

Research Paper

Investigating the effect of physical-spatial structure on the distribution of travel and urban traffic A Case Study the Rasht City

Saber Mohammadpour ^{a*}, Sajjad Shabani Kolachahi ^a

^a Department of Urban Planning, Faculty of Architecture and Art, Gilan University, Rasht, Iran

ARTICLE INFO

Keywords:

Land Use,
Space Syntax,
Urban Travels,
Urban traffic,
Rasht city.



Received:

27 December 2021

Received in revised form:

1 March 2022

Accepted:

27 April 2022

pp.165-186

ABSTRACT

The spatial and physical structure of the city has an important role in the social functions and behaviors of citizens. Land use as the starting and ending point of the trip is one of the most important factors in creating movement in the city. Intermediate passages are those that are not necessarily the origin or the destination, but must be crossed to reach the destination. How these spaces are chosen by people to reach the destination is explained using the space syntax method. This research is of applied type and the research method is based on examining the significant relationship between spatial-physical factors including land use and syntactic variables (spatial arrangement) with observational factors including the volume of trips in urban areas. In this study, based on the theory of "space syntax" and its concept in the form of "natural motion" in urban space, after examining the spatial-physical structure of Rasht city in three basic steps, using graph analysis of syntactic parameters (integration, connectivity, control, and mean depth) as well as multiple regression method in SPSS software, it was found that spatial syntax and land use layout has a significant direct relationship with citizens' travel behavior and up to 75% of its changes can be predicted. Meanwhile, the beta coefficient of the Space Syntax is 0.63, which is higher than the land use with a coefficient of 0.34. Considering the essential role of physical and spatial characteristics in urban traffic the development of transportation systems can be targeted by developing favorable policies in this field, while identifying the origin and destination of trips and high-traffic routes. And plan to improve the pattern of urban travel and the integration of transportation systems with an emphasis on public transportation and walking.

Citation: Mohammadpour, S., & Shabani Kolachahi, S. (2022). Investigating the effect of physical-spatial structure on the distribution of travel and urban traffic A Case Study the Rasht City. *Journal of Geographical Urban Planning Research*, 10 (1), 81-99.

 <http://doi.org/10.22059/JURBANGEO.2022.331608.1590>

*. Corresponding author (E-mail: s.mohammadpour@guilan.ac.ir)

Copyright © 2022 The Authors. Published by University of Tehran. This is an open access article under the CC BY license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Extended Abstract

Introduction

Urban traffic and vehicle-based transportation cause different problems: it increases the time of travel, it produces a variety of pollutants, and it also causes mental and psychological problems for citizens. Due to the influence of city spatial structure and location of urban land use on the volume of traffic demand, establishing desirable policies concerning the land use and urban elements layout will help reduce the traffic volume and demand. The purpose of this study is to investigate the effects of urban land use factors (distribution of activities, density, a mixture of land uses, accessibility, etc.) and spatial configuration on traffic behaviors (traffic congestion, urban sprawl pattern, etc.). In this research, impacts of distribution of land use with the spatial structure of the city of Rasht upon urban traffic and citizens' travel will be assessed. This leads to planning for the optimization of urban transportation network performance.

Based on the theory of space syntax, urban spaces are the result of social relations, hence, recognition of the relationship between urban spaces can help to better understand behavioral patterns. Natural Movement, as one of the main concepts of space syntax, refers to the part of a movement that is determined by the spatial configuration and is considered as the basis of this research. Hillier suggests that natural movement is the result of the syntax of space, not the attractions in those spaces. The origin and destination points are the most important factors in creating movement in city roads. Intermediate pathways are pathways that must be crossed to reach the destination. The way of selecting these spaces to reach the destination is explained using the space syntax method. The present study is about to create a model to predict urban traffic and pedestrian behavior in urban spaces based on two factors (urban traffic distribution variables, and the rate of pedestrians in different urban spaces) and the relationship between them. Therefore, the social behavior of urban transportation has been analyzed based on the syntax of streets, land use, and volume of traffic in urban spaces.

Methodology

The type of research is practical and the method of research is about studying the meaningful relationship between spatial-physical factors (including land use and space syntax variables) with observed factors (including traffic volume in urban streets). The data is gathered through studying documentary and library sources and collecting field information. Based on the theory of "space syntax" and its concept in the form of "natural movement" in urban space, three basic steps have been considered for data analysis and modeling in this research: first, the influence of different types of urban land uses, which affect in producing or attracting traffic, on the volume of urban traffic is investigated by using multiple linear regression in SPSS software. Second, the urban pathways map is modeled by using a special space syntax extension called "Axwoman" in the ArcGIS software environment. Accordingly, the spatial structure of the city can be analyzed and compared with the actual volume of traffic. Finally, we can try to measure the effect of each factor in traffic, and urban pattern; and to build an optimal model in this regard using multiple linear regression based on the understanding of the urban spatial structure and spatial attractions.

Result and discussion

The results of the analysis show that land use and space syntax can express 75 percent of changes in traffic volume in the city of Rasht. The beta coefficient factor for land use is equal to 0.34 and for "space syntax" is equal to 0.63 which indicates the very high effect of spatial configuration on citizens' traffic behavior and distribution of traffic in the city. However, the role of land use especially the business and residential areas, which have more influence than other land uses, as the second factor is considerable too. According to the results, organizing important urban centers in main and dense streets can increase traffic volume. Urban managers try to solve traffic problems with short-term and positional plans which aggravate problems in the long run. On the other hand, as proved in this research, we can minimize the problems with long-term and medium-term plans on the basis of urban capacities with regard to spatial structure,

the physical texture of the city, and the appropriate distribution of activities.

Conclusion

Spatial characteristics of urban forms have a great role in analyzing the social and economic performance of cities. Researches, which is about space syntax, attempts to take a new look at urban environments as an integrated spatial system and to explain urban functions by examining them in terms of composition, space configuration, and their relation to each other. Hence, it is possible to identify the consequences of the changes in the physical structure of cities, and the layout of urban elements. For example, consider the influence of land use and street network on mentality and consequently on citizens' behavior concerning the way of moving in the city. One of the main problems of planning for cities and urban development plans is that land-use planning (comprehensive, detailed, etc.) and transportation planning are provided separately without considering the other. In many cases, this causes inefficiency in the transportation network and congestion. But Integrated transportation

system and land use planning, will reduce excess traffic and improve the movement in the city by creating a desirable spatial and physical structure with proper selection of urban activities, and providing appropriate access to them in short distances with various modes of transportation with a focus to pedestrian mode.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work declaration of competing interest none.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all the scientific consultants of this paper.

تحلیل و ارزیابی تأثیر ساختار کالبدی-فضایی بر توزیع سفرها و ترافیک شهری مطالعه موردی: شهر رشت

صابر محمدپور^۱ - گروه شهرسازی، دانشکده معماری و هنر، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
سجاد شعبانی کلاچاهی - گروه شهرسازی، دانشکده معماری و هنر، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

چکیده

ساختار فضایی و کالبدی شهر نقش مهمی در عملکردهای اجتماعی و رفتار شهروندان دارد و شبکه معابر به‌عنوان عامل پیونددهنده عناصر سازمان فضایی اهمیت زیادی در ساختار شهرها دارند. در پژوهش حاضر، چگونگی انتخاب این فضاها به‌وسیله عابران برای رسیدن به مقصد، با استفاده از روش چیدمان فضا تبیین می‌شود. نوع پژوهش حاضر کاربردی است و روش تحقیق، از نوع مطالعه رابطه معنادار عوامل فضایی-کالبدی شامل کاربری اراضی و متغیرهای چیدمان فضا با عوامل مشاهداتی شامل حجم سفرها در معابر شهری است. در این پژوهش بر اساس تئوری «چیدمان فضا» و مفهوم آن در قالب «حرکت طبیعی» در فضای شهری، پس از بررسی ساختار فضایی-کالبدی شهر رشت در سه گام اساسی، با استفاده از تحلیل گراف پارامترهای نحوی (هم‌پیوندی، ارتباط، کنترل و میانگین عمق) و همچنین روش رگرسیون چندگانه مشخص گردید که پیکره‌بندی فضایی و چیدمان کاربری اراضی با رفتار سفر شهروندان رابطه مستقیم معناداری داشته و تا ۷۵ درصد تغییرات آن را می‌توانند پیش‌بینی کنند. کاربری‌های تجاری و مسکونی در مقایسه با سایر کاربری‌ها تأثیر نسبتاً زیادی در تولید و جذب سفر دارند. ضریب بتای پیکره‌بندی فضایی ۰/۶۳ و به‌مراتب بیشتر از کاربری اراضی با ضریب ۰/۳۴ است. این در حالی است که هر کدام از این متغیرها به‌صورت جداگانه قادر به ارائه‌ی مدل مطلوبی جهت توجیه جریان حرکت در شهر نبودند. با توجه به نقش اساسی ویژگی‌های کالبدی و فضایی در ترافیک شهری می‌توان با اعمال سیاست‌های مطلوب در این زمینه، ضمن شناسایی مبدأ و مقصدها و معابری که حجم زیادی از تردد را به خود جذب می‌کنند، توسعه سیستم‌های حمل‌ونقلی را هدفمند نمود و برای اصلاح الگوی سفرهای شهری و یکپارچه‌سازی سیستم‌های حمل‌ونقل با تأکید بر حمل‌ونقل عمومی و پیاده‌روی برنامه‌ریزی کرد.

اطلاعات مقاله

واژگان کلیدی:

کاربری اراضی، چیدمان فضا، ترافیک شهری، سفرهای شهری، رشت.



تاریخ دریافت:

۱۴۰۰/۱۰/۰۷

تاریخ بازنگری:

۱۴۰۰/۱۲/۱۰

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۱/۰۲/۰۷

صص. ۱۸۶-۱۶۵

استناد: محمدپور، صابر و شعبانی کلاچاهی، سجاد. (۱۴۰۱). تحلیل و ارزیابی تأثیر ساختار کالبدی-فضایی بر توزیع سفرها و ترافیک شهری مطالعه موردی: شهر رشت. *مجله پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری*، ۱۰ (۱)، ۱۸۶-۱۶۵.

 <http://doi.org/10.22059/JURBANGEO.2022.331608.1590>

مقدمه

امروزه مشکلات ترافیکی ناشی از استفاده بی‌رویه از وسایط نقلیه شخصی جزء مهم‌ترین مسائل شهرها است که اثرات مخربی همچون آلودگی هوا، آلودگی صوتی، اتلاف هزینه و زمان و ... را به دنبال دارد. نحوه چیدمان عناصر شهری از جمله عوامل تأثیرگذار بر حمل‌ونقل و توزیع سفرهای شهری است. لحاظ نکردن این موضوع و اهمیت ارتباط کاربری اراضی و حمل‌ونقل در برنامه‌ریزی‌های مربوطه باعث تشدید ترافیک و اثرات آن می‌شود. افزایش ظرفیت شبکه‌های ترافیکی گرچه به‌طور مقطعی بار ترافیکی را کاهش می‌دهد ولی در طولانی‌مدت خود باعث استفاده بیشتر از شبکه است (Díez-Gutiérrez et al., 2019: 58). تا وقتی که مکان‌یابی کاربری‌ها صرفاً بر مبنای هزینه و میزان مقدمات انجام می‌شود کنترل بهینه ترافیک غیرممکن خواهد بود (صالحی و همکاران، ۱۳۹۱: ۸). عدم وجود پیوند صحیح میان فضاهای شهری باعث تأثیرات منفی بر رفتارهای اجتماعی می‌شود (Mohammadpoor & Nabizadeh Zolpirani, 2019: 99). برای برقراری پیوند اجتماعی مناسب و شناخت عوامل مؤثر بر رفتارهای اجتماعی باید ساختار فضایی و کالبدی شهر عمیقاً مورد مطالعه قرار گیرد (Filomena, 2019: 15). این ساختار شامل چگونگی توزیع فعالیت‌ها و نیز قرارگیری کلیه فضاهای شهری در کنار هم می‌شود (Xu, 2019: 2). شبکه معابر به‌عنوان عامل پیونددهنده عناصر سازمان فضایی اهمیت ویژه‌ای در ساختار شهرها دارند (علی‌آبادی و محمدی، ۱۳۹۸: ۷۸). امروزه در فرآیند طراحی بسیاری از کشورها از روش چیدمان فضا برای بررسی بافت شهر استفاده می‌شود (حیدری و کیایی، ۱۳۹۸: ۶۴) که برخلاف روش‌های سنتی قادر است به‌طور واضح رابطه‌ی بافت کالبدی شهر و رفتار شهروندان را بیان نماید. یکی از مهم‌ترین فعالیت‌های روزمره شهروندان انجام سفرهای گوناگون شهری است که بر اساس ساختارهای مختلف کالبدی-فضایی، شامل الگوهای متنوعی می‌باشد. لذا با توجه به افزایش مشکلات ترافیکی شهرها، بررسی تأثیر فضاهای شهری بر رفتار سفر شهروندان با استفاده از روش‌های متدهای نوین و هدفمند همچون روش چیدمان فضا می‌تواند جهت شناخت دقیق‌تر موضوع و رفع مشکلات مفید واقع شود.

ترافیک شهری و حمل‌ونقل خودرو محور ضمن افزایش زمان جابجایی عامل ایجاد انواع آلودگی‌ها و همچنین باعث بروز مشکلات روحی و روانی برای شهروندان است. به دلیل تأثیرگذاری ساختار فضایی شهر و موقعیت کاربری‌های شهری بر حجم تقاضای سفر، می‌توان با سیاست‌گذاری‌های مطلوب در زمینه کاربری اراضی و چیدمان عناصر شهری بخش عمده‌ای از حجم ترافیک و تقاضای سفر را کاهش داد و الگوی سفرهای شهری را به سمت حمل‌ونقل پیاده مدار سوق داد. هدف این پژوهش بررسی تأثیر فاکتورهای کاربری اراضی (از جمله نحوه توزیع فعالیت‌ها، تراکم، اختلاط کاربری‌ها، دسترسی و ...) و پیکربندی^۲ فضایی بر رفتارهای سفر (نظیر تراکم ترافیک، الگوی توزیع سفرهای شهری و ...) است. شهر رشت در مرکز استان گیلان، از لحاظ حمل‌ونقل موقعیت استراتژیک ویژه‌ای دارد. این شهر دارای بافت ارگانیک است و شبکه معابر آن به‌مرور زمان و بدون برنامه‌ریزی شکل گرفته‌اند. این ساختار شهری ضمن این‌که محیط‌های اجتماعی مطلوبی را برای محله‌های شهری و حریم خصوصی محلات به وجود آورده است اما در بسیاری از نقاط مشکلات عدیده‌ای در حوزه ترافیک شهری دارد و می‌توان گفت پاسخگویی مناسب برای تقاضای حمل‌ونقل وجود ندارد. بر اساس اطلاعات موجود در طرح جامع شهر رشت، شبکه معابر این شهر دارای تداخل‌های حرکتی زیاد هستند و نتیجه این مسئله، کاهش سطح سرویس‌دهی معابر خواهد بود. این شبکه معابر با توجه به ساختار آن و تبدیل تقاطع‌ها به صورت

1. Space Syntax

2. Configuration

سهرام، سبب شده تا علاوه بر نقص‌های قبلی، حرکت وسایل نقلیه به‌طور پیچیده و غیرقابل پیش‌بینی صورت گیرد. وجود پیاده‌راه در مرکز شهر و عدم پیش‌بینی مسیرهای جایگزین مناسبت باعث می‌گردد تا خودروها مسیرهای جدیدی برای خود انتخاب کرده و حتی در برخی از موارد معابر محلی به‌عنوان یک راه شریانی مورد استفاده قرار گیرد. بسیاری از کاربری‌های سیاسی-اداری استان در این شهر واقع است و نیز وجود مراکز تجاری، بیمارستان و درمانگاه‌ها و سایر کاربری‌های عمومی مهم، حجم زیادی از جمعیت را از داخل شهر و یا از سایر شهرهای استان جذب نموده و به‌ضماً با توجه به قرارگیری آن‌ها در محدوده‌هایی که ظرفیت ترافیک تحمیل‌شده را ندارند، مشکلات زیادی را در حمل‌ونقل شهری ایجاد کرده است. بر اساس آمار طرح جامع حمل‌ونقل و ترافیک شهر رشت (۱۳۹۶)، نزدیک به ۶۰ درصد خانوارهای این شهر حداقل دارای یک سواری شخصی هستند و در طول یک شبانه‌روز حدود یک میلیون سفر با وسیله نقلیه موتوری انجام می‌گیرد. این در حالی است که نزدیک به ۵۰ درصد سفرهای موجود در شهر با مبدأ یا مقصد شغلی است. این آمار نشان‌گر توزیع نامطلوب فعالیت‌های شهری و به‌خصوص فاصله‌ی زیاد مراکز اشتغال از مناطق مسکونی است.

بدین ترتیب توزیع نامناسب فضایی عناصر شهری و رشد شهر بدون برنامه‌ریزی صحیح، هرروزه باعث ایجاد سفرهای زائد می‌گردد و به مشکلات ترافیکی دامن می‌زند. در این پژوهش بررسی می‌شود که توزیع کاربری اراضی در ارتباط با ساختار فضایی شهر رشت چه تأثیری بر ترافیک شهری و رفتار سفر شهروندان دارد تا بر اساس آن برنامه‌ریزی‌های لازم در خصوص بهینه‌سازی عملکرد شبکه حمل‌ونقل شهری انجام شود. اصلی‌ترین مسئله‌ی تحقیق این است که تأثیر عوامل ساختار کالبدی شامل پیکره‌بندی فضایی و چیدمان کاربری اراضی شهر رشت بر روی رفتار سفر شهروندان به چه میزان است؟ همچنین جهت دستیابی به الگوی بهینه سفرهای شهری با توجه به کاهش ترافیک شهری چه سیاست‌هایی در ارتباط با ساختار فضایی شهر و برنامه‌ریزی کاربری زمین مؤثر هستند؟

بررسی ارتباط متقابل میان کاربری زمین و تولید سفرهای درون شهری، اولین بار در آمریکا و بعد از جنگ جهانی دوم در اروپا مطرح شد و این فرضیه که «پراکندگی کاربری‌های شهری، باعث افزایش حجم سفر می‌شود» چندین بار مورد آزمون قرار گرفت (Boarnet & Sarmiento, 2001). پژوهش‌های کمیته مهندسی حمل‌ونقل آمریکا (ITE)، یکی از معتبرترین مراجع در زمینه‌ی نرخ تولید سفر است. این کمیته گزارشی تحت عنوان «تولید سفر» در خصوص برآورد نرخ تولید و جذب سفر کاربری‌های مختلف ارائه داده است (عباسی و همکاران، ۱۳۹۱). در سال‌های اخیر مطالعات زیادی در زمینه‌ی اثرگذاری ساختار کالبدی-فضایی و به‌خصوص نظام کاربری اراضی بر سفرهای شهری انجام شده (خاکسار و همکاران، ۱۳۹۱) و در زمینه‌های مختلف، نتایج متنوعی را به همراه داشته است. در واقع، نتایج یک پژوهش در یک منطقه، به‌سختی قابل‌تعمیم به دیگر مناطق است (Southworth, 2001). ما و همکاران (Ma et al., 2018) در پژوهشی تحت عنوان «برنامه‌ریزی پایدار در سطح ایستگاه‌ها: یک مدل طراحی یکپارچه کاربری زمین و حمل‌ونقل»، مسئله تخصیص کاربری و تراکم به نواحی مجاور ایستگاه‌ها را برای یک ایستگاه و در قالب یک مدل برنامه‌ریزی خطی مدل‌سازی کردند. اهداف این مدل پیشنهادی عبارت‌اند از برنامه‌ریزی برای افزایش استفاده از حمل‌ونقل عمومی، فشردگی کاربری‌ها، دسترس‌پذیری و کاهش اثرات زیست‌محیطی. لیتمان (Litman, 2021) در پژوهش خود چگونگی تأثیر الگوهای کاربری زمین بر حمل‌ونقل و نتایج اقتصادی و اجتماعی و بازتاب زیست‌محیطی آن را تحلیل می‌نماید.

پژوهشی در مالزی با شناخت پیکره‌بندی فضایی کوالالامپور به بررسی این موضوع می‌پردازد که سیاست‌های برنامه‌ریزی چگونه فرم شهری و پویایی اجتماعی را شکل داده‌اند. بر اساس نتایج این پژوهش سیاست‌های قبلی توسعه شهری در این کشور ساختاری را ایجاد کرده‌اند که استفاده از وسایل نقلیه را به جای حرکت عابر پیاده تشویق می‌کند. در نتیجه این امر وابستگی و فرهنگ خودرویی را القا کرده است که با ابتکارات فعلی کشور در زمینه توسعه پایدار در تضاد است (Hidayati et al., 2021). از طرفی دیگر پزشکی و همکاران (۱۳۹۷) دریافتند که اخیراً توجه برنامه‌ریزان و مدیران شهری به آن دسته از الگوهای توسعه شهری جلب شده که با نزدیک نمودن کانون‌های فعالیت به یکدیگر از حجم تقاضا برای سفر می‌کاهند. مستقیم و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی که در شهر هفت شهر قم انجام دادند، با استفاده از روش چیدمان فضا، آثار استقرار کاربری‌ها بر انتخاب و سیله‌ی سفر شهروندان را برآورد نمودند. یافته‌های پژوهش نشان‌گر همبستگی معنی‌دار میان شاخص‌های چیدمان فضایی، درجه‌ی تمرکز کاربری‌ها و فراوانی سفرهای متکی بر خودرو است. صیامی و هریوندی (۱۳۹۶) در پژوهشی قابلیت پیاده‌پذیری معابر شهری مشهد را بررسی نمودند. نتایج این پژوهش در تحلیل کانال‌های حرکتی به روش چیدمان فضا نشان داد میزان تمایل به پیاده‌روی در محورهای با متوسط ارزش هم‌پیوندی بالا، دارای پتانسیل بیشتری برای پیاده‌روی و پیاده‌پذیری است. این در حالی است که روزخوش و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهش خود به این موضوع اشاره داشتند که نزدیکی به معیارهای چیدمان فضا نباید موجب غفلت از مشکلات خاص بافت‌های محلی و ارگانیک در کشور (از جمله عرض بسیار کم برخی معابر، تعدد تقاطع‌ها، دسترسی‌های غیراستاندارد و آلوده‌شده‌های سواره‌ی غیر محلی) شود و لزوم به‌سازی سلسله‌مراتب دسترسی این بافت‌ها ضرورتی انکارناشدنی است.

مبانی نظری

افزایش ترافیک در شهرها یکی از آثار پدید شرف و توسعه بوده و راه‌گریزی از آن وجود ندارد؛ اما کنترل ترافیک یکی از اهداف مهم در مباحث توسعه شهری است (ندریان و همکاران، ۱۳۹۷: ۵۱). پژوهش‌های زیادی بر تأثیرپذیری رفتار سفر شهروندان از فرم شهری و جایگاه فعالیت‌ها و خدمات در فضا تأکید دارند (Pearce, 2021: 1). بنابراین لازم است به موقعیت، عملکرد و اندازه کاربری‌های تولیدکننده‌ی سفر مانند مسکونی و همچنین کاربری‌های جاذب سفر از جمله مراکز تجاری، ورزشی، نظامی، اداری، آموزشی و تفریحی توجه لازم صورت گیرد (نوریان و فتح‌جلالی، ۱۳۹۹: ۲۸۳). در راستای نقش‌آفرینی ساختار شهری در شیوه سفر، می‌توان طیف وسیعی از عوامل کالبدی و فضایی شامل تراکم، اختلاط کاربری، توزیع فضایی عناصر شهری، شبکه اتصال و دسترسی به خدمات شهری را عنوان نمود (Cruise et al., 2017: 2-3). بنابراین نحوه استفاده از زمین و الگوی توزیع مکانی و فضایی، تقاضای سفر را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Pani et al., 2019: 3). در پی آن طول سفرها هم به میزان زیادی تعیین‌کننده شیوه سفر افراد است (Zhao et al., 2018: 74). مطالعات زیادی حاکی از این است که توسعه حمل‌ونقل عمومی محور تأثیر زیادی در کاهش تعداد سفر و وسیله نقلیه دارد (ذبیحی و همکاران، ۱۳۹۵: ۴۱؛ Park et al., 2014: 563). کاهش سفرهای غیر ضروری و به‌طور کلی مدیریت تقاضای سفر از بهترین راه‌های نیل به حمل‌ونقل پایدار است. این رویکرد توجه دارد که انتخاب‌های روش سفر مردم چقدر متأثر از الگوهای کاربری اراضی، طراحی توسعه و مقبولیت روش‌های جایگزین سفر هستند (محمدپور و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۰۷). بحث برنامه‌ریزی کاربری زمین شهری به معنای استفاده مطلوب از اراضی برای عملکردهای مختلف شهری

(محمدپور و مهرجو، ۱۴۰۰: ۵۳؛ غلامی و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۵۲؛ گیوه‌چی، ۱۳۸۹: ۶۲)، همیشه از موضوعات مهم و اساسی در برنامه‌ریزی شهری و شهرسازی بوده است (Chapin, 1972: 95) و جنبه‌های مختلف اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی و سیاسی را تحت پوشش قرار می‌دهد (ضمیری و نسترن، ۱۳۹۷: ۲۷۶). سیستم LBCS امروزه به‌عنوان یکی از متداول‌ترین سیستم‌ها و به صورت چندوجهی (سلطانی، ۱۳۹۸: ۱۹۳-۲۰۹) با اتکا به سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) برای طبقه‌بندی سلسله‌مراتبی کاربری‌ها (Pissourios et al., 2019: 405) استفاده می‌شود (احمدیان و عبدالله، ۱۳۹۶: ۳۹-۴۰) که در این پژوهش نیز مبنای طبقه‌بندی کاربری اراضی قرار گرفته است.

تحلیل چیدمان فضا یک روش نمایش، کمی‌سازی، تعیین رابطه‌ی فضاها و یا سنجش وابستگی میان آن‌ها است (Shatu et al., 2019: 39). این نظریه توسط هیلیر و هانسون در سال ۱۹۸۴ میلادی در لندن پایه‌ریزی شد. بر مبنای این نظریه فضاهای شهری عامل شکل‌گیری روابط اجتماعی است (Hillier, 2007: 1) و ارتباط میان فضاهای شهری اهداف اجتماعی را دنبال می‌کند (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۹: ۶۳۲-۶۳۳)؛ به طوری که درک ارتباط میان فضاهای شهری می‌تواند درک الگوهای رفتاری و تحلیل‌های کمی عوامل کیفی-رفتاری را تسهیل کند (ریسمانچیان و بل، ۱۳۸۹: ۵۰).

ساختار فضایی هر سکونتگاه زیستی رابطه مستقیمی با پیکره‌بندی کالبدی و فضایی آن دارد و می‌تواند مبین ویژگی‌های اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی ساکنان آن باشد (Hillier & Hanson, 1997: 13). هدف این نظریه تحلیل نحوه چیدمان فضاهای موجود در سطوح شهری است (عباس زادگان، ۱۳۸۱: ۶۴) تا از طریق آن، هم کارکرد هر فضا را تحلیل نماید و هم از طریق موقعیت و کارکرد فضا، رفتار و فعالیت اجتماعی شهروندان را در این فضاها تحلیل کند (Xia et al., 2019: 127). در جدول ۱ تعریف مهم‌ترین پارامترهای چیدمان فضایی ارائه می‌شود.

جدول شماره ۱. تفسیر پارامترهای پیکره‌بندی فضایی

پارامتر	تعریف
هم‌پیوندی ^۴	ارزش میزان هم‌پیوندی یک فضا (خط) عبارت است از میانگین تعداد فضاهای (خطوط) واسطی که بتوان از آن به تمام فضاهای شهر رسید. فضایی دارای هم‌پیوندی بالا است که با دیگر فضاها یکپارچگی بیشتری داشته باشد. این پارامتر به‌عنوان اصلی‌ترین مفهوم چیدمان فضا با پارامتر «ارتباط» رابطه‌ی خطی مستقیم دارد.
ارتباط ^۵	تعداد گره‌هایی است که یک گره به‌طور مستقیم با گره‌های دیگر ارتباط پیدا می‌کند. به‌عبارت‌دیگر مبین تعداد دسترسی‌های منتهی به فضای موردنظر است.
کنترل ^۶	پارامتری است که درجه انتخاب هر گره را برای ارتباط مستقیم با گره دیگر نشان می‌دهد. هرچه قدر یک نقطه به نسبت نقطه‌ای مشخص درجه انتخاب کمتری داشته باشد میزان کنترل بر آن کمتر است. کنترل ممکن است میزان قدرت نسبی خط محوری در جذب پتانسیل از همسایگی نزدیکش تعریف شود.
انتخاب ^۷	یک مقیاس کلی از میزان جریان در یک فضا است. در واقع، یک فضا زمانی دارای میزان بالایی از انتخاب است که تعداد زیادی از کوتاه‌ترین مسیرهای ارتباط‌دهنده، از آن فضا عبور نمایند.
عمق ^۸	تعداد گام‌هایی است که برای عبور از یک نقطه به نقاط دیگر باید طی شود. یک فضا زمانی عمیق خوانده می‌شود که گام‌های زیادی میان آن فضا و دیگر فضاها وجود داشته باشد.

منابع: (جعفری و همکاران، ۱۳۹۸: ۳۶؛ باباپور فاتحی و همکاران، ۱۳۹۶: ۵۱-۵۲؛ علی‌آبادی و بابایی، ۱۳۹۶: ۵۴؛ Klarqvist, 1993: 11; Lerman et al, 2014: 395; Turner, 2007: 544; Jiang et al., 2000: 164)

- 1 .Land Based Classification Standards
- 2 .Hillier
- 3 .Hanson
- 4 .Integration
- 5 .Connectivity
- 6 .Control
- 7 .Choice
- 8 .Depth

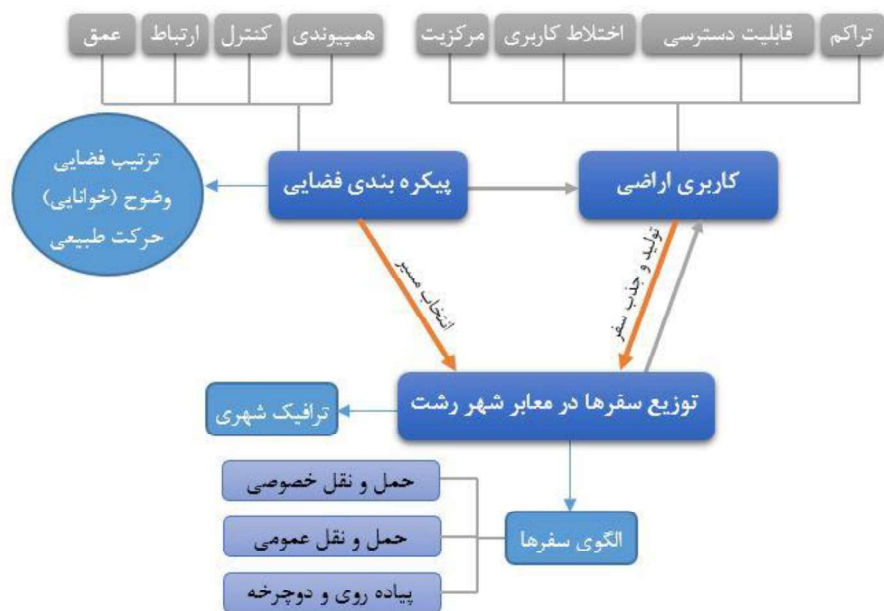
حرکت طبیعی به‌عنوان یکی از مفاهیم اصلی چیدمان فضا به بخشی از حرکت اشاره می‌کند که به‌وسیله پیکره‌بندی فضایی تعیین می‌شود (عباس زادگان، ۱۳۸۱: ۷۰) و به‌عنوان مبنای این پژوهش قرار گرفته است. هیلیر حرکت طبیعی را به‌عنوان حرکتی می‌شناسد که حاصل ساختار چیدمانی فضا است و نه جاذبه‌های موجود در آن فضاها (باباپور فاتحی و همکاران، ۱۳۹۶: ۴۳). پژوهش‌های زیادی از جمله در منطقه بارن‌بری شهر لندن نشانگر این است که سه‌چهارم تردهای موجود در هر فضای شهری به علت ترتیب استقرار فضاها در کنار هم است. به‌عبارت‌دیگر، ۷۵ درصد عابران پیاده به‌این‌علت در فضاهایی حضور دارند که باید از آن عبور کنند؛ و فقط ۲۵ درصد آن‌ها مبدأ یا مقصدشان در همان فضا است (Hillier et al., 1993: 32). اما به‌طور کلی نمی‌توان جاذبه‌های محیطی را در جذب جریان حرکت نادیده گرفت (جعفری و همکاران، ۱۳۹۸: ۳۶-۳۷). نقاط مبدأ و مقصد از مهم‌ترین عوامل ایجاد حرکت در شهر هستند. معابر واسط معابری‌اند که جهت رسیدن به مقصد باید از آن‌ها عبور کرد. نحوه انتخاب این فضاها برای رسیدن به مقصد، با استفاده از روش چیدمان فضا تبیین می‌گردد (سلطانی و خاکی، ۱۳۹۳: ۴).

پژوهش حاضر بر آن است تا با استفاده از متغیرهای مؤثر در توزیع سفرهای شهری (بر اساس جدول ۲) و میزان حضور عابران پیاده در فضاهای مختلف شهری و کشف رابطه بین آن‌ها به مدلی جهت پیش‌بینی ترافیک شهری و رفتار پیاده در فضاهای شهری برسد.

جدول شماره ۲. معرفی شاخص‌های مؤثر در ایجاد سفرهای شهری

شاخص	معیار	زیر معیار	نحوه تأثیر بر ترافیک شهری	مأخذ
تراکم	جمعیتی و ساختمانی	با توجه به تمرکز و تراکم، میزان ترافیک و برنامه‌ریزی‌های حمل‌ونقل مشخص می‌شود.		Litman, 2021: 3;) (Jacobs, 1961: 221
کاربری	فعالیتی و کالبدی	میزان نزدیکی توسعه‌های مسکونی و غیرمسکونی نسبت به مرکز تجاری شهر		(Litman, 2021: 3)
اراضی	اختلاط کاربری	- با نزدیک نمودن کانون‌های فعالیت به هم، می‌توان حجم تقاضای سفر را کاهش داد.		Rodier, 2009: 2,) (Hahm et al, 2017: 51
چیدمان فضایی	ترتیب فضایی	هم‌پیوندی، کنترل، ارتباط و عمق	بسیاری از حجم ترافیک هم برای رسیدن به مقصد و هم برای عبور ناچارند که از برخی معابر عبور نمایند.	(Hillier et al, 1993: 32)
چیدمان فضایی	وضوح	وضوح شهر رابطه مستقیمی با مفهوم بازسازی کل شهر در ذهن و چیدن این قطعات در کنار هم دارد.		Hillier et al., 1993:) (31
حرکت طبیعی	حرکت طبیعی	پیکره‌بندی فضایی و چگونگی ارتباط میان فضاهای شهری الگوی حرکت در شهر را شکل می‌دهد و سبب رشد ساختاری فضای شهر می‌شود		(Hillier, 2007: 212)

بدین ترتیب بر مبنای چیدمان معابر و کاربری اراضی و نیز حجم تردد در فضاهای شهری به تحلیل رفتار اجتماعی حمل‌ونقل شهری پرداخته شده است. در این پژوهش بررسی می‌شود که توزیع کاربری اراضی در ارتباط با ساختار فضایی شهر رشت چه تأثیری بر ترافیک شهری و رفتار سفر شهروندان داشته و نقش هر کدام چقدر است؛ تا بر مبنای آن برنامه‌ریزی‌های لازم در خصوص بهینه‌سازی عملکرد شبکه حمل‌ونقل شهری جهت بهبود روابط و ساختار اجتماعی صورت گیرد. مدل مفهومی پژوهش در شکل ۱ آمده است.



شکل شماره ۱. مدل مفهومی پژوهش

روش پژوهش

در این پژوهش عناصر کالبدی - فضایی شامل کاربری اراضی و پارامترهای چیدمان فضا به عنوان دو متغیر مستقل در نظر گرفته می‌شوند. بدین ترتیب مساحت کاربری‌های مؤثر در ایجاد سفر (با توجه به عملکرد، موقعیت و تراکم) و همچنین پارامترهای حاصل از تحلیل روابط فضایی بر مبنای چیدمان فضا شامل هم‌پیوندی (کلان و محلی)، کنترل و ارتباط، متغیرهای مستقل این پژوهش می‌باشند. جریان ترافیک شهری به عنوان تنها متغیر وابسته در پژوهش حاضر در نظر گرفته شده است که در قالب حجم تردد سواره (توزیع سفرها در معابر شهری) بررسی می‌شود. بر اساس تئوری «چیدمان فضا» و مفهوم آن در قالب «حرکت طبیعی» در فضای شهری، سه گام اساسی برای تحلیل داده‌ها و مدل‌سازی در این پژوهش در نظر گرفته شده که به شرح زیر است:

در بخش نخست، با استفاده از رگرسیون خطی چندگانه تأثیر انواع کاربری اراضی بر حجم تردهای شهری بررسی می‌شود. بر اساس مبانی نظری موجود پیش‌بینی می‌شود این جاذبه‌های فضایی نقش زیادی در ایجاد سفر داشته باشند. حال باید دید که تأثیر کاربری‌های مختلف چگونه است و کدام فعالیت‌ها نقش بیشتری در آن دارند. لازم به ذکر است که مساحت کاربری‌ها به عنوان داده‌های متغیر کاربری اراضی مدنظر هستند و علاوه بر عملکرد، معیارهای دیگر آن از جمله تراکم، ترکیب و مرکزیت نیز در ارزیابی مورد توجه قرار می‌گیرند. بدین ترتیب میزان جذب و یا تولید سفر هر کاربری (به عنوان متغیر مستقل) ملاک محاسبه نیست، بلکه تأثیر موقعیت و سایر ویژگی‌های مکانی آن‌ها به عنوان جاذبه‌های فضایی (چه مبدأ و چه مقصد) بر حجم تردها و ایجاد ترافیک در معابر شهری ارزیابی می‌شود. در بخش دوم نقشه معابر شهری با استفاده از افزونه مخصوص چیدمان فضایی با نام Axwoman در محیط نرم‌افزار ARCGIS مدل‌سازی می‌شوند. در این تحلیل‌ها، پارامترهای مختلف چیدمان فضا برای کل شبکه معابر هم در سطح شهر و هم به صورت محلی اندازه‌گیری شده و به صورت نقشه‌های گرافیکی و داده‌های آماری ارائه می‌گردد. بر این اساس می‌توان ساختار فضایی شهر و پتانسیل فضاهای مختلف برای جذب سفر را تحلیل نموده و با حجم واقعی تردها مقایسه کرد. در نهایت

در بخش سوم تحلیل، با شناخت ساختار فضای شهری و جاذبه‌های فضایی می‌توان با بررسی یکپارچه موضوع، جهت سنجش میزان تأثیر هر کدام از عوامل مؤثر در ترافیک و الگوی سفرهای شهری و ساخت یک مدل بهینه در این خصوص با استفاده از رگرسیون خطی چندگانه اقدام نمود.

پس از ایجاد مدل مربوطه در این پژوهش و مشخص شدن میزان تأثیر هر کدام از عوامل در پراکنش سفرهای شهری، به بررسی الگوی سفرهای شهری رشت با توجه به حمل‌ونقل عمومی و شرایط پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری پرداخته می‌شود. همچنین وضعیت ترافیکی پس از تغییرات ساختار فضای شهری مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. بدین ترتیب می‌توان ضمن شناسایی علل تراکم ترافیک، مشخص کردن ضعف ساختار فضایی در برخی مناطق جهت پاسخگویی به نیازها و برآورد تقاضای حمل‌ونقل عمومی در مسیرهای مختلف به پیش‌بینی و تحلیل رفتار سفر شهروندان پرداخت.

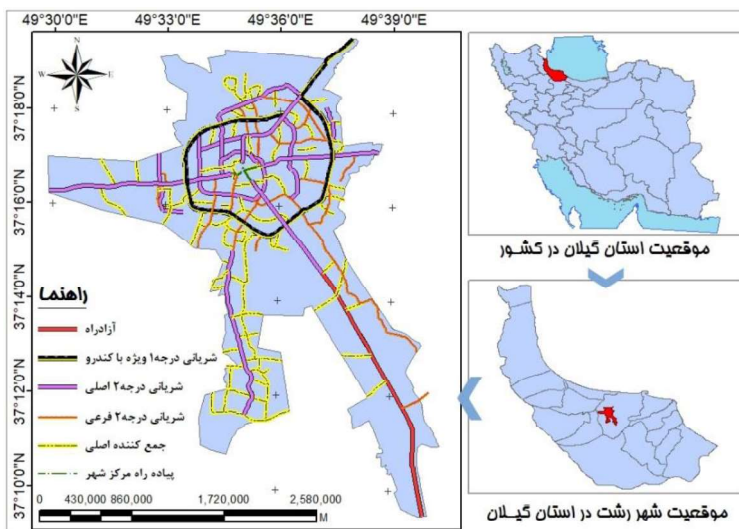
اطلاعات مورد نیاز پژوهش از طریق مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای و برداشت میدانی به دست آمده است. بخش مهمی از داده‌های مورد استفاده، از نقشه‌ها و اطلاعات موجود در طرح جامع کنترل ترافیک شهر رشت (۱۳۹۶) و آخرین طرح‌های جامع (۱۳۸۴) و تفصیلی (۱۳۹۵) شهر رشت استخراج شده است. نرم‌افزارهای مورد استفاده در این پژوهش EXCEL، ARCGIS، SPSS و افزونه تحلیل چیدمان فضا Axwoman در نرم‌افزار ARCGIS هستند. با استفاده از داده‌های موجود و به‌روزرسانی‌های لازم از طریق برداشت میدانی و تصاویر هوایی، نقشه موقعیت کاربری‌ها و شبکه ارتباطی در نرم‌افزار ARCGIS گردآوری و سپس با افزونه چیدمان فضایی تحلیل‌های لازم انجام می‌گردد. در نهایت با استفاده از تحلیل گراف‌ها و تحلیل رگرسیون خطی چندگانه در نرم‌افزار SPSS میزان و نحوه تأثیر عوامل پیکره‌بندی فضایی و کاربری اراضی بر توزیع سفرهای شهری مشخص می‌شود. مدل‌های رگرسیونی، رابطه‌ی بین متغیر وابسته‌ی y و متغیر یا متغیرهای مستقل X را توصیف می‌کنند. مدل کلی رگرسیون خطی چندگانه به صورت رابطه‌ی ۱ است (محمودی و کتابداری، ۱۳۹۶: ۱۰۸):

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_p X_{ip} + \varepsilon_{ij} \quad i = 1, \dots, n \quad (۱) \text{ رابطه}$$

که در آن، n بیانگر تعداد کل مشاهده‌ها، y_i متغیر وابسته‌ی متناظر با i امین مشاهده، p تعداد کل متغیرهای مستقل و X_{ij} نیز i امین مشاهده از j امین متغیر مستقل است که $j=1, 2, \dots, p$. مقادیر β_k بیانگر k امین ضریب متغیرهای تخمین زده شده است. β_0 مقدار ثابت مدل است و ε_i نیز i امین خطای معمولی مستقل توزیع یافته به‌طور یکسان است.

محدوده مورد مطالعه

شهر رشت، مرکز شهرستان رشت و استان گیلان در شمال کشور است که در عرض شمالی $۱۶^\circ ۳۷'$ و طول شرقی $۳۴^\circ ۴۹'$ از نصف‌النهار گرینویچ و هم‌سطح دریای آزاد قرار دارد (طرح جامع رشت، ۱۳۸۶). بر مبنای سرشماری سال ۱۳۹۵، جمعیت آن ۹۵۶،۹۷۱ نفر بوده (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵) و فشرده‌ترین شهر ایران به لحاظ نسبت جمعیت به وسعت است.

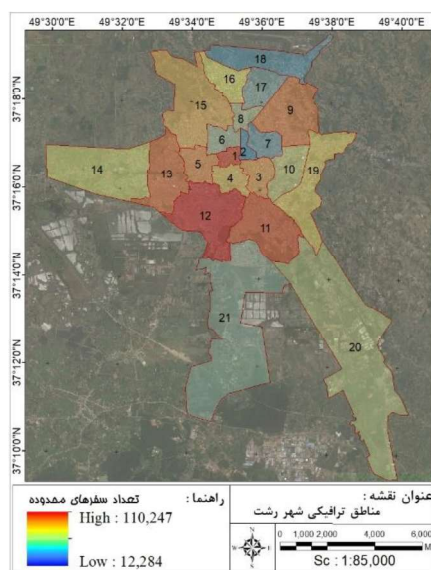


شکل شماره ۲. موقعیت جغرافیایی شهر رشت

بحث و یافته‌ها

آماده‌سازی و پردازش داده‌های اولیه

داده‌های مورد استفاده در این بخش به سه دسته شامل داده‌های ترافیکی، داده‌های کاربری اراضی و پارامترهای چیدمان فضایی تفکیک می‌شوند. در طرح جامع حمل‌ونقل و ترافیک شهر رشت، کل سطح شهر مطابق شکل ۳ به ۲۱ منطقه ترافیکی تقسیم شده است. حجم تردد (توزیع سفرها) در معابر هریک از این مناطق مربوطه در یک بازه زمانی مشخص اندازه‌گیری شده و مورد بررسی قرار گرفته است. حجم سفرهای اندازه‌گیری شده در هر منطقه از این طرح به‌عنوان داده‌های اولیه مورد نیاز پژوهش در بخش حمل‌ونقل استفاده می‌گردد.



شکل شماره ۳. نقشه مناطق ترافیکی شهر رشت

در این پژوهش کاربری‌های موجود در طرح جامع و طرح تفصیلی شهر رشت، در قالب استاندارد LBCS طبقه‌بندی می‌شوند که به صورت کلی کاربری‌ها را در ۹ دسته عملکردی قرار می‌دهد. این دسته‌ها عبارت‌اند از مسکونی، تجاری، صنعتی، اجتماعی، جابجایی، گردهمایی، اوقات فراغت، منابع طبیعی و غیرقابل طبقه‌بندی. در طرح جامع حمل‌ونقل و ترافیک رشت، مبدأ و مقصد سفرها با عنوان‌های سفرهای مربوط به خانه، شغل، تحصیل، خرید و تفریح اندازه‌گیری شده‌اند؛ بنابراین در دسته‌بندی انجام‌شده در این پژوهش، دسته‌های اضافه حذف شده و طبقات مسکونی، تجاری، اجتماعی و اوقات فراغت به‌عنوان معیارهای شاخص کاربری انتخاب می‌شوند. لازم به ذکر است که در دسته‌بندی کاربری‌ها بر اساس طبقه‌بندی LBCS در این پژوهش، فعالیت‌های آموزشی، مذهبی، فرهنگی، درمانی، ورزشی و اداری زیرمجموعه‌ی کاربری اجتماعی هستند و همچنین کاربری اوقات فراغت شامل فعالیت‌های تفریحی و گردشگری، پارک‌ها و فضای سبز است. در نهایت مساحت کاربری‌ها در دسته‌های چهارگانه‌ی فوق با لحاظ کردن ضریب تراکم برای کاربری مسکونی و ضریب عملکرد برای کاربری تجاری به تفکیک مناطق محاسبه می‌شود. داده‌های کاربری اراضی و حجم تردد در هر منطقه‌ی ترافیکی در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول شماره ۳. مساحت کاربری‌های مؤثر در ایجاد سفر و حجم ترددها در مناطق ترافیکی شهر رشت

شماره منطقه ترافیکی	مساحت کاربری اراضی برحسب هکتار				مسکونی	تجاری و خدماتی	اجتماعی	اوقات فراغت	مجموع	حجم تردد
	مسکونی	تجاری و خدماتی	اجتماعی	اوقات فراغت						
۱	۵۲/۳۹	۳۵/۴۱	۴/۷	۲/۹۵	۹۵/۴۵	۷۹۵۰۸				
۲	۲۵/۶۵	۱۷/۹۵	۱/۸۵	۰	۴۵/۴۵	۱۲۲۸۴				
۳	۱۱۳/۷۱	۲۲/۷۳	۱۰/۶۲	۰/۱۵	۱۴۷/۲	۴۶۳۴۸				
۴	۹۵/۴۳	۳۰/۰۸	۲۲/۱۴	۶/۸۹	۱۵۴/۵۴	۴۳۶۹۲				
۵	۱۶۳/۲۷	۲۴/۲۵	۶/۵۹	۰/۵۱	۱۹۴/۶۱	۴۶۷۷۲				
۶	۱۶۳/۹	۲۴/۱۳	۶/۶۶	۰/۲۹	۱۳۷/۹۸	۲۵۱۷۱				
۷	۸۹/۸۱	۱۸/۸۷	۱۰/۴۲	۷/۰۱	۱۳۶/۱۲	۱۹۲۷۵				
۸	۵۵/۲	۱۶/۴۳	۱۴/۷	۰	۸۶/۳۳	۲۵۶۴۰				
۹	۲۷۴/۴۱	۳۳/۶	۲۵/۲۲	۰/۲۷	۳۳۳/۴۹	۴۸۱۴۳				
۱۰	۱۱۹/۶۴	۲۰/۸۱	۲۸/۷۱	۱/۶	۱۷۰/۷۶	۳۰۳۴۱				
۱۱	۳۹۱/۹۶	۱۹/۸	۲۹/۵	۸/۷۳	۴۴۹/۹۹	۶۳۱۱۷				
۱۲	۴۴۶/۲۸	۳۶/۳۳	۴۰/۲۸	۷/۴۸	۵۳۰/۳۷	۱۱۰۲۴۷				
۱۳	۲۶۶/۰۴	۳۶/۰۶	۱۵/۴۶	۵/۶۵	۳۲۳/۲	۵۷۸۸۲				
۱۴	۱۷۸/۴۱	۳۰/۱۶	۱۴/۶۹	۱/۹۲	۲۲۵/۱۸	۳۳۰۵۶				
۱۵	۲۹۱/۴۹	۳۱/۰۹	۱۶/۸۷	۰/۱۴	۳۳۹/۵۹	۴۴۲۵۰				
۱۶	۲۳۱/۵۱	۱۷/۱۵	۸/۲۸	۰/۱۱	۲۵۷/۰۶	۳۴۳۶۵				
۱۷	۱۴۹/۷۲	۱۸/۷۱	۵/۰۲	۰/۰۲	۱۷۳/۴۷	۱۹۵۹۸				
۱۸	۷۳/۹۲	۲۳/۴۵	۹/۹۸	۲/۸۶	۱۱۰/۲۱	۱۳۵۶۴				
۱۹	۱۷۵/۱۲	۲۹/۷۷	۲۲/۴۱	۳/۰۴	۲۳۰/۳۳	۴۰۶۸۳				
۲۰	۶۹/۵۶	۲۸/۶۸	۴۸/۹۸	۱/۶۲	۱۴۸/۸۴	۲۹۵۳۱				
۲۱	۱۸۹/۳۳	۲۱/۹۸	۱۵/۴۹	۹/۹	۲۳۶/۷	۳۷۱۵۲				

سنجش تأثیر کاربری اراضی بر ترافیک شهری

اولین گام برای انجام تحلیل این است که تأثیر کاربری اراضی به‌عنوان مهم‌ترین عامل ایجاد حرکت در شهر، بر حجم ترددهای درون‌شهری بررسی شود. کاربری‌های چهارگانه (مسکونی، تجاری، اجتماعی و اوقات فراغت) به‌عنوان

متغیرهای مستقل در نظر گرفته شده‌اند و با استفاده از روش رگرسیون خطی چندگانه در محیط نرم‌افزار SPSS تأثیر این متغیرها بر حجم تردد در مناطق ترافیکی بررسی می‌شود. سپس معناداری مدل و همچنین هم‌خطی میان متغیرهای مستقل، استقلال خطاها و نرمال بودن توزیع مقادیر خطاها جهت اعتبارسنجی تحلیل رگرسیونی ارزیابی خواهد شد. بر اساس جدول ۴ ضریب همبستگی مدل ۰/۸۲۱، ضریب تعیین آن ۰/۶۷۴ و ضریب تعیین تعدیل شده مدل ۰/۵۹۲ است که نشانگر تأثیر بالای شاخص‌های پژوهش بر توزیع سفرها می‌باشد و به عبارتی می‌توان گفت متغیرهای مستقل شامل کاربری‌های مذکور می‌توانند تا ۶۷ درصد از تغییرات سفرها در مناطق ترافیکی را تعریف نمایند. با توجه به اینکه سطح معنی‌داری مدل ($\text{sig} = ۰/۰۰۱$) پایین‌تر از ۰/۰۵ می‌باشد مدل تحلیل رگرسیونی حاضر معنادار است و در سطح اطمینان بالای ۹۵ درصد قرار دارد.

جدول شماره ۴. آماره تعیین رگرسیون هم‌زمان میان توزیع سفرها و شاخص‌های موجود

ضریب همبستگی چندگانه (R)	ضریب تبیین (R^2)	ضریب تبیین تصحیح شده	خطای معیار	سطح معناداری (Sig)	آزمون دوربین واتسون
۰/۸۲۱	۰/۶۷۴	۰/۵۹۲	۱۴۴۴۵/۶۵۶	۰/۰۰۱	۱/۶۵۳

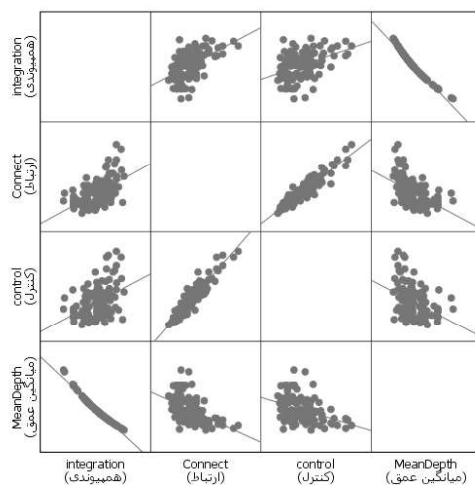
هم خط نبودن متغیرهای مستقل، استقلال خطاها و توزیع نرمال خطاها به‌عنوان پیش شرط‌های آزمون رگرسیون نشان می‌دهد که مدل حاضر از اعتبار بالایی برخوردار است؛ اما با توجه به نتایج تحلیل، این مدل به‌صورت کامل نمی‌تواند نقش ساختار شهری را در جریان حرکت در شهر توجیه کند و نیازمند به بررسی و دخالت دادن عوامل دیگری برای ساخت مدل مطلوب هستیم که با توجه به مبانی نظری ارائه‌شده، بیکره‌بندی فضایی شهر مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

بررسی شاخص‌های چیدمان فضایی و تأثیر آن‌ها بر حرکت در شهر

با انجام تحلیل چیدمان فضا بر روی معابر شهر رشت در محیط نرم‌افزار ARCGIS، برای هر یک از معابر (محورهای دید) پارامترهای ارتباط، کنترل، هم‌پیوندی و میانگین عمق محاسبه می‌شوند و بر اساس مقداری که دارند بیکره‌بندی فضایی شهر را تبیین می‌نمایند. در نقشه‌ها حدود ۶ هزار معبر یا محور دید برای شهر وجود دارد که پس از خروجی گرفتن نقشه‌ها و لحاظ نمودن تأثیر مقادیر پارامترهای کل معابر در تحلیل‌های به‌کاررفته در نرم‌افزار SPSS، معابر محلی از داده‌ها حذف می‌شوند و سایر معابر از شریانی تا جمع و پخش‌کننده که حدوداً ۱۳۰ معبر هستند مورد بررسی قرار می‌گیرند. این عمل برای نرمال‌تر شدن داده‌ها و نیز تبیین بهتر ساختار اصلی شهر انجام می‌گیرد. سپس میزان همبستگی درونی پارامترها سنجیده می‌شود که در شکل ۴ نمایش داده شده است.

در مقایسه دوه‌دو پارامترها مشخص می‌شود که هم‌پیوندی، کنترل و ارتباط رابطه مستقیمی با یکدیگر داشته و با مفهوم عمق رابطه معکوس دارند. در این میان، پارامترهای کنترل و ارتباط دارای ارتباط مستقیم قوی با همبستگی بالای ۰/۸۸ هستند؛ از طرف دیگر شاخص هم‌پیوندی و عمق رابطه منفی قوی با ضریب همبستگی ۰/۹۸ دارند و به‌عبارت‌دیگر تقریباً معکوس یکدیگر هستند. پارامترهای کنترل و ارتباط با هم‌پیوندی رابطه مستقیم ولی تا حدی با همبستگی پایین‌تر دارند. بر اساس مبانی نظری موجود ارزش میزان هم‌پیوندی یک فضا عبارت است از میانگین تعداد فضاهای واسطی که بتوان از آن به تمام فضاهای شهر رسید. بدین ترتیب فضاهایی که به‌صورت مستقیم با فضاهای دیگر ارتباط دارد و هرچه محور دید و دسترسی طولانی‌تر باشد، هم‌پیوندی بالاتری دارند و بر اساس تئوری چیدمان فضا دارای تراکم حرکت بیشتر نیز

هستند. هر فضایی که دارای هم‌پیوندی زیاد باشد آن فضا عمق کمتری دارد. از طرف دیگر هرچه معبری از میزان اتصالات بالاتری برخوردار باشد، میزان کنترل فضایی فرد استفاده‌کننده در آن مسیرها بیشتر است.



شکل شماره ۴. روابط شاخص‌های چیدمان فضا در معابر اصلی رشت

شبکه معابر به‌عنوان پیونددهنده اجتماعات و عناصر شهری، مهم‌ترین نقش را در ساختار شهر ایفا می‌نمایند. در این بخش با استفاده از رویکرد تحلیل گراف نمایشی^۱ به بررسی چیدمان فضایی شهر رشت در قالب شبکه‌بندی معابر و تأثیر آن بر جریان حرکت در شهر و نیز جذب کاربری‌های مربوطه پرداخته می‌شود. خروجی این تحلیل، نقشه‌ای است که گستره بیشترین تا کمترین میزان از شاخص موردنظر را از طیف رنگ گرم (قرمز) تا رنگ سرد (آبی) بیان می‌دارد. با استفاده از رویکرد مذکور، گراف‌های هم‌پیوندی، کنترل، ارتباط و عمق تحلیل شده و مفاهیم ترتیب فضایی، وضوح (خوانایی) و حرکت طبیعی در معابر شهر رشت بررسی می‌شود و ضمن شناخت کافی از پیکره‌بندی فضایی شهر، تأثیر آن بر وضع موجود ترافیک و استقرار کاربری‌های مهم شهری ارزیابی می‌گردد. بدین ترتیب در ابتدا میزان همبستگی توزیع سفرها در معابر شهر رشت با مساحت کاربری اراضی چهارگانه‌ی مؤثر در ایجاد سفر و پارامترهای چیدمان فضایی بررسی می‌شود که داده‌های آن در جدول ۶ نشان داده شده است. در این جدول مقادیر همبستگی که با ستاره (*) علامت‌گذاری شده‌اند در سطح معنی‌داری قرار دارند. نتایج نشان می‌دهد که پارامترهای چیدمان فضایی همبستگی بالایی با توزیع سفرها دارند. در این میان، پارامتر کنترل با مقدار ۰/۸۸ بیشترین همبستگی را با توزیع سفرها دارد و پس از آن پارامترهای ارتباط با همبستگی ۰/۷۵ و هم‌پیوندی با همبستگی ۰/۷ قرار دارند؛ اما پارامتر میانگین عمق ضمن داشتن همبستگی منفی با توزیع سفرها، در سطح معنی‌داری قرار ندارد. کاربری‌های تجاری و مسکونی با مقادیر ۰/۶۵ و ۰/۶ دارای همبستگی نسبتاً بالایی با توزیع سفرها هستند؛ اما کاربری‌های اجتماعی و اوقات فراغت همبستگی معنی‌داری با آن ندارند. لازم به ذکر است که بررسی ارتباط کاربری اراضی با توزیع سفرها با استفاده از رگرسیون خطی در بخش قبلی نیز نتایج مشابهی را به همراه داشت. در ادامه با استفاده از روابط همبستگی موجود و گراف‌های تولیدشده بر اساس اطلاعات محدودی مورد مطالعه، مبانی نظری موجود در قالب مفاهیم پیکره‌بندی فضایی مورد ارزیابی و تحلیل قرار می‌گیرد.

جدول شماره ۵. همبستگی میان توزیع سفرها (متغیر وابسته) و شاخص‌های موجود

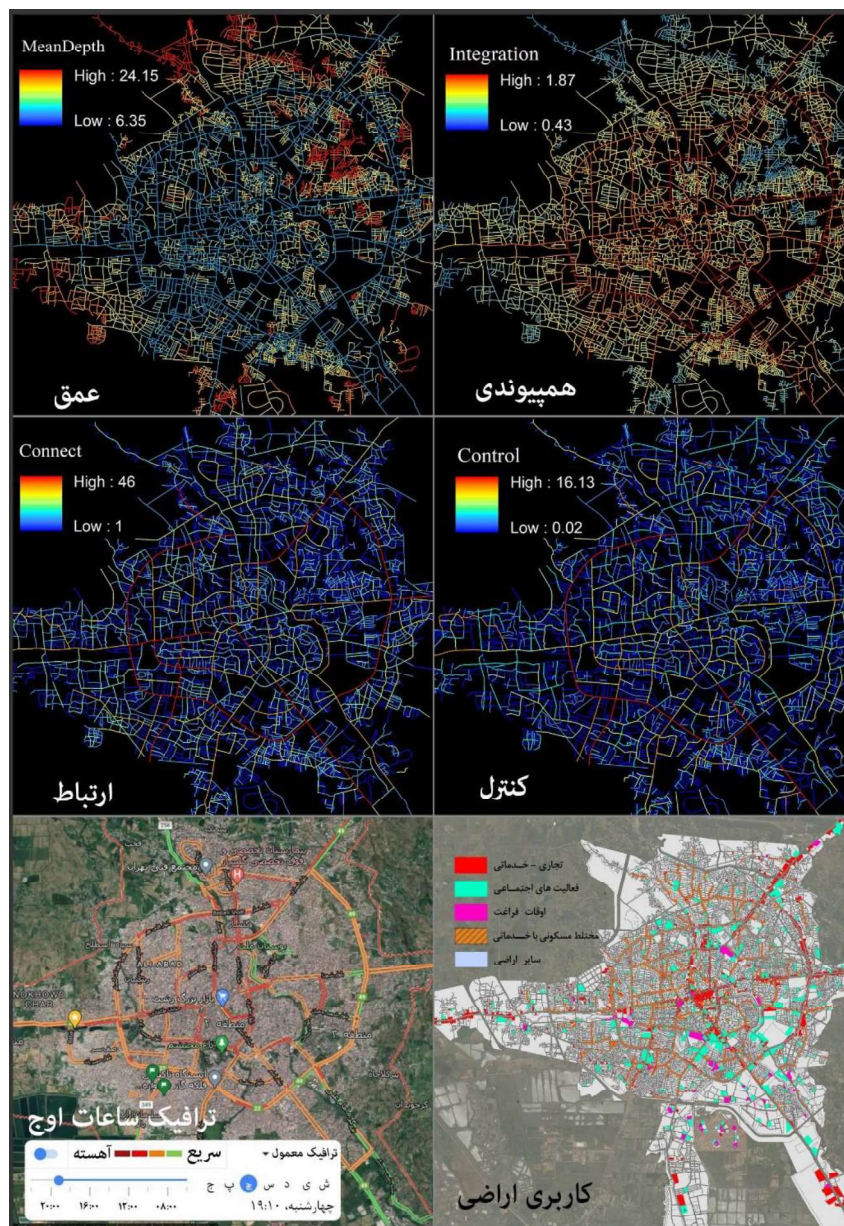
نام متغیر	ضرایب غیراستاندارد		T	ضرایب استاندارد شده	سطح معناداری		هم‌خطی
	β	خطا معیار			تولرانس	وارانس	
عرض از مبدأ	-۱۹۸۱۳/۳۷۶	۱۳۰۹۸/۵۰۵	-۱/۵۱۳	-	۰/۱۵		
کاربری مسکونی	۹۰/۳۴۱	۳۴/۵۵۶	۲/۶۱۴	۰/۴۴۳	۰/۰۱۹	۰/۷۰۹	۱/۴۱
کاربری تجاری - خدماتی	۱۶۸۵/۴۶۲	۵۴۹/۵۱۱	۳/۰۶۷	۰/۴۸۶	۰/۰۰۷	۰/۸۱۳	۱/۲۲
کاربری اجتماعی	-۴۷/۰۰۵	۳۱۴/۱۱۳	-۰/۱۵	-۰/۰۲۵	۰/۸۸۳	۰/۷۴	۱/۳۵۱
کاربری اوقات فراغت	۱۰۹۳/۳۳	۱۱۰۴/۲۱۳	۰/۹۹	۰/۱۵۶	۰/۳۳۷	۰/۸۱۶	۱/۲۲۵

با بررسی هر یک از متغیرها در جدول ۵، مشخص می‌شود که ضریب بتای کاربری مسکونی ($\text{sig} = ۰/۰۱۹$) و تجاری ($\text{sig} = ۰/۰۰۷$) معنادار است و برای دو کاربری دیگر شامل فعالیت‌های اجتماعی و اوقات فراغت در سطح معنی‌داری نیست. بنابراین صرفاً کاربری تجاری با ضریب بتای استاندارد شده ۰/۴۸۶ و پس‌از آن کاربری مسکونی با ضریب ۰/۴۴۳ قادر به تبیین مدل می‌باشند که این موضوع نشان‌دهنده اهمیت آن‌ها در مقایسه با سایر کاربری‌ها در میزان تولید و جذب سفرهای شهری است. نکته‌ی قابل‌توجه، منفی بودن ضریب بتا (البته به مقدار کم) برای متغیر کاربری اجتماعی است که بیانگر رابطه‌ی غیرمستقیم با متغیر وابسته می‌باشد. اما با توجه به عدم معنی‌داری آن، نمی‌توان در این خصوص اظهارنظر قطعی نمود و در تبیین مدل تأثیری ندارد. لازم به ذکر است که سطح معنی‌داری برای عرض از مبدأ نیز بزرگ‌تر از ۰/۰۵ است و این امر می‌تواند، فرض صفر بودن مقدار ثابت را تقویت نماید.

الف) ترتیب فضایی: با تطبیق گراف‌ها و نقشه‌های موجود در شکل ۵ مشاهده می‌شود معابری که میزان هم‌پیوندی، کنترل و اتصال آن‌ها بیش از سایر معابر است، در ساعات اوج ترافیک دارای شلوغی و ترافیک بیشتری می‌باشند. همبستگی بالای این پارامترها با میزان سفرها نیز (در جدول ۶) این موضوع را تأیید می‌نماید. همچنین معابر دارای عمق زیاد از شبکه‌های اصلی رفت‌وآمد دور هستند. بر این اساس و با استفاده از مبانی نظری موجود، می‌توان چنین تحلیل نمود خیابان‌هایی که هم‌پیوندی زیادی دارند، دسترسی بالاتری هم دارند و در ذهن شهروندان، شناخته شده‌تر هستند و انواع الگوهای سفر از قبیل سواره شخصی، حمل‌ونقل عمومی و پیاده را به خود جذب می‌نمایند. بدین ترتیب بسیاری از ترددهایی که در یک خیابان انجام می‌شود به خاطر ترتیب فضایی که در کنار هم چیده شده‌اند مجبور به عبور از آن خیابان هستند.

جدول شماره ۶. آماره‌های ضرایب مدل رگرسیونی هم‌زمان شاخص‌ها (متغیرهای مستقل)، در توزیع سفرها (متغیر وابسته)

پارامترهای	نام شاخص	ارتباط	کنترل	هم‌پیوندی	میانگین عمق
چیدمان فضا	همبستگی	۰/۷۴۷*	۰/۸۷۹*	۰/۶۹۵*	-۰/۳۴۴
	معناداری	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۸۶
کاربری اراضی	نام شاخص	مسکونی	تجاری	اجتماعی	اوقات فراغت
	همبستگی	۰/۶۰۰*	۰/۶۵۳*	۰/۳۸۱	۰/۴۰۱
	معناداری	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۸۹	۰/۰۷۲



شکل شماره ۵. نقشه مقایسه شاخص‌های هم‌پیوندی، کاربری اراضی و ترافیک ساعات اوج در شهر رشت

ب) وضوح (خوانایی): بر اساس مقایسه پارامترهای چیدمان فضا با حجم ترافیک معابر شهر رشت و روابط همبستگی موجود می‌توان اظهار داشت معابری که اتصالات زیادی دارند، ضمن افزایش احتمال انتخاب شدن توسط شهروندان، دارای وضوح بالاتری هستند و این موضوع باعث بالا رفتن جذب جریان حرکت و افزایش حجم سفر می‌شود. به عبارت دیگر افزایش میزان ارتباط یک فضا با فضاهای دیگر موجب افزایش خوانایی و در نتیجه شلوغ‌تر شدن آن فضا می‌گردد. از طرفی معابر شهر رشت، ساختاری ارگانیک دارد و همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود معابر محلی داخل بافت‌های مسکونی به علت گام‌های فضایی بیشتری که برای رسیدن به آنها باید طی شود دارای عمق زیادی هستند که نشان‌دهنده وضوح پایین فضای این محلات است؛ بنابراین این موضوع می‌تواند باعث عدم ورود افراد غریبه

به داخل بافت‌های خصوصی شود که بر اساس نقشه‌های پراکنش سفرها در معابر شهر رشت نیز این رابطه دیده می‌شود. البته موضوعی که در بافت‌های ارگانیک وجود دارد این است که بدون توجه به رعایت ساختار سلسله مراتبی، معابر محلی مستقیماً به خیابان‌های اصلی شهر متصل می‌شوند و جریان ترافیک به داخل بافت‌های محلی نفوذ می‌کند. برای جلوگیری از چنین مزاحمت‌هایی باید تدابیر لازم جهت کاهش تعداد تقاطع‌ها، استانداردسازی اتصالات و حفظ ساختار سلسله مراتبی اندیشیده شود.

ج) حرکت طبیعی: با بررسی نقشه کاربری اراضی و مقایسه آن با پارامترهای چیدمان فضا مشخص می‌شود که عمده کاربری‌های عمومی شهری که رابطه مستقیمی با حجم سفرها دارند اغلب در کنار معابر با هم‌پیوندی و اتصالات بالا قرار دارند؛ بنابراین چنین استنباط می‌گردد معابر دارای هم‌پیوندی قوی و اتصالات زیاد که احتمال انتخاب شدن آن‌ها بالاست، با توجه به این که حجم قابل توجهی از سفرهای شهری را پذیرا هستند، مکان‌گزینه کاربری‌های عمومی در کنار آن‌ها زیاد است. با مطالعه دقیق‌تر این وضعیت مشخص می‌شود برخی از این کاربری‌ها که خود پتانسیل بالایی برای جذب جمعیت دارند و یا در نقاطی که تراکم زیادی از کاربری‌ها در آن‌ها جای گرفتند باعث افزایش دوچندان سفرها و ایجاد تراکم ترافیکی شده‌اند.

بدین ترتیب «حرکت طبیعی» مفهومی است که می‌تواند رابطه ساختار فضایی و مکان‌گزینه فعالیت‌های یک شهر را با رفتارهای اجتماعی همچون نحوه توزیع سفرها و ترافیک شهری تبیین نماید؛ بنابراین در گام‌نهایی تحلیل، برای سنجش صحت این موضوع از لحاظ علمی و آماری و جمع‌بندی آن، به بررسی میزان تأثیر بیکره‌بندی فضایی و کاربری اراضی شهری بر حجم سفرها و تولید ترافیک پرداخته می‌شود تا ضمن شناخت دقیق موضوع جهت کاهش ترافیک و بهبود شرایط پیاده‌روی و حمل‌ونقل عمومی برنامه‌ریزی نمود.

بررسی تأثیر کاربری اراضی و چیدمان فضایی بر ترافیک رشت

پس از شناخت ساختار کالبدی شهر و تحلیل تأثیرات عناصر آن بر رفتار سفر شهروندان، در نهایت با استفاده از روش رگرسیون خطی چندگانه در محیط نرم‌افزار SPSS به صورت یکپارچه به بررسی تأثیر چیدمان فضایی شهر و کاربری اراضی به‌عنوان دو متغیر مستقل بر ترافیک شهری پرداخته می‌شود. به علت همبستگی بالای پارامترهای چیدمان فضایی صرفاً یکی از آن‌ها باید انتخاب شود؛ زیرا بر اساس پیش شرط‌های رگرسیون خطی و محاسبات انجام شده، این‌گونه پارامترها یک متغیر را اندازه‌گیری می‌کنند و استفاده‌ی هم‌زمان آن‌ها در مدل صحیح نیست. در این بخش، پارامتر کنترل که از توزیع نرمال‌تری نسبت به سایر پارامترها برخوردار بوده و رابطه مستقیمی با شاخصه‌های ارتباط و هم‌پیوندی دارد به‌عنوان معرف شاخص چیدمان فضا در تحلیل به کار گرفته می‌شود. این پارامتر با توجه به بررسی‌های انجام شده معرف خوبی از ساختار فضایی شهر (میزان اتصالات، ترتیب فضایی، خوانایی و ...) است. متغیر کاربری اراضی نیز شامل مساحت کل کاربری‌های چهارگانه‌ی مؤثر در ایجاد سفر است که تأثیر هرکدام از آن‌ها در بخش‌های قبلی مورد بررسی قرار گرفت. این انتخاب بدین علت است که کاربری‌های مختلف به‌عنوان مبدأ و مقصد سفرها ارتباط تنگاتنگی باهم دارند و در تولید یا جذب سفرها به‌صورت هم‌افزایی عمل می‌کنند؛ در نتیجه در بررسی کلی ساختار فضایی شهر و برای رسیدن به یک مدل مطلوب لازم است کاربری‌ها به صورت یکپارچه در نظر گرفته شوند. بدین ترتیب میزان تأثیرگذاری هر یک از شاخص‌ها و نقش آن‌ها در ایجاد سفرها در معابر شهری و به‌طور کلی رفتار اجتماعی حمل‌ونقل مشخص شده و در قالب یک مدل ارائه می‌گردد. لازم به ذکر است برای نزدیک‌تر کردن مقیاس داده‌ها و همچنین برای این که در تحلیل

رگرسیون، باید توزیع خطاها به‌عنوان یکی از پیش شرط‌های تحلیل، نرمال باشد، از لگاریتم طبیعی متغیرها استفاده شده است.

بر اساس جدول ۷، نتایج تحلیل رگرسیون نشان می‌دهد که کلیت مدل با خطای صفر معنادار بوده و R^2 ، $0/75$ به دست آمد؛ بنابراین با احتمال بالایی می‌توان گفت که کاربری اراضی و چیدمان فضایی می‌تواند ۷۵ درصد از تغییرات حجم تردد در مناطق ترافیکی شهر رشت را بیان کنند.

جدول شماره ۷. آماره تعیین رگرسیون هم‌زمان میان توزیع سفرها و شاخص‌های موجود

ضریب همبستگی چندگانه (R)	ضریب تبیین (R^2)	ضریب تبیین تصحیح شده	خطای معیار	سطح معناداری (Sig)	آزمون دوربین واتسون
۰/۸۶۵	۰/۷۴۹	۰/۷۲۱	۰/۲۸۷۶۷۲۳	.	۱/۶۶۷

طبق جدول ۸، ضریب بتای استاندارد هر دو متغیر مستقل معنادار بوده که برای کاربری اراضی برابر با $0/34$ و برای چیدمان فضایی $0/63$ است. این امر نشان‌دهنده تأثیر خیلی زیاد پیکره‌بندی فضایی در رفتار سفر شهروندان و توزیع ترافیک در سطح شهر می‌باشد. به عبارت دیگر با احتمال بالای ۹۵ درصد می‌توان گفت این متغیر با سطح معنی‌داری بسیار بالا ($sig = 0/000$)، می‌تواند حدود ۶۳ درصد تغییرات متغیر وابسته (توزیع سفرها) را توجیه نماید. سهم کاربری اراضی نیز به‌عنوان عامل دوم قابل توجه است. عرض از مبدأ با مقدار $3/978$ در سطح معنی‌داری ($sig = 0/031$) قرار دارد که می‌تواند به‌عنوان مقدار ثابت در فرمول مدل قرار گیرد.

جدول شماره ۸. آماره‌های ضرایب مدل رگرسیونی هم‌زمان شاخص‌ها (متغیرهای مستقل)، در توزیع سفرها (متغیر وابسته)

نام متغیر	ضرایب غیراستاندارد		T	سطح معناداری	هم‌خطی	
	β	خطا معیار			تلورانس	تورم واریانس
عرض از مبدأ	۳/۹۷۸	۱/۷۰۳	۲/۳۳۵	۰/۰۳۱		
کاربری اراضی	۰/۳۱۸	۰/۱۳۲	۲/۴۱۴	۰/۰۲۷	۰/۷۰۱	۱/۴۲۷
پیکره‌بندی فضایی	۱/۲۶۴	۰/۲۸۳	۴/۴۷	.	۰/۷۰۱	۱/۴۲۷

درنهایت با توجه به رعایت پیش شرط‌های تحلیل رگرسیون خطی چندگانه (نرمال بودن و استقلال خطاها، هم خط نبودن متغیرهای مستقل و ...) و همچنین معنی‌داری تمامی متغیرها می‌توان گفت یک مدل بهینه برای محاسبه تأثیر کاربری اراضی و چیدمان فضا بر روی سفرها و ترافیک شهری به صورت خطی به دست آمده است. بدین ترتیب بر اساس اطلاعات جدول ۸، مدل رگرسیون نهایی طبق رابطه ۲ می‌باشد:

$$\text{رابطه (۲)} \quad \ln(\text{پیکره بندی فضایی}) = 1.264 \ln(\text{کاربری اراضی}) + 3.978 + 0.318 \ln(\text{توزیع سفرها})$$

بر مبنای نتایج پژوهش و مشخص شدن میزان تأثیر توزیع کاربری‌ها در ترافیک شهری، ساماندهی مراکز تجاری، مراکز پزشکی و درمانی، سازمان‌های اداری و ... که در معابر اصلی و پرتراکم وجود دارند و در صورت نیاز، انتقال آن‌ها به مکان‌هایی دیگر، می‌تواند حجم ترافیک را در این مناطق کمتر کرده و عبور و مرور را تسهیل نماید. کاربری‌های مسکونی نقش زیادی در ایجاد سفر دارند؛ از این رو با نزدیک نمودن محل کار و سکونت، استقرار کاربری‌های مهم و سازگار در داخل بافت مسکونی، توجه به ساختار محله‌ای و تأمین نیاز شهروندان در سطح محله و سیاست‌های مشابه می‌توان تا حد زیادی حجم سفرها را کاهش داد. همچنین ضمن ساماندهی سفرهای کارمندان، دانش‌آموزان و انواع سفرهایی که با

قصد خرید، تفریح و ... انجام می‌گیرد و در ساعاتی از روز بار ترافیکی زیادی به معابر وارد می‌کند، باید تدابیر لازم جهت یکپارچه‌سازی الگوی سفرها با توجه به حمل‌ونقل عمومی و پیاده مدار اندیشیده شود.

نتیجه‌گیری

خصوصیات فضایی فرم‌های شهری نقش زیادی در تحلیل عملکرد اجتماعی و اقتصادی شهرها دارند. ساختار شبکه ارتباطی گاهی به‌عنوان عامل اولیه و زیربنای شکل‌گیری، گاهی به‌عنوان عامل ثانویه شکل‌گیری و بعضاً همراه با کاربری‌های شهری عوامل تشکیل‌دهنده ساختار اصلی شهر می‌باشند. امروزه افزایش تمایل شهروندان به داشتن وسیله نقلیه شخصی باعث شده است تا هرروزه ترافیک شهری و معضلات مربوط به آن بیشتر گردد. تحقیقات چیدمان فضا تلاش می‌کند با نگاهی جدید، محیط‌های شهری را به‌عنوان یک سیستم یکپارچه فضایی در نظر گرفته و با بررسی آن‌ها از لحاظ ترکیب‌بندی و ترتیب فضایی و ارتباط آن‌ها با یکدیگر عملکردهای شهری را تبیین نماید. بدین ترتیب با این رویکرد می‌توان پیامد تغییرات ساختار کالبدی شهرها و چیدمان عناصر شهری از جمله کاربری اراضی و شبکه معابر بر ذهنیت و در نتیجه بر رفتار شهروندان در رابطه با چگونگی جریان حرکت در شهر مورد شناسایی قرار گیرد. در این پژوهش ضمن بررسی ساختار فضایی - کالبدی شهر، با استفاده از تحلیل رگرسیون چند متغیره و همچنین تحلیل گراف پارامترهای نحوی مشخص شد که متغیرهای توزیع کاربری اراضی در سطح شهر و آرایش فضایی عناصر شهری رابطه معناداری با رفتار سفر شهروندان و توزیع ترافیک شهری دارند و در ادامه یک مدل بهینه برای این رابطه ارائه گردید. نتایج تحلیل نشان می‌دهد که کاربری اراضی و چیدمان فضایی می‌تواند ۷۵ درصد از تغییرات حجم تردد در مناطق ترافیکی شهر رشت را بیان کنند. ضریب بتا برای کاربری اراضی برابر با ۰/۳۴ و برای چیدمان فضایی ۰/۶۳ می‌باشد. این امر نشان‌دهنده تأثیر بسیار بالای پیکره‌بندی فضایی در رفتار سفر شهروندان و توزیع ترافیک در سطح شهر است و سهم کاربری اراضی نیز به‌عنوان عامل دوم قابل توجه می‌باشد. در این میان کاربری‌های تجاری و بعدازآن مسکونی به‌طور قابل توجهی تأثیر بیشتری را نسبت به سایر کاربری‌ها دارند.

مشکلاتی نظیر عدم تناسب توزیع کاربری‌های شهر رشت با ظرفیت شبکه حمل‌ونقل، تقاضای زیاد سفر و افزایش روزافزون آن باعث شده که ساختار حمل‌ونقلی فعلی پاسخگوی نیازها نباشد و همچنین افزایش عرضه حمل‌ونقل و ساخت راه‌های جدید هزینه‌ها و پیامدهای گزاف اقتصادی و اجتماعی را به دنبال داشته است و در طولانی‌مدت مشکل را حل نمی‌کند. بنابراین باید زیرساخت‌های لازم جهت توسعه حمل‌ونقل عمومی با آلودگی‌های کمتر مخصوصاً در رینگ‌های میانی شهر و افزایش تمایل شهروندان به استفاده از آن و تغییر الگوی سفر آنان ایجاد شود و اقدامات لازم بر اساس مطالعات و بررسی‌های دقیق شبکه حمل‌ونقل، الگوی سفر شهروندان و موقعیت فعالیت‌های شهری صورت گیرد. ایجاد تراموا در کوتاه‌مدت و قطار سبک شهری (که زیرساخت‌های بیشتری نیاز داشته و مسافران بیشتری را پوشش می‌دهد) در طولانی‌مدت می‌تواند برخی از این اقدامات باشد. از طرفی دیگر با مطالعات امکان‌سنجی و بررسی ظرفیت حمل‌ونقل شهری می‌توان برخی از کاربری‌های مولد ترافیک را جابجا نموده و یا در آینده و طرح‌های آتی ایجاد برخی از کاربری‌ها و فعالیت‌ها را در نقاط مشخص محدود نمود. به‌طور کلی بر این اساس که شهر رشت بافت نسبتاً متراکمی دارد، اختلاط کاربری‌ها، مکان‌گزینی مناسب فعالیت‌ها و ساماندهی اتصالات فضاهای شهری با توجه به سلسله‌مراتب آن‌ها و پیوستگی فضایی موجب کاهش سفرهای زائد، استفاده از حمل‌ونقل عمومی و غیر موتوری (دوچرخه و پیاده) و افزایش بهره‌وری شبکه حمل‌ونقل می‌شود. در هرگونه برنامه‌ریزی برای توسعه‌ی آتی و جابجایی‌ها با توجه به تأثیر مهم ساختار

فضایی و کالبدی شهر در توزیع ترافیک، لازم است با مدل‌سازی شهر، پارامترهای پیکره‌بندی فضایی و سفرهای حاصل از پراکنش کاربری‌ها را پیش از تغییرات بررسی و تحلیل نمود تا در حد امکان از ایجاد خلل در روند ترافیک و بروز مشکلات پیش‌بینی‌نشده جلوگیری کرد.

یکی از مشکلات اساسی برنامه‌ریزی برای شهرها و طرح‌های توسعه شهری این است که برنامه‌ریزی کاربری زمین (طرح‌های جامع، تفصیلی و ...) و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل به‌صورت مجزا و عمدتاً بدون در نظر گرفتن دیگری تهیه می‌شوند. این امر در بسیاری موارد باعث ناکارآمدی شبکه حمل‌ونقل و ایجاد ترافیک می‌شود. برنامه‌ریزی یکپارچه سیستم حمل‌ونقل و کاربری اراضی ضمن ایجاد یک ساختار فضایی و کالبدی مطلوب با مکان‌گزینی صحیح فعالیت‌های شهری و فراهم نمودن دسترسی مناسب به آن‌ها در فواصل کوتاه با الگوهای متنوع حمل‌ونقلی و حتی امکان پیاده‌مدار موجب کاهش سفرهای زائد و بهبود جریان حرکت در شهر می‌گردد.

تقدیر و تشکر

بنا به اظهار نویسنده مسئول، این مقاله حامی مالی نداشته است.

منابع

- ۱) احمدیان، رضا و عبدالله، بهار. (۱۳۹۶). معرفی روش‌های طبقه‌بندی کاربری اراضی در برنامه‌ریزی منطقه‌ای و ارائه الگوی مناسب ایران. *مطالعات مدیریت شهری*، ۹(۳۰)، ۳۵-۴۷.
- ۲) باباپور فاتحی، حسین؛ حبیبی، کیومرث؛ طغیانی، شیرین و احمدی، فرشته. (۱۳۹۶). تبیین رابطه میان میزان استفاده عابرین پیاده از فضاهای شهری با میزان هم‌پیوندی فضاها و کاربری‌های تجاری - خدماتی (نمونه موردی: محله چوستدوزان تبریز). *پژوهش و برنامه‌ریزی شهری*، ۱۸(۳۱)، ۴۱-۶۲.
- ۳) پزشکی، مهدی؛ ولی‌اللهی، محمدرضا؛ حسین‌نژاد، مجتبی؛ بزرگر، نصرت و کرمی، زین‌العابدین (۱۳۹۷). تحلیل بار ترافیکی و حجم سفر در جانمایی مراکز خدمات شهری (مطالعه موردی: بازار هفتگی شهر گرگان). *نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی*، ۱۰(۴)، ۲۸۱-۲۹۴.
- ۴) جعفری، مژگان؛ سیاوش پور، بهرام؛ سلطانی فرد، هادی و عسکری، اباصلت. (۱۳۹۸). اثرات پیکره‌بندی فضایی بر جدایی‌گزینی اجتماعی در بافت فرسوده گلستان. *مطالعات شهری*، ۱۸(۳۲)، ۳۳-۴۶.
- ۵) حیدری، علی‌اکبر و کیایی، مریم. (۱۳۹۸). تحلیل تطبیقی الگوهای فضایی و ویژگی‌های شناختی بازار ایرانی با استفاده از تئوری‌های چیدمان فضا و گشتالت (مطالعه موردی: مجموعه بازار قزوین). *مطالعات شهری*، ۹(۳۳)، ۶۳-۷۶.
- ۶) خاکسار، حسن؛ رادپور، هیوا و نیک‌کار، امیررضا. (۱۳۹۱). ارائه مدل جذب و تولید سفر کاربری‌های تجاری در شهرهای متوسط ایران (مطالعه موردی شهر سنندج). *یازدهمین کنفرانس مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک ایران، تهران، سازمان حمل‌ونقل و ترافیک تهران، معاونت حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران*.
- ۷) رحیمی، حجت‌اله؛ کریمخانی، اکرم و حاتمی، انیسه. (۱۳۹۹). تبیین نقش پیکره‌بندی فضا بر نحوه ادراک امنیت محیطی در بافت تاریخی شهر یزد. *پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری*، ۱۸(۳)، ۶۳۱-۶۵۰.
- ۸) روزخوش‌فروش؛ مولوی، مهرناز و سالاری‌پور، علی‌اکبر. (۱۳۹۸). بررسی ارتباط پارامترهای رشد هوشمند و تئوری چیدمان فضا در انواع بافت‌های شهری (نمونه موردی: بجنورد). *نقش جهان - مطالعات نظری و فناوری‌های نوین معماری و شهرسازی*، ۹(۴)، ۳۱۳-۳۲۲.
- ۹) ریسمانچیان، امید و بل، سایمون. (۱۳۸۹). شناخت کاربردی روش چیدمان فضا در درک پیکره‌بندی فضایی شهرها. *نشریه هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی*، ۲(۴۳)، ۴۹-۵۶.
- ۱۰) سازمان مسکن و شهرسازی گیلان. (۱۳۸۶). *طرح جامع شهر رشت، مشاور طرح کاوش*.
- ۱۱) سلطانی، سحر و خاکی، آزاده. (۱۳۹۳). بررسی خوانایی در فضای کار با استفاده از روش تحلیلی نحو فضا نمونه موردی:

- ساختمان اداری در مرحله پیش از ساخت. همایش ملی نظریه‌های نوین در معماری و شهرسازی، قزوین.
- (۱۲) سلطانی، علی. (۱۳۹۸). برنامه‌ریزی کاربری زمین شهری. چاپ دوم، شیراز: انتشارات دانشگاه شیراز.
- (۱۳) شهرداری رشت. (۱۳۹۵). طرح تفصیلی شهر رشت، مهندسین مشاور نقش جهان پارس.
- (۱۴) شهرداری رشت. (۱۳۹۶). مطالعات جامع حمل‌ونقل و ترافیک رشت، مهندسان مشاور اندیشکار.
- (۱۵) صالحی، علیرضا؛ منافی، سمیه و حیدری، خدیجه. (۱۳۹۱). بررسی نقش شهرداری‌ها در کنترل ترافیک شهری مطالعه موردی: شهر زنجان. فصلنامه علمی تخصصی دانش انتظامی زنجان، ۳(۲)، ۲۴-۱.
- (۱۶) صیامی، قدیر و هریوندی، نیلوفر. (۱۳۹۶). سنجش قابلیت پیاده‌پذیری معابر شهری مبتنی بر روش چیدمان فضا (مطالعه موردی: منطقه ۹ شهرداری مشهد). پژوهش‌های جغرافیایی برنامه‌ریزی شهری، ۵(۱)، ۱۴۷-۱۷۱.
- (۱۷) ضمیری محمدرضا و نسترن، مهین (۱۳۹۷). ارزیابی کمی توزیع فضایی کاربری اراضی با استفاده از تابع Ripley's K در شهر بجنورد. فضای جغرافیایی، ۱۸(۶۲)، ۲۷۵-۲۹۱.
- (۱۸) عباس زادگان، مصطفی (۱۳۸۱). روش چیدمان فضا در فرایند طراحی شهری با نگاهی به شهر یزد. مدیریت شهری، ۳(۹)، صص ۶۷-۷۵.
- (۱۹) عباسی، مطهره؛ امامی میبیدی، سید مهدی و ضیایی، میثم. (۱۳۹۱). تعیین میزان تولید و جذب سفر کاربری‌های مختلف شهر مشهد. دوازدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک، ۱۴-۱.
- (۲۰) علی‌آبادی، زینب و بابایی، حمیدرضا. (۱۳۹۶). تحلیل تأثیر طرح‌های توسعه‌ی شهری بر ساختار فضایی خرد و کلان شهرها (مطالعه‌ی موردی: طرح محور زینبیه‌ی شهر زنجان). پژوهش‌های جغرافیایی برنامه‌ریزی شهری، ۵(۴)، ۶۴۵-۶۷۰.
- (۲۱) علی‌آبادی، زینب و محمدی، محمود. (۱۳۹۸). سنجش تأثیر شاخص‌های ساختار فضایی شبکه ارتباطی بر فرسودگی حاصل از نفوذناپذیری (مطالعه موردی: بافت‌های فرسوده شهر زنجان). مطالعات شهری، ۱۸(۳۱)، ۷۷-۸۶.
- (۲۲) غلامی، یونس؛ حسینی، سید احمد؛ شاطریان، محسن؛ محمدی، اکرم و دهقان جزئی، ابوالفضل. (۱۳۹۸). ارزیابی تأثیرات کاربری اراضی شهری در ایجاد حجم ترافیک جهت ساماندهی و بازتوزیع فضایی آن‌ها - مطالعه موردی: بافت مرکزی کاشان. اطلاعات جغرافیایی «سپهر»، ۲۸(۱۰۹)، ۱۴۷-۱۶۶.
- (۲۳) گیوه‌چی، سعید. (۱۳۸۹). برنامه‌ریزی شهری به‌منظور پیشگیری و کاهش اثر سوانح. چاپ اول، تهران: موسسه آموزش عالی علمی - کاربردی هلال ایران.
- (۲۴) محمدپور، صابر و مهرجو، مهرداد. (۱۴۰۰). تحلیل متغیرهای اقتصادی-اجتماعی و الگوهای کاربری زمین در تولید سفرهای شهری (مطالعه موردی: مناطق پنج‌گانه شهر رشت). پژوهش‌های جغرافیایی برنامه‌ریزی شهری، ۹(۱)، ۵۱-۷۴.
- (۲۵) محمدپور، صابر؛ صرافی، مظفر و توکلی نیا، جمیله. (۱۳۹۵). تحلیلی بر مدیریت تقاضای سفر در راستای حمل‌ونقل پایدار شهری (موردپژوهی: کلانشهر تهران). برنامه‌ریزی منطقه‌ای، ۶(۲۱)، ۱۰۳-۱۱۶.
- (۲۶) محمودی، کیومرث و کتابداری، محمدجواد. (۱۳۹۶). مدل سازی اسلامپ و مقاومت فشاری بتن توانمند با استفاده از شبکه‌ی عصبی مصنوعی و رگرسیون خطی چندگانه. مهندسی عمران، ۳۳(۲/۳)، ۱۰۵-۱۱۵.
- (۲۷) مستقیم، مهسا؛ طغیانی، شیرین؛ طیبیان، منوچهر و گندمکار، امیر. (۱۳۹۷). بررسی بازتاب فضایی چیدمان کاربری‌ها در شبکه معابر بر جذب سفرهای متکی به خودرو (محدوده مطالعه: منطقه هفت شهر قم). پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، ۳۳(۲)، ۱۶۲-۱۴۹.
- (۲۸) ندریان، حیدر؛ تقدیسی، محمدحسین؛ شجاعی زاده، داوود و نجات، سحرناز. (۱۳۹۷). اثرات ازدحام ترافیک شهری سندج بر تعیین کننده‌های اجتماعی سلامت از دیدگاه ساکنین و مطلعین کلیدی: یک مطالعه کیفی. آموزش و سلامت جامعه، ۵(۱)، ۴۹-۶۰.
- (۲۹) نوریان، فرشاد و فتح جلالی، آرش. (۱۳۹۹). بررسی و تحلیل اثرات برنامه‌ریزی کاربری اراضی و شبکه حمل‌ونقل بر مصرف انرژی در شهر، مورد مطالعاتی: محدوده ۳۵ هکتاری در شهر جدید هشتگرد. معماری و شهرسازی آرمان شهر، ۱۳(۳۱)، ۲۷۱-۲۸۶.

References

- 1) Abbasi, M., Emami Meybodi, S. M., & Ziyaei, M. (2013). Determining the amount of production and absorption of travel for different land uses in Mashhad, *12th International Conference on Traffic and Transportation Engineering*, 1-14. [in Persian]
- 2) Abbaszadegan, M. (2002). Space syntax method in urban design process with a look at the city of Yazd. *The Urban and Rural Research Center*, 3(9), 67-75. [in Persian]
- 3) Ahmadian, R., & Abdollah, B. (2017). Introducing the land use classification methods in Regional Planning and presentation of an appropriate pattern for Iran. *Urban Management Studies*, 9(30), 35-47. [in Persian]
- 4) Aliabadi, Z., & Babaei, H. (2017). Influence of Urban Development Projects on Micro and Macro Urban Spatial Structure, Using Space Syntax (Case Study: Zanjan Zainabiyeh Axis). *Geographical Urban Planning Research (GUPR)*, 5(4), 645-670. [in Persian]
- 5) Aliabadi, Z., & Mohammadi, M. (2019). Measuring the effect of spatial structure indices of Street network on the urban decay caused by impermeability in the city of Zanjan. *Motaleate Shahri*, 8(31), 77-86. [in Persian]
- 6) Babapoor Fatehi, H., Habibi, K., Toghiani, S., & Ahmadi, F. (2018). Explaining the relationship between the use of pedestrians from urban spaces with integration and commercial-service uses, case study: the Chustduzan poor neighborhood in Tabriz. *Journal of Research and Urban Planning*, 8(31), 41-62. [in Persian]
- 7) Boarnet, M., & Crane, R., (2001). The Influence of Land Use on Travel Behavior: A Specification and Estimation Strategies. *Transportation Research A*, 35(9), 823-845
- 8) Chapin, F.S. (1972). *Urban Land Use Planning*. Second Edition, University of Illinois Press.
- 9) Cruise, S.M., Hunter, R.F., Kee, F., Donnelly, M., Ellis, G., & Tully, M.A. (2017). A comparison of road- and footpath-based walkability indices and their associations with active travel. *Journal of Transport & Health*, 6, 119-127.
- 10) Díez-Gutiérrez, M., Andersen, S.N., Nilsen, Ø.L., & Tørset, T. (2019). Generated and induced traffic demand: Empirical evidence from a fixed link toll removal in Norway, *Case Studies on Transport Policy*, 7(1), 57-63.
- 11) Filomena, G., Versteegen, J.A. & Manley, E. (2019). A computational approach to 'The Image of the City. *Cities*, 89, 14-25.
- 12) Gholami Bimargh, Y., Hosseini, S., Shaterian, M., Mohammadi, A., & Dehghan jazi, A. (2019). Evaluating the effects of urban land use on traffic volume with the aim of organizing and redistributing them Case Study: Central texture of Kashan, *Scientific- Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR)*, 28(109), 147-166. [in Persian]
- 13) Gilan Housing and Urban Development Organization (2008). *Comprehensive plan of Rasht city*. Kavosh plan consulting company.
- 14) Givechi, S. (2010). *Urban planning to prevent and reduce the impact of accidents*. First Edition, Iranian Crescent Scientific-Applied Higher Education Institute, Tehran. [in Persian]
- 15) Hahm, Y., Yoon, H., Jung, D., & Kwon, H. (2017). Do built environments affect pedestrians' choices of walking routes in retail districts? A study with GPS experiments in Hongdae retail district in Seoul, South Korea. *Habitat International*, 70, 50-60.
- 16) Heydari, A., & Kiaee, M. (2020). Comparative Study of Spatial Patterns and Cognitive Characteristics of the Iranian Bazar Using "Space Syntax" and "Gestalt" Theories (Case Study: Qazvin). *Motaleate Shahri*, 9(33), 63-76. [in Persian]
- 17) Hidayati, I., Yamu, C., & Tan, W. (2021). You have to drive: Impacts of planning policies on urban form and mobility behavior in Kuala Lumpur, Malaysia. *Journal of Urban Management*, 10(1), 69-83.
- 18) Hillier, B., & Hanson, J. (1997). *The social logic of space*. 5th Edition, Cambridge University Press, Cambridge.
- 19) Hillier, B., Penn, A., Hanson, J., Grajewski, T. & Xu, J. (1993). Natural movement: Or configuration and attraction in urban pedestrian movement. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 20(1), 29-66.
- 20) Hillier, B. (2007). *Space is the Machine: a Conjugational theory of Architecture*. Cambridge University Press, Cambridge.
- 21) Jacobs, J. (1961). *The Death and Life of Great American Cities*. Random House, New York.
- 22) Jafari, M., & Siavashpuor, B. & Askari, A. (2019). The Effects of Spatial Configuration on Social Segregation in Old city of Golestan, Sabzevar. *Motaleate Shahri*, 8(32), 33-46. [in Persian]
- 23) Jiang, B., Claramunt, C., & Klarqvist, B. (2000). Integration of space syntax into GIS for modeling

- urban spaces. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2(3), 161-171
- 24) Khaksar, H., Radpour, H., & Nikkar, A. (2012). Presenting a model for attracting and producing business travel in medium cities of Iran (Case study of Sanandaj), *11th Transportation and Traffic Engineering Conference of Iran, Tehran, Tehran Transportation and Traffic Organization*. [in Persian]
- 25) Klarqvist, B. (1993). A Space Syntax Glossary. *Nordisk Arkitekturforskning*, 2, 11-12.
- 26) Lau, Joseph C.Y., & Chiu, Catherine C.H. (2004). Accessibility of workers in a compact city: the case of Hong Kong. *Habitat International*, 28(1), 89-102.
- 27) Lerman, Y., Rofè, Y., & Omer, I., (2014). Using space syntax to model pedestrian movement in urban transportation planning. *Geographical Analysis*, 46, 392-410.
- 28) Litman, T. (2021). *Land use impacts on transport: How land use factors affect travel behavior*, Victoria Transport Policy Institute. Available online at: www.vtpi.org/landtravel.pdf (last accessed 26 December 2021).
- 29) Ma, X., Chen, X., Li, X., Ding, C. & Wang, Y. (2018). Sustainable station-level planning: An integrated transport and land use design model for transit-oriented development. *Journal of Cleaner Production*, 170, 1052-1063.
- 30) Mahmoodi, K., & Ketabdari, M. (2017). High-performance concrete using artificial neural networks and multiple linear regression, *Sharif Journal of Civil Engineering*, 33.2(3.2), 105-115. [in Persian]
- 31) Mohammadpoor, S., & Nabizadeh Zolpirani, M. (2019). Improvement of Urban Space Quality in Worn Textures with Urban Regeneration Approach (Case study: Khahar-emam neighborhood, Rasht, Iran). *JNAS Journal*, 8(5), 98-105.
- 32) Mohammadpour, S., & Mehrjou, M. (2021). Investigating the socio-economic variables and land use patterns in the production of urban travel; Case study: Rasht city. *Geographical Urban Planning Research (GUPR)*, 9(1), 51-74. [in Persian]
- 33) Mohammadpour, S., saraffi, M. & tavakolinia, J. (2016). Study and Propose a Model for Travel Demand Management in Order to Achieve Urban Sustainable Transport (Case study: Tehran). *Regional Planning*, 6(21), 103-116. [in Persian]
- 34) Mostaghim, M., Toghiani, S., Tabibian, M. & Gandomkar, A. (2018). Investigating the spatial reflection of the layout of land uses in the network of roads on the attraction of vehicle-dependent trips (study area: Haft Shahr area of Qom), *Journal of Research and Urban Planning*, 9(33), 149-162. [in Persian]
- 35) Nadrian, H., Taghdisi, M. H., Shojaeizadeh, D., & Nedjat, S. (2018). Impacts of Urban Traffic and Transport on Social Determinants of Health from the Perspective of Residents and Key Informants in Sanandaj, Iran: A Qualitative Study. *J Educ Community Health*, 5(1), 49-60. [in Persian]
- 36) Noorian, F., & Fath Jalali, A. (2020). Investigation and Analysis of the Effects of Land Use and Transportation Network Planning on Energy Consumption in the City; Case Study: "35-Hectare Area" in Hashtgerd New Town. *Armanshahr Architecture & Urban Development*, 13(31), 271-286. [in Persian]
- 37) Pani, A., Sahu, P.K., Chandra, A., & Sarkar, A.K. (2019). Assessing the extent of modifiable areal unit problem in modelling freight (trip) generation: Relationship between zone design and model estimation results. *Journal of Transport Geography*, 80, 1-17.
- 38) Park, S., Kang, J., & Choi, K. (2014). Finding Determinants of Transit Users' Walking and Biking Access Trips to the Station: A Pilot Case Study. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 18(2), 651-658.
- 39) Pearce, D., Matsunaka, R., & Oba, T. (2021). Comparing accessibility and connectivity metrics derived from dedicated pedestrian networks and street networks in the context of Asian cities. *Asian Transport Studies*, 7, 1-10.
- 40) Pezeshki, M., Vali'ollahi, M., Hosseynnejhad, M., Barzegar, N., & Karami, Z. (2018). Analysis of traffic load and travel volume in the location of urban service centers (Case study: Gorgan weekly market, *Journal of Human Geography*, 10(4), 281-294. [in Persian]
- 41) Pissourios, I. A. (2019). Survey methodologies of urban land uses: An oddment of the past, or a gap in contemporary planning theory?. *Land Use Policy*, 83, 403-411.
- 42) Rahimi, H. & karimkhani, A. & Hatami, A. (2020). The Role of Spatial Configuration in Environmental Safety Perception in the Historical Area of Yazd City. *Geographical Urban Planning Research (GUPR)*, 8(3), 631-650. [in Persian]
- 43) Rasht Municipality (2017). *Detailed plan of Rasht city*. Naghsh Jahan Pars Consulting Engineers Co. [in Persian]

- 44) Rasht Municipality (2018). *Comprehensive Transport and Traffic Studies of Rasht*. Andishkar Consulting Engineers Co. [in Persian]
- 45) Rismanchian, O., & Bell, S. (2010). The application of space Syntax in studying the structure of the cities. *Honar-Ha-Ye-Ziba: Memary Va Shahrsazi*, 2(43), 49-56. [in Persian]
- 46) Rodier, J., Legube, B., & Merlet, N. (2009). *The analysis of water*. 9th edition, Dunod, Paris.
- 47) Roozkhosh, F., Moulavi, M., & Salaripour, A. (2020). Investigating the Relationship between Smart Growth Parameters and the Theory of Space Syntax in a Variety of Urban Contexts (Case study: Bojnourd). *Naqshejahan*, 9(4), 313-322. [in Persian]
- 48) Salehi, A. & Manafi, S. & Heidari, K. (2012). The role of municipalities in urban traffic control (Case Study: Zanzan). *Danesh Entezami Zanzan*, 3(2), 1-24. [in Persian]
- 49) Shatu, F., Yigitcanlar, T., & Bunker, J. (2019). Shortest path distance vs. least directional change: Empirical testing of space syntax and geographic theories concerning pedestrian route choice behaviour. *Journal of Transport Geography*, 74, 37-52.
- 50) Siami, G. & Harivandi, N. (2017). Assessment of Walkability in Urban networks based on Space syntax (Case Study: 9th District municipality of Mashhad). *Geographical Urban Planning Research (GUPR)*, 5(1), 147-171. [in Persian]
- 51) Soltani, A. (2019). *Urban land use planning*. second edition, Shiraz: Shiraz University Publishers. [in Persian]
- 52) Soltani, S., & Khaki, A. (2014). Assessment of legibility in the workplace using the analytical method of space syntax Case study: Office building in the pre-construction stage. *National Conference on New Theories in Architecture and Urbanism, Qazvin*. [in Persian]
- 53) Southworth, F. (2001). On the potential impacts of land use change policies on automobile vehicle miles of travel. *Energy Policy*, 29(14), 1271-1283.
- 54) Turner, A. (2007). From axial to road-centre lines: A new representation for space syntax and a new model of route choice for transport network analysis. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 34(3), 539-555.
- 55) Xia, C., Zhang, A., Wang, H. & Yeh, A. (2019). Predicting the expansion of urban boundary using space syntax and multivariate regression model. *Habitat International*, 86, 126-134.
- 56) Xu, J. (2019). From walking buffers to active places: An activity-based approach to measure human-scale urban form. *Landscape and Urban Planning*, 191, 1-13.
- 57) Zamiri, M. R. & Nastaran, M. (2018). Quantitative evaluation of spatial distribution of land use in Bojnord Using Ripley's K function. *Geographical Space*, 18(62), 275-291. [in Persian]
- 58) Zhao, Z. & Koutsopoulos, H.N. & Zhao, J. (2018). Detecting pattern changes in individual travel behavior: A Bayesian approach. *Transportation Research Part B: Methodological*, 112, 73-88.