهواز، تبریز و بندرعباس است.

۲-۲-۴ تحلیل شاخص همگرایی-پرستیژ

شاخص همگرایی در هر سه حوزه تعداد پرواز، تعداد مسافر و میزان بار در جدول (۴) ارائه شده است:

جدول ۴. شاخص همگرایی شهرهای کشور و پنج سطح نظام فضایی حاصل از آن بر اساس پیوند هوایی

شاخص همگرایی-Indegree					
رتبه	شهر	تعداد پرواز	شهر	تعداد مسافر	شهر
۱	تهران	۰/۳۹۵۶۸۲۸۷۹	تهران	۰/۴۳۱۷۵۹۹۸۴	تهران
۲	مشهد	۰/۱۶۰۴۴۸۱۹۸	مشهد	۰/۱۱۰۵۸۰۳۲۵	کیش
۳	شیراز	۰/۶۷۰۵۴۱۶۹	شیراز	۰/۶۵۹۶۳۷۲۷	مشهد
۴	کیش	۰/۶۴۳۷۹۲۳۴	کیش	۰/۶۴۸۲۴۳۹۵	شیراز
۵	اهواز	۰/۰۵۷۸۷۰۰۵	اهواز	۰/۶۱۰۱۸۸۶	اهواز
۶	اصفهان	۰/۰۵۰۸۵۰۳۴۲	اصفهان	۰/۰۵۳۸۸۹۸۱۳	بندر بوشهر

شاخص هم‌گرایی-Indegree						
رتبه	شهر	تعداد پرواز	شهر	تعداد مسافر	شهر	بار
۷	تبریز	۰/۰۳۴۰۷۲۱۷۵	تبریز	۰/۰۲۸۷۹۰۳۱۷	قشم	۰/۰۱۳۵۵۸۲۹۴
۸	بندرعباس	۰/۰۲۴۸۴۵۵۱۳	بندرعباس	۰/۰۲۴۳۲۲۷۰۶	اصفهان	۰/۰۱۲۵۶۷۳۹
۹	عسلویه	۰/۰۱۷۵۱۲۰۴۵	عسلویه	۰/۰۲۰۱۷۲۰۹۳	زاهدان	۰/۰۱۱۳۸۴۷۱۳
۱۰	یزد	۰/۰۱۶۲۹۹۵۵	کرمان	۰/۰۱۸۰۹۶۶۱۹	بندرعباس	۰/۰۱۱۱۱۷۹۱۱
۱۱	قشم	۰/۰۱۴۷۵۲۰۲۳	یزد	۰/۰۱۵۸۵۲۳۶۴	تبریز	۰/۰۱۰۸۴۰۷۷۹
۱۲	کرمانشاه	۰/۰۱۳۲۶۸۳۱۲	کرمانشاه	۰/۰۱۲۸۰۰۰۵۲	کرمان	۰/۰۱۰۵۸۰۸۱۱
۱۳	کرمان	۰/۰۱۲۵۵۵۷۰۶	قشم	۰/۰۱۱۳۵۱۳۲۹	کرمانشاه	۰/۰۰۴۱۸۱۴۳
۱۴	زاهدان	۰/۰۱۰۵۴۵۵۱۶	زاهدان	۰/۰۱۰۹۵۳۹۷۱	ارومیه	۰/۰۰۳۸۱۴۱۶۳
۱۵	رشت	۰/۰۰۹۸۸۶۰۸۹	بندر بوشهر	۰/۰۰۹۴۶۹۳۹۸	بیرجند	۰/۰۰۳۶۶۷۰۱۵
۱۶	بندر بوشهر	۰/۰۰۸۸۹۱۶۳۱	رشت	۰/۰۰۸۸۶۱۲۳۲	عسلویه	۰/۰۰۱۹۳۱۰۶۷
۱۷	ساری	۰/۰۰۸۴۲۳۶۵	ارومیه	۰/۰۰۸۶۰۸۲۶۵	یزد	۰/۰۰۱۶۶۹۵۴۹
۱۸	گرگان	۰/۰۰۷۲۶۹۶۵۳	ساری	۰/۰۰۸۴۲۸۳۳۲	سنندج	۰/۰۰۱۶۴۰۳۱۹
۱۹	ایلام	۰/۰۰۶۳۷۰۹۱۷	اردبیل	۰/۰۰۵۷۴۶۱۸۶	اردبیل	۰/۰۰۱۱۴۴۵۴۱
۲۰	اردبیل	۰/۰۰۵۱۵۸۴۲۲	گرگان	۰/۰۰۵۳۲۱۶۴	گرگان	۰/۰۰۱۰۱۸۱۷۵
۲۱	بیرجند	۰/۰۰۳۳۶۰۹۵۱	ایلام	۰/۰۰۴۴۰۹۸۵۴	ساری	۰/۰۰۶۳۹۷۹۹
۲۲	سنندج	۰/۰۰۲۲۹۷۲۵۹	بیرجند	۰/۰۰۲۸۵۳۱۵۳	ایلام	۰/۰۰۰۵۹۴۲۱۹
۲۳	خرم آباد	۰/۰۰۱۵۵۲۸۴۵	سنندج	۰/۰۰۱۶۴۱۵	رشت	۰/۰۰۰۵۲۹۳۴۵
۲۴	بجنورد	۰/۰۰۱۴۸۳۷۱۱	خرم آباد	۰/۰۰۰۹۹۷۴۷۳	یاسوج	۰/۰۰۰۱۷۱۶۴۷
۲۵	یاسوج	۰/۰۰۱۳۴۰۱۲۶	بجنورد	۰/۰۰۰۹۲۰۹۷۷	بجنورد	۰/۰۰۰۱۱۹۸۳۷
۲۶	شهرکرد	۰/۰۰۱۱۷۵۲۶۹	شهرکرد	۰/۰۰۰۸۳۴۴۵۱	خرم آباد	۰/۰۰۰۰۱۴۰۶۳
۲۷	همدان	۰/۰۰۰۷۹۲۳۷۶	همدان	۰/۰۰۰۷۹۰۶۳۶	زنجان	۰/۰۰۰۰۵۵۹۸۹
۲۸	ارومیه	۰/۰۰۰۷۷۶۴۲۲	یاسوج	۰/۰۰۰۶۳۰۸۲۹	شهرکرد	۰
۲۹	زنجان	۰/۰۰۰۷۰۱۹۷۱	زنجان	۰/۰۰۰۶۰۸۹۹۴	همدان	۰
۳۰	اراک	۰/۰۰۰۳۸۸۲۱۱	اراک	۰/۰۰۰۴۹۶۱۲۱	اراک	۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش بر اساس داده‌های سال ۱۳۹۷، ۹۵.

مطالعات نشان داده است که معمولاً شهرهایی که واگرایی بیشتری دارند توسط شهرهای بیشتری نیز انتخاب می‌شوند از این‌رو از همگرایی بالایی نیز برخوردار هستند. بر اساس نتایج تحقیق، شهر تهران در هر سه حوزه تعداد پرواز، مسافر و به‌ویژه حوزه حمل‌ونقل باری بیشترین لینک را از شهرهای مختلف دریافت می‌کند و مورد توجه تعداد بیشتری از شهرها قرار دارد. پس از تهران، شهر مشهد از جایگاه دوم برخوردار است. نکته مهم در سطح دوم حضور شهر کیش در حوزه باری است. در سایر طبقات، بیشتر شهرها در شاخص همگرایی، مشابه شاخص واگرایی است به جز حضور پرنرگ - تر تبریز و حضور شهرهایی چون بندر بوشهر، قشم، زاهدان و بندرعباس در سطوح بالاتر از شهری چون تبریز، در حوزه باری است.

شهرهای اصلی و مهم با توجه به همگرایی بیشتر، علاوه بر داشتن نفوذ و قدرت، پرستیژ یا شهرت بیشتر دارند و به نوعی، شهرهایی هستند که بیشتر از سایر شهرها در شبکه، مورد انتخاب قرار می‌گیرند و مورد توجه آن‌ها می‌باشند. البته در کلیه تحلیل‌های ارائه شده فرودگاه‌های شهرهای غیر مرکز استان‌ها به جز فرودگاه‌های قشم، کیش و عسلویه، لحاظ

نشده است. برای مثال فرودگاه چابهار، پیام کرج، ارس و ... در تحلیل‌ها دیده نشده است. تحلیل مجموع عوامل سه‌گانه هوایی حاکی از پرستیز و هم‌گرایی بالای شهرهای تهران، مشهد، کیش، شیراز، اهواز و اصفهان در نظام فضایی کشور است.

۴-۳- تحلیل شاخص هم‌جواری

شاخص هم‌جواری در هر سه حوزه تعداد پرواز، تعداد مسافر و میزان بار در جدول (۵) ارائه شده است:

جدول ۵. شاخص هم‌جواری شهرهای کشور و پنج سطح نظام فضایی حاصل از آن بر اساس پیوند هوایی

شاخص هم‌جواری - Closeness					
رتبه	شهر	تعداد پرواز	شهر	تعداد مسافر	بار
۱	اهواز	۰/۶۷۱۲۷۲۹۴	مشهد	۷۶/۶۹۷۱۰۶۷۵	تهران ۱۵۰/۱۳۲۷۲۹۱
۲	مشهد	۰/۵۷۱۳۰۲۶۲	اهواز	۷۴/۱۰۹۹۷۷۰۶	قشم ۸۷/۵۷۲۰۴۳۲۲
۳	شیراز	۰/۵۲۴۱۴۴۷۲	تهران	۶۳/۸۱۴۰۲۵۸۸	مشهد ۷۲/۲۱۷۶۶۳۱۹
۴	تهران	۰/۴۹۹۹۸۶	کیش	۵۵/۹۰۶۸۳۵۶۱	شیراز ۵۷/۸۹۸۷۰۳۲
۵	کیش	۰/۴۹۷۵۶۰۱۸	تبریز	۴۱/۳۰۰۷۷۶۰۵	بندرعباس ۵۲/۰۰۵۹۷۸۴۸
۶	ایلام	۰/۴۵۶۱۰۶۸۷	اصفهان	۳۹/۹۱۳۵۶۷۲	زاهدان ۳۷/۳۲۳۶۹۶۶۸
۷	اصفهان	۰/۳۷۷۰۱۴۲۵۶	زاهدان	۳۹/۵۴۸۴۹۹۲۱	کرمان ۳۴/۵۲۹۰۳۴۲۸
۸	زاهدان	۰/۳۴۰۹۱۶۲۷	شیراز	۳۹/۳۲۵۷۱۴	اهواز ۳۳/۳۵۵۵۶۱۹۳
۹	تبریز	۰/۳۳۸۵۶۸۲۱	ایلام	۳۶/۰۴۷۳۲۸۲۴	بندر بوشهر ۲۶/۶۴۰۷۳۷۹
۱۰	یاسوج	۰/۳۲۲۲۵۰۶۴	بندرعباس	۳۲/۴۸۴۵۴۱۳۷	اصفهان ۲۴/۲۲۹۴۰۸۹۴
۱۱	بندرعباس	۰/۳۹۳۷۹۹۴۶	عسلویه	۳۰/۴۶۰۵۱۷۳۸	کیش ۱۸/۱۲۲۸۹۳۳۴
۱۲	قشم	۰/۲۶۳۱۲۲۶۷	کرمان	۳۰/۳۳۶۵۱۵۸۹	کرمانشاه ۱۷/۵۹۶۲۸۲۸۳
۱۳	یزد	۰/۲۴۱۳۵۴۸۶	اردبیل	۲۶/۹۸۵۵۴۵۹۲	تبریز ۱۴/۲۸۷۰۰۵۱۷
۱۴	عسلویه	۰/۲۲۵۹۵۹۷۳	یزد	۲۶/۲۹۶۹۶۷۳۱	ارومیه ۱۲/۸۹۲۱۶۰۶۱
۱۵	اردبیل	۰/۲۱۷۲۵۵۹۵	قشم	۲۳/۳۳۷۶۰۳۹۸	سنندج ۱۰/۲۱۱۴۶۲۴۵
۱۶	کرمانشاه	۰/۲۱۴۷۸۷۸۸	کرمانشاه	۲۲/۱۶۲۸۲۸۲۸	بیرجند ۷/۱۲۷۶۰۷۹۵۷
۱۷	خرم‌آباد	۰/۱۹۹۳۱۵۰۷	ارومیه	۱۸/۳۲۹۴۴۵۵۱	یزد ۵/۲۶۶۲۴۶۵۵۴
۱۸	کرمان	۰/۱۸۷۲۷۵	رشت	۱۷/۹۱۶۵۴۸۴	عسلویه ۵/۲۳۹۲۳۳۷۲۸
۱۹	رشت	۰/۱۸۷۱۵۱۱	ساری	۱۷/۱۵۵۶۴۴۳۶	ساری ۳/۹۸۸۴۱۱۵۸۸
۲۰	گرگان	۰/۱۶۵۶۷۶۱۷	یاسوج	۱۶/۱۱۸۹۲۵۸۳	گرگان ۲/۸۸۱۲۶۱۳۷۱
۲۱	ارومیه	۰/۱۶۳۲۸۸۷۲	خرم‌آباد	۱۴/۷۴۷۹۴۵۲۱	ایلام ۲/۳۸۱۲۵۹۵۴۲
۲۲	ساری	۰/۱۶۲۵۳۷۴۶	بیرجند	۱۴/۶۰۹۱۷۰۳۱	اردبیل ۲/۰۰۷۳۲۸۲۵
۲۳	بیرجند	۰/۱۵۳۳۲۳۶۳	گرگان	۱۳/۰۰۴۲۴۵	رشت ۱/۴۶۹۰۱۳۱۵۲
۲۴	بندر بوشهر	۰/۱۳۲۴۵۵۶۴	شهرکرد	۸/۱۸۱۰۰۲۶۳۹	بجنورد ۱/۰۱۱۵۹۳۱۱۹
۲۵	شهرکرد	۰/۱۱۶۰۹۴۹۹	سنندج	۷/۷۶۹۰۲۱۷۳۹	خرم‌آباد ۰/۵۳۱۵۰۶۸۴۹
۲۶	سنندج	۰/۱۰۶۷۱۹۳۷	بجنورد	۶/۷۴۹۸۱۳۰۱۴	همدان ۰/۳۸۷۴۶۸۰۳۱
۲۷	بجنورد	۰/۱۰۳۹۶۴۱	همدان	۵/۴۵۴۷۵۴۸۵۴	یاسوج ۰/۳۸۷۴۶۸۰۳۱
۲۸	همدان	۰/۰۴۸۳۷۱۱۷	بندر بوشهر	۴/۲۳۳۷۲۹۳۶۴	زنجان ۰/۰۶۱۱۲۴۶۹۸
۲۹	اراک	۰/۰۲۴۵۹۸۹	اراک	۳/۱۳۹۶۲۳۳۱	اراک ۰/۰۱۵۰۰۳۰۶۲
۳۰	زنجان	۰/۰۲۴۱۸۷۰۵	زنجان	۱/۵۴۵۸۲۱۰۱۶	شهرکرد ۰/۰۰۵۲۷۷۰۴

مأخذ: یافته‌های پژوهش بر اساس داده‌های سال ۱۳۹۷.

هم جواری به شهرهایی اختصاص دارد که در برابر سایر شهرها در موقعیت نزدیک تر جغرافیایی و عملکردی به هم قرار دارند. هم جواری هم به مانند سایر شاخص ها نشان دهنده قدرت شهرها در سازمان فضایی شهری کشور است. بر اساس نتایج جدول (۵)، در حوزه پرواز اهواز، مشهد و شیراز و سه شهر تهران، کیش و ایلام سه سطح اول هم جواری را به خود اختصاص دادند. در حوزه مسافری شهر مشهد و اهواز توأمان سطح اول و تهران سطح دوم، کیش سطح سوم، تبریز سطح چهارم و در حوزه باری تهران سطح اول، قشم سطح دوم، مشهد سطح سوم، شیراز و بندرعباس سطح چهارم و اهواز، زاهدان و کرمان سطح پنجم را به خود اختصاص دادند. محاسبه مجموع هم جواری عوامل سه گانه هوایی، حاکی از هم جواری شهرهای تهران، مشهد، قشم، اهواز و شیراز است.

۴-۲-۴ تحلیل شاخص هم پیوندی

هم پیوندی بر این نکته اشاره دارد که یک شهر به گونه ای در موقعیتی بین دو شهر قرار دارد که از ارتباط بین دو شهر بهره مند می شود. شاخص هم پیوندی پس از انجام تحلیل عاملی بین داده های مختلف هوایی اعم از تعداد پرواز، تعداد مسافر و بار با تعیین ضریب اصلی، در فرمول هم پیوندی محاسبه شده است که نتایج در جدول (۶) ارائه شده است:

جدول ۶. شاخص هم پیوندی شهرهای کشور و پنج سطح نظام فضایی حاصل از آن بر اساس مجموع پیوندهای هوایی

شاخص هم پیوندی- Betweenness					
رتبه	شهر	تعداد پرواز	رتبه	شهر	تعداد پرواز
۱	زنجان	۹/۲۸۰۷۰۹۲۸۸	۱۶	تبریز	۲/۲۲۷۳۷۰۲۲۹
۲	گرگان	۹/۲۸۰۷۰۹۲۸۸	۱۷	بندرعباس	۲/۱۳۴۵۶۳۱۳۶
۳	ایلام	۸/۳۵۲۶۳۸۸۵۹	۱۸	قشم	۲/۰۴۱۷۵۶۰۴۳
۴	سنندج	۷/۴۲۴۵۶۷۴۳	۱۹	کرمان	۱/۹۴۸۹۴۸۹۵
۵	بجنورد	۶/۴۹۶۴۹۶۵۰۱	۲۰	اراک	۱/۸۵۶۱۴۱۸۵۸
۶	خرم آباد	۵/۵۶۸۴۲۵۵۷۳	۲۱	بندر بوشهر	۱/۸۵۶۱۴۱۸۵۸
۷	همدان	۴/۶۴۰۳۵۴۶۴۴	۲۲	زاهدان	۱/۷۶۳۳۳۴۷۶۵
۸	شهرکرد	۳/۷۱۲۲۸۳۷۱۵	۲۳	عسلویه	۱/۶۷۰۵۲۷۶۷۲
۹	تهران	۲/۷۸۴۳۱۲۷۸۶	۲۴	کرمانشاه	۱/۵۷۷۷۲۰۵۷۹
۱۰	یاسوج	۲/۷۸۴۳۱۲۷۸۶	۲۵	یزد	۱/۴۸۴۹۱۳۴۸۶
۱۱	مشهد	۲/۶۹۱۴۰۵۶۹۳	۲۶	ارومیه	۱/۳۹۲۱۰۶۳۹۳
۱۲	شیراز	۲/۵۹۸۵۹۸۶۰۱	۲۷	ساری	۱/۲۹۹۲۹۹۳
۱۳	کیش	۲/۵۰۵۷۹۱۵۰۸	۲۸	رشت	۱/۲۰۶۴۹۲۲۰۷
۱۴	اهواز	۲/۴۱۲۹۸۴۴۱۵	۲۹	اردبیل	۱/۱۱۳۶۸۵۱۱۵
۱۵	اصفهان	۲/۳۲۰۱۷۷۳۲۲	۳۰	بیرجند	۱/۰۲۰۸۷۸۰۲۲

مأخذ: یافته های پژوهش بر اساس داده های سال ۱۳۹۷.

بر اساس این محاسبه شاخص هم‌پیوندی در شهرهایی چون زنجان و گرگان در سطح اول، ایلام، سنندج، بجنورد و خرم‌آباد به ترتیب در سطوح بعدی قرار دارند.

تحلیل مجموعه عوامل هم‌پیوندی در سه گروه شاخص هوایی اعم از تعداد پرواز، تعداد مسافر و میزان بار نشان - دهنده حضور شهرهایی چون زنجان، گرگان در سطح اول، ایلام در سطح دوم، سنندج در سطح سوم، بجنورد در سطح چهارم و خرم‌آباد در سطح پنجم است. نکته جالب نبود شهرهایی چون تهران، مشهد، شیراز و ... در چند رده اول هم - پیوندی است.

در ادامه، تحلیل شبکه شهری مبتنی بر جریان‌ات هوایی، تکمیل و یکپارچه‌سازی تحلیل‌های چهارگانه انجام شد. بنابراین هریک از شاخص‌های چهارگانه بر اساس کلیه پارامترهای هوایی (تعداد پرواز، تعداد مسافر و میزان بار) برای همه شهرهای مورد نظر محاسبه شد. جدول ۷ نتایج این محاسبات را نشان می‌دهد.

جدول ۷. شاخص‌های چهارگانه (تجمیع حوزه پیوندهای پروازی، مسافری و بار) شهرهای کشور و پنج سطح نظام فضایی

ردیف	شهر	عامل Indegree	شهر	عامل Outdegree	شهر	عامل Closeness	شهر	عامل Betweenness
۱	تهران	۰/۵۳۳۱۴۲۹	تهران	۰/۵۰۸۲۵۹۲	تهران	۷۱/۴۸۲۴۶۹۹	زنجان	۹/۲۸۰۷۰۹۲۹
۲	مشهد	۰/۱۰۳۷۴۶۹۸	مشهد	۰/۱۵۰۲۲۹۲۸	مشهد	۴۹/۸۲۸۶۹۰۸۵	گرگان	۹/۲۸۰۷۰۹۲۹
۳	کیش	۰/۵۶۶۹۳۰۵	شیراز	۰/۰۷۰۶۳۵۲	قشم	۳۷/۰۵۷۵۸۹۹۵	ایلام	۸/۳۵۲۶۳۸۳۶
۴	شیراز	۰/۵۲۱۴۷۴۶	اصفهان	۰/۳۹۷۰۹۸۹	اهواز	۳۶/۰۴۵۶۰۳۹۸	سنندج	۷/۴۲۴۵۶۷۴۳
۵	اهواز	۰/۰۴۴۷۱۳۷۲	کیش	۰/۳۹۴۰۸۳۵	شیراز	۳۲/۵۸۲۸۵۳۹۷	بجنورد	۶/۴۶۶۹۴۹۶۵
۶	اصفهان	۰/۳۹۱۰۱۹۶	اهواز	۰/۳۹۰۴۹۶۳	بندرعباس	۲۸/۲۶۱۴۳۹۷۷	خرم‌آباد	۵/۵۶۸۴۵۵۵۷
۷	تبریز	۰/۲۷۹۰۱۰۹	تبریز	۰/۲۵۲۱۶۸۲	زاهدان	۲۵/۷۳۷۷۰۴۰۵	همدان	۴/۶۴۰۳۵۴۶۴
۸	بندرعباس	۰/۲۰۰۹۵۳۸	بندرعباس	۰/۲۲۸۱۳۸۹	کیش	۲۴/۸۴۲۴۲۹۷۱	شهرکرد	۳/۷۱۲۲۸۳۷۲
۹	کرمان	۰/۱۳۷۴۴۳۸	قشم	۰/۱۵۰۴۶۵۵	کرمان	۲۱/۶۸۴۲۷۵۰۶	تهران	۲/۷۸۴۲۱۲۷۹
۱۰	قشم	۰/۱۳۲۲۰۵۵	کرمان	۰/۱۲۲۰۵۵۸	اصفهان	۲۱/۵۰۴۳۷۲۹	یاسوج	۲/۷۸۴۲۱۲۷۹
۱۱	عسلویه	۰/۱۳۲۰۵۰۷	عسلویه	۰/۱۰۲۵۴۴۱	تبریز	۱۸/۶۴۲۲۸۳۱۴	مشهد	۲/۶۲۹۱۴۰۵۶۹
۱۲	بندر بوشهر	۰/۱۱۴۸۰۲۸	یزد	۰/۰۹۴۳۷۹۵	کرمانشاه	۱۳/۳۲۴۶۳۳	شیراز	۲/۵۹۸۵۹۸۶
۱۳	یزد	۰/۱۱۲۷۳۸۲	کرمانشاه	۰/۰۹۳۵۰۷۳	ایلام	۱۲/۹۶۳۲۳۱۵۵	کیش	۲/۵۰۵۷۹۱۵۱
۱۴	زاهدان	۰/۱۰۹۶۱۱۴	زاهدان	۰/۰۸۴۵۲۱۴	عسلویه	۱۱/۹۷۵۲۳۶۹۵	اهواز	۲/۴۱۲۹۸۴۴۱
۱۵	کرمانشاه	۰/۱۰۰۸۳۲۶	بندر بوشهر	۰/۰۶۸۲۲۴۷	یزد	۱۰/۶۰۱۵۲۲۹۱	اصفهان	۲/۳۲۰۱۷۷۳۲
۱۶	رشت	۰/۰۶۴۲۵۸۶	ارومیه	۰/۰۶۱۶۴۲۱	ارومیه	۱۰/۴۶۱۶۳۱۶۱	تبریز	۲/۲۲۷۳۷۰۲۳
۱۷	ساری	۰/۰۰۵۸۳۳۹۳	رشت	۰/۰۰۵۵۲۳۴۹	بندر بوشهر	۱۰/۳۳۶۰۸۶۲۶	بندرعباس	۲/۱۳۴۵۶۳۱۴
۱۸	گرگان	۰/۰۰۴۵۲۷۹	ساری	۰/۰۰۴۹۷۹۰۳	اردبیل	۹/۷۳۶۷۱۳۳۶	قشم	۲/۰۴۱۷۵۶۰۴
۲۰	ارومیه	۰/۰۰۴۳۹۹۶۲	گرگان	۰/۰۰۳۶۲۴۵۱	بیرجند	۷/۲۹۶۷۰۰۶۳	کرمان	۱/۹۴۸۹۴۸۹۵
۲۱	اردبیل	۰/۰۰۴۰۱۶۳۸	اردبیل	۰/۰۰۳۰۹۶۶	ساری	۷/۱۰۲۱۹۷۸	اراک	۱/۸۵۶۱۴۱۸۶
۲۲	ایلام	۰/۰۰۳۷۹۱۶۶	ایلام	۰/۰۰۳۰۵۵۶	رشت	۶/۵۲۴۲۳۷۵۵	بندر بوشهر	۱/۸۵۶۱۴۱۸۶

ردیف	شهر	عامل Indegree	شهر	عامل Outdegree	شهر	عامل Closeness	شهر	عامل Betweenness
۲۴	بیرجند	۰/۰۰۳۲۹۳۷۱	بیرجند	۰/۰۰۱۹۷۰۰۳	سنندج	۶/۰۲۹۰۶۷۸۵	زاهدان	۱/۷۶۳۳۳۴۷۶
۲۷	سنندج	۰/۰۰۱۸۵۹۷۳	سنندج	۰/۰۰۱۴۰۳۶۴	ياسوج	۵/۶۰۹۵۴۸۱۷	عسلویه	۱/۶۷۰۵۲۷۶۷
۲۸	خرم‌آباد	۰/۰۰۰۸۵۴۷۹	خرم‌آباد	۰/۰۰۰۷۲۰۱۲	گرگان	۵/۳۵۰۳۹۴۱۸	کرمانشاه	۱/۵۷۷۷۲۰۵۸
۲۹	بجنورد	۰/۰۰۰۸۴۱۵۱	بجنورد	۰/۰۰۰۶۷۲۴۷	خرم‌آباد	۵/۱۵۹۵۸۹۰۴	یزد	۱/۴۸۴۹۱۳۴۹
۳۰	ياسوج	۰/۰۰۰۷۱۴۲	ياسوج	۰/۰۰۰۵۴۳۳۶	شهرکرد	۲/۷۶۵۵۲۳۳۱	ارومیه	۱/۳۹۲۱۰۶۳۹
۳۱	شهرکرد	۰/۰۰۰۶۶۹۹۱	شهرکرد	۰/۰۰۰۵۲۹۸۶	بجنورد	۲/۶۲۱۷۹۰۰۸	ساری	۱/۲۹۹۲۹۹۳
۳۲	همدان	۰/۰۰۰۵۲۷۶۷	همدان	۰/۰۰۰۴۴۶۵۱	همدان	۱/۹۹۳۹۶۷۳۱	رشت	۱/۲۰۶۴۹۲۲۱
۳۳	زنجان	۰/۰۰۰۴۳۸۸۵	اراک	۰/۰۰۰۳۲۶۴	اراک	۱/۰۶۳۰۷۴۱	اردبیل	۱/۱۱۳۶۸۵۱۱
۳۴	اراک	۰/۰۰۰۲۹۴۷۸	زنجان	۰/۰۰۰۲۱۰۶۲	زنجان	۰/۵۲۸۷۱۰۹۲	بیرجند	۱/۰۲۰۸۷۸۰۲

مأخذ: یافته‌های پژوهش بر اساس داده‌های سال ۱۳۹۷، ۹۵.

بررسی پنج سطح اول شبکه شهری ارائه شده در جدول ۷، نشان دهنده اهمیت شهر اول در کنترل و سلطه بر کل جریان‌ها و پیوندهای هوایی موجود در کل کشور با دراختیارداشتن و ارائه انواع خدمات در بخش‌های مختلف اقتصادی با اختلاف ۵ برابری نسبت به شهر دوم و حدود ۱۲ برابری نسبت به سطح پنجم شبکه شهری (در شاخص واگرایی شهر اهواز در سطح پنجم قرار دارد) است. در سه شاخص شهر مشهد در سطح دوم شبکه قرار دارد. اما فاصله بین شهر مشهد با شهرهای سطح سوم کمتر از دو برابر و با سطح پنجم کمی بیش از دو برابر است. این موضوع اهمیت تهران را در ایجاد نظام قطبی شدید و کاهش قطبیت در سطوح بعدی به‌ویژه از سطح سوم به بعد است.

در سطح سوم خروجی حاصل از سه شاخص شبکه با استفاده از داده‌های هوایی، حاکی از حضور شهرهای کیش، شیراز و قشم است. سطح چهارم سازمان فضایی شهری به شیراز، اصفهان و اهواز اختصاص دارد.

مجموع تحلیل‌های انجام شده برحسب شاخص‌های چهارگانه مرکزیت/قدرت، حاکی از وجود نظام تک‌قطبی تهران و تقریباً نظام افقی گسترده از شبکه شهری سطوح سوم و چهارم و پنجم بدون لحاظ تهران و مشهد در شبکه شهری کشور است. ویژگی نظام فضایی حاصل حضور مشهد در سطح دوم قدرت و حضور بسیار جالب شهرهای مختلف چون شیراز، کیش، اهواز، قشم در سطح سوم و شهرهایی مانند اصفهان، تبریز، بندرعباس در سطح چهارم و سایر شهرها سطوح بعدی با تمایز کم نسبت به دو سطح قبلی سوم و چهارم است.

نکته مهم بین نتایج شاخص‌های سه‌گانه هوایی، خروجی شاخص هم‌پیوندی است. این شاخص نشان دهنده برخورداری شهرها از قدرت هماهنگی بیشتر است. خروجی این شاخص، شهرهایی چون زنجان و گرگان را هم‌ردیف تهران، ایلام را هم‌ردیف با مشهد و سنندج را هم‌رتبه با قشم، شیراز، کیش و ... قرار داده است. نکته دیگر در این تحلیل ظهور شهرهای جدید قدرتمند در شبکه شهری کشور این است که برخلاف تحلیل‌های سنتی، با استفاده از مدل استفاده شده مبتنی بر شبکه و تحلیل‌های انجام شده، این شهرها امکان پیدا کردند تا برای پذیرش مسئولیت‌های جدید در شبکه شهری کشور، معرفی شوند.

۵- نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهاد‌های سیاستی

بررسی جدیدترین نظریات مبتنی بر علم شبکه، الگوریتم‌ها و پژوهش‌های انجام‌شده در این حوزه نشان می‌دهد با توجه به شکل‌گیری بسترهای مبتنی بر تکنولوژی ارتباطات، اطلاعات، اینترنت، حمل‌ونقل و ...، ارتباطات، نقش اساسی در قدرت‌گره‌ها یا نودها ایفا می‌کند به طوری که در هر مکانی قدرت و شدت جریان‌ها بیشتر باشد، اثرگذاری، کنترل-کنندگی و جریان بخشی بیشتر و مؤثرتری را در کل شبکه ایجاد می‌کند؛ بنابراین امروزه به علت شدت و اهمیت جریان‌ها، با مکان‌های بسیار کوچکی روبه‌رو هستیم که در سطح جهانی عمل می‌کنند. این شهرها فارغ از اینکه جمعیت بزرگی داشته باشند، به علت شدت ارتباطات و پیوندهایی که دارند کل شبکه شهری جهانی را متأثر می‌سازند. این در حالی-است که در تحلیل‌های اندازه-مبنا، اندازه، بزرگی و حجم پارامترهای مختلف یک مکان برای مثال جمعیت شهر مورد توجه است. از این‌رو از حدود سه دهه پیش با توجه به نقش و اهمیت ارتباطات، مبنای تحلیل از صرف اندازه به جریان‌ها و به‌ویژه در دهه اخیر به شبکه تغییر پیدا کرده است. بنابراین ضرورت دارد مبنای بسیاری از تحلیل‌ها در حوزه شبکه شهری، سازمان فضایی و به‌ویژه آمایش سرزمین که وظیفه بازتنظیم فضا را از طریق عناصر فضایی مانند شهرها و فعالیت‌ها و ... به‌عهده دارد، از اندازه‌گیری‌های مبتنی بر اندازه به پارامترهای جریانی و شبکه‌ای و تحلیل‌های مبتنی بر الگوریتم‌ها و مدل‌های گوناگون شبکه تغییر داده شود تا پاسخگوی پویایی زمانی و مکانی کنونی حاصل از جریان‌ها باشد.

بررسی انجام‌شده با استفاده از داده‌های هوایی نشان می‌دهد که سازمان فضایی و شبکه شهری حاصل از داده‌های شبکه-مبنا تفاوت‌های محسوسی با سازمان فضایی و شبکه شهری حاصل از داده‌های اندازه-مبنای کشور دارد. به غیر از دو سطح اول شبکه شهری کشور که شهرهای تهران و مشهد را شامل می‌شود، بررسی حاصل از شاخص‌های قدرت شامل: شاخص‌های واگرایی، هم‌گرایی، هم‌جواری و هم‌پیوندی بین شهر-فرودگاه‌های کشور، نشان داده است که شهرهای بسیاری از نقاط مختلف کشور در تنظیم جریان‌های قدرت حاصل از پیوندهای هوایی نقش آفرینی می‌کنند که معمولاً در محاسبات داده‌های اندازه-مبنا و غیرپیوندی دیده نمی‌شوند. بنابراین با توجه به استفاده گسترده از داده-های غیرجریانی در تحلیل نظام و شبکه شهری کشور در نظام برنامه‌ریزی، عملاً فضای برنامه‌ریزی کشور را به سوی نتایج این‌گونه محاسبات، که غالباً به سوی شهرهای بزرگ (به لحاظ جمعیتی) می‌باشند، سوق می‌دهد و سایر شهرهای اثرگذار و قدرت‌مند در نظام فضایی مبتنی بر پیوندهای هوایی و سایر جریان‌ها نادیده گرفته می‌شوند. شهرهایی مانند زنجان و گرگان، بندرعباس و ... از این دسته هستند.

علاوه بر این که تحلیل شبکه شهری کشور با استفاده از شاخص‌های قدرت این امکان را ایجاد کرد تا سایر شهرهای تأثیرگذار بر حوزه پیوندهای فضایی را شناسایی کند تا برای ایفای نقش مؤثرتر برنامه‌ریزی صورت گیرد، نتایج آشکاری را در حوزه سلسله‌مراتب نظام فضایی نیز آرایه کرد به طوری که شهرهایی که به صورت سنتی و همیشگی، در جایگاه سوم یا چهارم نظام فضایی کشور بودند را یا به سطوح پایین‌تر تغییر داده یا اینکه بسیاری از دیگر شهرهای کوچک را هم‌ردیف

با آن‌ها قرارداد داده است. شهرهایی چون کیش، قشم، بندرعباس، سنندج و ایلام از این گروه هستند و در واقع شبکه افقی گسترده‌ای از شهرها را در سطح سوم و چهارم و پنجم با اختلاف اندکی شکل داده است.

از این‌رو بررسی‌ها نشان می‌دهد؛ به‌کاربردن ANP، دانش جدیدی از وضعیت سازمان فضایی و شبکه شهری کشور در اختیار سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان قرار می‌دهد که با توجه به دستاوردهای آن در تبیین بهتر نظام فضایی کشور به‌ویژه برای برنامه‌ریزی فضایی و آمایش سرزمین، راهبردها و راهکارهایی به شرح ذیل پیشنهاد می‌گردد:

- معرفی سازمان فضایی شبکه- مبنا به جامعه علمی و نظام برنامه‌ریزی آمایش سرزمین به‌جای سازمان فضایی مکان- مبنا به‌ویژه جمعیت- مبنای فعلی، با توجه به ماهیت پویای اقتصاد و شبکه شهری جهانی و ملی و منطقه‌ای متاثر از آن

- معرفی شهرهای دارای توان بارگذاری و پذیرش مسئولیت در نظام شهری در سطح ملی و فراملی برای پذیرش نقش و بازی در اقتصاد ملی و ... در راستای مشارکت در فرایندها و تعاملات بین‌المللی (بازتنظیم روابط و پیوندهای فضایی از وظایف آمایش سرزمین)

- بهینه‌کردن یا بازتنظیم شبکه شهری با تغییر جهت و شدت جریان‌های پیوندی هوایی از طریق ایجاد تراکم جدید یا تراکم‌زدایی از فضاهای فعلی یا آتی

- راهکار اجرای پژوهش عمیق برای تبیین شبکه شهری کشور با استفاده از مجموعه داده‌های پیوندی و جریانی اعم از داده‌های اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، کالبدی و محیط زیستی و تحلیل آن با استفاده از شاخص‌های مختلف ANP و تنظیم سیاست‌های توسعه نظام و شبکه شهری کشور بر اساس خروجی‌های آن.

در ارتباط با راهکار اجرای پژوهش در حوزه شبکه شهری، باید ذکر کرد هرچند با استفاده از تحلیل‌های مبتنی بر شبکه دانش بسیار جامعی از وضعیت خوشه‌های شهری، انواع رابطه بین شهرها اعم از رابطه رقابتی یا همکاری در کلیه بخش‌های اقتصادی، شهرهای مسلط، چاله‌های ساختاری ... را می‌توان به‌دست آورد و در سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌های فضایی/آمایشی و اقتصادی به‌کار برد و بهره‌های فراوان از آن برد اما باید اشاره کرد، تحلیل شبکه به‌شدت وابسته به داده‌های دقیق، شفاف و همزمان بین نودها یا مراکز شهری و بنگاه‌های اقتصادی مختلف است بنابراین راهکار اساسی برای گسترش این نوع از تحلیل و استفاده از نتایج آن در فضای برنامه‌ریزی از سطح کلان تا بنگاه اقتصادی، تشکیل بانک‌های داده‌ای دقیق، آنلاین، یکپارچه و در دسترس، از کلیه جریان‌های داده و اطلاعات، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و طبیعی است.

منابع

منابع داخلی

آفاق پور، آتوسا (۱۳۹۰)، بررسی و تحلیل ساختار و سازمان فضایی در نظام شهری ایران با استفاده از تحلیل جریان‌ها، پایان‌نامه کارشناس ارشد، دانشکده هنر و معماری دانشگاه تربیت مدرس.

- احمدپور، مریم (۱۳۹۷). الگوی شبکه شهری کشور در فرایند جهانی شدن؛ مطالعه موردی متروپل ها و مراکز استان ها. رساله دکتری دانشگاه تهران، گروه جغرافیای شهری.
- داداش پور، هاشم و مولودی، جمشید (۱۳۹۰). بررسی و تحلیل ساختار سلسله مراتب شهری در استان اردبیل، فضای جغرافیایی، ۱۱ (۳۴)، ۱۰۲-۱۳۱.
- داداش پور، هاشم و آفاق پور، آتوسا و رفیعیان، مجتبی (۱۳۸۹). تحلیلی بر سازمان یابی فضایی سیستم شهرهای نواحی ساحلی جنوب ایران، جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، ۱۴، ۹۷-۱۳۱.
- رفیعیان، مجتبی و فرجام، رسول (۱۳۹۰). تأثیر فرایند جهانی شدن بر ساختار شبکه شهری جهان. ژئوپلیتیک، ۷ (۲)، ۱۰۵-۱۴۵.
- زیاری، کرامت اله، احمدپور مریم، حاتمی نژاد حسین، پوراحمد احمد، (۱۴۰۰) تحلیل قدرت و موقعیت شهرها در شبکه شهری کشور؛ مبتنی بر حمل و نقل زمینی، فصلنامه برنامه ریزی منطقه‌ای، ۱۱، (۴۲)، ۳۴-۵۰.
- سلیمانی، محمد و نظریان، اصغر و یزدانی محمدحسن (۱۳۸۹)، تحلیل فضایی جریان حواله‌های بانکی در شبکه شهرهای ایران، مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، ۲ (۷)، ۳۰-۱.
- شورجه محمود (۱۳۹۴)، دیدگاه‌های نو در سیستم‌های شهری، ویراست دوم، تهران: پرهام نقش.
- عظیمی ناصر (۱۳۷۹)، تحولات نظام شهری در گیلان، گذشته، حال و آینده، رساله دکتری، دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی.
- عظیمی ناصر، (۱۳۸۱)، پویای شهرنشینی و مبانی نظام شهری، مشهد: نیکا.
- عظیمی ناصر، (۱۳۸۷)، طرح پژوهشی: چگونگی استفاده از قابلیت و توان کلان شهرها در جهت تقویت نقش فراملی و ارتقای جایگاه بین‌المللی کشور، مؤسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه ریزی، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، جلد ۱. گزارش مرحله اول، ویراست سوم.
- فرهودی، رحمت اله و زنگنه شهرکی، سعید و ساعد موچشی، رامین (۱۳۸۸)، چگونگی توزیع فضایی جمعیت در نظام شهری ایران در طی سالهای ۱۳۳۵ تا ۱۳۸۵، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۴۱ (۶۸)، ۵۵-۶۸.
- مشکینی ابوالفضل، (۱۳۸۲) نارسایی‌های فضایی نظام شهری استان زنجان، رساله دکتری گروه جغرافیای انسانی دانشگاه شهید بهشتی.
- مشفق وحید، جعفری یحیی، علیزاده هادی (۱۳۹۸) تحلیل ریخت‌شناسی شبکه شهری با رویکرد تعادل بخشی به فضا؛ مطالعه موردی: شبکه شهری استان هرمزگان، نشریه آمایش سرزمین، ۱۱ (۲)، ۳۱۱-۳۳۶.
- مشفق وحید، رفیعیان مجتبی (۱۳۹۴)، سنجش شاخص چندمرکزی عملکردی شبکه شهری؛ نمونه موردی: شبکه شهری استان مازندران، برنامه ریزی و آمایش فضا، ۲۰ (۱)، ۲۰۷-۲۵۱.
- نسترن، مهین و ابوالحسنی فرحناز و ایزدی ملیحه (۱۳۸۹)، تحلیل سلسله مراتب شهری در شهرهای بالای صدهزار نفر کشور، آمایش محیط، ۳ (۱۱)، ۱۵۷-۱۷۴.

منابع خارجی

- Akhavan Mina, Hilda Ghiara, Ilaria Mariotti, Cecile Silling, (2020) *Logistics global network connectivity and its determinants. A European City network analysis*, Journal of Transport Geography, Volume 82
- Alderson, Arthur S. and Jason Beckfield. 2004. Power and position in the world city system. *American Journal of Sociology* 109(4), PP.811-851.
- Alderson, Arthur S. and Jason Bekfield (2007). *Globalization and the word city system*. In: *Cities in Globalization*, Routledge.
- Alderson, Arthur S. Jason Beckfield and Jessica Sprague-Jones, (2010), *Intercity Relations and Globalisation: The Evolution of the Global Urban Hierarchy, 1981-2007*, *Urban Studies*, 47 (9), 1899-1923.

- Beaverstock, J. V., Smith, R. G. and Taylor, P. J. (2000). World-City Network: a New Meta- Geography?. *Annals of the Association of American Geographers*, 90, 123-134.
- Castells, M., (1996), *The Rise of the Network Society*. Malden: Blackwell.
- Cattan, N. 1995. Attractivity and internationalization of major European Cities: The example of air traffic. *Urban Studies*, 32, 303-312.
- Constantinou Chrysovalantis, Efthymia Nikita, Ruben Post (2024), *Linking Ancient Cities: Network Analysis of the Roman Transportation System*, Bulletin of the American Physical Society (ASP).
- Derudder, B. (2021) *Logistics global network connectivity and its determinants. A European City network analysis*; Special Issue: Reviving network analysis in geography, Volume112, Issue4.
- Faust, K. (1988). Comparison of Methods for Positional Analysis: Structural and General Equivalences. *Social Networks* 10:313-41.
- Friedman, I. (1986). *The World City Hypothesis, Development and Change*, Cambridge University Press.
- Ghasemi,Farhad, (2008), *Network Attitudes to Areas and Analysis of Its Processes from the Perspective of Cyclic Theories*, *Journal of Geopolitic*, Year 4(1), 100.
- Hou Jingxuan, Zhang Enjia, Long Ying (2021) The Progress and Prospect of the Multi-scale Urban Space Network Research, China, UPI, 36(41).
- Keeling, D. J. 1995, *Transport and the world city paradigm*, In, P. Knox & P. Taylor, *World cities in a world-system*. New York: Cambridge University Press.
- Minaei, Negin, (2006), *World Cities; Policies and Trends in Word Hierarchy: A Comparison London and Tokyo with Tehran*, ResearchGate
- Niamh, M.M. (2004). Globalising Dublin: Indicators of Urban Society in Transition. *DELA*, 21, 213-222.
- Pumain, Denise (2021), *From networks of cities to systems of cities*,Hall Open Science, 140-160.
- Radha, D, Kularni, S, (2017) *A Social Network Analysis of World Cities Network*, 2nd International Conference on Computational Systems and Information Technology for Sustainable Solution (CSITSS).
- Taylor, J. Peter, (2004), *World city network, a global urban analysis*, Routledge. London.
- Taylor, Watts and, Johnston, (2002), *Geographies of Global change: Remapping the World*, Wiley.
- Short, J. R. and Kim, Y. H. 1999, *Globalization and the City*. Harlow: Arnold.
- Szpak Agnieszka, Jonna Rezmer, (2024), The United Nations and Cities of the World: A new reality? *Journal of Cities*. Volume 146, 104761.
- Wangyang, C, Huiming H, Shunyi, L, Feng, G, Filip, B, (2024), Global urban road network patterns: Unveiling multiscale planning paradigms of 144 cities with a novel deep learning approach, *Landscape and Urban Planning*.