پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دورهٔ ٤٦، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۳
ص. ۱۵۰-۱۲۵

سازمان فضایی در نظام شهری ایران با استفاده از تحلیل جریان هوایی افراد

هاشم داداش‌پور* ـ استادیار برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، دانشکدهٔ هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس
امیررضا ممدوحی ـ استادیار مهندسی راه و ترابری، دانشکدهٔ مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس
آتوسا آفاق‌پور ـ کارشناس ارشد برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، دانشگاه تربیت مدرس

پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۰۴/۲۸ تأیید نهایی: ۱۳۹۲/۰۲/۲۳

چکیده

مطالعهٔ سازمان فضایی نظام‌های شهری و به‌طور خاص روابط بین شهری، در زمینهٔ برنامه‌ریزی شهری و علوم منطقه‌ای، مدت مدیدی است که جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است. اغلب پژوهش ها در این خصوص، برخاسته از رهیافت اندازه مبنا، معطوف به سطح تمرکز فعالیت‌ها در یک مکان است، درحالی که رهیافت تعاملی و شبکه مبنا در چهارچوب نگرش‌های نوین، پیوستگی و ارتباطات متقابل بین مکان‌ها را در مطالعهٔ سازمان‌یابی فضا مورد توجه قرار داده و ایده‌پردازی روابط متقابل بین شهرها را در تقابل با پذیرش چیدمان سلسله مراتبی از فضا قرار می دهد که در نظریه‌های سنتی پذیرفته شده بود. از این رهگذر، سازمان‌یابی شهرها را متأثر از آرایش فضایی روابط آنها در فضای جریان‌ها می‌داند، درحالی‌که اغلب پژوهش های صورت گرفته در مطالعهٔ ساختار نظام شهری کشور، به استفاده از ویژگی های مکانی نقاط معطوف بوده و توجه کمتری به استفاده از داده های جریانی در چهارچوب رهیافت شبکه‌مبنا و سازمان‌یابی ارتباطی شده است. به همین دلیل در این پژوهش کوشش شده تا با بهره گیری از جریان هوایی افراد در سال ۱۳۸۵ و ابزار تحلیل شبکه، سازمان و پیکره‌بندی فضایی حاکم بر نظام شهری کشور تعریف و نتایج به‌دست آمده از آن با سلسله مراتب شهری مبتنی بر رهیافت اندازه مبنا (ناشی از تعداد جمعیت شهرها در سال ۱۳۸۵) مقایسه شود. نتیجهٔ به‌دست‌آمده از تحلیل تعاملات فضایی در قالب پنج مؤلفه، حاکی از آن است که ساختار فضایی حاکم بر نظام شهری کشور، به‌سبب شدت تمرکز و تسلط شهر تهران و محدودیت سازمان‌یافتگی و تعدد شهرها در سطوح فضایی بالاتر، تک‌مرکزی، ناهمبسته، متمرکز و متقارن است؛ به‌طوری که تنها دو سطح، یکی مشتمل بر تهران و دیگری مشتمل بر شهرهای پیرامونی قابل ردیابی است. همچنین مقایسهٔ سلسله مراتب تحلیل شبکه‌مبنا و اندازه‌مبنا از ناهمخوانی نتایج این دو رهیافت با یکدیگر حکایت دارد.

کلیدواژه‌ها: تعاملات بین شهری، جریان هوایی افراد، رهیافت شبکهٔ مبنا، سازمان فضایی، نظام شهری ایران.

---

* نویسندهٔ مسئول : ۸۲۸۸۳۷۶۴-۰۲۱ E-mail: H-dadashpoor@modares.ac.ir

مقدمه[۱]

مطالعهٔ سیستم‌های شهری[۲] در زمینهٔ برنامه‌ریزی شهری، علوم منطقه‌ای، جغرافیای اقتصادی و شهری، مدت مدیدی است که جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است. پیش از دههٔ شصت میلادی، اغلب پژوهش های این حوزه، برخاسته از تفکرات مکتب جغرافیای سنتی و در قلمرو نگرش اتمیسم صورت می گرفت که در آن، یا عنصر رابطه شامل پیوندهای اجزا با یکدیگر در تعریف نظام شهری نادیده انگاشته می‌شد، یا ایده‌پردازی روابط متقابل بین شهرها همراه با تجسم چیدمان سلسله‌مراتبی از فضا پذیرفته شده بود. متأثر از این نگرش، مطالعهٔ نظام‌های شهری معطوف به سطح تمرکز فعالیت ها یا کارکردها در یک مکان و تنها بر اساس ویژگی های درونی و موضعی آنها بود (داداش‌پور و مولودی، ۲۰۱۱؛ سیمونز و بورن، ۱۹۸۳: ۲۶۰)، چیزی که افرادی چون کستلز و تیلور از آن با نام «فضای مکان ها[۳]» یاد می کنند و امروزه با نام رهیافت صفتی و اندازه‌مبنا[۴] شناخته می‌شود که در آن کارکردهای یک محل، از ویژگی‌های محتویات درون مرزهای آن مشتق می‌شود (کستلز، ۱۹۹۶: ۴۵۶–۴۵۳). از اواخر دههٔ ۶۰ میلادی و شکل‌گیری رویکرد سیستمی با تعریف مجموعه‌ای از شهرها به‌منزلهٔ یک سیستم، کلیت، عنصر و ارتباط سه خصیصهٔ عمدهٔ سیستم ها را شکل داد (ریف، ۱۹۷۳: ۶–۵) و توجه زیادی به روابط متقابل بین شهرها و توسعهٔ آنها در سطح یک منطقه شد (تیلور، هویلر و وربروگن، ۲۰۱۰). این رویکرد با در نظر گرفتن ساختارهای یکپارچهٔ منطقه‌ای، نگرش نوینی را در قلمرو تحلیل سیستم های شهری و منطقه‌ای و شناخت نظام‌های حاکم بر فضا ارائه داد که به چند دلیل از نظریه‌های سنتی عزیمت کرده است. از یک سو نظام شهری تنها از مجموعه مصادیق کالبدی ـ در این مورد سکونتگاه‌های شهری ـ تشکیل نشده، بلکه جریان‌ها و ارتباطات فضایی میان شهرها را نیز در برمی‌گیرد (سیمونز، ۱۹۷۸) و از طریق مجموعه کنش‌ها و روابط بیرونیِ شهرها و جایگاه هر یک در شبکهٔ پیچیدهٔ بیرونی تعریف می‌شود. اساس فکری این رویکرد که آن را رهیافت تعاملی و شبکه مبنا[۵] می‌نامند، شناخت پدیده‌ها را منوط به شناخت عناصر تشکیل‌دهنده، پیوستگی و ارتباطات متقابل میان آنها و کلیت نظام‌یافتهٔ آن می‌داند؛ چیزی که کسانی چون کستلز و تیلور از آن با نام «فضای جریان‌ها[۶]» یاد می‌کنند و در آن هر شهر، به فراخور درجه، نوع، ترکیب و کیفیت روابط با سایر شهرها، جایگاه و شخصیتی مشخص می یابد (کستلز، ۱۹۹۶: ۴۵۹–۴۵۶). از سوی دیگر چنین نگرشی، چیدمان سلسله‌مراتبی اندازه‌مبنا از فضا را که در نظریه‌های سنتی مورد پذیرش بود، در تقابل با مدل شبکه‌ای سازمان‌یابی فضا، مبتنی بر نگرش‌های نوین قرار می‌دهد و به مطالعهٔ آن، متأثر از آرایش فضایی روابط آنها در فضای جریان‌ها می‌نگرد (داداش‌پور، آفاق‌پور و رفیعیان، ۱۳۸۹). شهرها در این نظام با ارتباطات زمینی، هوایی و الکترونیکی، شبکه‌ای به‌وجود می‌آورند که در آن جریانی از جمعیت، کالا، سرمایه و اطلاعات در گردش دائم است (عظیمی، ۲۰۰۲: ۵۳). با این حال از دههٔ هشتاد، در نتیجهٔ تحولات به‌وقوع پیوسته در فناوری‌های ارتباطاتی،

---

۱. برگرفته از پایان‌نامهٔ مقطع کارشناسی ارشد رشتهٔ شهرسازی گرایش برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای با عنوان «بررسی و تحلیل ساختار و سازمان فضایی در نظام شهری ایران با استفاده از تحلیل جریان‌ها»، ۱۳۹۰، دانشگاه تربیت مدرس.

2. Urban System
3. Space of Places
4. Node- attribute Approach/ Size-Based
5. Interaction Approach/ Network-Based
6. Space of Flows

ابداعات ترابری و به‌دنبال آن اقتصاد جهانی، قابلیت دسترسی بین مکان‌ها و جابه‌جایی افراد، کالاها، اطلاعات و سرمایه، افزایش‌یافته و متغیرهای مختلفی متضمن تحولات و تغییرات مناطق در سطوح مختلف شدند؛ چرا که از نظر جغرافیایی و به‌دلیل اثرات یکپارچه‌ساز جهانی‌شدن، مکان نه‌تنها جایگاه هستی‌شناسانهٔ خود را از دست داده، بلکه منطق و معنای آن در متنی جدید، یعنی در «فضای جریان‌ها» جذب می‌شود. این تغییرات که در پیشبرد فرایندهای باز پیکره‌بندی فضایی[1] و انقباض عمومی فضا[2] مهم تلقی می‌شوند، از یک سو موجب گذار پیکره‌بندی نظام شهری از الگوی سادهٔ تک‌مرکزی به مدل چند مرکزی یا شبکه‌ای در مقیاس‌های مختلف جغرافیایی شده (دیلمن و فالودی، ۱۹۹۸) و از سوی دیگر سبب شده تا جایگاه و نقش نقاط در نظام شهری، هرچه بیشتر به‌دلیل روابط و جریان‌های درون شبکه‌ها مشخص و توصیف شود؛ به‌طوری که این ویژگی‌ها بیش از آنکه تابعی از آن چیزی باشند که در درون نقاط ثابت‌شده، تابع جریان‌های در حال گردش میان شهرها هستند (لیمتنکول، شوانن و دیجست، ۲۰۰۷). بروز این تحولات منجر به پیدایش موج جدیدی از پژوهش‌ها شد که گذار از سلسله‌مراتب شهری اندازه‌مبنا به سلسله‌مراتب شهری شبکه‌مبنا را، توصیفی درخورِ نظام‌های شهری نوین می‌دانند (نیل، ۲۰۱۱). در این دوره در مباحث نظری مرتبط با حوزهٔ جغرافیا و در برنامه‌ریزی فضایی و آمایش سرزمین، ردپای توسعهٔ اقتصاد خدمات‌محور، به‌دلیل اهمیت در حال رشد سرمایه‌های مالی (ساسن، ۱۹۹۱: ۴۲–۳۸) و تغییر به سوی فعالیت‌های مستقل از فاصله[3]، مانند خدمات بازرگانی و تجاری که از نقش مکان در سازمان‌دهی سلسله‌مراتب شهری و توضیح نقش اقتصادی شهرها کاسته و توجه پژوهشگران را بیشتر به شبکه‌های شهری[4] جلب کرده، دیده می‌شود. درنتیجه، کاربرد صریح رهیافت تعاملی و تحلیل شبکه‌های بین شهری برای توضیح سلسله‌مراتب شهریِ کارکردی، در این دوره ظهور یافت. با این حال، وجود پشتوانهٔ نظری مدون در توضیح نظام‌های شهری با استفاده از تحلیل جریان‌های بین شهری، به سبب آنکه اندازه‌گیری و عملیاتی‌ساختن روابط بین شهری که در انواع مختلفی از جریان‌ها مانند افراد، کالا، اطلاعات و سرمایه، می‌تواند نمود داشته باشد (پرد، ۱۹۷۷)، یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش روی محققان بوده (درودر، لوم و ویتلوکس ، ۲۰۰۷)، تا کنون توصیفات انگشت‌شماری از سازمان فضایی نظام‌های شهری مبتنی بر رهیافت تعاملی ارائه شده است. از این لحاظ، اغلب پژوهش‌های انجام‌گرفته در مقیاس کشور، تنها به استفاده از ویژگی‌های مکانی نقاط که اهمیت آنها را به‌واسطهٔ سطح تمرکز یک عامل مشخص (مانند تعداد جمعیت ساکن) اندازه‌گیری می‌کند، معطوف بوده (فرهودی، زتگنه شهرکی و ساعد موچشی، ۱۳۸۸؛ زبردست، ۱۳۸۶؛ لیوارجانی و شیخ اعظمی، ۱۳۸۸؛ تقوایی و صابری، ۱۳۸۹؛ تقوایی و موسوی، ۱۳۸۸؛ اکبری، عسگری و فرهمند، ۱۳۸۵) و توجه اندکی به استفاده از داده‌های جریانی در چهارچوب رهیافت شبکه‌مبنا و سازمان‌یابی ارتباطی شده است. به این دلیل، در کنار تمام کاستی‌های بیان‌شده، کوشش‌هایی که به‌طور مشخص به روش‌شناسی سنجش و ارزیابی سازمان فضایی نظام‌های شهری بر پایهٔ تحلیل جریان‌های بین شهری پرداخته باشد نیز، اندک است. بنابراین پژوهش حاضر پس از مرور ابعاد نظری ـ مفهومی مرتبط و پرداختن به روش‌شناسی سنجش و ارزیابی سازمان فضایی نظام‌های شهری و تبیین

1. Reorganization
2. General contraction of space
3. Distance-independent
4. Urban Network

مؤلفه‌ها و شاخص‌های تحلیل پیکره‌بندی حاکم بر تعاملات فضایی، در صدد پاسخ‌گویی به پرسش‌های زیر برآمده است:

۱. الگوی فضایی حاکم بر نظام شهری کشور، مبتنی بر تحلیل شبکهٔ جریان هوایی افراد در سال ۱۳۸۵ با اتکا به رهیافت تعاملی و شبکه‌مبنا چیست؟

۲. نتایج به‌دست‌آمده از سلسله‌مراتب شهری مبتنی بر رهیافت اندازه‌مبنا (ناشی از تعداد جمعیت شهرها در سال ۱۳۸۵) تا چه حد با سلسله‌مراتب شهری ناشی از رهیافت شبکه‌مبنا انطباق دارد؟

بخش دوم این پژوهش با عنوان چارچوب نظری، به رهیافت‌های متعدد مطالعهٔ نظام‌های شهری می‌پردازد و به‌طور مشخص درخصوص دو رهیافت اندازه‌مبنا و شبکه‌مبنا توضیحاتی در اختیار خوانندگان قرار می‌دهد. بخش سوم با مروری بر داده‌ها، تدقیق محدوده و سطح فضایی مورد مطالعه و همچنین توضیح پیرامون مؤلفه‌های تعامل فضایی و شاخص‌های به‌کار گرفته‌شده برای اندازه‌گیری مؤلفه‌های مذکور ادامه می‌یابد. توصیف پیکره‌بندی فضایی نظام شهری ایران بر پایهٔ جریان هوایی جابه‌جایی افراد و ارائهٔ یافته‌های حاصل از آن، در بخش چهارم دنبال می‌شود و درنهایت با جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و پیشنهادهایی، پژوهش خاتمه می‌یابد.

مبانی نظری

به‌طور کلی در ادبیات حوزهٔ تجزیه‌وتحلیل سیستم‌های شهری، با دو رهیافت اصلی می‌توان مطالعهٔ موقعیت شهرها و سازمان‌یابی فضا را متمایز کرد:

رهیافت صفت‌مبنا یا اندازه‌مبنا

این رهیافت از نظام‌های شهری، صفات و ویژگی‌های منتسب به شهرها را ناظر اصلی بر سلسله‌مراتب و سازمان‌یابی آنها می‌داند. این ویژگی‌ها را در قالب متغیرهایی چون جمعیت، سهم از تولید ناخالص ملی، تعداد جمعیت شاغل و... می‌توان اندازه‌گیری کرد؛ به‌طوری که برای دهه‌های متمادی در تفسیر مرکزیت فضایی شهرها، به اندازهٔ جمعیتی آنها و حوزهٔ نفوذ پیرامونی‌شان، متأثر از جایگاه آنها در سلسله‌مراتب شهری و اهمیت اقتصادی‌شان در نظام شهری استناد می‌شد (کریستالر، ۱۹۳۳ و ۱۹۶۶: ۱۶۷– ۱۵۲). در این رهیافت، کانون توجه روی صفات واحد تحلیل است. فرض اصلی پشتیبان این ایده، پذیرش تصور چیدمان سلسله‌مراتبی از فضا در قالب روابط «عمودی» مرکز ـ پیرامونی و متأثر از عامل فاصله است؛ به‌گونه‌ای که اندازهٔ این متغیرها و فواصل میان آنها، به تناسب سطوح سلسله‌مراتبی افزایش می‌یابد. به‌طور مشخص و برای اولین بار، نظریهٔ مکان مرکزی والتر کریستالر در سال ۱۹۳۳، با ارائه چنین سازمان یابی از فضا که موقعیت هر شهر را با کارکرد اقتصادی آن در نظام شهری در ارتباط می‌دید، ازجمله بارزترین این پژوهش‌ها است که به‌دنبال این رویکرد، مطالعهٔ ساختار فضایی سیستم‌های شهری و به‌طور خاص، روابط بین شهری پیشروی کرده است (کریستالر، ۱۹۳۳ و ۱۹۶۶: ۲۳۰–۲۱۲). در این دوره اغلب پژوهش‌های تجربی، به سنجش اهمیت هر شهر به‌واسطهٔ سطح تمرکز یک عامل مشخص و با تکیه بر شاخص‌های صفتی متمایل بود. در همهٔ این مطالعات، فرض عمومی این بود که اندازهٔ جمعیتی بیشتر، نمایندهٔ طیف وسیعی از کالاها و خدمات تخصصی در دسترس در یک مکان شهری و

همچنین شاخصی از اهمیت آن در نظام اقتصادی است (لیمتنکول، شوانن و دیجست، ۲۰۰۷)؛ به‌طوری که نقاط بسیار مهم در سیستم، بیشترین تمرکز چنین کارکردهایی را در غالب محصولات، امکانات و خدمات دارند.

رهیافت تعاملی یا شبکه‌مبنا

از اوایل دهۀ نود به بعد، برخی از پژوهشگران تلاش در توسعۀ مدل جدیدی از سازمان‌یابی فضا داشتند که نقش روابط و پیوندهای بین شهری را در تحلیل نظام های شهری عمده کند و جایگاه هر شهر را نسبت به موقعیت قرارگیری آن در فضایی از جریان‌ها بسنجد (ون‌درنپ، ۲۰۰۲ و ۱۹۲۷؛ بتن، ۱۹۹۵؛ کاماگنی، ۱۹۹۳: ۶۷). این رهیافت بر درجه تعامل هر یک از نقاط با دیگر نقاط در نظام جریان ها استوار است و با تأکید بر داده های رابطه‌ای، کم و کیف، شکل و محتوای آرایش جریان‌ها سازمان‌یابی فضا را هدف قرار می‌دهد. درحالی‌که فروض قراردادی نظریۀ مکان مرکزی، ترجمانی مرتبط با فرایندهای مکانی و متأثر از عامل فاصله در اختیار می‌گذاشت، مدل شبکه‌ای[1] تدوین‌شدۀ میجرز در سال ۲۰۰۷ (میجرز، ۲۰۰۷) و نظریۀ جریان مرکزی پِتِر تیلور و دیگران در سال ۲۰۱۰ (تیلور، ۲۰۱۰)، ترجمانی از جریان‌ها را در ارتباط با فرایندهای فضایی و مستقل از فاصله به‌دست داد و تلقی متفاوت و مجزایی از روابط بین شهری را در غالب روابط «افقی» که پیش از این نادیده گرفته می‌شد، در تعریف شبکۀ شهری ضرورت داد. از دید آنها، سلسله‌مراتب در کارکردها برخلاف سلسله‌مراتب در شهرها، اغلب متقارن و دوسویه است. بنابراین روابط بین شهرها تنها عمودی نبوده، بلکه روابط افقی در قالب روابط مکملی، همیاری، تعاون و همکاری نیز بروز می‌یابد (کاپینری و کامن، ۱۹۹۸: ۳۸-۳۷؛ کاپللو، ۲۰۰۰؛ میجرز، ۲۰۰۵) و به نظریه‌پردازی دیگری، متفاوت از نظریۀ مکان مرکزی نیازمند است. نظریۀ کریستالر که نشان‌دهندۀ ویژگی اقتصادهای صنعتی[2] است، تنها قابلیت توضیح روابط عمودی و محلی را دارد، اما سیستم‌های شهری نوین در کشورهای توسعه‌یافته، متأثر از جنبش معاصر به سمت اقتصادهای خدماتی[3]، در موارد بسیاری از این الگو عزیمت کرده‌اند و نظریۀ جریان مرکزی را پیرامون به میان آوردن روابط افقی و غیر محلی برای خلق جهان شهری[4]، مرکب از افراد، کالاها و ایده‌ها، توصیفی درخورِ سازمان‌یابی فضایی نوین می‌دانند (تیلور، هویلر و و وربروگن، ۲۰۱۰).

اگرچه بنیان‌های نظری هر دو رهیافت به خوبی مستند شده، اما ماهیت ارتباط بین این دو رهیافت تا کنون به‌طور وسیعی نامشخص باقی‌مانده است (لیمتنکول، شوانن و دیجست، ۲۰۰۷). هر چند وجود همپوشانی بین این دو، دور از انتظار نیست؛ زیرا جریان‌های افراد، کالاها، اطلاعات و سرمایه (پول)، مولود و مولد کارکردهای موجود درون شهرها است. به همین دلیل، برخی از مطالعات برای فهم بهتر روابط بین رهیافت تعاملی و صفت مبنا صورت‌گرفته (برای مثال تافه، ۱۹۵۶؛ تیلور، درودر و ویتلوکس، ۲۰۰۶) و همبستگی مثبتی را میان دو دسته از داده‌ها، اگرچه در درجات مختلف، نشان می‌دهد (لیمتنکول، شوانن و دیجست، ۲۰۰۷). از این رو درک نظام‌های شهری، بدون نظرداشت توأم رهیافت اندازه‌مبنا و شبکه‌مبنا، ناقص‌بوده و تصویر ناتمامی از ساختارهای مکانی ـ فضایی در اختیار می‌گذارد.

1. Network model
2. Industrial economies
3. Service economies
4. Cosmopolitan

روش پژوهش

در طول چند دههٔ گذشته، محققان مفهوم شبکه‌ها را هم به استعاره و هم مدل آماری رسمی برای درک سازمان و ساختار نظام‌های شهری مدرن پذیرفته‌اند، اما چالش مهم پیش روی آنها درخصوص مطالعهٔ شبکه‌های شهری[1]، پاسخ به یک پرسش اساسی بوده است: چگونه می‌توان پیوند بین شهرها را عملیاتی کرد؟ تبادل افراد، سرمایه، کالا و اطلاعات، به تعریف شبکهٔ شهری منتهی می‌شود که در حیات اقتصادی شهرهای نوین نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کند. با وجود این دشواری‌های اندازه‌گیری این تبادلات، توانایی محققان را برای آزمایش صریح تأثیر آنها محدود کرده است (نیل، ۲۰۱۰). در پاسخ به این پرسش و در نبود داده‌های مناسب، راه‌حل‌های خلاقانه‌ای پیشنهادشده که می‌توان آنها را به شرح زیر دسته‌بندی کرد:

۱. برخی از محققان استنباط روابط بین شهری را برپایهٔ سازمان‌ها و نهادهای مستقر در درون شهرها پیشنهاد کرده‌اند. در این راه‌حل، مرکزیت شهرها در شبکهٔ شهری با برخی از ویژگی (های) درونی آنها برابر است. این ویژگی‌ها طیفی را به‌وجود می‌آورند که از یک سو می‌تواند دربردارندهٔ مجموعه‌ای از کارکردهای سیاسی ـ فرهنگی ـ مالی (هال، ۱۹۶۶: ۲۸–۲۲؛ رید، ۱۹۸۱: ۴۲) باشد و از سوی دیگر و به‌صورت محدودتر، تمرکز تعداد دفاتر اصلی شرکت‌های خدماتی[2] (ساسن، ۲۰۰۱: ۲۱؛ فریدمن، ۱۹۸۶) یا حتی تعداد رویدادهای تماشایی، مانند بازی‌های المپیک یا برگزاری تور جهانی گروه رولینگ استونز در سال ۱۹۹۵ (شورت، کیم، کاس و ولز ، ۱۹۹۶) را مورد توجه قرار دهد. بسیاری از تحلیل‌های پیچیده‌تر، حضور مؤسسه‌های خاص را برای استنتاج یک شبکهٔ شهری به‌کار می‌گیرند که در آن فرض می‌شود، پیوندها میان شهرهایی که دفاتر اصلی و شعبشان[3] در آنجا مستقر هستند (آلدرسون و بک‌فیلد، ۲۰۰۴؛ راس، ۱۹۸۷) یا بین شهرهایی با تعداد مشابه شرکت‌های خدماتی (تیلور، ۲۰۰۱)، وجود دارد. درحالی‌که این فرضیه‌ها در ظاهر معتبر به نظر می‌رسند، شواهد تجربی اندکی وجود دارد که بتواند این روش‌شناسی را پشتیبانی کند. علاوه‌بر آن، همان‌طور که نوردلاند اشاره کرده است: تلقی این مقادیر صفتی به‌منزلهٔ داده‌های ساختاری، با ایجاد اطلاعاتی که تنها شبیه داده‌های ساختاری است، به‌طور کلی موجب ازدست‌رفتن محتوای تحلیل شبکه می‌شود (نوردلاند، ۲۰۰۴).

۲. برخی دیگر فرض می‌کنند روابطی را که زیرساخت‌های ارتباطاتی ایجاد کرده‌اند، بازتاب‌دهندهٔ تعامل حقیقی میان شهرها هستند (لیمتنکول، شوانن و دیجست، ، ۲۰۰۷ و لیمتنکول، شوانن و دیجست، ، ۲۰۰۹). در این گروه، جابه‌جایی حقیقی افراد با خطوط هوایی که در آن شدت پیوند میان یک جفت از شهرها، از طریق تعداد مسافران جابه‌جا شده میان آن دو تعریف می‌شود، راه‌حلی موعود برای فائق آمدن بر این کاستی‌ها پیشنهادشده، اما همان‌طور که درودر و ویتلوکس (۲۰۰۵) نشان داده‌اند، این داده‌ها نیز پیچیدگی‌های مربوط به خود را دارند؛ چرا که این رهیافت درنهایت به شبکه‌های چرخ و پره[4] منتهی می‌شود؛ زیرا با شمول مقاصد میانی، ساختار شبکه‌ها به‌شدت به سازمان‌یابی مؤسسه‌های حاضر در

1. Urban Network
2. Headquarter
3. Subsidiary
4. Hub-and-spoke

صنعت هوایی وابسته می‌شود[۱] (گوتز و ساتن، ۱۹۹۷). مرکزیت یک شهر در شبکه‌های چرخ و پره، به‌طور عمده به ظرفیت‌های حمل‌ونقلی منتخب مؤسسه‌ها بستگی دارد و بنابراین می‌تواند مشخصه‌ای کاملاً ناپایدار و ساختگی باشد که اهمیت کارکردی فعالیت فرودگاه‌ها را نشان می‌دهد (فلمینگ و هیوث، ۱۹۹۴). بنابراین، تحلیل‌های تجربی اخیر از شبکه‌های چرخ و پره، تنها موفق به یافتن ساختار شبکه‌های هوایی و راهبردهای بازاریابی رقابتی میان خطوط هوایی شده است (زو و هریس، ۲۰۰۸). از آنجاکه مطالعهٔ شبکه‌های شهری، به‌طور عمده با عملکرد فرودگاه‌ها یا راهبردهای تجاری خطوط هوایی در ارتباط قرار نمی‌گیرد، آزمایش شبکه‌های چرخ و پره که جابه‌جایی حقیقی و فیزیکی مسافران را مد نظر دارد، در بیشتر موارد ناکافی و غیر مقتضی است. بنابراین انواع نسبتاً متفاوتی از شبکه‌ها که از نوع مبدأ ـ مقصد هستند، می توانند تبادلات بین شهری این منابع را به‌واسطهٔ تعریف پیوندها، تنها میان شهرهای مبدأ و مقصد نهایی، به نحو درخوری بازتاب دهند (درودر، لوم و ویتلوکس ، ۲۰۰۷).

با این توضیح کوتاه و معرفی اجمالی پیرامون روش‌های متعدد و مختلفی که به موضوع شبکه‌های شهری می‌نگرد، رهیافت این پژوهش مبتنی بر دستهٔ دوم و برگرفته از تعاملات حقیقی میان شهرها است. با این حال همان‌طور که پیش‌تر گفته شد، اگرچه تعاملات بین شهری می‌تواند در انواع مختلفی از جریان‌ها مانند افراد، کالا، اطلاعات و سرمایه، پدیدار شود (پرد، ۱۹۷۷)، محدودیت در دسترسی به داده‌های مناسب و به‌روز از نوع مبدأ ـ مقصد، موجب شده تا بیشتر پژوهش‌های این حوزه، با وجود اهمیت جریان افراد در مدهای حمل‌ونقل زمینی، توجه خود را تنها بر جریان جابه‌جایی افراد در مُد هوایی متمرکز کنند و بحث پیرامون مقایسهٔ تطبیقی این نتایج و تفاوت‌های ماهوی که هر یک از انواع جریان افراد با خود حمل می‌کنند، در عمل چندان مجالی نداشته باشد. درحالی‌که به نظر می‌رسد جابه‌جایی افراد در هر یک از روش‌های حمل‌ونقلی، بازتابندهٔ فرایندهای مکانی ـ فضایی متمایزی است و درک ساختار نظام‌های شهری بدون مطالعه و مقایسهٔ توأم انواع این جریان‌ها کامل نخواهد بود. با مد نظر قراردادن این مهم، مقالهٔ حاضر تنها بخشی از سلسله پژوهش‌های تحلیل نظام شهری کشور با استفاده از انواع مختلفی از جریان‌ها (مانند جریان زمینی افراد در مُد سواری و اتوبوس) است که به‌طور مشخص بر جریان هوایی افراد تمرکز دارد و محدودیت هایی که اتکای صرف به این جریان در بازنمایی سازمان‌یابی فضایی سرزمین به همراه دارد، از دید پنهان نیست. از سوی دیگر تحلیل این جریان‌ها برحسب هدف سفر (به تفکیک سفرهای شغلی، تفریحی و ...) است که می تواند به شناسایی مستدل نقش اقتصادی شهر

---

۱. نمونه‌ای گفتنی در این زمینه، جابه‌جایی مسافر در خطوط هوایی دارای توقف در مسیر است. یک مثال ساده این مسئله را به خوبی روشن می‌کند. مسافری که از فونیکس به نیویورک با توقف در مقصد میانیِ آتلانتا سفر می‌کند، می‌تواند در یک شبکهٔ چرخ و پره با دو تبادل بین شهری متمایز نشان داده شود: فونیکس ـ آتلانتا و آتلانتا ـ نیویورک. به‌سبب آنکه آتلانتا در هر دو تبادل حضور دارد، دوبار بیش از هر یک از دو شهر دیگر در داده‌ها ظاهر می‌شود، در حالی‌که حقیقت این است که درگیری مسافر با اقتصاد آتلانتا ممکن است بیش از خرید یک وعده غذایی در مدت زمان انتظار برای پرواز بعدی نباشد. برای اقتصاد شهر، جابه‌جایی اطلاعات، سرمایه و کالایی که این مسافران حمل می‌کنند، از اهمیتی دوچندان برخوردار است. این منابع برخلاف مسافران، در شهر میانی (در مثال فوق آتلانتا) متوقف نمی‌شود و حرکت مستقیم آنها از شهر مبدأ به شهر مقصد صورت می‌پذیرد، اما به‌طور مشخص، به‌ندرت با فرودگاه مستقر در شهر میانی در ارتباط قرار می‌گیرد. در این مثال، یک شبکهٔ مبدأ ـ مقصد ابداً دربردارندهٔ آتلانتا نیست و به‌طور نسبتاً صحیحی، جابه‌جایی منابع را از فونیکس به نیوریورک ثبت می‌کند.

مقصد که به‌ویژه از دیدگاه شناسایی شبکه‌های عملکردی[1] و تقسیم کار اقتصادی در مقیاس سرزمینی بسیار مهم است، منجر شود؛ زیرا همان‌طور که بیان شد، روابط بین شهرها در قالب روابط هم‌افزاییِ[2] ایجادکنندهٔ صرفه‌های ناشی از مقیاس یا روابط مکملیِ[3] ناشی از اثرات تخصصی‌شدن، پیش می‌رود[4] (میجرز، ۲۰۰۵؛ کاپینری و کامن، ۱۹۹۸). در نبود اطلاعاتی که برحسب هدف سفر تنظیم شده باشد، به‌کارگیری جریان هوایی افراد ـ مشتمل بر همهٔ اهداف سفرـ با کاستی‌هایی که از این جنبه با خود به همراه دارد و کم‌توانی در ارائهٔ تصویری کامل از نقش اقتصادی شهرها، در بازنمایی سازمان‌یابی فضایی کشور چندان غیرمفتضی نخواهد بود.

داده‌های مورد استناد این پژوهش، از سالنامهٔ حمل‌ونقل هوایی کشور در سال ۱۳۸۵ (سازمان هواپیمایی کشوری، ۱۳۸۵) استخراج‌شده و به‌طور مشخص، نوع اول جریان‌ها را که به بازنمایی شبکه‌های چرخ و پره منتهی می‌شود، ارائه می‌کند؛ اما با وجود خطوط هوایی مستقیم میان اغلب مراکز استانیِ مورد تحلیل و وسعت جغرافیایی محدودتر سرزمین در قیاس با فواصل قابل توجیه در سفرهای هوایی، احتمال وجود سفری با توقف میانی در شبکه کم است. بنابراین با وجود آنکه ارقام اعلام‌شده از نوع مبدأ ـ مقصد نیست، اما نمونهٔ مورد تحلیل و وسعت جغرافیایی محدودتر آن در مقایسه با ایالات‌متحده آمریکا و اتحادیهٔ اروپا، درعمل می‌تواند داده‌های نسبتاً صحیحی تلقی شود که نیاز نگارندگان را در این پژوهش مرتفع می‌سازد.

روش به‌کار گرفته‌شده در این پژوهش، روش تحقیق کمّی و توصیفی ـ تحلیلی است. برای تجزیه‌وتحلیل اطلاعات مبتنی بر روش‌های آماری، از نرم‌افزارهای صفحهٔ گسترده، شامل Excel و Access استفاده شده است. همچنین محاسبهٔ مؤلفه‌ها و شاخص‌های مبتنی بر روش تحلیل شبکه با به‌کارگیری نرم‌افزارهای UCINET، NETDRAW وPajek ممکن شده است.

علی‌رغم آنکه جابه‌جایی هوایی افراد در سال ۱۳۸۵ بین ۵۹ نقطهٔ شهری انجام پذیرفته، تعداد شهرهایی که در این مطالعه مورد تحلیل قرار گرفته‌اند به سی شهر[5] مرکز استان (در سال ۱۳۸۵) محدود می‌شوند. با توجه به اینکه مقالهٔ پیش رو، فقط در مورد بخشی از سلسله پژوهش‌های تحلیل نظام شهری کشور با استفاده از تحلیل انواع مختلفی از جریان‌ها (مانند جریان زمینی افراد در مُد سواری و اتوبوس) است، اعمال هماهنگی میان نتایج به‌دست‌آمده از هر یک و

1. Functional Network
2. Synergy
3. Complementary

۴. رابطهٔ هم‌افزایی، میان شهرهای برخوردار از کارکردها و نقش‌های اقتصادی مشابه، مانند شهرهای بندری یا شهرهای گردشگری و رابطهٔ مکملی میان شهرهای دارای نقش‌های اقتصادی متمایز که امکانات، فعالیت‌ها، محیط‌های سکونتی و شغلی متفاوتی را میزبانی می‌کنند، ردیابی می‌شود (کاپینری و کامن، ۱۹۹۸). در سطح کشور نمونهٔ روابط نوع اول را می‌توان در میان مناطق کلان‌شهری چون تهران، مشهد و اصفهان دید و نمونهٔ روابط نوع دوم را میان تهران و مناطق دارای جاذبه‌های تفریحی ـ گردشگری، مانند شهر کیش یا شهرهای نواحی شمالی کشور یافت. همچنین همان‌طور که در ادامه خواهد آمد، جمع بالای مسافر هوایی جابه‌جا شده میان تهران و استان‌های بوشهر و خوزستان، به صنعت نفت و پتروشیمی متمرکز و تخصصی‌شده در این استان‌ها، در قالب روابط مکملی مربوط می‌شود.

۵. استان البرز به مرکزیت شهر کرج، در تاریخ ۱۳۸۹/۴/۷ با استقلال از استان تهران تأسیس شد. بنابراین در کلیهٔ داده‌ها و محاسباتِ این پژوهش به سال ۱۳۸۵ مربوط می‌شود، این استان دیده نشده است.

مقایسه‌پذیر کردن آنها، فقط در قالب نواحی سی‌گانهٔ استانی امکان‌پذیر بوده است. همچنین برخی از شهرها مانند سیری، خارک، لاوان و گچساران، باوجود جمعیت بسیار ناچیز، به‌سبب دارا بودن فرودگاه و فعالیت‌های گستردهٔ صنایع استخراجی (نفت و پتروشیمی)، حجم بالایی از جریان هوایی افراد را به خود اختصاص داده و جایگاه چشمگیری در شبکهٔ شهری کشور یافتند. لذا درنهایت حجم جریان‌های هوایی واردشده به/ خارج‌شده از شهرهای واقع در هر یک از استان‌ها، در قالب مناطق سی‌گانهٔ استانی و به نمایندگی شهر مرکز استان ادغام شد. همچنین از آنجاکه در سال ۱۳۸۵ برای سه شهر سمنان، قم و قزوین، اطلاعات جابه‌جایی هوایی مسافر ثبت نشده است، بنابراین باوجود حضور این سه شهر در شبکهٔ شهری مورد مطالعه، در عمل جزء شبکهٔ هوایی کشور نبوده و از محاسبات حذف شدند.

مدل تحلیل

شناسایی و طبقه‌بندی ساختار و پیکره‌بندی شبکه‌های شهری، معطوف به مطالعهٔ ویژگی‌های مربوط به دو عنصر «رأس» و «رابطه» است. در هر شبکه، «اندازه» از ویژگی‌های رئوس و «وزن»، «جهت» و «توزیع» از ویژگی‌های روابط هستند. این ویژگی‌ها از آنجا ناشی می‌شوند که در تحلیل شبکه، علاوه‌بر اینکه روابط دارای خواص هستند، آرایش و توزیع فضایی آنها نیز خواص دارند (فارارو، ۱۹۸۹). بر این اساس کل، خواصی متمایز از اجزا دارد و به‌منزلهٔ یک سازمان اجتماعی کلان، خود از سطوحی تشکیل‌شده که هر یک دارای خواص سازمانی خاص خود است و آن را «ساختار اجتماعی[1]» می‌نامند و مانند رئوس و روابط، حائز نوعی منزلت هستی‌شاختی است (ولمن و برکویتز، ۱۹۸۸). در پژوهش پیش رو، مطالعهٔ این پنج ویژگی که پیکره‌بندی شبکه‌ها را نیز رقم می‌زند، به‌واسطهٔ پنج مؤلفهٔ تحلیل تعاملات فضایی شامل ۱. همبستگی شبکه؛ ۲. مرکزیت و تسلط رئوس؛ ۳. شدت برهم‌کنش؛ ۴. تقارن و سازواری برهم‌کنش و ۵. سطوح و سلسله‌مراتب، ممکن شده است؛ به‌طوری که الگوی فضایی حاکم بر جریان هوایی افراد، به فراخور مقادیر به‌دست آمده در طول مؤلفه‌های پنج‌گانه، موقعیت منحصربه‌فردی را در فضایی پنج‌بعدی احراز خواهد کرد.

۱. مؤلفهٔ مرکزیت و تسلط رئوس: این مؤلفه با توجه به‌شدت جریان های منتسب به هر رأس، سطح تسلط و مرکزیت آنها را در شبکه اندازه‌گیری می‌کند و با سنجش بزرگی رئوس نسبت به یکدیگر، چشم‌اندازی از پیکره‌بندی شبکه در طیفی پیوسته از حالت کاملاً تک‌مرکزی تا کاملاً چندمرکزی ارائه می‌دهد (بتن، ۱۹۹۵) و از جمع مقادیر چهار شاخص درجه مرکزیت وزنی[2] (توان) رئوس، مرکزیت میانی رئوس، مرکزیت نزدیکی رئوس و مرکزیت بردار آیگن رئوس، حاصل می‌شود (جدول ۱). این مؤلفه که باهدف شناسایی مجموعه‌ای از نقاط مسلط پیشنهادشده با ساختار سیستم در ارتباط قرار

1. Community Structure

۲. درجه مرکزیت یک رأس برابر تعداد خطوطی است که با آن تلاقی کرده‌اند. توپولوژی یک شبکه را می‌توان با ماتریس مجاورت a_{ij} نشان داد؛ به‌طوری که در این ماتریس، چنانچه دو رأس i و j به یکدیگر متصل باشند، درایهٔ a_{ij} از ماتریس، برابر یک و در غیر این صورت برابر صفر خواهد بود؛ به‌معنایی، این ماتریس فقط بیانگر ارتباطات بین رئوس در یک شبکه، صرف نظر از حجم این روابط است. درجه مرکزیت وزنی که با حجم مبادلات بین رئوس مرتبط است، به‌صورت $S_i = \sum_{j=1} a_{ij}\, w_{ij}$ تعریف می‌شود که در آن w_{ij} بیانگر حجم ارتباطات بین دو رأس i و j، یعنی تعداد مسافر، فاصله دو رأس و ... است.

می‌گیرد؛ به طوری که با سنجش بزرگی رئوس نسبت به یکدیگر، به ارائهٔ تصویری از جایگاه شبکه در طیفی پیوسته از ساختار کاملاً تک‌مرکزی تا ساختار کاملاً چند مرکزی منتهی می‌شود.

جدول ۱. روابط ریاضی مرتبط باهر یک از شاخص‌ها به تفکیک پنج مؤلفهٔ تحلیل تعاملات فضایی

مؤلفه	شاخص	رابطه
مرکزیت و تسلط رئوس	درجه مرکزیت وزنی (توان)	$s_i = \sum_{j=1}^{N} a_{ij} s_{ij}$
	درجه مرکزیت میانی	$c_i^B = \frac{\sum_j^g g_{jik}}{\sum_j^g g_{jk}}$
	درجه مرکزیت نزدیکی	$c_i^N = \frac{n-1}{\sum_j d_{ij}}$
	درجه مرکزیت وزنی بردار آیگن	$c_i^{Is} = \alpha \sum_j a_{ij} c_j^s$
همبستگی شبکه	تراکم	$D = \frac{\sum_j a_{ij}}{(n-1)n}$
	مرکزیت خطی	$C = \frac{\sum_j (k_i max - k_i)}{Max \sum_j (k_i max - k_i)}$
	مرکزیت میانی	$C^B = \frac{\sum_j (c_i^B max - c_i^B)}{Max \sum_j (c_i^B max - c_i^B)}$
	مرکزیت نزدیکی	$C^N = \frac{\sum_j (c_i^N max - c_i^N)}{Max \sum_j (c_i^N max - c_i^N)}$
	مرکزیت خطی بردار آیگن	$C^1 = \frac{\sum_j (c_i^I max - c_i^I)}{Max \sum_j (c_i^I max - c_i^I)}$
	ضریب خوشه‌ای‌شدن	$C^{C2} = \frac{1}{n} \sum_i c_i^C \qquad C^{C1} = \frac{\text{تعداد سه گوشه‌هایی که متصل به رأس } i \text{ است}}{\text{تعداد رئوس سه‌تایی که رأس } i \text{ در وسط آنها است}}$
	ضریب انتقال‌پذیری	$C^T = \frac{\text{تعداد سه گوشه‌ها در شبکه} \times 6}{\text{تعداد مسیرهای با طول دو}} \qquad C^T = \frac{\text{تعداد سه گوشه‌ها در شبکه} \times 3}{\text{تعداد رئوس سه‌تایی مرتبط}}$
شدت شبکه	مرکزیت وزنی	$C^S = \frac{\sum_j (s_i max - s_i)}{Max \sum_j (s_i max - s_i)}$
	مرکزیت وزنی بردار آیگن	$C^{IS} = \frac{\sum_j (c_i^{Is} max - c_i^{Is})}{Max \sum_j (c_i^I max - c_i^I)}$
	ضریب خوشه‌ای شدن وزنی	$C^{CW} = \frac{1}{s_i (k_i - 1)} \sum_{j,h} \frac{(s_{ij} + s_{ih})}{2} a_{ij} a_{ih} a_{jh}$
تقارن شبکه	تقابل رئوس	$NSI_i = \frac{\sum s_{ij} - \sum s_{ji}}{\sum s_{ij} + \sum s_{ji}}$
	تقابل برهم‌کنش	$LSI_{ij} = -\left[\frac{\left(\frac{s_{ij}}{s_{ij}+s_{ji}}\right) Ln\left(\frac{s_{ij}}{s_{ij}+s_{ji}}\right) + \left(\frac{s_{ji}}{s_{ij}+s_{ji}}\right) Ln\left(\frac{s_{ji}}{s_{ij}+s_{ji}}\right)}{Ln(2)}\right]$
سلسله‌مراتب و سطوح	تقسیم‌گر	$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k \neq i,j} (A_{ik} - A_{jk})^2}$
	افزایشی	$\delta_{int}(C) = \frac{\#\, internal\ edges\ of\ C}{\frac{n_C(n_C-1)}{2}} \qquad \delta_{ext}(C) = \frac{\#\, inter-cluster\ edges\ of\ C}{n_C\,(n-n_C)}$

راهنمای جدول

l	پیوند موجود در شبکه ($l = ۱,۲,۳, \dots, L$)
i, j	
n	تعداد نقاط موجود در شبکه
a_{ij}	پیوند جهت‌دار از رأس i به رأس j (خارج‌شده از رأس i و واردشده به رأس j)
s_{ij}	حجم ارتباطات از رأس i به رأس j (خارج‌شده از رأس i و واردشده به رأس j)
k_i	درجه مرکزیت خطی رأس i / تعداد جریان‌های خارج‌شده از رأس i
s_i	درجه مرکزیت وزنی (توان) رأس i
g_{jk}	کوتاه‌ترین فاصله میان رأس j تا رأس k
g_{jik}	کوتاه‌ترین فاصله میان رأس j تا رأس k که از رأس i عبور می‌کند
d_{ij}	فاصلهٔ دو رأس i و j از یکدیگر
c_j	مجموع درجه رئوس واقع در همسایگی رأس i
c_j^S	مجموع وزن رئوس واقع در همسایگی رأس i
$k_i, s_i, c_i^B, c_i^N, c_i^I, c_i^{IS} max$	بیشینهٔ درجه مرکزیت خطی، وزنی، میانی، نزدیکی، آیگن و آیگن وزنی رئوس در گراف مورد مطالعه
$Max\ k_i, s_i, c_i^B, c_i^N, c_i^I, c_i^{IS}$	بیشینهٔ ممکنِ درجه مرکزیت خطی، وزنی، میانی، نزدیکی، آیگن و آیگن وزنی رئوس در گرافی با اندازهٔ (تعداد رئوس) مشابه با گراف مورد مطالعه
c_i^c	ضریب خوشه‌ای شدن رأس i
A	ماتریس مجاورت گراف مورد مطالعه، در صورت پیوند دو رأس $A_{ik} = ۱$ و در غیر این صورت $A_{ik} = ۰$
$\delta_{int}(C)$	تراکم درون خوشه‌ای زیر گراف C
$\#\ internal\ edges\ of\ C$	تعداد پیوندهای موجود در زیر گراف C
n_c	تعداد رئوس زیر گراف C
$\delta_{ext}(C)$	تراکم بین خوشه‌ای زیر گراف C
$\#\ inter-cluster\ edges\ of\ C$	تعداد پیوندهای حاضر میان رئوس قرارگرفته در زیر گراف C و سایر رئوس موجود در گراف

۲. مؤلفه همبستگی شبکه: با توجه به اینکه سطح یکپارچگیِ شبکه، تابعی از مجموع روابط درون آن است، این مؤلفه که چگونگی توزیع تعاملات را در طول همهٔ پیوندهای موجود در شبکه توصیف می‌کند، از جمع مقادیر هفت شاخص ۱. تراکم شبکه؛ ۲. درجه مرکزیت توپولوژیکی شبکه؛ ۳. مرکزیت میانی شبکه؛ ۴. مرکزیت نزدیکی شبکه؛ ۵. مرکزیت توپولوژیکی بردار آیگن شبکه؛ ۶. ضریب خوشه‌ای‌شدن توپولوژیکی شبکه و ۷. ضریب انتقال‌پذیری شبکه به‌دست می‌آید (جدول ۱). این مؤلفه با موضوعیت سطح ائتلاف و یکپارچگی جریان‌ها، چگونگی پراکنش آنها را در طول نقاط تحلیل می‌کند. نتیجهٔ این مؤلفه، دست‌یابی به چشم‌اندازی کلی از الگوی فضایی و پیکره‌بندی شبکه‌های جریانی در طیفی پیوسته از حالت کاملاً گسسته (که در آن هیچ‌یک از رئوس با یکدیگر پیوندی ندارند) تا کاملاً همبسته و شبکه ای (که در آن همهٔ رئوس دارای حداکثر پیوند ممکن با یکدیگر هستند)، است.

۳. مؤلفهٔ شدت شبکه: این مؤلفه که بر سنجش چگونگی توزیع شدت جریان در سطح شبکه تمرکز دارد، از جمع مقادیر سه شاخص ۱. درجه مرکزیت وزنی شبکه؛ ۲. مرکزیت وزنی بردار آیگن شبکه و ۳. ضریب خوشه‌ای‌شدن وزنی شبکه حاصل می‌شود (جدول ۱). همان‌طور که پیش‌تر نیز گفته شد، برخلاف مؤلفهٔ همبستگی شبکه که شدت جریان منتسب به هر پیوند را در محاسبات وارد نمی‌کند، این مؤلفه وجه تمرکز خود را بر سنجش چگونگی توزیع شدت جریان قرار می‌دهد. از این رو، شاخص‌هایی که در مؤلفهٔ همبستگی شبکه به‌صورت توپولوژیکی محاسبه‌شده‌اند، در این مؤلفه از بُعد وزنی محاسبه می‌شوند[۱]. مؤلفهٔ شدت شبکه قادر است تا پیکره‌بندی آن را در طیفی پیوسته از حالت کاملاً غیرمتمرکز (که در آن پراکنش کاملاً برابری از شدت جریان در میان رئوس وجود دارد) تا حالت کاملاً متمرکز (که در آن تمام شدت جریان متمرکز به یک رأس است)، توصیف کند.

٤. مؤلفهٔ تقارن و سازواری شبکه: پیوندهای میان رئوس بسته به ماهیت رابطه، می‌توانند جهت‌دار یا بی‌جهت باشند. از این رو مؤلفهٔ تقارن و سازواری با تمرکز بر جهت تعاملات (در شبکه‌هایی مانند شبکه‌های شهری که جهت جریان در آنها مهم تلقی می‌شود)، مورد تحلیل قرار می‌گیرد و از جمع مقادیر دو شاخص تقارن برهم‌کنش و تقارن رئوس به‌دست می‌آید (جدول ۱)؛ چرا که تعاملات میان شهرها می‌تواند در طیفی کاملاً نامتقارن (که رابطه‌ای یک طرفه را شامل می‌شود) تا کاملاً متقارن (که رابطه‌ای دوطرفه با بزرگی یکسان را شامل می‌شود)، قرار گیرد.

۵. مؤلفه سطوح و سلسله‌مراتب: توزیع روابط در میان رئوس فقط در کلیت شبکه ناهمگن نیست، بلکه در سطح محلی نیز با تمرکز بالای روابط درون گروه‌های خاص و سطح پایین روابط بین این گروه‌ها، ناهمگن است. این ویژگیِ شبکه‌های واقعی، ساختار اجتماعی آنها نامیده می‌شود. اجتماعات که خوشه یا مدول[۲] نیز خوانده می‌شوند، گروه‌هایی از رئوس هستند که احتمالاً ویژگی‌های مشترکی دارند و/ یا نقش مشابهی در شبکه ایفا می‌کنند. از سوی دیگر درون هر اجتماع، سلسله‌مراتب کاملی از نقش‌ها برای رئوس وجود دارد؛ به‌طوری که در هر یک از اجتماعات، رئوس مرکزی و رئوس پیرامونی در کنار یکدیگر به ایفای نقش می‌پردازند (گیروان و نیومن، ۲۰۰۲). هدف از مؤلفه، سلسله‌مراتب و سطوح بازیابی این خوشه‌ها و در صورت امکان، سطوح سازمانی آنها با استفاده از اطلاعات نهفته در توپولوژی گراف‌ها است. این مؤلفه، پیکره‌بندی اجتماعی شبکه را در طیفی پیوسته از حالت کاملاً منفرد تا حالت کاملاً خوشه‌ای قرار می‌دهد. در حالت کاملاً منفرد، به‌سبب اتصال کلیهٔ رئوس به یک رأس مرکزی فقط یک خوشه قابل‌ردیابی است، درحالی‌که در حالت کاملاً خوشه‌ای، به‌سبب وجود ارتباطات کامل میان تمامی نقاط، هر رأس یک خوشه مجزا را به‌وجود می‌آورد.

علی‌رغم آنکه تاکنون الگوریتم‌های متعددی برای شناسایی ساختار اجتماعی شبکه‌ها ارائه‌شده، هر یک بسته به زمینهٔ پژوهشی به‌کار گرفته‌شده و هدف مطالعه، فقط نیازهای ویژه‌ای را پاسخ‌گو هستند. با رویکرد به هدف این مؤلفه که دست‌یابی به نحوهٔ سازمان‌یابی رئوس درون اجتماعات و تحلیل ساختار چندسطحی شبکه‌های شهری است، مطالعهٔ

---

۱. سه شاخص درجه مرکزیت نزدیکی، مرکزیت میانی و ضریب انتقال‌پذیری شبکه را بنا به تعریف، فقط می‌توان در وجه توپولوژیکی محاسبه کرد.

2. Modul

حاضر فقط بر استفاده از روش‌های خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی متمرکز شده است. این روش‌ها خود بر دو دسته الگوریتم‌های افزایشی و الگوریتم‌های تقسیم‌گر دسته‌بندی می‌شوند. به‌طور نظری، تعداد خوشه‌های به‌دست‌آمده می‌تواند از رقمی بین ۱ تا n (تعداد رئوس شبکه) متغیر باشد؛ به‌گونه‌ای که هر چه تعداد آنها بیشتر باشد، نشان‌دهندهٔ سلسله‌مراتب و سازمان‌یافتگی بیشتر شبکه، ساختار چندسطحی و غیرمتمرکزتر آن است و در مقابل، در شبکه‌های متمرکز، تک‌قطبی و ناهمبسته، تعداد کمتری از این سطوح مورد انتظار است.

بحث و یافته‌ها

۱. مؤلفهٔ مرکزیت و تسلط رئوس

برای جمع‌بندی و ترکیب نتایج به‌دست‌آمده با توجه به اینکه تمامی شاخص‌ها در بازهٔ صفر تا ۱۰۰ تعریف‌شده و همسو هستند، مقادیر حاصل از هر یک با یکدیگر جمع و نتایج نهایی در ستون آخر جدول ۲ آمده است.

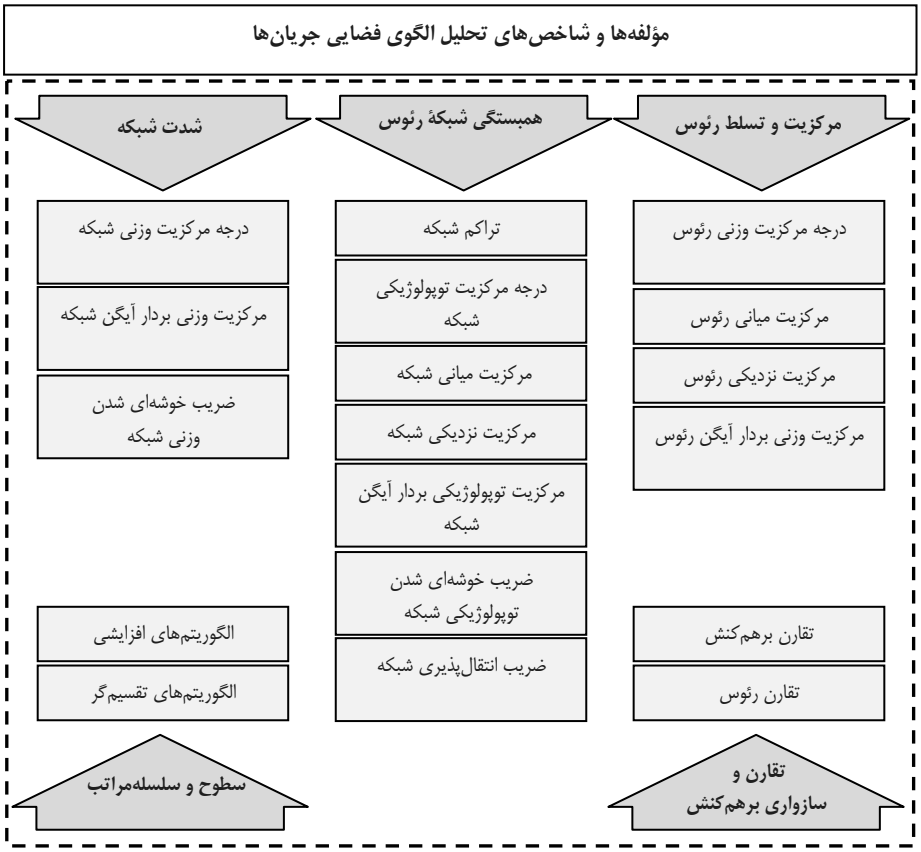
نکتهٔ گفتنی آنکه در جمع شاخص‌ها از میانگین مقادیر درونی و بیرونی شاخص درجه مرکزیت وزنی و مرکزیت نزدیکی رئوس استفاده شده است. نتایج حاکی از آن است که شهر تهران با کسب ۲۷۱/۱۷ امتیاز در صدر جدول قرار دارد و پس از آن شهر مشهد با کسب ۱۶۶/۱۷ امتیاز با فاصلهٔ بسیار زیادی از نخست شهر کشور، در جایگاه دوم قرار دارد. پس از آن نیز شهر بندرعباس با ۱۱۱/۷۵ امتیاز و اختلافی چشمگیر از شهر دوم، مقام سوم را به خود اختصاص داده است. قرارگیری دو شهر تهران و مشهد در این رتبه‌ها با عنوان پرجمعیت‌ترین شهرهای کشورکه دارای کارکردهای اقتصادی متنوعی نیز هستند، نتیجهٔ دور از انتظاری نیست، اما قرارگیری شهر بندرعباس در رتبهٔ سوم این فهرست در جایگاه یکی از شهرهای ساحل جنوبی کشور که در مبادلات کالا و انرژی، نه‌تنها در کشور، بلکه در منطقهٔ خاورمیانه بسیار حائز اهمیت است، وجه تمایز سلسله‌مراتب شهری شبکه‌مبنا از سلسله‌مراتب شهری اندازه‌مبنا است؛ چرا که این شهر با جمعیتی افزون‌بر ۳۶۷۵۰۸ نفر، هجدهمین شهر کشور از نظر جمعیت شمرده می‌شود، اما کارکردهای اقتصادی آن سبب شده تا بتواند سهم بسزایی در جذب و تولید جابه‌جایی هوایی افراد و از آن طریق در سازمان‌یابی فضایی سرزمین داشته باشد.

همان‌طور که پیش‌تر نیز گفته شد، یکی از مهم‌ترین نتایجی که در اینجا می‌توان به آنها دست یافت، اینکه در نظر گرفتن ویژگی‌های صفاتی نمی‌تواند به تمامی بیانگر جایگاه و موقعیت شهرها در ساختار نظام شهری باشد، بلکه شهرها به‌واسطهٔ کارکردها و نقشی که در شبکهٔ جریانات برعهده دارند، واجد جایگاه و موقعیت متفاوتی هستند. این جایگاه می‌تواند در مقایسه با جایگاه فضای مکانی، بالاتر (مانند اهواز، بندرعباس، کرمان و بوشهر) یا پایین‌تر (مانند شیراز، تبریز، قم و کرمانشاه) از آن باشد؛ بنابراین درک ساختار نظام‌های شهری بدون نظر داشت رهیافت اندازه‌مبنا و شبکه‌مبنا به‌طور همزمان، ناقص بوده و تصویر ناتمامی از ساختارهای مکانی ـ فضایی در اختیار می‌گذارد.

جدول ۲. مقادیر به‌دست‌آمده برای هر یک از شاخص‌های تعریف‌شده با مؤلفه مرکزیت و تسلط رئوس

مقادیر حقیقی						مقادیر نرمال شده					
نوع گراف		DT*	DW	DW		ST	DT		SW	مرکزیت و تسلط رئوس
ردیف	شهر	درجه مرکزیت توپولوژیکی		درجه مرکزیت وزنی		مرکزیت میانی	مرکزیت نزدیکی		مرکزیت بردار ایگن	
		درونی	بیرونی	درونی	بیرونی		درونی	بیرونی		
۱	تبریز	۶	۵	۳۹۷۸۹۹	۳۹۲۷۹۸	۱/۶۰	۱/۵۸	۰/۳۱	۵۶/۵۲	۵۵/۳۲	۲۰/۶۱	۷۸/۴۳
۲	ارومیه	۳	۳	۱۳۸۱۱۳	۱۴۲۴۶۸	۰/۵۶	۰/۵۷	۰/۰۰	۵۳/۰۶	۵۳/۰۶	۷/۶۸	۶۱/۳۱
۳	اردبیل	۱	۱	۸۹۹۷۴	۹۱۳۲۸	۰/۳۶	۰/۳۷	۰/۰۰	۴۹/۰۶	۵۰/۰۰	۴/۹۳	۵۴/۸۳
۴	اصفهان	۱۰	۹	۶۶۴۲۵۱	۶۶۳۹۶۶	۲/۶۸	۲/۶۷	۱/۱۵	۶۱/۹۱	۶۰/۴۷	۲۴/۶۹	۸۹/۷۰
۵	ایلام	۱	۱	۱۸۱۳۷	۱۸۳۲۲	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۰	۴۹/۰۶	۵۰/۰۰	۰/۹۹	۵۰/۵۹
۶	بوشهر	۸	۸	۴۹۵۸۶۳	۵۰۵۴۲۹	۲/۰۰	۲/۰۴	۰/۶۴	۵۹/۰۹	۵۹/۰۹	۲۲/۰۵	۸۳/۷۹
۷	تهران	۲۴	۲۵	۵۰۶۱۸۹۴	۵۰۴۷۴۸۰	۲۰/۳۹	۲۰/۳۳	۶۰/۲۷	۹۲/۸۶	۹۶/۳۰	۹۵/۹۶	۲۷۱/۱۷
۸	شهرکرد	۱	۱	۸۵۷۸	۷۳۷۲	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۰	۴۹/۰۶	۵۰/۰۰	۰/۴۶	۵۰/۰۲
۹	بیرجند	۲	۲	۴۳۳۳۲	۴۲۸۴۳	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۰۰	۵۲/۰۰	۵۲/۰۰	۲/۱۸	۵۴/۳۶
۱۰	مشهد	۱۹	۱۹	۱۴۹۶۱۰۸	۱۴۶۶۸۱۵	۶/۰۳	۵/۹۱	۲۲/۱۲	۷۸/۷۹	۷۸/۷۹	۵۹/۳۰	۱۶۶/۱۷
۱۱	بجنورد	۱	۱	۶۸۵۸	۶۶۷۹	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۰	۴۹/۰۶	۵۰/۰۰	۰/۳۷	۴۹/۹۳
۱۲	اهواز	۹	۹	۹۷۰۲۵۴	۹۶۷۶۵۱	۳/۹۱	۳/۹۰	۱/۴۸	۶۰/۴۷	۶۰/۴۷	۴۵/۳۳	۱۱۱/۱۸
۱۳	زنجان	۲	۱	۸۳۰	۱۰۰۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۵۲/۰۰	۴۴/۸۳	۰/۰۳	۴۸/۴۵
۱۴	زاهدان	۵	۵	۲۱۸۱۵۸	۲۳۷۷۸۰	۰/۸۸	۰/۹۶	۰/۰۰	۵۵/۳۲	۵۵/۳۲	۱۱/۵۱	۶۷/۷۵
۱۵	شیراز	۸	۷	۸۴۲۶۴۰	۸۳۵۷۵۲	۳/۳۹	۳/۳۷	۰/۳۶	۵۹/۰۹	۵۷/۷۸	۳۵/۸۳	۹۸/۰۰
۱۶	سنندج	۱	۱	۲۹۱۴۳	۲۶۶۹۸	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۰۰	۴۹/۰۶	۵۰/۰۰	۱/۵۷	۵۱/۲۲
۱۷	کرمان	۶	۷	۲۵۴۹۵۵	۲۵۸۴۰۸	۱/۰۳	۱/۰۴	۰/۱۲	۵۶/۵۲	۵۷/۷۸	۱۳/۰۹	۷۱/۳۹
۱۸	کرمانشاه	۳	۳	۲۲۷۶۱۱	۲۲۹۸۷۴	۰/۹۲	۰/۹۳	۰/۰۰	۵۳/۰۶	۵۳/۰۶	۱۱/۶۵	۶۵/۶۳
۱۹	یاسوج	۲	۲	۸۹۱۵	۹۹۶۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۰	۵۰/۰۰	۵۰/۹۸	۰/۵۱	۵۱/۰۴
۲۰	گرگان	۲	۲	۳۰۷۰۱	۳۲۷۱۷	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۰۰	۵۲/۰۰	۵۲/۰۰	۱/۷۶	۵۳/۸۹
۲۱	رشت	۳	۲	۶۴۶۸۰	۶۴۰۴۹	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۰۰	۵۲/۰۰	۵۳/۰۶	۳/۳۷	۵۶/۱۶
۲۲	خرم‌آباد	۱	۱	۲۳۵۰۲	۲۰۳۵۰	۰/۱۰	۰/۰۸	۰/۰۰	۴۹/۰۶	۵۰/۰۰	۱/۲۷	۵۰/۸۹
۲۳	ساری	۴	۳	۴۵۵۵۸	۴۴۲۱۵	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۰۰	۵۳/۰۶	۵۴/۱۷	۲/۰۱	۵۵/۸۰
۲۴	اراک	۱	۱	۵۴۶۵	۵۷۸۴	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۰	۴۴/۸۳	۴۴/۸۳	۰/۱۹	۴۵/۰۴
۲۵	بندرعباس	۱۱	۱۱	۹۴۵۶۹۲	۹۶۸۳۲۰	۳/۸۱	۳/۹۰	۱/۸۶	۶۳/۴۲	۶۳/۴۲	۴۲/۶۲	۱۱۱/۷۵
۲۶	همدان	۲	۲	۲۷۲۴	۲۳۶۷	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰	۵۲/۰۰	۵۲/۰۰	۰/۱۴	۵۲/۱۵
۲۷	یزد	۴	۴	۱۳۳۳۴۸	۱۳۴۷۵۳	۰/۵۴	۰/۵۴	۰/۰۰	۵۴/۱۷	۵۴/۱۷	۶/۹۴	۶۱/۶۵

منبع: نگارندگان



شکل ۱. مؤلفه‌ها و شاخص‌های تحلیل الگوی فضایی جریان‌ها

منبع: نگارندگان

ارقام نشان می‌دهد، شهر تهران با اختلاف چشمگیری نسبت به چهار شهر دیگر در مرکزیت شبکه قرار دارد و پس از آن شهر مشهد با اختلاف زیادی نسبت به شهرهای پس از خود، در مقام دوم جای می‌گیرد. شهرهای بندرعباس، اهواز و شیراز پس از مشهد در سطح بعدی مرکزیت شبکه جای دارند. از یک سو تمرکز بلامنازع تهران در مرکزیت فضایی، احتمال انطباق با الگوی فضایی چندمرکزی، شبکه‌ای یا جزیره‌ای را مردود می‌کند و از سوی دیگر، عدم وجود شهرهای منطقه‌ای و تعداد کثیری شهرهای پیرامونی، رخداد الگوی فضایی خوشه‌ای را نیز منطقی نمی‌یابد؛ به‌طوری که شبکهٔ مورد مطالعه درمجموع به‌صورت دو سطحی عمل می‌کند، در سطح رئوس مسلط‌تر (شامل تهران، مشهد، بندرعباس، اهواز، بوشهر، اصفهان و شیراز)، ساختاری نسبتاً شبکه‌ای حاکم است، درحالی که سایر شهرها دارای پیوندهای معدودی با یکدیگرند و اغلب در اتصال با شهرهای مرکزی (به‌ویژه تهران) قرار دارند. از این رو می‌توان گفت، ساختاری مرکز ـ پیرامونی بر این سطح از رئوس حاکم است و پیکره‌بندی فضایی که شبکه پیرو آن است ـ با وجود شهری مانند مشهد که مرکزیت ثانویهٔ شبکه را در اختیار دارد ـ بیش از آنکه به الگوی چندمرکزی (که در آن چند شهر بدون داشتن تفوق نسبت به یکدیگر عمل می‌کنند) نزدیک باشد، به‌سبب تمرکز و قطبش شدید با الگوی تک‌مرکزی در انطباق است. بر این اساس شهر تهران در بالاترین سطح نظام شهری کشور قرار دارد و پس از آن شهرهایی مانند مشهد، بندرعباس، اهواز و شیراز، در سطح بعدی سلسله‌مراتب شهری کشور جای می‌گیرند.

۲. مؤلفهٔ همبستگی شبکه

مؤلفهٔ همبستگی شبکه از جمع مقادیر هفت شاخص تعریف‌شدهٔ ذیل آن محاسبه شده است. با توجه به اینکه در تمامی شاخص‌ها، به‌استثنای سه شاخص تراکم شبکه، ضریب خوشه‌ای‌شدن شبکه و ضریب انتقال‌پذیری شبکه، مقادیر بیشتر نشان‌دهندهٔ همبستگی کمتر است، برای هم‌جهت کردن ارقام، ابتدا مقادیر به‌دست‌آمده از این دو شاخص از ۱۰۰ کم شده است. همچنین از میانگین مقادیر به‌دست‌آمده برای شاخص درجه مرکزیت درونی و بیرونی در محاسبهٔ همبستگی شبکه استفاده‌شده، این موضوع در مورد شاخص مرکزیت نزدیکی که دارای مقادیر درونی و بیرونی است و همچنین ضریب خوشه‌ای‌شدن شبکه نیز، مصداق می‌یابد. با توجه به اینکه مقادیر به‌دست‌آمده برای کلیهٔ شاخص‌ها در بازه‌ای بین صفر تا ۱۰۰ تعریف‌شده، بیشترین مقداری که می‌توان برای مؤلفه همبستگی شبکه تصور کرد، برابر ۷۰۰ و مقدار به‌دست‌آمده برای شبکهٔ جریان هوایی افراد، برابر ۴۵۷/۷ است که نشان‌دهندهٔ سطح نسبتاً پایین همبستگی و انسجام آن است (جدول ۳).

جدول ۳. مقادیر به‌دست‌آمده (نرمال شده) برای هر یک از شاخص‌های تعریف‌شدهٔ مؤلفه همبستگی شبکه

شاخص	درجه مرکزیت		مرکزیت میانی	مرکزیت نزدیکی		ضریب خوشه‌ای شدن خطی	مرکزیت خطی بردار آیگن	تراکم شبکه	ضریب انتقال‌پذیری شبکه
نوع گراف	DT		ST	DT		DT	ST	ST	ST
	بیرونی	درونی		درونی	بیرونی				
میانگین	۱۹/۶۶	۱۹/۶۶	۳/۲۷	۵۵/۸۰	۵۰/۸۸	۰/۶۱	۲۲/۳۵	_	_
انحراف معیار	۲۱/۳۶	۲۱/۶۹	۱۱/۹۳	۹/۷۵	۱۰/۲۳	۰/۱۸	۱۵/۵۳	_	_
مجموع	۵۳۰/۷۷	۵۳۰/۷۷	۸۸/۳۱	۱۵۰۶/۴۹	۱۵۰۸/۸۷	۱۶/۵۸	۶۰۳/۵۷	_	_
واریانس	۵۴۶/۲۱	۴۷۰/۴۵	۱۴۲/۲۵	۹۵/۰۳	۱۰۴/۶۶	۰/۴۲	۲۴۱/۰۲	_	_
کمینه	۳/۸۵	۳/۸۵	۰/۰۰	۴۴/۸۳	۴۴/۸۳	۰	۶/۱۷	_	_
بیشینه	۹۲/۳۱	۹۶/۱۵	۶۰/۲۷	۹۲/۸۶	۹۶/۳۰	۱	۵۹/۹۰	_	_
مرکزیت شبکه: ۴۵۷/۷	۷۵/۴۴	۷۹/۴۴	۵۹/۱۹	۷۸/۵۱	۸۵/۶۱	C_1 : ۰/۸۳ C_2 : ۰/۶۱	۴۸/۵۰	۱۹/۶۶	۱۷/۶۸

منبع: نگارندگان

گفتنی است که در بسیاری از شبکه‌های واقعی و البته در شبکه‌های هوایی، به‌سبب کمبود حداقل تقاضای مسافری و نیز هزینه‌های بالای برقراری خطوط هوایی مستقیم بین تمامی شهرها، انتظار به‌دست‌آمدن ارقامی بالا برای این شبکه نیز منطقی نیست. از سوی دیگر با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از مؤلفه قبل، این رقم گویای دو سطحی‌بودن سلسله‌مراتب در شبکهٔ مورد تحلیل است؛ به طوری که تعداد بسیار کمی از رئوس در موقعیت مرکزی و تعداد بیشتری از آنها در موضع وابسته قرار گرفته‌اند. بر این اساس می‌توان ادعا کرد گراف جریان هوایی افراد، از بین تمامی انواع الگوهای فضایی معرفی‌شده، با احتمال بسیار زیاد مشابه ساختار تک‌مرکزی است که در آن رأس مسلط و مرکزی، پیوندهایی با سایر رئوس که جملگی در موضع پیرامونی قرار دارند، برقرار می‌کند؛ درحالی‌که بین رئوس پیرامونی اتصالات بسیار محدودی

برقرار است؛ به‌طوری که نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد شهرهای مشهد، بندرعباس، اهواز و شیراز که جملگی در فواصل جغرافیایی دورتری[۱] نسبت به شهر مرکزی شبکه (تهران) قرار دارند، در کنش مؤثر با آن هستند، اما میان شهرهای پیرامونی پیوندهای ناچیزی وجود دارد.

۳. مؤلفهٔ شدت شبکه

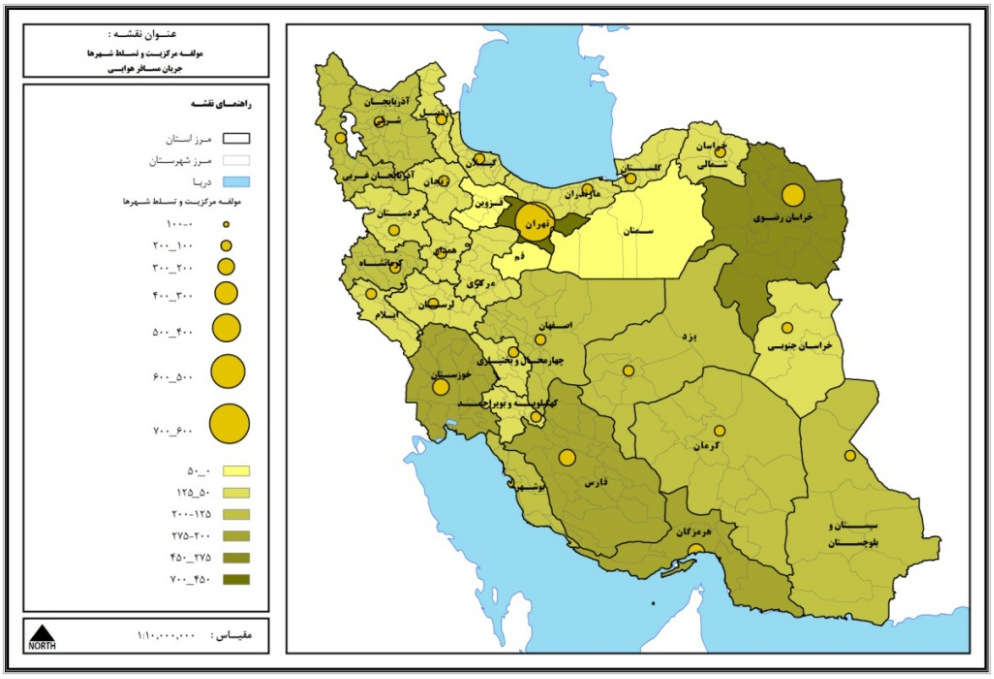
مؤلفهٔ همبستگی شبکه از جمع مقادیر سه شاخص تعریف‌شده برای آن محاسبه شده است. با توجه به اینکه در هر سه شاخص، به‌استثنای ضریب خوشه‌ای‌شدن شبکه، مقادیر بیشتر نشان‌دهندهٔ همبستگی کمتر است، برای هم‌جهت‌کردن ارقام، ابتدا مقادیر به‌دست‌آمده از این شاخص از ۱۰۰ کم شده است. همچنین از میانگین مقادیر به‌دست‌آمده از شاخص درجه مرکزیت وزنی درونی و بیرونی، در محاسبهٔ همبستگی شبکه استفاده شده است. با توجه به اینکه مقادیر به‌دست‌آمده برای کلیهٔ شاخص‌ها در بازه‌ای بین صفر تا ۱۰۰ تعریف‌شده، بیشترین مقداری که می‌توان برای مؤلفهٔ همبستگی شبکه تصور کرد، ۳۰۰ است که از این بین، شبکهٔ جریان هوایی افراد با کسب مرکزیتی برابر ۱۶۹/۱۳ بیانگر سطح بالایی از تمرکز و انحصارطلبی جریان رئوس مرکزی شبکه است (جدول ۴). علاوه‌بر آن، مقایسهٔ نتایج به‌دست‌آمده از این مؤلفه با مؤلفهٔ همبستگی شبکه که شدت توزیع جریان در میان رئوس را هدف قرار می‌دهد، نشان می‌دهد هم از بُعد توپولوژیکی و هم از بُعد وزنی، پیکره‌بندی تک‌مرکزی، توصیف مناسب‌تری برای شبکه جریان هوایی افراد است.

جدول ٤. مقادیر به‌دست‌آمده (نرمال شده) برای هر یک از شاخص‌های تعریف‌شدهٔ مؤلفهٔ شدت شبکه

شاخص	درجه مرکزیت وزنی		مرکزیت وزنی بردار آیگن	ضریب خوشه‌ای شدن وزنی
نوع گراف	DW		SW	DW
	بیرونی	درونی		
میانگین	۱/۸۲	۱/۸۲	۱۵/۴۵	۵۴.۱۳
انحراف معیار	۳/۹۳	۳/۹۵	۲۲/۴۱	۴۰.۷۸
مجموع	۴۹/۲۴	۴۹/۲۴	۴۱۷/۰۵	۱۴۶۱.۴۵
واریانس	۱۵/۴۷	۱۵/۵۸	۵۰۲/۱۶	۱۶۶۳/۰۶
کمینه	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۰۰
بیشینه	۲۰/۳۳	۲۰/۳۹	۹۵/۹۶	۱۰۰/۰۰
مرکزیت شبکه: ۱۶۹/۱۳	۱۹/۲۲	۱۹/۲۸	۱۰۴/۰۱	۵۴/۱۳

منبع: نگارندگان

۱. این جریان با افزایش قابلیت جابه‌جایی و سیالیت افراد در تعاملات دوربرد و بهبود دسترسی بین مکان‌ها، از تأثیر عامل فاصله و انحصارگرایی مکانی می‌کاهد و به‌سبب حساسیت به عامل فاصله و تقاضا، در مقایسه با مُدهای زمینی، در فواصل جغرافیایی کمتر مجال بروز ندارد.



شکل ۲. مؤلفهٔ مرکزیت و تسلط رئوس در جریان زمینی هوایی افراد

منبع: نگارندگان

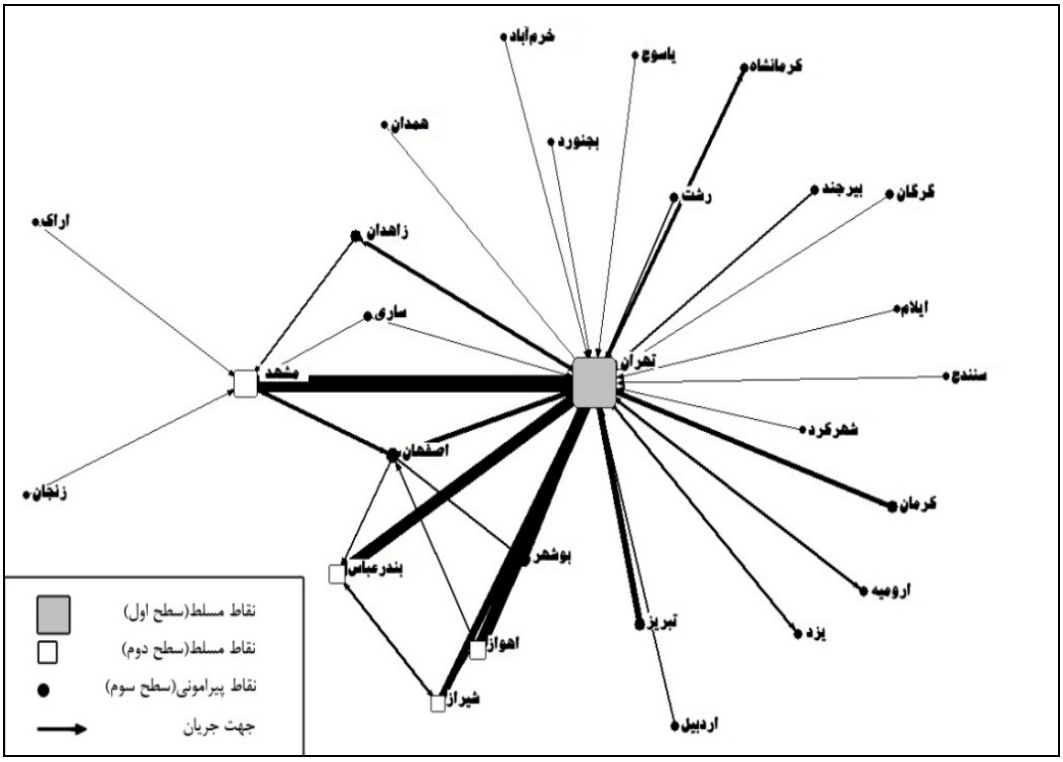
٤. مؤلفهٔ تقارن و سازواری

مؤلفهٔ تقارن و سازواری شبکه، از جمع مقادیر دو شاخص تقارن برهم‌کنش و تقارن رئوس حاصل می‌شود. با این توضیح که برای همسو کردن شاخص‌ها، میانگین مقادیر به‌دست‌آمده از شاخص تقارن برهم‌کنش را از ۱ کم کرده و نتیجهٔ نهایی به درصد ارائه شده است. بنابراین مقادیر به‌دست‌آمده برای مؤلفهٔ تقارن و سازواری، می‌تواند بازه‌ای بین صفر تا ۲۰۰ را شامل شود. در جدول ۵ مقادیر به‌دست‌آمده از این شاخص برابر ۱۹۳/۴۳ محاسبه شده که در مقایسه با حداکثر مقادیر متصور برای آن، اختلاف بسیار کمی را نشان می‌دهد؛ به‌طوری که می‌توان نتیجه گرفت شبکهٔ جریان هوایی افراد، نسبتاً متقارن و سازوار عمل می‌کرده است. گفتنی است که جریان افراد (در سطح ملی و به‌صورت سالانه)، درمقایسه با سایر انواع جریان‌ها، مانند جریان سرمایه، اطلاعات و کالا، در ماهیت خود جریانی متقارن است؛ چرا که افراد به‌سبب وابستگی به محل سکونت دائم خود، به‌وجود آورندهٔ جریان‌های رفت و برگشتی و متقارن هستند. با وجود این، تفاضل مقادیر به‌دست‌آمده از رقم ۲۰۰، به‌سبب تغییر مُد حمل‌ونقل در مسیر رفت نسبت به مسیر برگشت یا اشتباهات جزئی در ثبت اطلاعات و شمارش است.

جدول ۵. شاخص‌های تعریف‌شده در مؤلفهٔ تقارن و سازواری شبکه

تقارن برهم‌کنش	تقارن رئوس	تقارن و سازواری شبکه
۰/۹۸۶	۰/۰۵۱	۱۹۳/۴۳

منبع: نگارندگان



شکل ۳. ساختار فضایی نظام شهری کشور با استفاده از تحلیل جریان هوایی افراد

منبع: نگارندگان

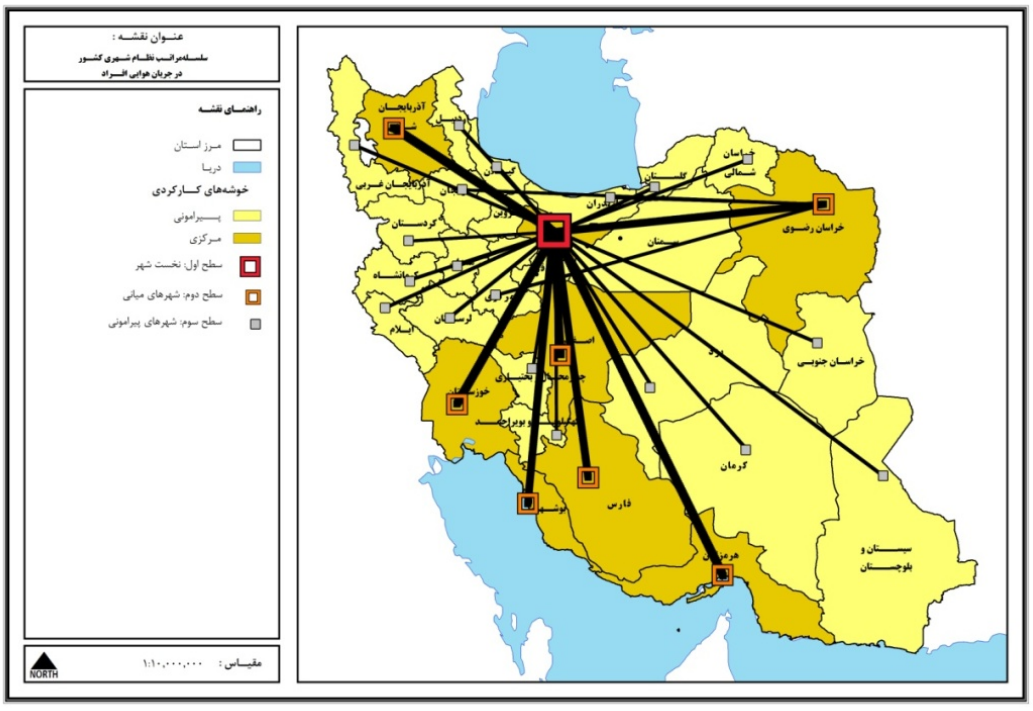
۵. مؤلفهٔ سلسله‌مراتب و سطوح: پس از آنکه با استفاده از چهار مؤلفهٔ پیشین، شناختی کلی از الگوی فضایی حاکم بر نظام شهری مبتنی بر جریان هوایی افراد حاصل شد، شناسایی خوشه‌ها و مناطق عملکردی با استفاده از الگوریتم‌های تقسیم‌گر و افزایشی، هدف این مؤلفه قرار می‌گیرد. نتایج به‌دست‌آمده از دو روش، به‌استثنای پاره‌ای اختلافات جزئی، بسیار مشابه بوده و نتایج آن در جدول ۶ ارائه شده است. جدول حاکی از آن است که در شبکهٔ جریان هوایی افراد که با الگوی تک‌مرکزی مشابهت بیشتری دارد، فقط دو اجتماع از رئوس را می‌توان ردیابی کرد و اساساً شناسایی خوشه‌ها به‌معنایی که در سایر الگوها موضوعیت دارد، چندان معنادار نیست؛ به‌طوری که یک خوشه متشکل از شهرهای منطقه‌ای است و سایر شهرها بدون ایجاد خوشه‌ای مشخص ـ به‌دلیل آنکه فقط با شهر تهران کارکرد می‌یابند ـ اجتماعی از شهرهای پیرامونی و تابع را به‌وجود می‌آورند. ازجمله دلایل عدم تشکیل خوشه‌ها در این سطح، فقدان حضور شهری مرکزی در سطح میانی است که بتواند جاذب جریان‌ها باشد، مهم‌ترین دلیلی که می‌توان برشمرد، محدودیت وسعت سرزمینی از دید تعاملات هوایی و دوربرد است که به شهرهای میانی که در فواصل فیزیکی نسبتاً کمی از شهرهای پیرامون خود قرار دارند و مراجعه به آنها با استفاده از دیگر مُدهای زمینی حمل‌ونقلی میسر و ارزان‌تر است، مجال بروز نمی‌دهد. به همین دلیل بسیاری از مطالعات شبکهٔ شهری که با استفاده از جریان هوایی افراد انجام پذیرفته، در مقیاس‌های کلانی چون مقیاس جهانی یا قاره‌ای به تحلیل پرداخته‌اند. این موضوع، بررسی و تحلیل انواع دیگری از جریان‌ها، مانند جریان افراد را در سطح ملی ضروری می‌کند.

جدول ٦. اجتماعات (مناطق کارکردی) به‌دست‌آمده برای شبکهٔ جریان هوایی افراد

سطح	مناطق کارکردی	اعضا	شهر مرکزی
۱	مرکزی	تهران، مشهد، بندرعباس، اهواز، شیراز، اصفهان، بوشهر، تبریز	تهران
۲	پیرامونی	کرمان، زاهدان، کرمانشاه، یزد، ارومیه، رشت، ساری، اردبیل، بیرجند، گرگان، همدان، سنندج، یاسوج، خرم‌آباد، ایلام، شهرکرد، بجنورد، زنجان، اراک	تهران

منبع: نگارندگان

درون هر اجتماع، سلسله مراتب کاملی از نقش ها برای رئوس وجود دارد؛ به‌طوری که رئوس مرکزی و رئوس پیرامونی، در کنار یکدیگر در هر یک از اجتماعات به ایفای نقش می‌پردازند. بنابراین، پس از دست‌یابی به سطوح کارکردی، یافتن شهر یا شهرهایی که در هر یک از این سطوح نسبت به سایر شهرهای واقع در آن سطح، نقش مرکزیت و تفوق بیشتری دارند، به شکل‌گیری سلسله‌مراتبی از شهرها می‌انجامد. به‌سبب آنکه الگوی فضایی شناخته‌شده برای جریان هوایی افراد، اساساً از نوع تک‌مرکزی بوده و فقط یک خوشه به مرکزیت شهر تهران به‌دست‌آمده است، ناگزیر اعضای این خوشه در سطح دوم سلسله‌مراتب شهری کشور قرار خواهند داشت و بوشهر با در نظر گرفتن مؤلفهٔ مرکزیت و تسلط، به این سطح افزوده می‌شود. سایر شهرها نیز در سطح سوم سلسله‌مراتب جای می‌گیرند.



شکل ٤. سازمان فضایی نظام شهری کشور با استفاده از تحلیل جریان هوایی افراد

منبع: نگارندگان

جدول ۷. مقایسهٔ سلسله‌مراتب شهری ناشی از مؤلفه مرکزیت و تسلط رئوس در جریان هوایی افراد با شاخص جمعیت از تحلیل اندازه‌مبنا

رتبه در تحلیل شبکه‌مبنا	شهر	مولفه مرکزیت و تسلط		جمعیت	شهر	رتبه در تحلیل اندازه‌مبنا
۱	تهران	۷۰۰		۷۷۰۵۰۳۶	تهران	۱
۲	مشهد	۳۵۳		۲۴۱۰۸۰۰	مشهد	۲
۳	بندرعباس	۲۳۸		۱۵۸۳۶۰۹	اصفهان	۳
۴	اهواز	۲۳۵		۱۳۷۸۹۳۵	تبریز	۴
۵	شیراز	۲۱۱		۱۲۱۴۸۰۸	شیراز	۵
۶	اصفهان	۱۹۷		۹۶۹۸۴۳	اهواز	۶
۷	بوشهر	۱۷۹		۷۸۴۶۰۲	کرمانشاه	۷
۸	تبریز	۱۶۴		۵۷۷۳۰۷	ارومیه	۸
۹	کرمان	۱۵۰		۵۵۲۷۰۶	زاهدان	۹
۱۰	زاهدان	۱۴۳		۵۵۱۱۶۱	رشت	۱۰
۱۱	کرمانشاه	۱۳۸		۴۹۶۶۸۴	کرمان	۱۱
۱۲	یزد	۱۳۰		۴۷۳۱۴۹	همدان	۱۲
۱۳	ارومیه	۱۲۹		۴۳۸۳۳۸	اراک	۱۳
۱۴	رشت	۱۱۸		۴۲۳۰۰۶	یزد	۱۴
۱۵	ساری	۱۱۸		۴۱۲۶۶۹	اردبیل	۱۵
۱۶	اردبیل	۱۱۵		۳۶۷۵۰۸	بندرعباس	۱۶
۱۷	بیرجند	۱۱۵		۳۴۱۸۰۱	زنجان	۱۷
۱۸	گرگان	۱۱۴		۳۲۸۵۴۴	خرم‌آباد	۱۸
۱۹	همدان	۱۱۰		۳۱۱۴۴۶	سنندج	۱۹
۲۰	سنندج	۱۰۸		۲۶۹۲۲۶	گرگان	۲۰
۲۱	یاسوج	۱۰۸		۲۵۹۰۸۴	ساری	۲۱
۲۲	خرم‌آباد	۱۰۷		۱۷۲۷۷۲	بجنورد	۲۲
۲۳	ایلام	۱۰۷		۱۶۱۶۷۴	بوشهر	۲۳
۲۴	شهرکرد	۱۰۶		۱۵۷۸۴۸	بیرجند	۲۴
۲۵	بجنورد	۱۰۶		۱۵۵۲۸۹	ایلام	۲۵
۲۶	زنجان	۱۰۳		۱۲۶۷۴۶	شهرکرد	۲۶
۲۷	اراک	۹۵		۹۶۷۸۶	یاسوج	۲۷

منبع: نگارندگان

مقایسهٔ سلسله‌مراتب به‌دست‌آمده از تحلیل شبکه‌مبنا با سطوح متناظر آن در تحلیل اندازه‌مبنا (مبتنی بر جمعیت)، در جدول ۷ نشان داده شده است. با توجه به این جدول، می‌توان ادعا کرد که رتبه‌بندی سادهٔ شهرها بر اساس یک یا چند متغیر، مانند اندازهٔ جمعیت، در انطباق با مؤلفهٔ مرکزیت و تسلط رئوس که محصول فرایندی شبکه‌مبنا است، قرار ندارد. برای مثال شهرهای قم، کرمانشاه و ارومیه که به‌ترتیب هفتمین، هشتمین و نهمین شهر پرجمعیت کشور به‌شمار می‌روند و در سطح دوم سلسله‌مراتب جمعیتی قرار دارند، از نظرگاه تحلیل شبکه‌مبنا با استفاده از جریان هوایی افراد، در سطح سوم جای می‌گیرند (جدول ۸).

جدول ۸. مقایسهٔ سلسله‌مراتب نظام شهری جریان هوایی افراد در تحلیل شبکه‌مبنا و اندازه‌مبنا

ردیف	سطوح*	تحلیل شبکه‌مبنا	تحلیل اندازه‌مبنا
۱	سطح اول (نخست شهر)	تهران	تهران
۲	سطح دوم (شهرهای میانی)	مشهد، بندرعباس، اهواز، شیراز، اصفهان، بوشهر، تبریز	مشهد، اصفهان، تبریز، شیراز، اهواز، قم، کرمانشاه، ارومیه
۳	سطح سوم (شهرهای پیرامونی)	کرمان، زاهدان، کرمانشاه، یزد، ارومیه، رشت، ساری، اردبیل، بیرجند، گرگان، همدان، سنندج، یاسوج، خرم آباد، ایلام، شهرکرد، بجنورد، زنجان، اراک	زاهدان، رشت، کرمان، همدان، اراک، یزد، اردبیل، بندرعباس، قزوین، زنجان، خرم‌آباد، سنندج، گرگان، ساری، بجنورد، بوشهر، بیرجند، ایلام، شهرکرد، سمنان، یاسوج

منبع: نگارندگان

* سطوحی که در این مؤلفه بازشناسی می‌شوند، متفاوت از سطوحی (خوشه‌ها) است که در مؤلفهٔ قبل توضیح داده شد، به این معنا که در مؤلفه قبل، کنش و تعامل میان مجموعه‌ای از رئوس، مبنای دسته‌بندی آنها در خوشه‌ای جداگانه‌ای بود؛ درحالی‌که در این مؤلفه، همانندی‌ها و شباهت رئوس از نظرگاه کارکرد آنها در شبکه مدنظر است؛ به‌طوری که حضور یا فقدان رابطه میان شهرهایی که در یک سطح قرار می‌گیرند، اساساً مطرح نیست.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش کوشش‌شده تا با بهره‌گیری از جریان هوایی افراد در سال ۱۳۸۵ و ابزار تحلیل شبکه (از نوع روش‌های رابطه‌ای) ساختار و سازمان فضایی حاکم بر نظام شهری کشور تعریف و نتایج به‌دست‌آمده از آن با سلسله‌مراتب شهری مبتنی بر رهیافت اندازه‌مبنا (ناشی از تعداد جمعیت شهرها در سال ۱۳۸۵) مقایسه شود. برای پاسخ به پرسش اول، پنج مؤلفهٔ تحلیل تعاملات فضایی معرفی و مورد بررسی قرار گرفت. مؤلفهٔ نخست، مرکزیت و تسلط رئوس که ناظر بر شدت تسلط و بزرگی رئوس بر یکدیگر است، شهر تهران را نخست شهر بلامنازع شبکهٔ شهری کشور معرفی کرد که با اختلاف چشمگیری از شهر دوم (مشهد) قرار دارد. مؤلفهٔ دوم، همبستگی شبکه، سطوح پایینی از ائتلاف و یکپارچگی در شبکه را بازنمایی می‌کند که درنتیجهٔ غیبت پیوند میان رئوس پیرامون و سطوح پایین‌تر سلسله‌مراتب شبکهٔ شهری حاصل شده است. مؤلفهٔ سوم، شدت شبکه که نمایانگر چگونگی توزیع شدت جریان در میان رئوس است، از جذب سهم بالایی از جریان در گردش شبکه توسط رئوس مرکزی و عدم توزیع متوازن آن حکایت دارد. مؤلفهٔ چهارم، تقارن و سازواری برهم‌کنش با توجه به ماهیت جریان افراد شبکه‌ای کاملاً متقارن و دوسویه را بازنمایی می‌کند و درنهایت، مؤلفهٔ پنجم که بازشناسی سطوح و سلسله‌مراتب ناشی از آن را عهده‌دار است، فقط دو خوشه به مرکزیت شهر تهران و دیگری متشکل از رئوس پیرامونی را ردیابی کرده است. مجموع این نتایج بیانگر انطباق الگوی فضایی تک‌مرکزی، ناهمبسته، متمرکز، متقارن و تک‌سطحی بر شبکهٔ شهری کشور با استفاده از تحلیل شبکهٔ جریان هوایی افراد در سال ۱۳۸۵ است.

در پاسخ به پرسش دوم، نتایج به‌دست آمده حاکی از آن است که سلسله‌مراتب شبکه‌مبنا و اندازه‌مبنا به دو شیوهٔ متباین که فعالیت‌های اجتماعی و اقتصادی توسط آنها سازمان‌دهی می‌شود، اشاره دارند: یکی فضای مکان‌ها که در آن

کارکردهای یک محل از ویژگی‌های محتویات درون مرزهای آن (مانند جمعیت) مشتق می‌شود و دیگری فضای جریان‌ها که در آن کارکردهای محل، در رابطه با دیگر محل‌ها به‌وجود می‌آید. بنابراین، علاوه‌بر آنکه سلسله‌مراتب منبعث از رهیافت اندازه‌مبنا، اساساً با سلسله‌مراتب نتیجه‌شده از رهیافت شبکه‌مبنا متفاوت است، ترتب به‌دست‌آمده از جریان هوایی افراد که فرایند متمایزی را متضمن سازمان‌یابی ارتباطی فضا می‌دانند نیز، متفاوت است؛ زیرا رئوسی که برای شهرهای میانی پذیرفته شده‌اند، اغلب در فواصل (فیزیکی) دورتری نسبت به شهر مرکزی (تهران) قرار دارند، این نتیجه بر نقش تعاملات دوربرد در شکل‌دهی به سازمان‌یابی فضا در قالب جریان هوایی افراد تأکید دارد و از نقش مکان و موقعیت آنها نسبت به یکدیگر که در نظام مکان مرکزی موضوعیت داشت (تأثیر عامل فاصله و فواصل فیزیکی)، می‌کاهد. بنابراین باید گفت، در نظر گرفتن ویژگی‌های صفاتی و سلسله‌مراتب مکانی نتیجه‌شده از آن، نمی‌تواند به تمامی بیانگر جایگاه و موقعیت شهرها در ساختار نظام شهری باشد و رتبه‌بندی سادهٔ شهرها براساس یک یا چند متغیر، مانند اندازهٔ جمعیت که فقط وجود ارتباطات سلسله‌مراتبی بین شهرها را اثبات می‌کند، به استناد این یافته‌ها مورد انتقاد قرار می‌گیرد؛ بلکه شهرها به‌واسطهٔ کارکردها و نقشی که در شبکهٔ جریانی بر عهده‌دارند، واجد جایگاه و سلسله‌مراتب فضایی متفاوتی هستند که بیش از آنکه با شهرها در رابطه باشد با کارکرد آنها در رابطه است؛ این جایگاه می‌تواند در نسبت با سلسله‌مراتب مکانی، بالاتر یا پایین‌تر باشد؛ بنابراین درک نظام‌های شهری بدون نظرداشت توأم رهیافت اندازه‌مبنا و شبکه‌مبنا، ناقص بوده و تصویر ناتمامی از ساختارهای مکانی ـ فضایی در اختیار می‌گذارد.

منابع

1. Akbari, N., Asgari, A., Farahmand, Sh., 2006, **Spatial Analysis of Urban Development Iin Iran (City Size Growth)**, Journal of Economic Research, Vol. 4, PP. 83-104. (*in Persian*)
2. Azimi, N., 2002, **Urbanization Process and Principal of Urban System**, Nika Publication, Mash'had. (*in Persian*)
3. Alderson, A. S., Beckfield, J., 2004, **Power and Position in the World City System,** American Journal of Sociology, Vol. 109, No. 4, PP. 811–851.
4. Batten, D. F., 1995, **Network Cities: Creative Urban Agglomerations for the 21st Century**, Urban Studies, Vol. 32, No. 2, PP. 313-327.
5. Bonacich, P., 1972, F**actoring and Weighting Approaches to Status Scores and Clique Identification,** Journal of Mathematical Sociology, Vol. 2, No. 1, PP. 113-120.
6. Capello, R., 2000, **The City Network Paradigm: Measuring Urban Network Externalities,** Urban Studies, Vol. 37, No. 11, PP.1925-1945.
7. Capineri, C., Kamann, D. J. F., 1998, **Synergy in Networks: Concepts**, In: Button, K., Nijkamp, P. and Priemus, H. (eds.) Transport Networks in Europe. Cheltenham: Edward Elgar, PP.35–56.
8. Camagni, R. P., 1993, **From City Hierarchy to City Network: Reflections about an Emerging Paradigm**. In: Lakshmanan, T. R., Nijkamp, P. (eds.), Structure and Change in the Space Economy: Festschrift in Honor of Martin J. Backmann. New York: Springer-Verlag, PP.66–87.
9. Castells, M., 1996, **The Rise of the Network Society**. Malden: Blackwell.
10. Christaller, W, 1966, **Central Places in Southern Germany**, Translated (in part) by Charlisle W. Baskin, Prentice Hall.

11. Dadashpour, H., Afaghpoor, A., Rafieeian, M, 2010, **An Analysis of Spatial Organization in Southern Coastal Cities of Iran**, Journal of Geography and Regional Development, Vol. 4, No. 14, PP. 97-131. (*in Persian*)

12. Dadashpour, H., Moloudi, J., 2011, **Examining and Analyzing of the Structure of the Urban Hierarchy in Ardebil Province**, Journal of Geographical Research, Vol. 11, No. 34, PP. 102-131. (*in Persian*)

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, Vol. 42, No. 13, PP. 2371 –2388.

14. Derudder, B., Devriendt, L. and Witlox, F., 2007, **Flying Where You Don't Want to Go: An Empirical Analysis of Hubs in the Global Airline Network,** Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie, Vol.98, No. 3, PP. 307 – 324.

15. Dieleman, F. M., Faludi, A, 1998, **Polynucleotide Metropolitan Regions in Northwest Europe**, European Planning Studies, Vol. 6, No. 4, PP. 365–377.

16. Fararo, T.J., 1989, **The Meaning of General Theoretical-Sociology: Tradition and Formalization**, Cambridge University Press, New York.

17. Farhoudi, R. A., Zanganeh Shahraki, S. Saed Moucheshi, R. 2009, **The Situation of Spatial Distribution of Population in Iranian Urban (1956-2006)**, Journal of Human Geography Research, 68, PP. 55-67. (*in Persian*)

18. Fleming, D. K., 1994, **Spatial Characteristics of Transportation Hubs: Centrality and Intermediacy**." Journal of Transport Geography, Vol. 2, No. 1, PP. 3 – 18.

19. Fortunato, S., 2010, **Community Detection in Graphs**, Physics Society, Vol. 486, No. 3, PP. 75- 174.

20. Friedmann, J., 1986, **The World City Hypothesis**, Development and Change, Vol. 17, No. 1, PP.69–83.

21. Freeman, L. C, 1979, **Centrality in Social Networks: Conceptual Clarification**, Social Networks, Vol. 1, No.3, PP. 215–239.

22. Girvan, M., Newman, M.E.J., 2002, **Community Structure in Social and Biological Networks**, Proceedings of National Academy of Science of U.S.A, 99, PP. 7821–7826.

23. Goetz, A.R., Christpher, J.S., 1997, **The Geography of Deregulation in the U.S. Airline Industry**, Annals of the Association of American Geographers, Vol. 87, No. 2, PP.238 – 263.

24. Hall, P., 1966, **The World Cities**, Heinemann, London.

25. Johnson, S.C., 1967, **Hierarchical Clustering Schemes**, Psychometrika, Vol. 32, No. 3, PP. 241-253.

26. Limtanakool, N., Schwanen, T. & Dijst, M., 2007, **Ranking Functional Urban Regions: A Comparison of Interaction and Node Attribute Data**, Cities, Vol. 24, No. 1, PP. 26-42.

27. Limtanakool, N., Dijst, M., Schwanen, T., 2007, **A Theoretical Framework and Methodology for Characterising National Urban Systems on the Basis of Flows of People: Emprical Evidence for France and Germany**, Urban Studies, Vol. 11, No. 1, PP. 2123-2145.

28. Limtanakool, N., Schwanen, T. & Dijst, M., 2009, **Developments in the Dutch Urban System on the Basis of Flows**, Regional Studies, Vol. 43, No. 2, PP. 179-196.

29. Livarjani, P. D., Sheikh Azami, A., 2009, **A Survey of Primacy of Primacy City in Iran in 1385: Policies and Territory**, Journal of Geographical Space, Vol. 9, No. 27, PP. 181-202. (*in Persian*)

30. Meijers, E., 2005, **Polycentric Urban Regions and the Quest for Synergy: Is a Network of Cities More than the Sum of the Parts?** Urban Studies, Vol. 42, No. 4, PP. 765-781.

31. Meijers, E., 2007, **From Central Place to Network Model: Theory and Evidence of Paradigm Change**, Economic and Social Geography, Vol. 98, No. 2, PP. 245-259.

32. Neal, Z. P., 2010, **Refining the Air Traffic Approach: An Analysis of the US City Network,** Urban Studies, Vol. 47, No. 10, PP. 2195-2215.

33. Neal, Z. P., 2011, **From Central Places to Network Bases: A Transition in the US Urban Hierarchy**, **1900 – 2000**, City and Community, Vol. 10, No. , PP. 49 – 74.

34. Newman, M. E. J., 2003, **The Structure and Function of Complex Networks**, SIAM Review, Vol. 42, No. 2, PP. 167-256.

35. Newman, M. E. J., Girvan, M., 2004, **Finding And Evaluating Community Structure In Networks,** Physical Review E., Vol. 69, No. 2, 026113.

36. Nordlund, C., 2004, **A Critical Comment on the Taylor Approach for Measuring World City Interlock Linkages**, Geographical Analysis, Vol. 36, No. 3, PP. 290 –296.

37. Pred, A. R., 1977, **City-Systems in Advanced Economies**, Hutchinson, London.

38. Reed, H. C., 1981, **The Pre-Eminance of International Financial Centres**, Praeger, New York.

39. Reif, B., 1973, **Models in Urban and Regional Planning, Central University of Venezuela**, Leonard Hill Books, Guildford and London

40. Ross, C. O., 1987, **Organizational Dimensions of Metropolitan Dominance: Prominence in the Network of Corporate Control, 1955 – 1975**, American Sociological Review, Vol. 52, No. 2, PP. 258 – 267.

41. Sassen, S., 1991/2001, **The Global City**, Princeton University Press, Princeton.

42. Short, J. R., Kim, Y., Kuus, M., Wells, H., 1996, **The Dirty Little Secret of World Cities Research: Data Problems in Comparative Analysis**, International Journal of Urban and Regional Research, Vol.20, No. 4, 697–717.

43. Simmons, J. W., 1978, **The Organization of the Urban System**, In: Bourne, L.S., Simmons, J. W. (eds.) Systems of Cities: Reading on Structure, Growth, and Policy, Oxford University Press, New York, PP. 61–69.

44. Simmons, J. W. Bourne, L.S., 1981, **The Canadian Urban System in Urbanization and Settlement**, Edited in: 1983, Oxford University Press, New York.

45. Smith, D. A. and Timberlake, M., 1995, **Conceptualising and Mapping the Structure of the World System's City System**, Urban Studies, Vol. 32, No. 2, PP. 287–302.

46. Taaffe, E. J., 1956, **Transportation and United States Urban Distribution**. Geographical Review, Vol. 46, No. 2, PP. 219–238.

47. Taghvaee, M., Mousavi, M. N., 2009, **A Criticism of Urban Primacy Determination Indices and Offering a New Index Submission (With an Analytic Look at Urban Primacy Indices In Iran)**, Journal of Geography and Environmental Studies, 1, PP. 25-34. (*in Persian*)

48. Taghvaee, M., Saberi, H., 2010, **An Analysis of Iran Urban Systems During the Period of 1956 to 2006**, Journal of Urban and Regional Studies and Analysis, 5, PP. 55-76. (*in Persian*)

49. Taylor, P. J., 2001, **Specification of the World City Network**, Geographical Analysis, Vol. 33, No. 2, PP.181–194.

50. Taylor, P., Hoyler, M. & Verbruggen, R., 2010, **External Urban Relational Process: Introducing Central Flow Theory to Complement Central Place Theory**, Urban Studies, Vol. 47, No. 13, PP. 2803-2818.

51. Taylor, P.J., Derudder, B., Witlox, F., 2006, **Comparing Airline Passenger Destinations with Global Service Connectivities: a Worldwide Empirical Study of 214 Cities**. GaWC Research Bulletin, 196. Available from: http://www.lboro.ac.uk/gawc/rb/rb196.html.

52. Van Der Knaap, B., Wall, R., 2002, **Linking Scale and Urban Network Development. The European Metropolis 1920-2000**, European Science Foundation, Berlin.

53. Watts, D.J., 1999, **Small worlds**, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

54. Wellman, B., 1988, **Structural Analysis: From Method and Metaphor to Theory and Substance**, in Social Structures: a Network Approach. Ed. by Wellman and Berkowitz, UN. Press, Cambridge.

55. Xu, Z. & Harris, R., 2008, **Exploring the Structure of the U.S. Intercity Passenger Air Transportation Network: A Weighted Complex Network Approach**, GeoJournal, Vol. 73, No. 2, PP. 87-102.

56. Zebardast, E., 2007, **Examination of Changes in Urban Primacy**, **in Iran**, Journal of Fine Arts, 29, 29-38. (*in Persian*)