

بررسی و تحلیل سازمان فضایی منطقه کلان‌شهری تهران با استفاده از جریان فضایی سفرها

رضا خیرالدین^{۱*}، علیرضا صلاحی مقدم^۲، فاطمه طاهری^۳

^۱دانشیار گروه شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.
^۲مدرس و دکتری شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
^۳کارشناس ارشد شهرسازی برنامه‌ریزی منطقه‌ای، گروه شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.

(تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۱۲/۲۳، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۰/۰۹/۲۰)

چکیده

در ادبیات نوین برنامه‌ریزی منطقه‌ای الگوی سازمان فضایی مناطق هرچه بیشتر تحت تأثیر تعاملات میان سکونت‌گاه‌هاست، این امر باعث شکل‌گیری پیوندهایی میان کانون‌ها می‌شود و در صورت هدایت صحیح روند سازمان‌یابی فضا می‌تواند به یکپارچگی فضایی-عملکردی منطقه بیانجامد. براساس مستندات طرح‌های فرادست نیروهای مرکزگرا به سمت کلان‌شهر تهران، سیل عظیم نیروهای کار و جریان افراد با هدف برخورداری از خدمات و تسهیلات برتر متمرکز شده در تهران، سازمان فضایی نامتعادلی را تداعی می‌نماید. این پژوهش با بهره‌گیری از روش بررسی و تحلیل جریان سفرها (تعداد مسافران جابه‌جا شده بین شهرهای منطقه کلان‌شهری تهران)، الگوی حاکم بر سازمان فضایی منطقه کلان‌شهری تهران بازنمایی و روند تحولات آن بررسی شود. نتایج نشان می‌دهد به موازات کاهش سهم تمرکز جریان سفرها از کلان‌شهر تهران، نقش شهرهای پیرامونی در نظام اسکان و فعالیت در منطقه افزایش یافته و الگوی سازمان فضایی منطقه کلان‌شهری تهران در طی دوره مورد بررسی (۱۳۷۵-۱۳۹۰) از یک الگوی متمرکز با تسلط شهر تهران به تدریج به یک حوزه گسترده با مراکز جمعیتی و عملکردی متعدد تکوین یافته است. تحلیل‌های شبکه جریان سفرها گرایش به سوی الگوی متعادل‌تر در پراکنش فعالیت‌ها در منطقه و افزایش مراکز سطح دو را بیان می‌کنند.

واژه‌های کلیدی

شبکه شهری، سازمان فضایی، جریان افراد، تحلیل شبکه، منطقه کلان‌شهری تهران.

* نویسنده مسئول: تلفن: ۰۹۱۲۱۰۰۹۰۱۰، شماره: ۰۲۱-۷۷۲۴۰۴۶۸، E-mail: reza_kheyroddin@iust.ac.ir

مقدمه

غیررسمی، تخریب‌های زیست‌محیطی، از بین رفتن اراضی مرغوب زراعی و آلودگی‌های آب و خاک و هوا، ناکارایی شبکه حمل‌ونقل، ایجاد شرایط نامناسب امنیتی، افزایش تهدیدهای قابل پیش‌بینی ناشی از بلایای طبیعی و غیره) و با عنایت به واقعیت وجودی شهر تهران به‌عنوان پایتخت سیاسی کشور، لازم است نظامی تعریف شود تا زمینه‌های ایجاد انسجام فضایی-عملکردی و توسعه یکپارچه و متعادل فضایی را در منطقه فراهم کند (Kheyroddin et al., 2019, 80). در حال حاضر چالش‌های اساسی در توسعه فضایی کنونی کشور وجود دارد که مانع توسعه فضایی یکپارچه مناطق می‌شود. عدم تعادل‌های منطقه‌ای به معنای اختلاف‌های گسترش یابنده بین منطقه‌ای، ناکارایی در فضاهای قطبی توسعه به معنای تمرکزهای ساماندهی نشده، بهره‌وری پایین و آلودگی محیط زیستی در مناطق، نداشتن تناسب توسعه فضایی با منابع طبیعی و ظرفیت‌های محیطی مناطق کشور به معنای ناپایداری در چشم‌انداز آتی از جمله موانع اصلی پیش رو هستند (توکلی و همکاران، ۱۳۹۶، ۱۵۲). برخی پژوهش‌ها در مقیاس محدود رسمی تهران بزرگ کار کرده‌اند (حسینی و دیگران، ۱۳۹۷، ۲۵). به نظر می‌رسد پژوهش‌های صورت گرفته قادر نیست تمامیت، ساختار و کارکرد سازمان فضایی منطقه کلان‌شهری تهران را به خوبی توضیح دهد و نیاز به استفاده از روش‌هایی وجود دارد که جریان تعامل بین مراکز فعالیت را تحلیل کند. از این رو، پژوهش حاضر سعی دارد از طریق تحلیل جریان سفرها، زمینه‌های میان‌کنش فضایی، مجاورت‌ها و همبستگی‌های فضایی شبکه شهری منطقه کلان‌شهری تهران را مورد بررسی قرار داده و از آن طریق سازمان فضایی منطقه را ارزیابی نماید.

بر این اساس سؤال‌های پژوهش حاضر بدین شرح است:

- الگوی سازمان فضایی منطقه کلان‌شهری تهران طی دوره ۱۳۹۰-۱۳۷۵ چه تغییراتی کرده است؟
- و آیا الگوی فضایی موجود در منطقه کلان‌شهری تهران بیانگر یک ساختار فضایی متعادل و سلسله‌مراتبی است؟

به‌طور کلی نظام‌ها و ساختارهای فضایی یک منطقه کلان‌شهری تنها به ساخت و استقرار فضایی کالبدی مجموعه‌ای از سکونت‌گاه‌های شهری محدود نیست بلکه ارتباطات، جریان‌ها و تعاملاتی را شامل می‌شود که بین مراکز سکونت و فعالیت در آن مجموعه برقرار است. سیستم سکونت‌گاه‌های تشکیل‌دهنده یک سامانه شهری، دارای تعاملات متعدد و متنوعی می‌باشند که در یک فضای جغرافیایی معین ساختار پیدا می‌کند. افکار افراد، پول و سرمایه، اطلاعات و نوآوری‌ها، نیروی کار ماهر، عوامل تولید از جمله جریان‌ها و روابطی هستند که این سازمان‌بندی را تقویت و پویا می‌کنند (Meijers, 2007, 245-249). در ساختار فضایی یک منطقه کلان‌شهری، هر کدام از کانون‌ها به نسبت درجه، نوع، ترکیب و ظرفیت خود در ارتباط با سایر کانون‌ها موقعیت، جایگاه و شخصیت گوناگون می‌توانند داشته باشند. به بیانی دیگر موقعیت هر یک از شهرها در نظام مراتب شبکه شهری، بسته به عملکرد و نقش آن در شبکه دارد که تحت تأثیر آرایش فضایی و عملکردی آنها در ساختار فضایی منطقه می‌باشد (Ibid., 245-249). به این ترتیب در گذر زمان شاهد استفاده بیشتر از اصطلاح «شبکه» برای توضیح مناطق شهری هستیم. ماهیت یک شبکه شهری بر پیچیدگی و درهم تنیدگی تعامل بین شهرها یا کانون‌های فعالیتی موجود در یک منطقه و نیز پویایی و تحولات دائمی آن دلالت دارد (Douglass, 1998, 2).

براساس پژوهش‌های مستند طرح مجموعه شهری تهران و سایر اسناد فرادست^۱، با وجود چند دهه تمرکززدایی از شهر تهران هنوز تسلط شهری آن به‌ویژه بر مناطق شهری اطراف باقی مانده است و نیروهای مرکزگرا به سمت شهر تهران، با ایجاد جاذبه برای نیروی کار که با هدف برخورداری از خدمات و تسهیلات برتر متمرکز شده در تهران جذب مرکز می‌شوند (خیرالدین و دیگران، ۱۳۹۵، ۱۲۰). سازمان فضایی متمرکز و نامتعادلی را تداعی می‌نماید. از طرفی با توجه به مشکلات عدیده در ابعاد اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی، کالبدی-فضایی به دلیل توسعه نامتوازن در قلمرو منطقه‌ای (مثل بسط اسکان‌های

۱- مبانی نظری پژوهش

شهرها را نمی‌توان در یک محیط بسته مورد مطالعه قرار داد. هر سکونتگاه انسانی با سایر سکونتگاه‌های هم‌جوار یا غیر هم‌جوار به شیوه‌های مختلف و از طریق بازیگران مختلف اقتصادی، اجتماعی و غیره ارتباط دارد. این ارتباطات شامل جریان اطلاعات، سرمایه، خدمات و افراد است که از طریق زیرساخت‌هایی مانند جاده، راه‌آهن، راه‌های دریایی، راه‌های هوایی و شبکه‌های ارتباطات الکترونیک میسر می‌شود. از آنجایی که بازیگرانی مانند شرکت‌ها، خانواده‌ها و اشخاص حقیقی این ارتباطات را برقرار می‌کنند، از طریق به‌کاربردن روش‌های مناسب رصدکردن حرکت‌ها، امکان تشخیص جریان ارتباطات بین شهرها امکان‌پذیر می‌شود (Taylor et al., 2010, 23).

مدتی طولانی است که مطالعه ساختار فضایی نظام‌های شهری و روابط بین‌شهری، جایگاه ویژه‌ای در حوزه مطالعات و پژوهش‌های برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای را به خود اختصاص داده است (Meijers, 2007, 245). از اواخر دهه شصت میلادی و با شکل‌گیری رویکرد

سیستمی، با تعریف مجموعه‌ای از شهرها به‌عنوان یک سامانه توجه زیادی به روابط متقابل بین شهرهای مختلف در سطح یک منطقه گردید. پیش‌از این دوره روابط متقابل بین شهرها متأثر از نگرش اتمیسم همراه با تصور نظام سلسله‌مراتبی فضا پذیرفته شده بود، حال آنکه تحلیل سیستمی با لحاظ ساختارهای یکپارچه منطقه‌ای، نگرش نوینی در قلمرو تحلیل نظام‌های فضایی و شناخت سامانه‌های حاکم بر فضا ارائه می‌دهد. اساس فکری این رویکرد شناخت پدیده‌ها مشروط به شناخت عناصر تشکیل‌دهنده، ارتباطات متقابل بین عناصر و پیوستگی و کلیت سامانه است. این دیدگاه چیدمان سلسله‌مراتبی فضا را طبق نظریات سنتی در تقابل با مدل شبکه‌ای سازمان‌یابی فضا با نگاه‌های جدید قرار می‌دهد (Taylor et al., 2010, 20-22). بعلاوه از اواسط قرن بیستم میلادی روند تغییرات نظام شهری شدت و سرعت بالایی داشته و تغییرات تدریجی جامعه، جای خود را به تحولات پیش‌بینی‌نشده داده است. از دهه هشتاد میلادی با تحولات به وقوع پیوسته در فن‌آوری‌های ارتباطاتی و به دنبال آن اقتصاد جهانی، مطالعات منطقه‌ای و شهری با

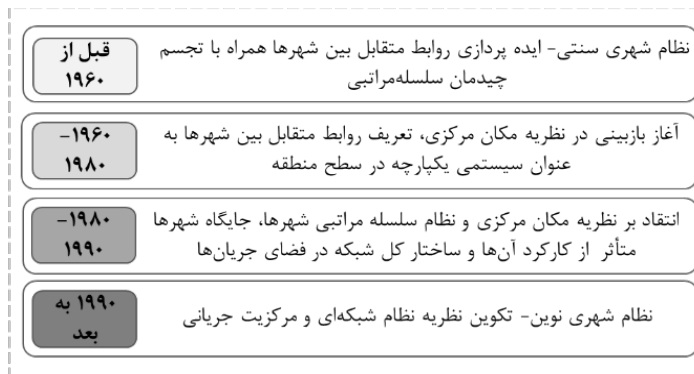
برای بررسی و تحلیل چگونگی پراکنش متعادل، تمرکز و عدم تمرکز، وجود یا فقدان پدیده نخست شهری و غیره است، با توجه به ویژگی‌های مکانی انجام می‌گیرد. و در رویکرد دوم، وجود یک نظام شبکه‌های مطرح است که مفهوم محوری و اساسی در آن روابط یا جریان‌های موجود بین عناصر شبکه است. به عبارت دیگر، در نظریه اخیر به روابط بین عناصر، بیش از ویژگی‌های عناصر اهمیت داده می‌شود و به بررسی پیوندهای جریان‌های نیروی انسانی، سرمایه، کالا، ارتباطات و غیره برای شناخت سازوکار حاکم بر سازمان فضا و تشکیل فعالیت‌ها در پهنه سرزمین توجه می‌شود. لذا توسعه‌یافتگی منطقه‌ای در رویکرد شبکه‌ای، بر مبنای قدرت و استحکام پیوندهای گوناگون و توسعه‌نیافتگی معلول گسست در برقراری پیوندها لحاظ می‌شود. البته شکل دیگری از روابط بین سکونت‌گاه‌ها در مناطق کلان‌شهری وجود دارد که ناشی از توسعه‌های فضایی فراگسترانه (متاستاتیک) است و با همه اینکه این شکل از توسعه به صورت گسسته از هم هستند ولی از نظر کارکردی باهم بوده و هم‌پیوند هستند (خیرالدین و دیگران، ۱۳۹۵، ۲۲۰) و در تحلیل شبکه‌ای حاضر قرار نمی‌گیرند. با این توضیحات، رویکرد نظری پژوهش حاضر، ارائه تحلیلی از روابط و پیوندهای بین شهرهای منطقه مورد مطالعه با در نظر داشتن رویکرد شبکه‌ای از سازمان فضایی است.

۲- روش‌شناسی پژوهش

در پژوهش حاضر، جهت انجام تحلیل جریان از روش‌های رابطه‌ای^{۱۶} (باستانی و رئیسی، ۱۳۹۰) و به‌طور خاص از روش‌های مبتنی بر تحلیل

توجه به ابعاد مختلف اجتماعی، اقتصادی و سیاسی آن بررسی می‌شود، چون متغیرهای مختلفی متضمن تحولات و تغییرات مناطق در سطوح گوناگون هستند (Kheyroddin et al., 2015, 80). از سویی به خاطر اثرات یکپارچه‌ساز جهانی شدن، به لحاظ جغرافیایی، مکان هم جایگاه هستی‌شناسانه خود را از دست داده، هم منطق و معنای آن در بستری جدید، یعنی در «فضای جریان‌ها»^۲ جذب می‌شود (Neal, 2010, 22). سیر تحولات مفهومی دیدگاه‌ها و نظریه‌های سازمان‌یابی فضایی با بررسی نظریات کریستالر^۳ (۱۹۳۳)، لوش^۴ (۱۹۴۱)، گاتمن^۵ (۱۹۶۱)، پرد^۶ (۱۹۷۷)، کاستلز^۷ (۱۹۸۹)، کاماگنی و سالون^۸ (۱۹۹۳)، باتن^۹ (۱۹۹۵)، وان در لن^{۱۰} (۱۹۹۸)، کاپللو^{۱۱} (۲۰۰۰)، وان در نپ^{۱۲} (۲۰۰۲)، میجرز^{۱۳} (۲۰۰۷)، نیل^{۱۴} (۲۰۱۰)، برگر و همکاران^{۱۵} (۲۰۱۴) در تصویر (۱) مشاهده می‌شود. روابط سلسله‌مراتبی در شرایطی که تنها یک شهر مرکز مسلط برای پس‌کرانه‌ی وسیع‌تر وجود دارد به وجود می‌آید اما براساس دیدگاه شبکه‌ای روابط با ماهیت افقی‌تر همچون مکملی و مشارکتی، امروزه بیش‌تر تسلط دارند. این یعنی روابط جدیدی ایجاد شده است (Meijers, 2003, 8). در جدول (۱) دو مقوله از روابط بین‌شهری (سلسله‌مراتبی و شبکه‌ای) مقایسه شده‌اند که تا حد زیادی برداشتهای کلی باتن (۱۹۹۵)، وان در نپ (۲۰۰۲) و برگر (۲۰۱۱) را نشان می‌دهد.

همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد دو رویکرد اصلی در بررسی و تحلیل سازمان فضایی مناطق با تمرکز بر عنصر سکونت‌گاه‌ها قابل تمیز است. در رویکرد نخست نظام سلسله‌مراتبی شهرها که در آن عمدتاً تحلیل‌ها



تصویر ۱- سیر تحولات مفهومی نظریه‌ها دیدگاه‌ها پیرامون سازمان‌یابی فضا.

Figure (1): The process of conceptual evaluation in theories and views about organizing the space. Source: Authors

جدول ۱- ویژگی‌های نظام شهری در مدل‌های سلسله‌مراتبی و شبکه‌ای.

Table (1): Characteristics of the urban system in hierarchical and network models
مأخذ: (Burger, 2011; Van der Knaap, 2002; Batten, 1995)

نظام شبکه‌ای	نظام سلسله‌مراتبی	نظامها مشخصه‌ها
شهر شبکه‌ای یا منطقه شهری چندمرکزی	محدوده کلانشهر تک مرکزی	نوع پیکره فضایی
هم روابط عمودی و هم روابط افقی بین شهرها وجود دارد	فقط روابط عمودی بین شهرها وجود دارد (با توجه به مقیاس‌های فضایی متفاوت)	نحوه رابطه‌های عملکردی
مکملی، مشارکتی، سلسله‌مراتبی	سلسله‌مراتبی	ماهیت روابط
چندجهتی: پیوندهای دوطرفه مرکز-پیرامون/ پیرامون-مرکز، پیوندهای متقاطع بین مراکز هم‌سایر	تک جهتی: پیوند یکطرفه در مرکز اصلی، عدم وجود ارتباط بین مراکز با اندازه‌های مشابه	جهت‌داری پیوندهای کارکردی و یکپارچگی فضایی
تقسیم کار فضایی به‌ویژه تخصیص خدمات اصلی بین مراکز - ارتقاء کارکردهای اجتماعی-اقتصادی مراکز متناسب با موقعیت فضایی، توان‌های درونی و جایگاه آن‌ها در شبکه	تخصیص خدمات اصلی به مرکز متناسب با رتبه‌بندی آن‌ها در نظام سلسله‌مراتبی، وابستگی هرچه بیشتر کانون‌های با رتبه‌بندی پایین‌تر به مرکز اصلی و مراکز با رتبه‌های بالاتر	نحوه تخصیص خدمات

فرمول (۱)

$$i = 1, 2, 3, \dots, I; j = 1, 2, 3, \dots, J, DI_i = \frac{I_i}{\sum_{j=1}^J I_{ij}}, 0 \leq DI_i < \infty$$

$i \neq j$; برای هر $i, j = 2, 3, \dots, J$

I_i : مجموع جریان‌های وارد شده به رأس i از تمام رأس‌های دیگر
 I_j : جریان‌های وارد شده به رأس j مقدار شاخص تسلط بین 0 تا ∞ است. اگر مقدار شاخص صفر باشد بدین معنی است که گره وارد شبکه نشده است و در صورتی که بی‌نهایت باشد گره مسلط بر شبکه است (Burgalassi, 2010, 21).

قدرت پیوند:^{۲۰} این شاخص مربوط به کشش تعاملات بین گره‌ها به‌عنوان درصدی از تعاملات نهایی درون شبکه است که توسط فرمول ۲ محاسبه می‌شود (Limtanakool et al., 2009, 46).

$$RSI_{ij} = \frac{t_{ij}}{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J t_{ij}}, 0 \leq RSI_{ij} \leq 1 \quad \text{فرمول (۲)}$$

$i \neq j$; برای هر $i = 1, 2, 3, \dots, I; j = 1, 2, 3, \dots, J = i, j$

T_{ij} : حجم جریان‌ها از گره i به گره j

تقارن پیوند:^{۲۱} شاخص تقارن پیوند اندازه جریان در یک جهت را نسبت به اندازه آن در جهت دیگر برآورد می‌کند. مقدار این شاخص از صفر تا یک متغیر است. ارزش یک نشان می‌دهد پیوند کاملاً متقارن و ارزش صفر نشان می‌دهد تعاملات نامتقارن و تک جهتی است (Limtanakool et al., 2009, 11).

$$LSI_{ij} = - \left(\frac{(f_{ij}) \ln(f_{ij}) + (f_{ji}) \ln(f_{ji})}{\ln(2)} \right), 0 \leq LSI_{ij} \leq 1 \quad \text{فرمول (۳)}$$

$i \neq j$; برای هر $i = 1, 2, 3, \dots, I; j = 1, 2, 3, \dots, J = i, j$

f_{ij} : نسبت جریان روی پیوند از گره i به گره j به مجموع جریان‌های بین گره i و j

f_{ji} : نسبت جریان روی پیوند از گره j به گره i به مجموع جریان‌های بین گره i و j

آنتروپی شبکه: این شاخص گسترش و وسعت توزیع یکنواخت برهم‌کنش‌ها را در سطح شبکه با رابطه زیر می‌سنجد:

$$EI = - \sum_{i=1}^L \frac{(ZI) \ln(ZI)}{\ln(L)} \quad \text{فرمول (۴)}$$

For $z, x=0$ holds that $(z, x) \ln(z, x) = 0, 0 \leq EI \leq 1$

I : پیوند موجود در شبکه ($I = 1, 2, 3, \dots, L$)

ZI : نسبت جریان‌ها به پیوند I در نسبت با مجموع جریان‌ها به تمامی پیوندها در شبکه این شاخص از صفر تا یک متغیر است. ارزش صفر نشان‌دهنده این است که تعاملات در شبکه متمرکز روی یک شهر است و شبکه دارای ساختاری تک‌مرکزی می‌باشد. اما زمانی که مقدار شاخص یک است، شبکه غیرسلسله‌مراتبی است و توزیع تعاملات بین تمام شهرها در شبکه یکسان است (Limtanakool et al., 2009, 19).

تحلیل خوشه‌بندی:^{۲۲} تحلیل خوشه‌های روشی است برای صورت‌بندی واحدهای تحلیل در گروه‌های نامعلوم. در تحلیل شبکه با بهره‌گیری از این روش، مجموعه‌ای از کنشگران با رابطه‌های یکسان در گروه‌های هم‌جنس انتخاب و قرار می‌گیرند (حکمت‌نیا و موسوی، ۱۳۸۵، ۲۵۸).

شبکه‌های اجتماعی^{۱۷} و تئوری گراف^{۱۸} استفاده شده است. اطلاعات مورد نیاز در این پژوهش براساس داده‌های مبدأ مقصدی سفرهای افراد است که با روش اسنادی گردآوری شده است. به این منظور تعداد سفرهای مبدأ-مقصد (به تفکیک سواری، اتوبوس و مینی‌بوس) بین شهرهای منطقه کلان‌شهری تهران مبنای محاسبات قرار گرفته‌اند که توسط سازمان راه‌داری و حمل‌ونقل جاده‌ای تهیه می‌شود. در بررسی و ارزیابی همگرایی و واگرایی نظام اسکان و اشتغال در مناطق کلان‌شهری نیز معیارهای زمان سفر و فاصله طی شده را سنجش می‌کنند (خیرالدین و دیگران، ۱۳۹۵، ۱۲۰) تا مرکزیت یافتن سکونت‌گاه‌های جدید مانند شهرهای جدید منطقه کلان‌شهری تعیین شود. در پژوهش حاضر نیز داده‌های و مبادی و مقاصد سفرهای روزانه مبنای اصلی تحلیل است.

مدل تحلیل: مدل شبکه‌ای به بررسی منطقه و ناحیه به‌مثابه یک کل واحد و نیز در ارتباط با اجزای آن می‌پردازد. در این شرایط اولویت به بررسی دقیق جریانات و پیوندهای میان نقاط یا مراکز فعالیت داده شده و از تحلیل جریان میان مراکز مختلف (براساس حجم، نوع، جهت جریان و غیره) از یک سو و خوشه‌بندی و دسته‌بندی اندازه سکونت‌گاه‌ها از سوی دیگر، رشد و توسعه هماهنگ مبتنی بر روابط مکمل و پیوندهای نظام‌یافته میان نقاط در سطح مناطق را ارزیابی می‌کند (Douglass, 1998; Meijer, 2007). در ادامه روش تحلیل شبکه به‌عنوان روشی که به‌منظور تفسیر جریان‌ها استفاده می‌شود معرفی خواهد شد.

در پژوهش حاضر بررسی عناصر سازمان فضایی در قالب نقاط، خطوط و پهنه‌ها در نظر گرفته شده است. بدین منظور محاسبه شاخص‌ها بر پایه داده‌های مربوط به تعداد سفرهای مبدأ-مقصد افراد میان مراکز شهری منطقه کلان‌شهری تهران برای سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۹۰ صورت گرفته است. تحلیل شاخص‌های شبکه در سه سطح رئوس، پیوندها و شبکه صورت می‌گیرد. در سطح رئوس محاسبه شاخص‌های «مرکزیت» و «درجه تسلط رأس» برای هر شهر به‌عنوان یک رأس مجزا منظور می‌شود. به‌طوری‌که با تحلیل چگونگی توزیع رئوس بر مبنای میزان تمرکز و تسلط بر شبکه می‌توان به موقعیت استقرار شهرهای مهم و جزییات ساختار فضایی شبکه پی برد. در سطح پیوندها با استفاده از شاخص‌های «شدت نسبی پیوند» و «تقارن پیوند» جریان حرکت افراد تحلیل می‌شود. در سطح کلی، تحلیل تحولات شبکه جریان‌ها بر پایه تحولات شاخص «آنتروپی» و با تحلیل خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی خوشه‌های عملکردی مشخص می‌شوند. در ادامه روش محاسبه هریک از شاخص‌های تحلیل شبکه آورده شده است.

درجه مرکزیت: اولین مفهوم برای تعریف مرکزیت، بحث درجه است. درجه مرکزیت صرفاً تعداد روابط مستقیمی است که یک گره با کنشگر دارد. کنشگران با بیشترین پیوند، اهمیت بالاتری در شبکه دارند (Nooy et al., 2006, 7).

شدت تسلط رأس:^{۱۹} این شاخص اهمیت هر رأس را برحسب کشش جریان دریافتی نسبت به میانگین جریان‌های دریافتی توسط رأس‌های دیگر بررسی می‌کند (Alderson and Beckfield, 2009, 10).

این شاخص توسط فرمول زیر محاسبه می‌شود (Limtanakool et al., 2009, 46).

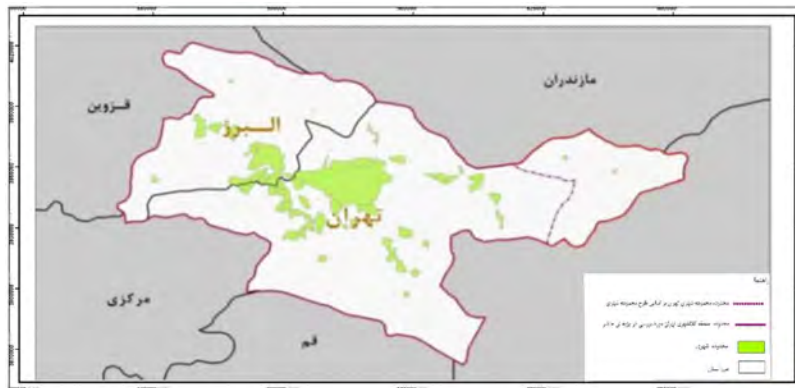
۳- معرفی عرصه پژوهش

منطقه کلان‌شهری تهران جمعیتی بیش از ۱۴/۵ میلیون نفر دارد و مساحتی در حدود ۱۸,۰۰۰ کیلومترمربع را پوشش می‌دهد. این پهنه در دامنه جنوبی رشته‌کوه البرز قرار گرفته و شمال آن استان مازندران از جنوب با استان قم و از سمت شرق با استان سمنان و از غرب با استان‌های قزوین و مرکزی همسایه است. در پژوهش حاضر شهرهایی که در محدوده استان البرز و تهران بوده و تماماً در حوزه نفوذ روزانه و با به عبارتی در سامانه شهری روزانه تهران قرار گرفته‌اند، به‌عنوان منطقه کلان‌شهری تهران در نظر گرفته شده‌اند.

مرکزیت: آماره‌های توصیفی مطابق جدول (۲) برای درجه مرکزیت درونی و بیرونی برای سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۹۰ محاسبه شده است. مقایسه میانگین، حداکثر، حداقل و انحراف معیار نشان می‌دهد که توزیع

نسبتاً غیریکنواختی از درجه رئوس در شبکه وجود دارد، درواقع تعداد کمی از رئوس دارای درجه بسیار بالا و تعداد زیادی از آن‌ها دارای درجه متوسط و پایینی هستند و سهم کم‌تری از پیوندها را به خود اختصاص می‌دهند. گراف درجه درونی و بیرونی جریان افراد در سال ۱۳۹۰ ترسیم شده است که در تصاویر (۳ و ۴) مشاهده می‌شود. رئوسی که در مرکز گراف قرار دارند دارای بیش‌ترین مرکزیت و رئوسی که در حاشیه گراف واقع شده‌اند کم‌ترین مقادیر مرکزیت را دارند. واقع‌شدن در مرکز نسبی جغرافیایی منطقه، جمعیت بالا نسبت به سایر شهرهای منطقه، تمرکز فعالیت‌ها و زیرساخت‌های مناسب در شهرهای تهران و کرج از عوامل مؤثر بر بالا بودن درجه مرکزیت در این دو شهر است.

شدت تسلط: آماره‌های توصیفی به‌دست‌آمده در جدول (۳) برای شاخص تسلط در سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۹۰ مشاهده می‌شود. مقایسه مقادیر حداقل و حداکثر از تفاوت فاحش میان تسلط تهران با سایر

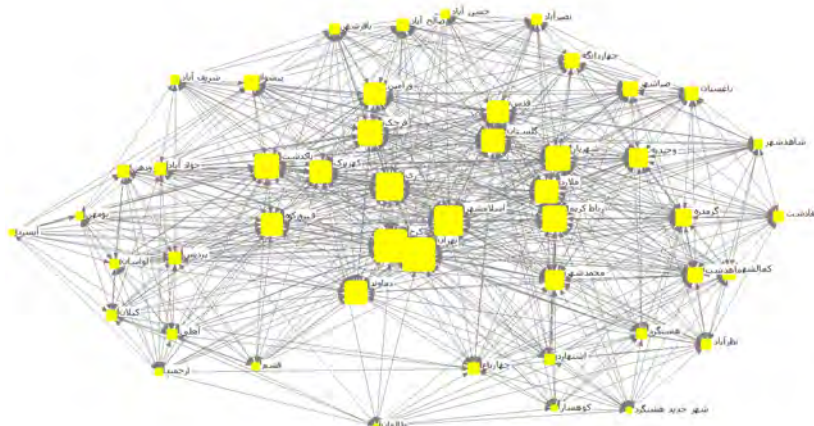


تصویر ۲- منطقه کلان‌شهری تهران. Tehran metropolitan region (Figure 2)

جدول ۲- محاسبات شاخص درجه مرکزیت رئوس (۱۳۷۵ و ۱۳۹۰).

Table (2): The calculation of degree of vertex concentration index (1996 and 2011), Source: Authors

۱۳۹۰		۱۳۷۵		عنوان
درجه بیرونی	درجه درونی	درجه بیرونی	درجه درونی	
۴۸	۴۸	۲۵	۲۵	تعداد شهرها
۴۷	۴۷	۲۴	۲۴	ماکزیمم
۱۴	۱۴	۴	۴	مینیمم
۱۲۶۸	۱۲۶۸	۲۰۳	۲۰۳	مجموع درجه رئوس
۲۶,۴۱	۲۶,۴۱	۸,۱۲	۸,۱۲	میانگین
۴,۷۶	۴,۶۳	۵,۲۱	۵,۴۹	انحراف معیار



تصویر ۳- گراف درجه درونی جریان افراد در سال ۱۳۹۰.

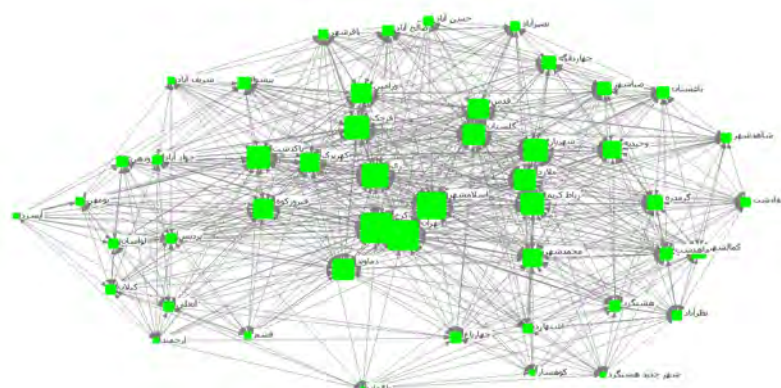
Figure (3): Internal degree of demographic flow in 2011, Source: Authors

بسیار زیادی با شهرهای بعدی منطقه دارد، به همین شکل فاصله مقادیر به‌دست‌آمده برای شاخص تسلط بر اساس تعاریف قراردادی دارای همین شکاف می‌باشد.

شدت پیوند: در تصاویر (۷ و ۸) چگونگی ارتباط میان مراکز شهری منطقه کلان‌شهری تهران در سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۹۰، برحسب پیوندهای فوق‌العاده قوی (سطح یک)، پیوندهای قوی (سطح ۲)، متوسط (سطح ۳)، ضعیف (سطح ۴) و پیوندهای بسیار ضعیف (سطح ۵) نشان داده شده است، که به‌خوبی بیانگر قدرت پیوندهای موجود میان مراکز شهری است. الگوی فضایی جریان‌ات افراد در سال ۱۳۹۰ ادامه روندهای مشاهده‌شده در سال ۱۳۷۵ بوده است. عدم توازن در توزیع پیوندها در شبکه وجود دارد، به‌طوری‌که در برخی نواحی جریان‌های بسیار قوی وجود دارد، این نواحی به‌طور ویژه‌ای به نواحی پیرامون مادرشهر تهران و پس از آن به شهر کرج برمی‌گردد، که دلیل چنین کشش بالایی در بخش‌های قبلی شرح داده شد. با توجه به

شهرهای منطقه حکایت دارد. مقادیر انحراف معیار بهبود پراکنش شدت تسلط در بین شهرهای منطقه کلان‌شهری تهران را نشان می‌دهد.

تصاویر (۵ و ۶) سطح‌بندی نقاط شهری منطقه کلان‌شهری تهران را برحسب شدت تسلط جریان سفرها در سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۹۰ در ۵ سطح (از تسلط فوق‌العاده قوی تا تسلط بسیار ضعیف) نشان می‌دهند. در هر دو سال شهرهای تهران و کرج به‌تنهایی در سطوح ۱ و ۲ قرار گرفته و بیش‌ترین شدت تسلط را در شبکه داشته‌اند. مادرشهر تهران با جذب بیش‌ترین سهم سفرها در صدر مقادیر شاخص قرار دارد. به‌طور کلی می‌توان گفت علت اصلی تفاوت فاحش میان تسلط تهران با سایر شهرهای منطقه به علت وجود پدیده نخست شهری از نوع فوق برتری با درجه بسیار بالا در منطقه و جمعیت بالای شهر تهران و تمرکز خدمات و زیرساخت‌ها و تحت تأثیر مرکزیت ملی در تهران است. ساختار جمعیتی منطقه کلان‌شهری تهران دارای نظامی تک‌قطبی است و شهر اول از شهر دوم فاصله زیادی دارد و همچنین شهر دوم فاصله



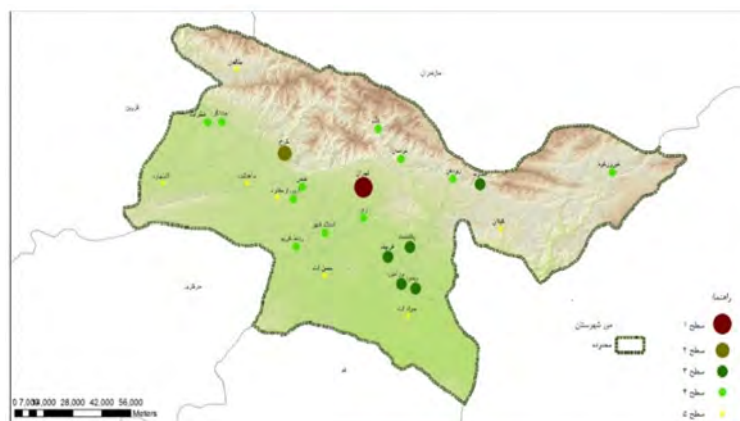
تصویر ۴- گراف درجه بیرونی جریان افراد در سال ۱۳۹۰.

Figure (4): External degree of demographic flow in 2011, Source: Authors

جدول ۳- محاسبات شاخص شدت تسلط (۱۳۷۵ و ۱۳۹۰).

Table (3): The calculation of degree of Dominance intensity index (1996 and 2011), Source: Authors

شدت تسلط		عنوان
سال ۱۳۹۰	سال ۱۳۷۵	
۸.۹۵	۱۶.۵۵	بیشینه
۰.۳۲	۰.۰۵	ماکزیمم
۰.۷۳	۰.۴۹	مینیمم
۱.۰۳	۱.۲۶	میانگین
۱.۳۱	۳.۲۵	انحراف معیار



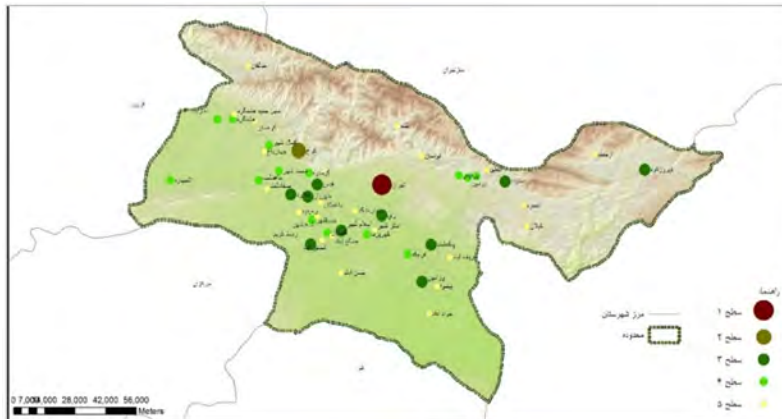
تصویر ۵- سطح‌بندی نقاط شهری بر اساس شدت تسلط در سال ۱۳۷۵.

Figure (5): Level of cities base on degree/intensity of dominance in 1996, Source: Authors

سازمان متعادل و دوجانبه پیوندها است. شکل‌های ۹ و ۱۰ سطح‌بندی تقارن پیوند میان مراکز شهری منطقه کلان‌شهری تهران را در ۵ سطح (تقارن بسیار زیاد، تقارن زیاد، تقارن متوسط، تقارن کم، نامتقارن) در سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۹۰ نشان می‌دهند. در سال ۱۳۷۵ عمده پیوندهای کاملاً متقارن در جنوب غربی و شمال شرقی منطقه قرار گرفته‌اند و در پیوندهای متصل به شهر تهران تقارن نسبی حاکم است، اما در سال ۱۳۹۰ ارقام حاصل از این شاخص در نسبت با حداکثر و حداقل مقادیر ممکن برای آن مقادیر نسبتاً بالایی را داده است. شبکه

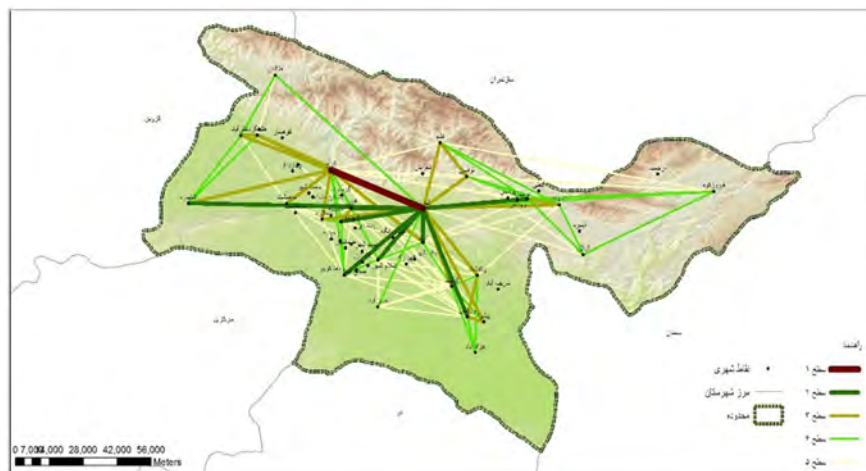
محاسبات انجام‌شده در مجموع شهرهای تهران و کرج به ترتیب ۲۴ و ۱۶ درصد از کل پیوندهای شبکه را دریافت و ارسال کرده‌اند. در عوض می‌توان در نواحی پیرامونی و حاشیه‌ای منطقه فضاهای دارای پیوندهای ضعیف به‌ویژه بین شهرهای کوچک و متوسط در نواحی حاشیه‌ای و پیرامونی را مشاهده کرد.

تقارن پیوند: با توجه به محاسبات جدول (۴) فاصله کم میانگین به ماکزیمم میانگین ممکن (یعنی یک) نشان از متقارن بودن پیوندها در شبکه می‌باشد. میزان کم انحراف معیار نسبت به میانگین بیانگر



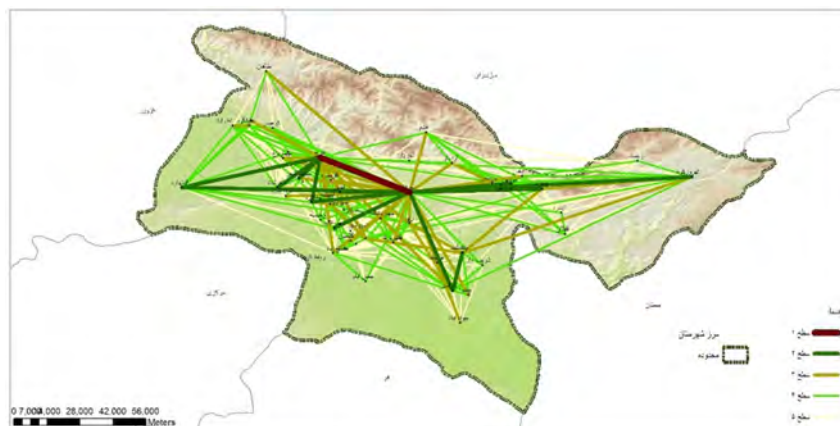
تصویر ۶- سطح‌بندی نقاط شهری بر اساس شدت تسلط در سال ۱۳۹۰.

Figure (6): Level of cites base on degree/intensity of dominance in 2011, Source: Authors



تصویر ۷- سطح‌بندی شدت پیوند بین نقاط شهری منطقه کلان‌شهری تهران سال ۱۳۷۵.

Figure (7): Level of degree/intensity of connections among cites in 1996, Source: Authors



تصویر ۸- سطح‌بندی شدت پیوند بین نقاط شهری منطقه کلان‌شهری تهران سال ۱۳۹۰.

Figure (8): Level of degree/intensity of connections among cites in 2011, Source: Authors

تحلیل خوشه‌بندی: نتایج تحلیل خوشه‌بندی در تصویر (۱۱) نشان داده شده است که سه خوشه کلان مشاهده می‌شود. خوشه یک که تعداد شهرهای بیش‌تری را در برمی‌گیرد عمدتاً شهرهای بخش مرکزی، جنوبی و جنوب شرقی منطقه و شهرهای تهران و کرج را شامل می‌شود. خوشه دوم شهرهای بخش غربی منطقه و خوشه سوم شهرهای بخش شمال و شمال شرقی را در برمی‌گیرد.

در نهایت برای جمع‌بندی و ترکیب نتایج به‌دست‌آمده شاخص‌ها نرمال شده و برای هر کدام از شهرها با توجه به مقادیر شاخص‌ها امتیازی از صفر تا ۱۰۰ تعریف شده و مقادیر حاصل از هر یک با یکدیگر جمع شده است و شهرها بر اساس مجموع امتیازات تحلیل شبکه جریان افراد رتبه‌بندی شده‌اند. شهر تهران با کسب ۳۹۶/۱۴ امتیاز از مجموع ۴۰۰ امتیاز در رتبه اول قرار دارد و پس از آن کرج با اختلاف زیاد نسبت به اسلامشهر در رتبه دوم جای گرفته است. نتایج در تصویر (۱۲) نشان داده شده است که شهرها را در ۵ سطح بر اساس مجموع امتیازات نشان می‌دهد.

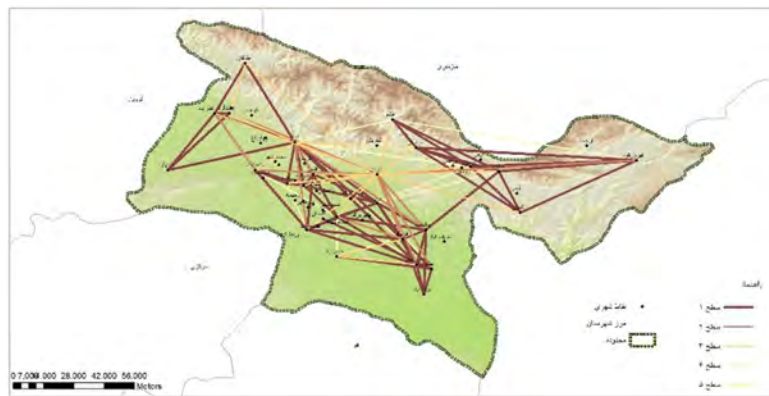
جریان مسافر شبکه‌ای نسبتاً متعادل بوده و پیوندهای میان شهرها معمولاً به‌صورت متقابل و دوطرفه هستند لازم به ذکر است جریان افراد در ماهیت خود جریانی متقارن و رفت و برگشتی است.

آنتروپی: مقدار به‌دست‌آمده برای شاخص آنتروپی در سال ۱۳۷۵، ۰/۷۷ بوده است و در سال ۱۳۹۰ مقدار آن به ۰/۹۳ رسیده است. روند تحولات شاخص تغییرات در الگوی توزیع حجم جریان بین پیوندها را بیان می‌کند. مقادیر شاخص بیانگر می‌کند که ساختار مورد بررسی با حداقل مقدار ممکن که متناظر یک منطقه تک مرکزی بارز است فاصله زیادی دارد. از این رو می‌شود اظهار کرد که ساختار مورد بررسی به ساختاری چندمرکزی یا خوشه‌ای داشته و به آن نزدیک‌تر است و تا اینجای کار منطبق با پژوهش‌های قبلی در بررسی ساختار کلان‌شهری تهران در محور شرق انست (Kheyroddin et al. 2016, 25). اما تفاوت بین مقادیر به‌دست‌آمده برای شاخص آنتروپی در طی ۱۵ سال (۱۳۷۵-۱۳۹۰) گرایش منطقه کلان‌شهری تهران را به تمرکززدایی جریان افراد نشان می‌دهد.

جدول ۴- محاسبات شاخص تقارن پیوند (۱۳۷۵ و ۱۳۹۰).

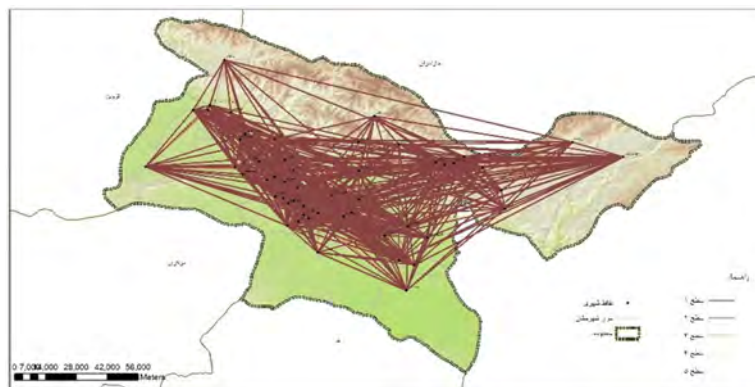
Table (4): connection Symmetry index (1996 and 2011), Source: Authors

تقارن پیوند		عنوان
سال ۱۳۹۰	سال ۱۳۷۵	
۰,۹۳	۰,۸۴	میانگین
۰,۰۸	۰,۱۸	انحراف معیار



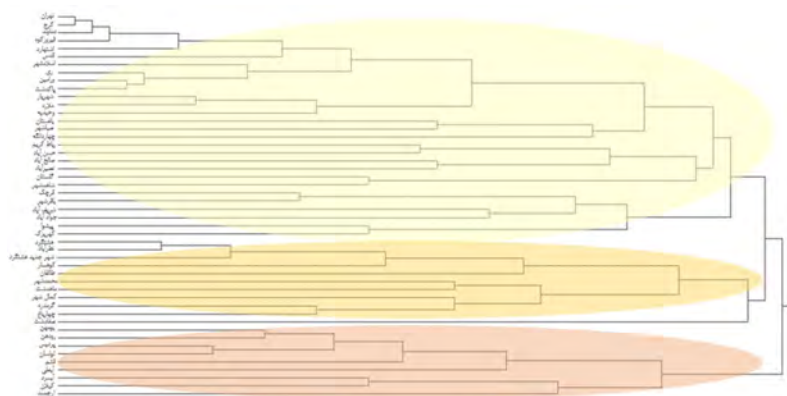
تصویر ۹- سطح‌بندی شدت تقارن پیوند بین نقاط شهری در سال ۱۳۷۵.

Figure (9): Level of degree/intensity connection Symmetry among cites in 1996, Source: Authors



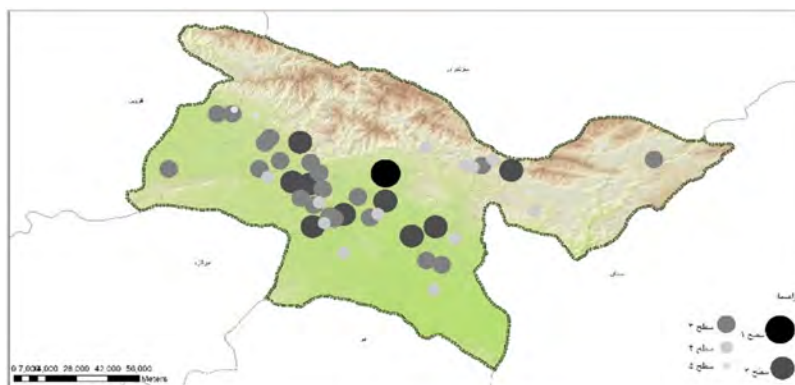
تصویر ۱۰- سطح‌بندی شدت تقارن پیوند بین نقاط شهری در سال ۱۳۹۰.

Figure (10): Level of degree/intensity of connection Symmetry among cites in 2011, Source: Authors



تصویر ۱۱- نمودار دندوگرام جریان افراد در سال ۱۳۹۰.

Figure (11): Dendrogram of the flow of people in 2011, Source: Authors



تصویر ۱۲- سطح‌بندی نقاط شهری بر اساس جریان افراد در سال ۱۳۹۰.

Figure (12): Level of cites based on demographic flow in 2011, Source: Authors

نتیجه

جمعیت از عوامل تأثیرگذار در شکل‌گیری پیوندهای متمرکز در این مناطق هستند که در سطح منطقه کلان‌شهری تهران موجب ایجاد شبکه‌ای نامتعادل شده است.

- ساختار منطقه در حال گذار از الگوی کاملاً متمرکز به الگوی نسبتاً پراکنده است. با توجه به تحلیل‌های صورت گرفته در سطح منطقه، شهر تهران و با اختلاف زیاد شهر کرج همواره بیش‌ترین مقادیر شاخص‌ها را به خود اختصاص داده اما تحلیل شاخص‌ها در سطح شبکه وجود گرایشی در جهت تمرکززدایی و گذار از الگوی متمرکز با برتری و تسلط خاص شهر تهران به سوی ساختارهای با تعادل بیش‌تر را دارد. تغییرات در شاخص آن‌تروپی و بزرگی آن نیز گرایش به تمرکززدایی را نشان می‌دهد. تغییرات در توزیع فضایی جریان‌ها در شبکه نیز دلالت بر شکل‌گیری روندی در جهت تمرکززدایی در سطح منطقه دارد.

- مراکز درجه دو در منطقه ظهور می‌یابند. با بررسی و تحلیل شاخص درجه مرکزیت مشخص شد که برخی شهرها (مانند اسلامشهر، شهریار، رباط‌کریم، پاکدشت، هشتگرد، دماوند) با جذب بخش عمده‌ای از جریان‌ها جایگاه خود را به مراکز درجه دو ارتقاء داده‌اند و توانسته‌اند نقش مرکزی‌تری در شبکه ایفا کنند، این امر به معنای روند تدریجی انتقال بخشی از عملکردها و نقش‌های سابقاً متمرکز در تهران به این شهرهاست.

- تقارن جریان‌ها افزایش می‌یابد. مقادیر شاخص تقارن پیوند نشان

در نظر داشتن تحلیل‌های مبتنی بر تعاملات میان سکونت‌گاه‌ها در کنار تحلیل‌های مبتنی بر صفات و ویژگی‌های کالبدی آنان، نقش مهمی در توضیح و ارزیابی ساختار استقرار سکونت‌گاه‌ها در یک منطقه ایفا می‌کند. در پژوهش حاضر بررسی و تحلیل سازمان فضایی منطقه کلان‌شهری تهران در قالب شبکه‌ای متشکل از شهرها، پیوندهای میان آن‌ها و پهنه‌های کارکردی که بستر توسعه شهرها هستند با استفاده از شاخص‌های سفر در دستور کار قرار گرفت. در رابطه با تحولات صورت گرفته در سازمان فضایی در این منطقه می‌توان گفت:

- در سازمان فضایی همچنان عدم تعادل نسبتاً شدید وجود دارد. در هر دو مقطع زمانی مورد بررسی، حجم کثیری از جریان‌های قوی شعاعی به‌طرف شهرهای کرج و تهران شکل گرفته و در عوض کم‌ترین ارتباطات با شهرهای حاشیه‌ای و پیرامونی برقرار شده است. در واقع به دلیل تمرکز قوی که از ابتدا در تهران و پس از آن در کرج شکل گرفته است، عمدتاً شاهد تمرکز جریان‌های قوی پیرامون این دو شهر هستیم که این الگوی شعاعی با توجه به ساختار محورهای ارتباطی تقویت شده است. در بخش میانی و جنوبی منطقه نیز تمرکز بالایی از پیوندها مشاهده می‌شود. ساختار فضایی تمرکزهای جدید را پژوهش‌های قبلی نیز نمودار کرده است (Kheyroddin et al., 2019, 84). اما در بررسی حاضر میزان دسترسی بالا به شبکه حمل‌ونقل و کم‌ترین فاصله مکانی نسبت به سایر شهرها به‌واسطه موقعیت پهن‌دستی بعلاوه تمرکز بالای

تعداد بخشی به الگوی سازمان فضایی می‌تواند مورد بحث باشد که از جمله تأکید بیشتر بر نقش مراکز سطح ۲ از جمله اسلامشهر، شهریار، پاکدشت، هشتگرد، رباط کریم، دماوند و فیروزکوه است که این شهرها می‌توانند به‌عنوان بازیگران اصلی کاهش گسست فضایی و ایجاد تعادل در نظام شهری منطقه مورد توجه قرار گیرند. همچنین تقویت نقش شهرهای متوسط و کوچک و تجهیز مراکز، محورها و پهنه‌های کمتر توسعه‌یافته و محروم از طریق ایجاد مراکز جدید خدماتی و تقویت نظام حمل‌ونقل (زمینی، ریلی) از جمله این راهکارهاست. و بالاخره توسعه شبکه‌های مجازی برای تحقق ارتباطات گسترده‌تر در جهت شبکه‌ای شدن الگوی سازمان فضایی می‌باید در دستور کار قرار گیرد به‌گونه‌ای که فرد نیازی به حضور فیزیکی برای انجام کار و دسترسی به خدمات در قطب‌های پر ازدحام نداشته باشد. بدیهی است هر یک از محورهای فوق می‌تواند به مؤلفه‌های قابل تحلیل و ارزیابی برای انتظام فضایی منطقه لحاظ گردد.

می‌دهد بخش عمده‌ای از جریان‌ها به‌خصوص جریان‌های شعاعی به سمت تهران در طی ۱۵ سال متقارن‌تر شده است که نشان از افزایش نقش سایر شهرهای منطقه کلان‌شهری تهران در شبکه فعالیت‌ها را دارد و گرایش به تعادل بیشتر در تعامل میان شهرها را نمایان می‌کند. از طرفی پیوندها بین مراکز شهری افزایش یافته است، یعنی در طی دوره مورد بررسی (۱۳۷۵-۱۳۹۰) پیوندهای بین شهرهای منطقه کلان‌شهری تهران هم از نظر تعداد پیوندها و هم حجم جریان‌ها افزایش یافته است که نشان از کاهش تدریجی وابستگی به مادرشهر تهران دارد. به‌طور کلی می‌توان گفت به موازات کاهش سهم تمرکز جریان‌ها از مادرشهر تهران، نقش و جایگاه شهرهای پیرامونی در نظام اسکان و فعالیت در منطقه افزایش یافته است و سازمان فضایی منطقه کلان‌شهری تهران از الگوی نسبتاً متمرکز و شعاعی با برتری و تسلط خاص مادرشهر تهران در سال ۱۳۷۵ به یک حوزه‌ی گسترده با مراکز جمعیتی و عملکردی متعدد در سطح منطقه تکوین یافته است ولی هم‌چنان نتوانسته به الگویی متعادل دست یابد. در این تحقیق پیشنهادهای بالقوه‌ای برای

پی‌نوشت‌ها

چند هسته‌ای؛ مطالعه موردی: شهر تهران، نشریه آمایش جغرافیایی فضا، سال ۸، شماره ۳۰، صص ۱۹-۳۸.

خیرالدین، رضا؛ حکیم‌زاده، وحید (۱۳۹۵)، کاربرد الگوی یکپارچگی نظام اسکان و اشتغال در ارزیابی تعادل فضایی هسته‌های جدید شهری (مطالعه موردی: شهر جدید پردیس در کلان‌شهر تهران)، مجله علمی-پژوهشی برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دانشگاه تربیت مدرس، شماره ۳، پاییز ۹۵، صص ۱۰۵-۱۲۹.

خیرالدین، رضا؛ پیروزی، رضا (۱۳۹۳)، گونه‌شناسی جدید در تکوین پراکنش‌های فضایی مناطق کلان‌شهری (نمونه مطالعه: رشد متاستاتیک در محور شرق منطقه کلان‌شهری تهران)، نشریه علمی-پژوهشی مدیریت شهری و روستایی، سال سیزدهم شماره ۲۵، تابستان ۱۳۹۳، صص ۲۲۹-۲۵۴.

Bastani, Sosan and Raisi, Mahin. (2012). «Network Analysis Method: Using Total Networks Approach in Open Source Community Studies», Journal of Iranian Social Studies, vol.5, No. 4, pp. 32-59, In Persian.

Batten, D. F. (1995). «Network Cities: Creative Urban Agglomerations for the 21st Century», Urban Studies, vol. 32, pp. 313-327.

Burgalassi, D. (2010). «Defining and Measuring Polycentric Regions. The Case of Tuscany», Munich Personal RePEc Archive, Discussion Paper No. 101.

Burger, M. J., van der Knaap, B. & Wall, R. S. (2014). «Polycentricity and the multiplexity of urban networks», European Planning Studies, Vol. 22, Issue 4, pp. 816-840.

Camagni, R. and Salone, C. (1993). «Network Urban Structures in Northern Italy: Elements for a Theoretical Framework», Urban Studies, Vol. 30, pp. 1053-1064

Capello, R. (2000). «The City Network Paradigm: Measuring Urban Network Externalities», Urban Studies, Vol. 37, No. 11, pp. 1925-1945

Douglass, M. (1998). «A Regional Network Strategy for Reciprocal Rural-Urban Linkages: An Agenda for Policy Research with Reference to Indonesia», Third World Planning Review, vol. 20, pp. 1-33.

۱. مباحث مطرح‌شده مرتبط با شبکه شهری منطقه کلان‌شهری تهران در اسناد فرادست همچون سند ملی توسعه استان تهران، برنامه چهارم توسعه کشور، نظریه پایه توسعه (آمایش) استان، طرح کالبدی ملی، طرح آمایش استان

- | | |
|--|------------------------------|
| 2. Spaces of Flows. | 3. Christaller, W. |
| 4. Losch, A. | 5. Gottman, J. |
| 6. Pred, A. R. | 7. Castells, M. |
| 8. Camagni, R. and Salone, C. | |
| 9. Batten, D. F. | 10. Van Der Laan, L. |
| 11. Capello, R. | 12. Van Der Knaap, B. |
| 13. Meijers, E. | 14. Neal, Z. P. |
| 15. Burger, M. J., van der Knaap, B. & Wall, R. S. | |
| 16. Relational Methods. | 17. Social Network Analysis. |
| 18. Graph Theory. | 19. Dominance Index (DI). |
| 20. Strength Index (RSIij). | 21. Link Symmetry (LSIij). |
| 22. Clustering Analysis. | |

فهرست منابع

باستانی، سوسن؛ رئیسی، مهین (۱۳۹۰)، روش تحلیل شبکه: استفاده از رویکرد شبکه‌های کل در مطالعه اجتماعات متن‌باز، مجله مطالعات اجتماعی ایران، دوره پنجم، شماره ۲، صص ۳۲-۵۹.

تقی‌زاده، فاطمه (۱۳۸۳)، نقش بازارهای محلی در پیوندهای روستایی شهری با تأکید بر تعادل‌های منطقه‌ای، رساله دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه شهید بهشتی.

توکلی، مرتضی؛ ابراهیمی، آرام، و حمیدی‌تهرانی، سمیرا (۱۳۹۶)، تحلیل الگوی منطقه بندی آمایش سرزمین در ایران از پسامشروطه تا به حال، مجله برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دانشگاه تربیت مدرس، دوره بیست و دوم، شماره ۱، صص ۱۴۳-۱۷۹.

حکمت‌نیا، حسن؛ موسوی، میرنجم (۱۳۸۵)، کاربرد مدل در جغرافیا با تأکید بر برنامه‌ریزی شهری و ناحیه‌ای (چاپ اول)، تهران: انتشارات علم نوین. حسینی، علی؛ پوراحمد، احمد، و زیاری کرامت‌اله (۱۳۹۷)، تحلیل ساختاری فضایی شهری با تأکید بر بُعد جمعیتی رویکرد ریخت‌شناسی شهر

Association.

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.

Neal, Z. P. (2010), «From Central Places to Network Bases: A Transition in the U.S. Urban Hierarchy», *City and Community*, 1900_2000.

Nooy, w. Mrvr, A, Batagelj, V. (2006), *Exploratory Network Analysis with Pajek*, Cambridge University Pres, 7-35, pp. 173-250.

Taghizadeh, Fatemeh. (2006), The Role of Local Markets in Rural-Urban Links with Emphasis on Regional Balances. *Ph.D Thesis*, Shahid Beheshti University, Iran, In Persian.

Tavakoli, M, Ebrahimi A, Hamidi Tehrani S. (2018), «Analysis of Iran spatial planning zoning pattern from post-Constitutional Revolution till present», *Journal of Spatial Planning (MJSP)*, vol. 22 , No. 1, pp. 85-123, In Persian.

Taylor, P., Hoyler, M., & Verbruggen, R. (2010), «External Urban Relational Process: Introducing Central Flow Theory to Complement Central Place Theory», Routledge, Ed, *Urban Studies*, vol. 47, No. 13, pp. 2803-2818.

Van Der Knaap, B., Wall, R. (2002), «Linking Scale and Urban Network Development, *The European Metopolis, 1920-2000*», Berlin: European Science.

Van Der Laan, L. (1998), «Changing Urban Systems: an Empirical Analysis at Two Spatial Levels», *Regional Studies*, Vol. 30, Issue 3, pp. 235-247.

Hanneman, R. A., & Riddle, M. (2005), *Introduction to social network methods*. Riverside, California: University of California

Hekmatnia, Hassan and Mousavi, Mir Najaf. (2007), «Model application in geography with emphasis on urban and regional planning», Modern Science Publications, In Persian.

Kheyroddin, R. et al. (2017), Metastatic Spread of Luxury Holiday Homes In Rural Areas: A New Type of Spatial: Development In Tehran Metropolitan Areas: A Study Of Damavand County, Iran, *Journal of Architectural and Planning Research (JAPR)*, 34(1): 71-88.

Kheyroddin, R. Naderi, M. (2016), Success and Failure in Metropolitan Regions Organization Comparative comparison of east pivot of metropolis Tehran and east pivot of metropolis Paris, Bagh-e-Nazar, *The Scientific Journal of Nazar Research Center (NRC) for Urbanism, Architecture and Art*, Vol. 12, No. 37, pp. 17-30.

Kheyroddin, R. Ghaderi A. (2019), New towns as deconcentration or another concentration in the metropolis: evidence from Parand New Town in the Tehran Metropolitan Area, *International Journal of Urban Sciences*, Volume 24, Issue: 1, 2020 - Pages 69-87.

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.

Meijers, E. (2003), «From Hierarchy to Network», *Paper prepared for the 16th European Advanced Studies Institute in Regional Science* organized by the European Regional Science

Analyzing the Spatial Structure of Tehran Metropolitan Region Using the Information of Trip Flows

Reza Kheyroddin¹, Alireza Salahimoghadam², Fatemeh Taheri³

¹Associate Professor, Department of Urban Planning, School of Architecture and Urban Planning, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.

²Lecturer and Ph.D of Urban and Regional Planning, Faculty of Architecture and Urban Planning, Ferdowsi University Mashhad, Mashhad, Iran.

³Master of Urban and Regional Planning, Department of Urban Planning, School of Architecture and Urban Planning, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.

(Received: 19 Dec 2020, Accepted: 4 Apr 2021)

In general, not only urban systems are limited to physical structure and spatial deployment of urban settlements, but also they include flows, communications and interactions between cities in such systems. In this spatial flow, each individual node will have different situation and character based on its degree, type, composition, and its potential of relation with other nodes. In other words, the situation of each city in the hierarchy of urban network and its role in the network is influenced by its own spatial and functional organization/arrangement in flow space. Therefore, urban areas will be known as “the network” over time. The essence/nature of the network depends on complexity of relations between cities, dynamic nature of the network and cohesion and dependency of areas. According to studies based on the Tehran Metropolitan Regional Plan and other documents, in spite of existence of decentralization policies in Tehran in recent decades, this city still remains dominant to the surrounding urban areas. Besides, centralized forces toward Tehran with a large number of people and human resources that aims to use better services and facilities concentrated in Tehran will be associated with centralized and unbalanced spatial organization. On the other hand, considering numerous economic, social, environmental and structural spatial problems, unbalanced development in regional territory, and being the capital city of the country, it is necessary to define a system which provides spatial-functional coherence and integrated and balanced spatial development in the region. The study aims to evaluate the spatial interactions among the cities located inside the Tehran metropolitan region by using the data of trip flows and making some measurements to evaluate spatial structure of that region. In this study, Relational Methods and particularly, methods based on Social Network Analysis and Graph theory are used to analyze the people movements. Origin-Destination trip data was collected by documentary method and were applied to make some measurements for network analysis. The

trip flows is calculated based on the number of passengers (traveling by cars, buses or minibuses) and their origin and destination through cities located in Tehran metropolitan region. The goal of this study is to examine and analyze spatial structure of Tehran metropolitan region in the form of a regional network that consists of cities and the connections among them and to determine the range of functional impact of each city in relation to others. Regarding to the result of regional network analysis using the information of trip flows occurred among the cities during the study period (1996 to 2011), We still see the high concentration of activities in the city of Tehran and obvious dominance of this city over the region. However, there are obvious signs that the intensity of concentration and domination of Tehran is gradually decreasing and the surrounding cities in the region are gaining more functional power. Therefore, the spatial structure of the region is gradually changing from a completely mono-centric structure to the formation of a multi-centric structure. This indicates the tendency for empowering the secondary centers and having more balanced patterns in distribution of activities across the region.

Keywords

Urban Network, Spatial Structure, Trip Flow, Network Analysis, Tehran Metropolitan Region.