



Institute of Geography

Human geography research quarterly

Journal Homepage: www.jhgr.ut.ac.ir



Research Paper

A Survey on Measuring the Potential of Traffic Congestion in the New and Old Neighborhoods of Urmia

Reza Karimi¹, Akbar Asghari Zamani^{2*}, Mohammad Reza Pourmohammadi³

¹. Department of Urban Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University Tabriz, Tabriz

Email: reza.karimi@tabrizu.ac.ir

^{2*}. (Corresponding Author) Department of Urban Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University Tabriz, Tabriz

Email: azamani@tabrizu.ac.ir

³. Department of Urban Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University Tabriz, Tabriz

Email: Pourmohamadi@tabrizu.ac.ir

ARTICLE INFO

Keywords:

Potential, Traffic Congestion, Neighborhood, FUCOM, CoCoSo.



Received:

xx March 2022

Received in revised form:

xx June 2022

Accepted:

xx August 2022

pp.X-XX

ABSTRACT

Measuring traffic congestion potential in real-time has been one of the challenges of traffic engineers in managing the problem of traffic congestion. Considering that the basis of the urban planning system is based on capacity measurement and traffic as a sub-branch of this system is not an independent phenomenon. However, it is the result of various demographic, physical, traffic, economic, cultural, and social effects. Based on this, the current research was conducted to analyze the traffic congestion potential in new and old neighborhoods of Urmia, emphasizing physical, traffic, and socio-economic criteria. The type of research based on the goal is applied, and the method of doing the work is descriptive-analytical. The collection of information is done by combining library and field studies. To calculate the coefficient of importance of indicators, the FUCOM method was used, and its results were obtained in the form of coding in Excel and Lingo software. The obtained results indicate that the highest coefficient of importance extracted is related to distance from sports land uses with 0.071, and the lowest is related to the indicator of distance from urban cores with 0.005. To visualize the traffic congestion potential in 16 neighborhoods of the new structure and 13 neighborhoods of the old structure of Urmia city, the CoCoSo model has been used. The obtained results indicate that the traffic potential is higher in the new and old neighborhoods, with a very small difference.

Citation:, A. (2023). A Survey on Measuring the Potential of Traffic Congestion in the New and Old Neighborhoods of Urmia. *Human Geography Research Quarterly*, 10 (1), 1-27.

<http://doi.org/>

Extended Abstract

Introduction

Transportation and traffic systems as part of urban activities express the dynamism and life of an urban complex. Undoubtedly, a city cannot be imagined alive and dynamic without movement. Measuring traffic congestion potential in real-time has been a great challenge for traffic engineers to manage the problem of traffic congestion, especially during peak periods. The residential and non-residential land use patterns and the spatial framework resulting from the behavioral mechanism between them form the basis of urban travel. A distinguishing feature of land use is its ability or potential to "generate" traffic. Therefore, it is quite natural to relate the land use potential of a piece of land with specific activities to generate a certain amount of traffic flow per day. Because the basis of the urban planning system is based on capacity measurement and traffic as a sub-branch of this system is not an independent phenomenon but is the result of various demographic, physical, traffic, economic, cultural, and social effects, this research uses various physical indicators. The non-physical effects on urban traffic are aimed at solving the gap in Urmia city's traffic planning system and comparing the areas with traffic congestion potential in the new (Region 1) and old (Region 4) textures of Urmia city. The innovation of the current research can be seen in the application of a variety of 25 indicators in the form of 3 physical, traffic, and socio-economic variables, the implementation of the new FUCOM and CoCoSo methods, the use of the Google Maps application to obtain the average volume of traffic, and also the comparative comparison of traffic congestion potential on the scale of old-style neighborhoods. The new one mentioned that the output from it can be used as a way to prioritize the implementation of thematic and local plans to solve the traffic problems of the neighborhoods, compare the traffic efficiency of the types of textures, remove the passing traffic that disturbs peace from the residential areas, rearrange the uses based on the travel rate, etc.

Methodology

According to its purpose, this research is of applied research type, and according to the work method, it has a descriptive-analytical nature. Information was collected through library studies, field studies (including referring to offices to obtain data for comprehensive and detailed plans and comprehensive studies of transport and traffic in Urmia city), and census data from the Iran Statistics Center in 2016. We used the full compatibility method (FUCOM) to weight the indicators. First, we ranked the indicators using a questionnaire and then compiled pairwise comparisons based on the obtained rank. In the next step, the questionnaires with a sample number of 50 were randomly distributed among the elites, and the data were entered into Excel and Lingo software and were calculated and analyzed. After analyzing the questionnaires and calculating the weight of the indicators based on the FUCOM method based on the acceptable error level (DFC) to analyze the traffic congestion potential in the new and old neighborhoods of Urmia city based on 25 indicators, the information layers of the indicators were prepared in the GIS software. Then, the operation was converted into Raster format, and standardization was done based on the purpose of the research. In the next step, using the Zonal tool, traffic potential values have been extracted by separating 29 localities. In the next step, the CoCoSo multi-criteria decision-making method has been used to analyze and evaluate the traffic congestion potential in the new and old neighborhoods textures.

Results and discussion

The results obtained based on the FUCOM multi-criteria decision-making method indicated that the highest coefficient of importance extracted was related to distance from sports uses with 0.071, and the lowest was related to the index of distance from urban cores with 0.005. Also, the analysis of the indicators shows that in the neighborhoods of the new structure (Region 1), out of 16 neighborhoods, 3 neighborhoods are in the area of very low

traffic potential, 3 neighborhoods are in the area of low traffic potential, 4 neighborhoods are in the area of medium traffic potential, and 4 neighborhoods are in the area of potential. There is much traffic and 2 neighborhoods are located in the area with a lot of traffic potential. In the neighborhoods of old texture (Region 4), out of 13 neighborhoods, 2 neighborhoods are in the zone of very low traffic potential, 3 neighborhoods are in the zone of low traffic potential, 2 neighborhoods are in the zone of medium traffic potential, 2 neighborhoods are in the zone of high traffic potential, and 4 neighborhoods are in the zone of high traffic potential.

Conclusion

The analysis of the traffic congestion potential in the new neighborhoods (Region 1) and the old neighborhood (Region 4) of Urmia city shows that the traffic potential is higher in the new neighborhoods than in the old neighborhoods, with a very small difference. Also, based on the analysis of 25 indicators, the highest traffic potential among the neighborhoods based on the indicators of distance from green, sports, administrative, commercial, and educational uses, road width, building density, average land price, student and working population, the area covered by

public transportation, The number of cars, the service level of roads and the number of households are related to the new texture (Region 1) and are based on the indicators of distance from cultural, recreational, medical and religious uses, distance from urban cores, traffic volume, travel rate of uses, access to multi-story parking, density population and residential and per capita car ownership has the highest traffic potential belonging to old texture neighborhoods (Region 4).

Keywords

Potential, Traffic, Neighborhood, FUCOM, CoCoSo.

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.



مقاله پژوهشی

جستاری بر پتانسیل‌سنجی تراکم ترافیک در محلات بافت جدید و قدیمی شهر ارومیه^۱رضا کریمی^۱، اکبر اصغری زمانی^{۲*}، محمدرضا پورمحمدی^۳

۱- گروه جغرافیا و برنامه‌بزی شهری، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، رایانامه: reza.karimi@tabrizu.ac.ir

* ۲- (نویسنده مسئول)، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، رایانامه: azamani@tabrizu.ac.ir

۳- گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، رایانامه: Pourmohamadi@tabrizu.ac.ir

چکیده

اطلاعات مقاله

سنجدش پتانسیل تراکم ترافیک در زمان واقعی یکی از چالش‌های بزرگ مهندسان ترافیک، برای مدیریت مشکل تراکم ترافیک بوده است. با توجه به این که بنیان سیستم برنامه‌ریزی شهری مبنی بر ظرفیت‌سنجی بوده و ترافیک نیز به عنوان زیرشاخه این سیستم، پدیده‌ای مستقل نبوده بلکه زاییده تأثیرات مختلف جمعیتی، کالبدی، ترافیکی، اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی می‌باشد، برهمین اساس پژوهش حاضر با هدف تحلیل پتانسیل تراکم ترافیکی در محلات جدید و قدیمی شهر ارومیه با تأکید بر معیارهای کالبدی، ترافیکی و اقتصادی - اجتماعی انجام گردیده است. نوع پژوهش براساس هدف، کاربردی بوده و روش انجام کار توصیفی - تحلیلی می‌باشد. گرداوری اطلاعات از ترکیب مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی صورت پذیرفته است. جهت محاسبه ضربیت اهمیت شاخص‌ها از روش FUCOM بهره‌گرفته شده و نتایج آن در قالب کدنویسی در نرم‌افزار اکسل و لینگو بدست آمده است. نتایج بدست آمده نشانگر آن بوده که بیشترین ضربیت اهمیت استخراج شده مربوط به شاخص فاصله از کاربری‌های ورزشی با ۰/۷۱ و کمترین آن مربوط به شاخص فاصله از هسته‌های شهری با ۰/۰۵ بوده است. برای اینکه بتوان پتانسیل تراکم ترافیکی را در ۱۶ محله بافت جدید و ۱۳ محله بافت قدیم شهر ارومیه به تصویر کشید، از مدل CoCoSo استفاده گردیده است. در محلات بافت جدید، از میان ۱۶ محله، ۳ محله در پهنه پتانسیل ترافیکی خیلی کم، ۳ محله در پهنه پتانسیل ترافیکی کم، ۴ محله در پهنه پتانسیل ترافیکی متوسط، ۴ محله در پهنه پتانسیل ترافیکی زیاد و ۲ محله در پهنه پتانسیل ترافیکی خیلی زیاد واقع گردیده است. در محلات بافت قدیم، از میان ۱۳ محله، ۲ محله در پهنه پتانسیل ترافیکی خیلی کم، ۳ محله در پهنه پتانسیل ترافیکی کم، ۲ محله در پهنه پتانسیل ترافیکی متوسط، ۲ محله در پهنه پتانسیل ترافیکی زیاد و ۴ محله در پهنه پتانسیل ترافیکی خیلی زیاد واقع گردیده است.

واژگان کلیدی:

پتانسیل، تراکم ترافیک، محله، CoCoSo FUCOM

تاریخ دریافت:

تاریخ بازنگری:

تاریخ پذیرش:

صفحه

^۱- این مقاله برگرفته از رساله دکتری آقای رضا کریمی با عنوان «سنجدش تحلیلی و سناریو پایه پتانسیل‌های ترافیکی در مناطق شهری ایران (مطالعه موردی: شهر ارومیه)» بوده که با راهنمایی دکتر اکبر اصغری زمانی و مشاوره دکتر محمدرضا پورمحمدی در دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی دانشگاه تبریز در حال انجام است.

مقدمه

سال‌های اولیه قرن بیست و یکم همراه با تحولات شگرف در زندگی بشر بوده به طوری که زیست جوامع انسانی را تحت تأثیر قرار داده و انعکاس این روابط را در جلوه‌های فضایی به‌ویژه در شهرها آشکار کرده است (Taghvaei & et al., 2012: 8). پیامد این تحولات گسترش شهرنشینی سریع، ظهور شهرهای کلان با بافت نابسامان است که به‌دلیل مدیریت ناصحیح ساختار فضایی مبتنی بر دسترسی مطلوب، مسئله ترافیک و ناپایداری الگوهای حمل و نقل، منجر به پیدایش جریانات فضایی نامطلوب و تحمیل هزینه‌های عمومی شده است (Spears et al. 2014: 207). به‌طوری این آثار منفی در کلان‌شهرها به‌علت بالابودن حجم تقاضای سفر، بیشتر از سایر شهرها ظاهر گردیده (Kadkhodaei et al., 2021: 82) و سیستم مدیریت شهری را همواره به رفع بحران مشغول کرده به‌جای اینکه تدوین گر سیاست‌های پیش‌گیرانه و پیش‌بینی کننده باشد (Asadi et al., 2012: 132). پژوهش‌ها گویای آن است که حمل و نقل، مصرف کننده بیش از ۲۰ درصد کل انرژی و عامل ایجاد بخش اعظمی از آلودگی هوا در سطح دنیاست (Khaksar et al., 2022: 21). به عنوان مثال، ۰/۸ میلیارد ساعت و ۰/۳ میلیارد گالن سوخت بیشتر در سال ۲۰۲۰ در ایالات متحده به‌دلیل مشکل تراکم ترافیک هدر می‌رود (Idris 2022: 24). همچنین براساس رده‌بندی مؤسسه تحقیقاتی Numbeo در سال ۲۰۲۳، کشور ایران براساس شاخص ترافیکی در میان ۸۴ کشور، در رتبه ۷ جهان قرار گرفته که مبنای محاسبه آن، فاکتورهایی مانند میزان زمان سپری شده در ترافیک به‌دلیل رفت و آمد شغلی، میزان نارضایتی افراد حاضر در ترافیک، ناکارآمدی و میزان دی‌اکسیدکربن آزاد شده، بوده است (www.numbeo.com). سیستم حمل و نقل و ترافیکی به عنوان جزئی از فعالیت‌های شهری بیانگر پویایی و حیات یک مجموعه شهری است. بی‌شک بدون تحرک نمی‌توان شهری را زنده و پویا تصویر نمود (Habibi, 2013: 34). عموماً مردم گرایش به سفر دارند تا به طیف متنوعی از کالاهای، خدمات، امکانات و افرادی دسترسی داشته باشند که احتمال دارد در مبدأ سفرشان قابل دسترس نباشد (Okeke, 2021: 1754). در زمان حاضر برنامه‌ریزان ترافیک به این نکته تأکید دارند که ازدحام در ترافیک را راه چاره‌ای نیست مگر اینکه کارکردهای زمین شهری هماهنگ با ظرفیت خیابان‌ها تعیین گردد؛ در حالی که اقتصاد زمین و ساختمان و به‌خصوص فعالیت‌های اجتماعی و اقتصادی از قاعده حداکثر دسترسی و سودآوری تعیت می‌کند (Saeednia, 2020: 27) و اغلب پیرو سازوکارهای اقتصادی و رقبت آزاد هستند. اما عناصر شهری عمومی و غیرانتفاعی را نمی‌توان یکسره به سازوکارهای اقتصاد بازار سپرد، بلکه ضرورت دارد جهت جبران ناکارآمدی‌های بازار به تصمیم‌ها و سیاست‌های مبتنی بر منافع عمومی تمسک جست (Hansen, 2003: 13). الگوی کاربری زمین از نوع مسکونی و غیرمسکونی و چارچوب فضایی حاصل از مکانیسم رفتاری میان آن‌ها، پایه و مبنای سفرهای شهری را تشکیل می‌دهند (Ahadi et al., 2020: 86). ویژگی متمایز کاربری زمین، توانایی یا پتانسیل آن برای «تولید» سفر است. بنابراین، کاملاً طبیعی است که پتانسیل کاربری زمین یک قطعه زمین را که دارای فعالیت‌های خاصی برای ایجاد مقدار معینی جریان ترافیک در روز است، مرتبط کنیم (Lopa et al., 2022: 28). سیستم ترافیک شهری یک سیستم پویا، باز و پیچیده است به‌طوری که در سطح کلان، رابطه بین جریان ترافیک و کاربری اراضی در فرآیند تحول شهری از جمله شبکه راه‌ها منعکس می‌شود. تحول شبکه راه‌ها بر توزیع جریان ترافیک شهری، میانگین مسافت سفر و هزینه سفر ساکنان اثرگذار بوده و سپس بر انتخاب محل سکونت ساکنان و در نتیجه بر ماهیت کاربری زمین تأثیر می‌گذارد (Shi, 2020: 154). هم‌زمان با شکل‌گیری و توسعه شهرها در نقاط مختلف دنیا، نیاز به روش‌ها و سیستم‌هایی با توانایی تحلیل مشکلات و معضلات شهری حاصل از کنش متقابل بین سیستم‌های محیطی، جمعیتی و اقتصادی افزایش یافته است (Gioli & Milan, 2018: 3). سنجش پتانسیل ترافیک در زمان واقعی یکی از چالش‌های بزرگ مهندسان ترافیک، برای مدیریت مشکل تراکم ترافیک، به ویژه در دوره‌های اوج بوده است (Alghamdi, 2019: 1227) که در صورت تحقق می‌تواند به مدیریت بهتر ترافیک مناطق شهری برای کاهش ازدحام کمک کند (Shi et al., 2020: 4909). در دسترس بودن حجم زیادی ازداده‌های اطلاعات جغرافیایی بسیاری از محققان را به شیوه‌سازی پدیده

ترافیک برای اهداف پژوهشی و تجاری برانگیخته است (Amara, 2020: 1). با توجه به این که بنیان سیستم برنامه‌ریزی شهری مبنی بر ظرفیت‌سنجی بوده و ترافیک نیز به عنوان زیرشاخه این سیستم، پدیده‌ای مستقل نبوده بلکه زایده تأثیرات مختلف جمعیتی، کالبدی، ترافیکی، اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی می‌باشد، لذا این پژوهش با هدف تحلیل تطبیقی پتانسیل تراکم ترافیکی در محلات بافت جدید (منطقه یک) و قدیمی (منطقه چهار) شهر ارومیه انجام شده است. مطالعه و اجرای طرح‌های ترافیک و حمل و نقل شهری کشور به شکل بخشی و مستقل از شرایط محیطی، اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی تهیه و موجب گردیده تا شهر ارومیه نیز از مسائل مطرح شده در بالا مستثنی نبوده و با مشکلات ترافیکی چه در بافت قدیم و چه در بافت جدید مواجه باشد که دلیل آن را می‌توان به صورت کلی در مواردی همچون واقع شدن بخش عمده‌ای از کاربری‌های تجاری، اداری، آموزشی و درمانی، در بافت قدیمی شهر و عدم معاصرسازی این بافت با نیازهای امروزی، تخصیص تراکم ساختمانی بی‌ضابطه در شهر به خصوص بافت جدید، عدم رعایت سلسله‌مراتب معابر شهری در تفکیک اراضی، غفلت از نرخ سفرسازی کاربری‌ها در توسعه‌های جدید شهری، کمبود و جایابی نامناسب پارکینگ‌های طبقاتی، عدم توجه به گونه‌های مختلف حمل و نقل (دوچرخه، پیاده، اتوبوس، مترو، تراموا)، تعییر کارکرد معابر محلی از ترافیک مقصدی به ترافیک عبوری و غیره نام برد. برای شهر ارومیه با جمعیت ۷۳۶۲۲۴ نفر (رسانه‌ماری سال ۱۳۹۵)، آخرین مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک در سال ۱۳۸۷ انجام شده و با توجه به پویایودن سیستم شهری و تغییرات سریع آن، هیچ برنامه مدون و بهنگام شده‌ای در جهت مقابله با پدیده راهنمایان شهری ترافیکی در وضعیت فعلی و آینده آن وجود ندارد. از همین‌رو این پژوهش با بهره‌گیری از شاخص‌های متنوع کالبدی و غیرکالبدی مؤثر در ترافیک شهری بر آن بوده تا خلاً موجود در سیستم برنامه‌ریزی ترافیک شهر ارومیه را برطرف نموده و محلات دارای پتانسیل تراکم ترافیکی را در بافت جدید (منطقه ۱) و قدیمی (منطقه ۴) شهر ارومیه مورد سنجش و ارزیابی تطبیقی قرار دهد. نوآوری پژوهش حاضر را می‌توان در کاربست تنوعی از ۲۵ شاخص در قالب ۳ متغیر کالبدی، ترافیکی و اجتماعی-اقتصادی، اجرای روش‌های جدید CoCoSo و FUCOM، بهره‌گیری از اپلیکشن گوگل مپس^۱ جهت برداشت میانگین حجم ترافیک و نیز مقایسه تطبیقی پتانسیل (ظرفیت) تراکم ترافیکی در مقیاس محلات بافت قدیم و جدید ذکر کرد؛ به طوری که خروجی حاصل از آن می‌تواند به عنوان راه‌گشایی در جهت اولویت‌بندی اجرای طرح‌های موضوعی و موضعی در جهت حل مشکلات ترافیکی محلات، مقایسه کارآیی ترافیکی گونه‌های بافت، حذف ترافیک عبوری محل آرامش از محلات مسکونی، بازنظمی مجدد کاربری‌ها براساس نرخ سفرسازی و غیره مورد استفاده قرار گیرد.

تحقیقات مختلفی در ارتباط با موضوع ترافیک در شهرها انجام گرفته که در ذیل برخی از آن‌ها اشاره شده است:

کریمی و عابدینی^۲(۱۳۹۶)، در مقاله‌ای با عنوان "سنجهش پتانسیل ترافیکی در شهرها با استفاده از مدل IHWP (مطالعه موردی: شهر ارومیه)" با استفاده از ۱۴ شاخص از میان عوامل مؤثر در ترافیک انتخاب شده و پس از توزیع پرسش‌نامه بین نخبگان به محاسبه امتیاز شاخص‌ها بر اساس مدل IHWP اقدام گردیده است. نتایج به دست آمده بیانگر آن بوده که ۱۷ درصد از محدوده شهر ارومیه پتانسیل ترافیکی کم، ۷۷ درصد پتانسیل ترافیکی متوسط و ۶ درصد در محدوده پتانسیل ترافیکی زیاد قرار گرفته است.

ویراسینگ^۳ و باندارا^۴(۲۰۱۹)، در مقاله‌ای با عنوان "متدولوژی مبتنی بر GIS برای تعیین مرزهای اصلاح شده مناطق تجزیه و تحلیل ترافیک در مناطق شهری" مناطق تحلیل ترافیک (TAZs)^۵ را به عنوان کوچک‌ترین واحد فضایی در مدل سازی حمل و نقل و کاربری زمین بیان کرده و شناسایی یک روش برای تعیین مرز یک سیستم TAZ با توجه به دسترسی به شبکه جاده‌ای و عوامل مؤثر بر تولید سفر و توزیع سفر را ضروری دانسته‌اند. هدف تحقیق نیز توسعه روشی

¹ - Google Maps

² - Karimi & Abedini

³ - Weerasinghe

⁴ - Bandara

⁵ - Traffic Analysis Zones

برای تعیین محدوده‌های تحلیل ترافیک اصلاح شده (MTAZ) با در نظر گرفتن دسترسی به شبکه جاده‌ای مجاور، همگنی کاربری‌ها و پارامترهای اجتماعی- اقتصادی بوده است.

کلگانوف^۱ و اسکوتلینک^۲ (۲۰۱۹)، در مقاله‌ای با عنوان "تحقیق در مورد امکان افزایش ظرفیت ترافیکی خیابان‌ها در بخش مرکزی ایرکوتسک"^۳ به این نتیجه رسیده‌اند که افزایش سطح خودروسازی و توسعه بخش تاریخی شهر منجر به افزایش شدید تعداد خودروهای پارک شده در کنار خیابان شده است. این وضعیت باعث کاهش قابل توجه سرعت و در نتیجه افزایش زمان صرف شده در سفر گردیده است. همچنین مشخص شده که محدودیت یا حتی ممنوعیت کامل پارکینگ (و کنترل متناظر بر اجرای آن) در شلوغ‌ترین نقطه خیابان، ظرفیت تردد و سرعت حرکت خودروهای شخصی یا مسیر را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد.

هانگ^۴ (۲۰۱۹)، تحقیقی با عنوان "بررسی تعامل بین فعالیت‌های انسانی شهری و شرایط ترافیک روزانه: مطالعه موردنی تورنتو، کانادا" انجام داده که هدف آن بررسی تأثیر بالقوه فعالیت‌های انسانی بر ازدحام ترافیک روزانه از طریق پیوند دادن فعالیت‌های انسانی ناشی از تؤییت‌های دارای برچسب جغرافیایی به شرایط ترافیک روزانه بوده است. نتایج گویای آن بوده که فعالیت‌های مرتبط با سرگرمی بیشتر در ساعت‌های شب ظاهر می‌شوند، در حالی که به‌نظر می‌رسد ساعت‌شناسی شلوغی صبح نسبت به فعالیت‌های انسانی حساسیت کمتری دارند.

دوهچی^۵ و همکاران (۲۰۲۱)، در مقاله‌ای با عنوان "روش CoCoSo مبتنی بر تابع هرونی^۶ قدرت فازی برای اولویت بندی مزیت وسائل نقلیه خودران در مدیریت ترافیک در زمان واقعی" معیارهای اصلی، یعنی اینمنی اقتصادی، عمومی و سیاسی، زیستمحیطی و ترافیکی و ۱۳ معیار فرعی را با استفاده از تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی (MCDM) اولویت‌بندی کرده‌اند. برای این منظور روش راه حل سارش ترکیبی (CoCoSo)، روش لگاریتمی و تابع هرونی قدرت پیشنهاد گردیده، که نتایج حاصله از تأثیر پارامترهای p و q (مقادیر عددی در بازه ثابت) بر نتیجه تصمیم‌گیری نشان داده که نتایج رتبه‌بندی تحت تأثیر قرار نگرفته است.

دمیر^۷ و همکاران (۲۰۲۲)، پژوهشی با عنوان "بهسوی تحرک شهری پایدار با استفاده از روش‌های Fuzzy- Fuzzy- CoCoSo و FUCOM مطالعه موردنی: پودگوریتسا"^۸ انجام داده‌اند که نتایج بیانگر آن بوده، برنامه‌ریزی جامع و ارزش‌گذاری جایگزین بالقوه دوچرخه‌سواری برای تحرک شهری پایدار در رتبه‌های اول و دوم قرار داشته است.

حجاری‌طاهری^۹ و همکاران (۱۴۰۱)، در تحقیقی با عنوان "بررسی نقش شبکه معابر در ترافیک شهری با استفاده از GIS" جهت بررسی شبکه معابر به سه حوزه ساختار، عناصر و کاربری‌های پیرامون شبکه معابر پرداخته‌اند. به‌منظور بررسی مشخصه‌های ساختاری شبکه معابر، از ترکیب دو دیدگاه تجزیه و تحلیل ساختار راهها (استファン مارشال) و دیدگاه چیدمان فضایی (بیل هیلیر) استفاده کرده‌اند. نتایج بیانگر آن بوده که بیشترین میزان جذب سفر مربوط به مناطق مرکزی شهر کاشان بوده و حومه‌های شهری که دارای شبکه ارتباطی منظم‌تری بوده‌اند، میزان جذب سفر پایین‌تری داشته‌اند.

ممدوحی^{۱۰} و همکاران (۱۴۰۲)، در مقاله‌ای با عنوان "مطالعه تطبیقی و شناسایی عوامل مؤثر در ایجاد سفرهای اجاری برون شهری" با مطالعه در سه استان خراسان‌رضوی، فارس و تهران به این نتیجه رسیده‌اند که برای تولید

¹ - Kolganov

² - Skutelnik

³ - Irkutsk

⁴ - Huang

⁵ - Deveci

⁶ - Heronian Function

⁷ - Demir

⁸ - Podgorica

⁹ - Hajjari Taheri

¹ - Mamdoohi

سفرهای تحصیلی، متغیر تعداد خودرو تحت تملک (خانوارهای با بیش از دو وسیله نقلیه) و برای جذب، سرانه مالکیت خودرو از اهمیت بالایی برخوردار بوده است. همچنین در تولید سفرهای کاری، سهم افراد در رده سنی ۳۲-۴۷ سال و در جذب، تعداد شاغلان در سرانه مالکیت خودرو بیشترین تأثیر را بر ایجاد سفرهای کاری داشته‌اند.

مبانی نظری

تراکم ترافیک پدیده‌ای است حاصل از ارتباط سه‌گانه میان انسان، راه و وسیله نقلیه، ویژگی‌ها و کیفیت عملکرد هر کدام از این سه عامل نقش تعیین کننده‌ای در کیفیت نهایی ترافیک در هر زمان دارد (Akbari & Lotfalian, 2020: 149). دسته‌بندی‌های گوناگونی از نوع ترافیک وجود دارد به طوری که قریب انواع ترافیک (تردد) را براساس نوع حرکت و علت انجیزه آن به سه دسته تقسیم کرده است: ۱- تردد تجاری: تهیه و توزیع کالا، حمل و نقل کالا؛ ۲- تردد شغلی: برای رسیدن به محل کار این نوع تردد بیشترین نوع تردد بوده، علاوه بر این قسمت اعظم این تردد در ساعت‌های معینی از روز انجام می‌گیرد و به وجود آورنده حداکثر بار ترافیکی در شهرهاست؛ ۳- تردد برای ارائه خدمات: این نوع شامل خدمات آتش‌نشانی اورژانس و غیره است (Gharib, 2020: 13). عوامل مؤثر در رفتار ترافیک عمده‌ای در دو سطح فردی (یا خانواری) و سطح یک محدوده فضایی (مانند محله یا ناحیه ترافیکی) قرار می‌گیرند. ویژگی‌های اجتماعی- اقتصادی مانند سن، جنس، مالکیت اتومبیل و غیره در زمرة عوامل سطح فردی قرار دارند (Ewing & Cervero, 2010). برهمنی اساس انواع مختلف کاربری اراضی (مسکونی، آموزشی و تجاری) دارای ویژگی‌های متفاوتی برای تولید ترافیک هستند که عبارت‌اند از: ۱- مقدار جریان ترافیک؛ ۲- نوع ترافیک (عبر پیاده، کامیون، اتومبیل)؛ ۳- ترافیک در یک زمان خاص (ادارات در صبح و عصر جریان ترافیک ایجاد می‌کنند، در حالی که معازه‌ها در طول روز جریان ترافیک ایجاد می‌کنند) (Muttaqien & Basuki, 2020: 3). هنگامی که یک مرکز خدماتی مانند مرکز خرید، مدرسه، کالج، بانک، بیمارستان یا مرکز تجاری برنامه‌ریزی می‌شود، برای مهندسان ترافیک و برنامه‌ریزان حمل و نقل ضروری است که حجم ترافیک موردنظر تولید یا جذب شده توسط چنین تسهیلاتی را تعیین کنند. حجم ترافیک مورد انتظار می‌تواند به درک تأثیر ترافیک بر خیابان مجاور و الگوی تغییرات ترافیک در تسهیلات کمک کند (Meena & Patil, 2022: 1). برخی از عواملی که می‌توانند بر تولید سفر تأثیر بگذارند عبارت‌اند از: ۱- الگو و شدت کاربری اراضی و توسعه آن در منطقه مورد مطالعه؛ ۲- ویژگی‌های اجتماعی- اقتصادی رفتار جمعیت سفرکننده در منطقه مورد مطالعه؛ ۳- شرایط و قابلیت‌های سیستم حمل و نقل موجود در منطقه مورد مطالعه و طرح توسعه آن (Muttaqien & Basuki, 2020: 2). هر کدام از کاربری‌ها براساس نظام تقسیمات فضایی دارای شاعع دسترسی معینی می‌باشد که می‌تواند با توجه به خدماتی که به شهروندان ارائه می‌دهد در ترافیک شهری مؤثر واقع گردد. در جدول ۱ شاعع دسترسی کاربری‌های کلیدی براساس تحقیقات مختلف ارائه گردیده است.

جدول ۱. شعاع دسترسی کاربری‌های مهم براساس مقیاس عملکردی آن‌ها ((مأخذ: حسینزاده و همکاران، ۱۳۹۹؛ (۱۵۴))
هدایت نزد و همکاران، ۱۳۹۸؛ (۸۷))؛ (حبیبی و مسانئی، ۱۳۷۸؛ (۱-۳۲))؛ (زنگی‌آبادی و سعیدپور، ۱۳۹۵؛ (۵۰))؛ (پوراحمد و
همکاران، ۱۳۹۷؛ (۳۵))؛ (خدائی و خزاعی، ۱۳۹۶؛ (۱۴۰))؛ (حسینی و علوی، ۱۳۹۷؛ (۱۴۰))؛ (اجزان‌شکوهی و رستگار، ۱۳۹۴؛ (۳۰))

شعاع دسترسی		مقیاس	نوع کاربری	شعاع دسترسی		مقیاس	نوع کاربری
حداکثر	حداقل			حداکثر	حداقل		
۳ دقیقه پیاده روی	کوی	تجاری	خرید روزانه	۲۵۰	۲۲۰	کوی	بوستان
۵ دقیقه پیاده روی (۸۰۰ متر)	محله		خرید روزانه- هفتگی	۳۷۵	۳۰۰	محله	
۱۵ دقیقه پیاده روی	برزن		خرید هفتگی- ماهانه	۷۵۰	۶۵۰	ناحیه	
۲۰ دقیقه پیاده روی	ناحیه		خرید ماهانه	۵۰۰	۳۰۰	کوی	مهدکودک و کودکستان

(١٥٠٠ متر)							
٣٠ دقیقه پیاده روی (٢٥٠٠ متر)	منطقه	واحد تجاری عمده فروشی		٨٠٠	٤٠٠	محله	آموزش ابتدایی
٧٥٠	ناحیه	درمانگاه		١٢٠٠	٨٠٠	برزن	آموزش راهنمایی
١٥٠٠	منطقه	بیمارستان		٢٠٠	١٢٠٠	ناحیه	آموزش دبیرستان
٨٠٠	محله		پارک	٦٠٠	-	منطقه	اداری
١٦٠٠	ناحیه			٢٠٠	-	محله	مذهبی
٣٢٠٠	شهر						
٣٠٠	-	واحد همسایگی	ورزشی	٧٠٠	-	واحد همسایگی	تفریحی
١٠٠٠	محله			١٥٠٠	-	ناحیه	
٣٠٠٠	ناحیه			٦٠٠	-	منطقه	فرهنگی
٤٥٠٠	منطقه		مذهبی	-	-	-	-
٤٠٠	محله						
٧٥٠	ناحیه						

هندارد^۱ انواع ترافیک را بر پایه عراصی بخش بندی نموده که شامل ترافیک مربوط به سکونت، کارهای حرفه‌ای- اقتصادی یا تجاری- اجتماعی و یا تفریحی، جشن‌ها و اعیاد و رفت آمدۀای استثنایی می‌شود (Strufsky, 2016: 56). باومایستر^۲ رابطه میان ترافیک و گسترش شهر را رابطه مستقیم و متقابل می‌دانست و اعتقاد داشت که تنها با مطالعه دقیق و سیستماتیک ترافیک شهری می‌توان به حل آن امیدوار بود (Pakzad, 2021: 123). بوکانان^۳ نیز بر این عقیده بود با پخشایش و تجمعی درست ترافیک پهنه‌های گستردۀای از شهر را از پیامدۀای منفی خودرو نجات دهد. این ایده اصلی او در تنظیم ترافیک پایه نظری برنامه‌ریزی حمل و نقل و هرگونه کوشش بعدی درباره آرامسازی محله‌ها و پهنه‌های شهری گردید (Pakzad, 2021: 217). در مقابل از نظر لوئیس مامفورد^۴ «حق دسترسی به هر بنا در شهر با وسیله نقلیه شخصی و در سنی که هر کسی واجد تملک چنین وسیله‌ای است، در واقع حقی برای از بین بردن و تخریب شهرها است» (Arendt, 2008: 86). براساس مطالب مذکور، ایجاد یک سیستم ارزیابی شاخص علمی و معقول برای ارزیابی وضعیت فعلی ترافیک شهری، تعیین اهداف برنامه‌ریزی و ارزیابی به موقع توسعه شهری ضروری است. آن‌چه هیجان‌انگیز است این است که با توسعه سریع شبکه‌های اجتماعی، اینترنت موبایل، تجارت الکترونیک و غیره، داده‌های مختلف به طور تصاعدی در حال رشد هستند (Wang et al., 2019: 110103). از آن‌جا که تولید سفرهای درون شهری توسط یک فرد متأثر از عوامل متعددی است که در تحقیق حاضر این عوامل در سه دسته عوامل کالبدی، اجتماعی- اقتصادی و ترافیکی مدنظر قرار گرفته است.

روش پژوهش

این تحقیق با توجه به هدف آن از نوع تحقیقات کاربردی بوده و با توجه به روش انجام کار، از ماهیتی توصیفی- تحلیلی برخوردار می‌باشد. گردآوری اطلاعات از طریق مطالعات کتابخانه‌ای، مطالعات میدانی (شامل مراجعت به ادارات جهت اخذ داده‌های طرح‌های جامع، تفصیلی و مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک شهر ارومیه) و اطلاعات سرشماری

¹ - Hénard

² - Baumeister

³ - Buchanan

⁴ - Lewis Mumford

مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۵ صورت گرفته است. پس از مطالعه منابع مرتبط با موضوع تحقیق، شاخص‌های مؤثر در پتانسیل‌سنجدی تراکم ترافیک استخراج شده و سپس با توجه به موجودبودن داده‌های GIS، ۲۵ شاخص براساس نظرات نخبگان (استادی دانشگاه و دانشجویان دکتری شهرسازی و برنامه‌ریزی شهری) برای رسیدن به خروجی تحقیق انتخاب گردیده است (جدول ۲).

جدول ۲. مشخصات مربوط به متغیرها (ماخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲)

متغیر	شاخص	متغیر	شاخص	متغیر	شاخص
X18	فاصله از کاربری‌های درمانی	X10	متوسط قیمت زمین	X1	فاصله از کاربری‌های فضای سبز
X19	فاصله از کاربری‌های مذهبی	X11	فاصله از کاربری‌های تجاری	X2	فاصله از کاربری‌های ورزشی
X20	تعداد جمعیت شاغل	X12	فاصله از کاربری‌های اداری	X3	فاصله از کاربری‌های فرهنگی
X21	محدوده تحت پوشش حمل و نقل عمومی	X13	دسترسی به پارکینگ طبقاتی	X4	فاصله از هسته‌های شهری
X22	تعداد خودرو	X14	تراکم واحد مسکونی	X5	عرض معابر
X23	سطح سرویس معابر	X15	تراکم جمعیتی	X6	حجم ترافیک
X24	فاصله از کاربری‌های آموزشی	X16	تعداد جمیعت محصل	X7	تراکم ساختمانی
X25	تعداد خانوار	X17	فاصله از کاربری‌های تفریحی	X8	نرخ سفرسازی کاربری‌ها
-	-	-	-	X9	سرانه مالکیت خودرو

با توجه به اینکه هر کدام از شاخص‌های مؤثر در پتانسیل‌سنجدی تراکم ترافیک محلات بافت تاریخی و جدید، ضریب اهمیت متفاوتی دارند، لذا در این مقاله از نظرات نخبگان جهت تعیین وزن شاخص‌ها استفاده شده است. برای وزن دهی به شاخص‌ها از روش سازگاری کامل (FUCOM) استفاده گردیده به طوری که ابتدا پرسشنامه‌ای که محتوای آن جهت رتبه‌بندی شاخص‌ها و سپس مقایسه زوجی شاخص‌ها براساس رتبه بدست آمده بوده، تدوین شده است. در قدم بعدی پرسشنامه‌ها با تعداد نمونه ۵۰ عدد به صورت تصادفی در سال ۱۴۰۲ بین نخبگان که شامل استادی و دانشجویان دکتری شهرسازی و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه‌های تبریز و ارومیه می‌باشد، توزیع گردیده و داده‌های آن وارد نرم‌افزار اکسل و لینگو^۱ شده و مورد محاسبه و تحلیل قرار گرفته است. روش FUCOM توسط پاموکار و همکاران (۲۰۱۸) ارائه شد. این تکنیک جزو روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است. الگوریتم FUCOM برگرفته شده از عبارت Full Consistency Method می‌باشد که امکان محاسبه عینی وزن معیارها را به دلیل تعداد کم مقایسه معیارها و استفاده از انتقال پذیری کامل ریاضی امکان پذیر می‌کند. مدل FUCOM قابلیت روایی‌سنجدی مدل را به کمک محاسبه مقدار خطأ برای بردارهای وزنی بدست آمده با تعیین DFC (انحراف از سازگاری کامل) فراهم می‌کند. از طرفی، در سایر مدل‌های مخصوص تعیین وزن معیارها (مدل BWM، مدل‌های AHP)، افزونگی مقایسه جفتی دیده می‌شود، که باعث کاهش آسیب‌پذیری آن‌ها نسبت به خطاهای قضاؤت می‌شود، در صورتی که عملیات اجرایی FUCOM این مسئله را برطرف می‌کند (Pamucar et al., 2018: 1-22).

در مرحله اول، معیارهای مجموعه پیش‌فرض معیارهای ارزیابی $\{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ رتبه‌بندی می‌شوند. رتبه‌بندی طبق اهمیت معیارها انجام می‌شود؛ بدین معنا که رتبه‌بندی از معیارهایی که انتظار می‌رود دارای بالاترین ضریب وزنی باشند، شروع می‌شود و به معیاری که دارای حداقل اهمیت است، ختم می‌شود. بنابراین، معیارهای رتبه‌بندی شده بر حسب مقادیر مورد انتظار ضرایب وزنی بدست می‌آینند.

$$C_{(j(1))} > C_{(j(2))} > \dots > C_{(j(k))}$$

که در این عبارت k به معنی رتبه معیار مشاهده شده است. اگر قضاوتی مبنی بر وجود دو یا چند معیار دارای اهمیت یکسان وجود داشته باشد، از علامت «<» بین این معیارها در رابطه ریاضی بالا استفاده می‌شود (Pamucar et al., 2018: 1-22).

در مرحله دوم، یک مقایسه بین معیارهای رتبه‌بندی شده انجام می‌شود و «اولویت مقایسه» $(\varphi_{(k/(k+1))})$ (که در این عبارت k به معنی رتبه معیارهای است) برای معیارهای ارزیابی تعیین می‌شود. اولویت مقایسه برای معیارهای ارزیابی $(\varphi_{(k/(k+1))})$ به معنی مزیت یک معیار از رتبه $C_{(j(k))}$ در مقایسه با یک معیار از رتبه $C_{(j(k+1))}$ می‌باشد. به این ترتیب، بردارهای اولویت‌های مقایسه برای معیارهای ارزیابی، طبق رابطه ۱، بدست می‌آید.

$$\Phi = (\varphi_{(1/2)}, \varphi_{(2/3)}, \dots, \varphi_{(k/(k+1))}) \quad \text{رابطه ۱}$$

که در این عبارت $(\varphi_{(k/(k+1))})$ به معنی اهمیت (اولویتی) است که یک معیار از رتبه $C_{(j(k))}$ با یک معیار از رتبه $C_{(j(k+1))}$ مقایسه می‌شود.

در مرحله سوم، مقادیر نهایی ضرایب وزنی برای معیارهای ارزیابی $(\omega_{1}, \omega_{2}, \dots, \omega_n)$ محاسبه می‌شوند. مقادیر نهایی ضرایب وزنی باید دو شرط را برقرار کنند:

شرط اول: اینکه نسبت ضرایب وزنی برابر با اولویت مقایسه در میان معیارهای مشاهده شده $(\varphi_{(k/(k+1))})$ تعریف شده در مرحله ۲ باشد؛ یعنی اینکه شرط دلیل برقرار باشد:

$$\omega_k / \omega_{(k+1)} = \varphi_{(k/(k+1))}$$

شرط دوم: علاوه بر شرط فوق، مقادیر نهایی ضرایب وزنی باید شرط انتقال‌پذیری ریاضی را برقرار کنند؛ یعنی اینکه $\varphi_{(k/(k+1))} * \varphi_{((k+1)/(k+2))} = \varphi_{(k/(k+2))}$

براساس شرایط تعریف شده، مدل نهایی برای تعیین مقادیر نهایی ضرایب وزنی معیارهای ارزیابی را می‌توان تعریف نمود.

Min x

s.t.

$$\left| \frac{w_{jk}}{w_{j(k+1)}} - \varphi_{k/(k+1)} \right| \leq x, \forall j$$

$$\left| \frac{w_{jk}}{w_{j(k+1)}} - \varphi_{k/(k+1)} * \varphi_{(k+1)/(k+2)} \right| \leq x, \forall j$$

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1, \forall j$$

$$w_j \geq 0, \forall j$$

با حل مدل بالا، مقادیر نهایی معیارهای ارزیابی $(\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)$ و درجه DFC می‌آیند (Pamucar et al., 2018: 1-22).

پس از تحلیل پرسشنامه‌ها و محاسبه وزن شاخص‌ها براساس روش FUCOM مبتنی بر سطح خطای قابل قبول (DFC)، به منظور تحلیل پتانسیل تراکم ترافیکی در محلات بافت جدید و قدیمی شهر ارومیه براساس شاخص‌های ۲۵ لایه‌های اطلاعاتی شاخص‌ها در نرمافزار GIS آماده‌سازی شده و سپس عملیات تبدیل به فرمت رستر و نیز استانداردسازی براساس هدف تحقیق صورت گرفته است. در گام بعد با استفاده از ابزار Zonal مقادیر پتانسیل ترافیکی به تفکیک محلات ۲۹ گانه استخراج گردیده است. در گام بعد برای اینکه بتوان پتانسیل تراکم ترافیکی را در محلات بافت جدید و قدیمی تحلیل و ارزیابی نمود، از روش تصمیم‌گیری چند معیاره کوکوسو (CoCosو (بهره گرفته شده است.

¹ - Combined Compromise Solution

روش کوکوسو یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره به معنای راصلحه ترکیبی می‌باشد که توسط یزدانی و همکاران (۲۰۱۸) برای انتخاب بهترین گزینه براساس تعدادی معیار استفاده شده است که مراحل انجام آن به شرح زیر است.

گام ۱: تشکیل ماتریس تصمیم

نخستین گام در این تکنیک تشکیل ماتریس تصمیم است ماتریس تصمیم یک ماتریس برای ارزیابی تعدادی گزینه براساس تعدادی معیار است یعنی ماتریسی که در آن هر گزینه براساس تعدادی معیار امتیازدهی شده است. ماتریس تصمیم با X و هر درایه آن با x_{ij} نشان داده شده است (Yazdani, 2018: 2501-2519).

$$\begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & & x_{mn} \end{bmatrix}$$

گام ۲: نرمال‌سازی ماتریس تصمیم

در گام دوم باید ماتریس تصمیم بی‌مقیاس شود ماتریس تصمیم نرمال با N و هر درایه ماتریس بی‌مقیاس شده با n_{ij} نشان می‌دهند.

$$N = \begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & \dots & n_{1n} \\ n_{21} & n_{22} & \dots & n_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ n_{m1} & n_{m2} & & n_{mn} \end{bmatrix}$$

در روش کوکوسو نرمال‌سازی به روش نرمال‌سازی مبتنی بر مصالحه صورت می‌گیرد. این روش نرمال‌سازی نخستین بار توسط زلنی به سال ۱۹۷۳ مطرح گردید. در گام دوم باید ماتریس تصمیم بی‌مقیاس شود اگر ماتریس تصمیم با X و هر درایه آن با x_{ij} نشان داده شود ماتریس تصمیم نرمال با \bar{X} و هر درایه ماتریس بی‌مقیاس شده با \bar{x}_{ij} نشان می‌دهند. اگر شاخص‌ها از نوع مثبت باشد از رابطه ۲ استفاده می‌شود (Yazdani, 2018: 2501-2519).

$$\bar{n}_{ij} = \frac{x_{ij} - \min x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} \quad \text{رابطه ۲}$$

اگر شاخص‌ها از نوع منفی باشد از رابطه ۳ استفاده می‌شود:

$$\bar{n}_{ij} = \frac{\max x_{ij} - x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} \quad \text{رابطه ۳}$$

گام ۳: موزون‌سازی ماتریس تصمیم نرمال

برای موزون‌سازی ماتریس تصمیم نرمال از دو روش ضرب و توان استفاده می‌شود. یعنی درایه‌های ماتریس تصمیم نرمال یک بار در اوزان معیارها ضرب می‌شود و یک بار به توان اوزن معیارها می‌رسد. برای تهیه ماتریس بی‌مقیاس موزون باید وزن معیارها نیز از قبل مشخص شود که در این تحقیق از روش Fucom بهره گرفته شده است. برای موزون‌سازی از روابط ۴ استفاده می‌شود (Yazdani, 2018: 2501-2519).

$$S_i = \sum_{j=1}^n (W_j \times n_{ij}) \quad \text{رابطه ۴}$$

$$P_i = \sum_{j=1}^n (n_{ij})^{w_j}$$

گام چهارم: تعیین اوزان گزینه‌ها

برای تعیین وزن گزینه‌ها از سه معادله مختلف استفاده می‌شود (رابطه ۵):

$$K_{ia} = \frac{P_i + S_i}{\sum(P_i + S_i)} \quad \text{رابطه ۵}$$

$$K_{iB} = \frac{S_i}{\min S_i} + \frac{P_i}{\min P_i}$$

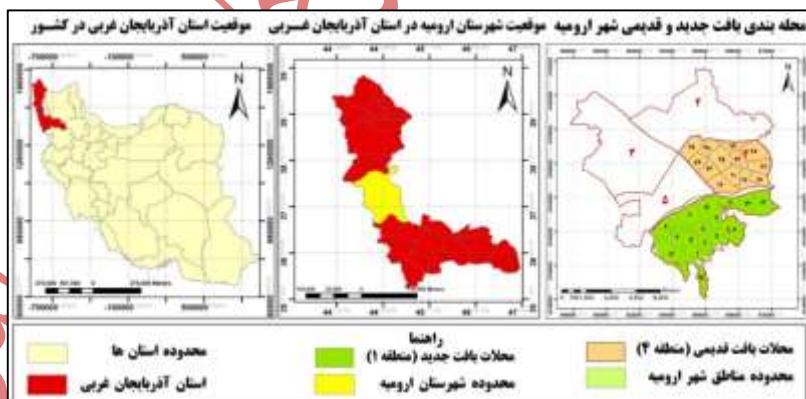
$$K_{ic} = \frac{\lambda(S_i) + (1-\lambda)(P_i)}{(\lambda \max S_i + (1-\lambda) \max P_i)}$$

در رابطه فوق مقدار λ را با $0.5/0$ در نظر بگیرید. با استفاده از این روابط وزن گزینه‌ها به صورت جداگانه تعیین و اولویت‌بندی می‌شود. در نهایت برای ترکیب اوزان سه‌گانه از رابطه ۶ استفاده خواهد شد. وزن نهایی گزینه‌ها براساس رابطه ۶ خواهد بود (Yazdani, 2018: 2501-2519).

$$K_i = (K_{ia} K_{iB} K_{ic})^{\frac{1}{3}} + \frac{1}{3}(K_{ia} + K_{iB} + K_{ic}) \quad \text{رابطه ۶}$$

محدوده مورد مطالعه

شهر ارومیه مرکز استان آذربایجان غربی در شمال غربی کشور واقع شده و براساس سرشماری سال ۱۳۹۵ جمعیت شهر ارومیه ۷۳۶۲۲۴ نفر و مساحت این شهر براساس طرح تفصیلی در سال ۹۸ حدود $11217/8$ هکتار می‌باشد (Consulting Engineers of Tarho Amayesh, 2019: 7) براساس نظام تقسیمات شهرداری، شهر ارومیه دارای ۵ منطقه بوده به طوری که محدوده مورد مطالعه در این پژوهش شامل بافت جدید (منطقه ۱) و بافت قدیمی (منطقه ۴) می‌باشد که به ترتیب شامل ۱۶ و ۱۳ محله بوده است (تصویر ۱).



تصویر ۱: موقعیت شهر ارومیه در استان و کشور و نقشه منطقه‌بندی شهر (مأخذ: مهندسین مشاور طرح و آمیش، ۱۳۹۸)

یافته‌ها و بحث

جهت محاسبه وزن شاخص‌ها از روش تصمیم‌گیری چند معیاره FUCOM استفاده گردیده، که پس از تحلیل نتایج ۵۰ پرسشنامه در قالب کدنویسی انجام شده در نرم‌افزار اکسل و لینکو، خروجی به صورت جدول ۳ استخراج شده است (تصویر ۲). وزن شاخص‌ها براساس روش FUCOM مبتنی بر سطح خطای قابل قبول ($DFC=0$)، محاسبه شده که مؤید پایایی و روایی تحقیق و نیز سازگاری قضاوتها می‌باشد. نتایج به دست آمده نشانگر آن بوده که بیشترین

^۱-Deviation from the Full Consistency (انحراف از سازگاری کامل)

ضریب اهمیت استخراج شده مربوط به شاخص فاصله از کاربری‌های ورزشی با ۰/۰۷۱ و کمترین آن مربوط به شاخص فاصله از هسته‌های شهری با ۰/۰۰۵ بوده است.

تصویر ۲: نمونه‌ای از محاسبات انجام شده در نرم‌افزارهای مورد استفاده (مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Criteria Number <=4	Criterion 1	Criterion 2	Criterion 3	Criterion 4	Criterion 5	Criterion 6	Criterion 7	Criterion 8	Criterion 9	Criterion 10	Criterion 11	Criterion 12	Criterion 13	Criterion 14
Names of Criteria	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Rank	1	20	12	24	5	2	13	8	4	9	18	57	3	6
Criteria (according to rank)	A	F	I	T	E	N	M	Y	H	S	G	C	K	R
Criteria comparisons	1	0.50	0.67	0.75	0.81	0.88	0.88	0.87	0.88	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94
Condition 01 (B)	W _A /wF	wH/wI	wM/wN	wL/wE	wE/wN	wH/wM	wY/wH	wH/wS	wT/wH	wT/wS	wG/wC	wC/wK	wL/wR	wH/wX
Condition 02 (B)	0.36	0.67	0.75	0.80	0.83	0.88	0.87	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	1.03
Contraints	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Weights	A	F	I	T	E	N	M	Y	H	S	G	C	K	R
	0.005	0.039	0.018	0.021	0.028	0.011	0.016	0.042	0.047	0.052	0.053	0.062	0.067	0.071
DFC(N)	0.004-00		W _I	1.000										

=IF(\$B\$4=8,\$B\$3,IF(\$C\$4=8,\$C\$3,IF(\$D\$4=8,\$D\$3,IF(\$E\$4=8,\$E\$3,IF(\$F\$4=8,\$F\$3,IF(\$G\$4=8,\$G\$3,IF(\$H\$4=8,\$H\$3,IF(\$I\$4=8,\$I\$3,IF(\$J\$4=8,\$J\$3,IF(\$K\$4=8,\$K\$3,IF(\$L\$4=8,\$L\$3,IF(\$M\$4=8,\$M\$3,IF(\$N\$4=8,\$N\$3,IF(\$O\$4=8,\$O\$3,IF(\$P\$4=8,\$P\$3,IF(\$Q\$4=8,\$Q\$3,IF(\$R\$4=8,\$R\$3,IF(\$S\$4=8,\$S\$3,IF(\$T\$4=8,\$T\$3,IF(\$U\$4=8,\$U\$3,IF(\$V\$4=8,\$V\$3,IF(\$W\$4=8,\$W\$3,IF(\$X\$4=8,\$X\$3,IF(\$Y\$4=8,\$Y\$3,IF(\$Z\$4=8,\$Z\$3,"")))))))))))))

جدول ۳. وزن محاسبه شده شاخص‌ها مبنی بر روش FUCOM (مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲)

وزن	شاخص	وزن	شاخص
۰/۰۳۱	تراکم جمعیتی	۰/۰۵	فاصله از هسته‌های شهری
۰/۰۲۸	تراکم واحد مسکونی	۰/۰۱۴	متوسط قیمت زمین
۰/۰۲۳	تراکم ساختمانی	۰/۰۶۲	دسترسی به پارکینگ طبقاتی
۰/۰۳۵	فاصله از کاربری‌های فضای سبز	۰/۰۱۸	عرض معابر
۰/۰۷۱	فاصله از کاربری‌های ورزشی	۰/۰۲۶	تعداد خودرو
۰/۰۵۲	فاصله از کاربری‌های مذهبی	۰/۰۱۰	سرانه مالکیت خودرو
۰/۰۵۵	فاصله از کاربری‌های فرهنگی	۰/۰۵۷	سطح سرویس معابر
۰/۰۶۶	فاصله از کاربری‌های تفریحی	۰/۰۴۷	محدوده تحت پوشش حمل و نقل عمومی
۰/۰۴۸	فاصله از کاربری‌های آموزشی	۰/۰۲۱	حجم ترافیک
۰/۰۴۱	فاصله از کاربری‌های اداری	۰/۰۱۶	نرخ سفرسازی کاربری‌ها
۰/۰۶۹	فاصله از کاربری‌های درمانی	۰/۰۶۷	تعداد جمعیت محلل
۰/۰۴۲	فاصله از کاربری‌های تجاری	۰/۰۶۱	تعداد جمعیت شاغل
-		۰/۰۳۶	تعداد خانوار

پس از استخراج وزن نهایی شاخص‌ها، پتانسیل تراکم ترافیکی در محلات بافت قدیمی و جدید شهر ارومیه به تفکیک ۲۵ شاخص مورد واکاوی قرار گرفته است. نتایج گویای آن بوده که براساس شاخص فاصله از کاربری‌های فضای سبز محله ۱۴ بیشترین و محله ۱۵ کمترین پتانسیل ترافیکی و براساس شاخص فاصله از کاربری‌های ورزشی محله ۱۶ بیشترین و محله ۲۱ کمترین پتانسیل ترافیکی را داشته است. برپایه شاخص فاصله از کاربری‌های فرهنگی، محلات ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۱۵، ۱۶، ۱۷ و ۲۱ کمترین و محله ۲۲ بیشترین پتانسیل ترافیکی و برپایه شاخص فاصله از هسته‌های شهری، محله ۱۸ کمترین و محله ۲۵ بیشترین پتانسیل ترافیکی را بخود اختصاص داده است. براساس شاخص عرض معابر، محله ۱۴ بیشترین و محله ۱۸ کمترین پتانسیل و براساس شاخص حجم ترافیک، محله ۷ کمترین و محله ۲۵ بیشترین پتانسیل ترافیکی را کسب کرده است. برپایه شاخص تراکم ساختمانی، محله ۱۲ بیشترین و محله ۲۱ کمترین پتانسیل ترافیک و برپایه شاخص نرخ سفرسازی کاربری‌ها، محله ۱۵ کمترین و محله ۱۷ بیشترین پتانسیل ترافیک را

به خود اختصاص داده‌اند. براساس شاخص متوسط قیمت زمین، محله ۱۶ بیشترین و محله ۱۸ کمترین پتانسیل ترافیک و براساس شاخص‌های فاصله از کاربری‌های تجاری، اداری و آموزشی، محله ۱۵ کمترین و محله ۱۶ بیشترین پتانسیل ترافیک را کسب کرده‌اند. برپایه شاخص دسترسی به پارکینگ طبقاتی، محلات ۱ تا ۱۶، ۱۹، ۱۸، ۲۴، ۲۱، ۲۷، ۲۶ و ۲۹ کمترین و محله ۲۵ بیشترین پتانسیل ترافیک و برپایه شاخص تراکم مسکونی محله ۲۶ بیشترین و محله ۱۵ کمترین پتانسیل ترافیک را داشته‌اند. براساس شاخص تراکم جمعیتی، محله ۱۵ کمترین و محله ۲۶ بیشترین پتانسیل ترافیکی و براساس شاخص تعداد جمعیت محصل، محله ۱۲ بیشترین و محله ۱۵ کمترین پتانسیل ترافیکی را به خود اختصاص داده است. برپایه شاخص فاصله از کاربری‌های تفریحی، محله ۱، ۲، ۳، ۵ و ۱۵ کمترین و محله ۲۵ بیشترین پتانسیل ترافیک و برپایه شاخص فاصله از کاربری‌های درمانی، محله ۱۵ کمترین و محله ۲۵ بیشترین پتانسیل ترافیکی را داشته است. براساس شاخص فاصله از کاربری‌های مذهبی، محلات ۱، ۲، و ۱۵ کمترین و محله ۲۵ بیشترین پتانسیل ترافیک و براساس شاخص‌های تعداد خانوار و تعداد جمیت شاغل، محله ۱۲ بیشترین و محله ۱۵ کمترین پتانسیل ترافیکی را کسب نموده است. برپایه شاخص محدوده تحت پوشش حمل و نقل عمومی، محله ۱۵ کمترین و محله ۱۶ بیشترین پتانسیل ترافیکی و برپایه شاخص تعداد خودرو، محله ۷ بیشترین و محله ۲۷ کمترین پتانسیل ترافیکی را به خود اختصاص داده‌اند. براساس شاخص سطح سرویس معابر، محله ۱۵ کمترین و محله ۲۵ بیشترین پتانسیل ترافیکی و براساس شاخص سرانه مالکیت خودرو، محله ۷ بیشترین و محله ۲۷ کمترین پتانسیل ترافیکی را داشته است. پس از تحلیل پتانسیل تراکم ترافیکی محلات مورد مطالعه به تفکیک شاخص‌های ۲۵ گانه، برای اینکه بتوان تصویر روش‌نمی از وضعیت محلات به لحاظ پتانسیل تراکم ترافیکی ارائه داد از روش تصمیم‌گیری چند معیاره CoCoSo استفاده گردیده است. بدین منظور در مرحله اول از اجرای مدل، نسبت به تشکیل ماتریس اولیه شاخص‌ها براساس داده‌های مستخرج از لایه‌های اطلاعاتی استانداردشده شاخص‌ها در نرم‌افزار GIS با استفاده از ابزار Zonal اقدام گردیده است (جدول ۴). بعد از تشکیل ماتریس خام داده‌ها، نسب به نرمال‌سازی آن اقدام شده است (جدول ۵).

دانلود

جدول ۴. ماتریس اولیه شاخص‌ها (رنگ قرمز، بیشترین و رنگ سبز، کمترین پتانسیل ترافیک) (مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲)

محلات قدیم																	محلات جدید																محله	شاخص
۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱				
۲۳-۷۱	۱۹۲۲۵	۱۹۴۷۹	۲۱۲۵۱	۳۵۷۸۱	۱۸۹۷۳	۱۷۷۲۱	۱۷-۰۲	۹۷۶۴	۲۵۱۵۳	۲۳۱۴۱	۱۷۱۷۴	۲۹۲۴۹	۳۹-۰۹	۵۵۳۵	۴۲۶-۰۷	۲۴۲۹۸	۳۴۲۹۸	۳۵۶-۰۳	۲-۸۸۴	۳۱۷۹۲	۱۷۶۵-	۲۲۸۳۷	۲۵۸-۸	۱۶۷۷۵	۱۸۴۴۳	۲-۷۸۹	۱۷۶۳۲	۱۹۲-۰	۱۵۱۹-	X1				
۲۲۴۴۳	۱۴۲۱-	۱۳۵۱-	۱۱۸۳۲	۲۷۰۷۳	۱۷-۰۳	۱۵۹-۱	۲۲۱-۱	۷۶۳۳	۲۳۵۸۷	۱۷۸۲۹	۱۸۶۵	۳۳۵۱۳	۴۲۶۰۴	۷۷۰۶	۳-۹۸۷	۲۱-۰۶	۲۹۸۱۹	۲-۱۱۰	۱۸۸۵	۱۴۲۳۳	۱۹۲۷-	۱۳۵۹۹	۱۹۶۲۳	۱۶۸۷	۲۲۶۲۸	۱۶۶-۰	۱۳۶-۰	۱-۰۷۸	X2					
۷۷-	۲۲۵	۲۶-۷	۵۲۹	۲۹۴۹	۱۴۴۷	۲۲۱-	۳۸۱-۱	-	۲۶۴۴	۲۳۱	۶۱۷	۳۶۴۴	-	-	۷۱۶	۵۰	۶۶-	۲۱۲۶	۲۶۱۶	۳	۲۱-	-	-	-	-	-	-	-	-	X3				
۵۱۲۴	۴۴۴۹	۳۵۹۴	۵۵-۰	۷۶۳۵	۳۶-۸	۳۸-۶	۴۸-۸	۳۱۵۹	۴۸۶۰	۳۳۲۵	۲۲۷۶	۵۹۶۱	۵۷۱۸	۳۲۲۵	۳۸۶۲	۲۲-۰	۷۵۷۲	۳۵۶۷	۶۲۰۵	۴۱-۸	۵۲۴۵	۷۸۰۲	۴۴۴۲	۲۲۱۶	۲۲۲۲	۴۴۵۳	۲۲۶۲	۳۲۶۸	X4					
۱۴۴۴	۱-۰-۸	۱-۰-۷۷	۱-۰-۹	۱۱۲۷	۷۹۴	۱-۰-۱	۸-۰-	۷۸۶	۱۴۸۹	۱۶۰۴	۷۸۱	۱۶۵۵	۳۴۶۴	۱۱۱۹	۴۲۷۱	۱۴۴۴	۲۱۶۴	۱۲۳۳	۱۹۲-	۱۱۸۰	۳-۰-۸	۱۰۷۷	۱۱۷۶	۱-۲-۹	۱۵۶۲	۱۲۰-۷	۱-۰-۷۲	X5						
۱-۰-۹	۹۲۷	۸۹۴	۲۴۸	۱۹۰۲	۴۳۷	۱۱۴-	۱۶-۰-	۲۷۹	۸۳۱	۱۸۱	۲-۰-۶	۱۶۷۴	۱۴۵۳	۸۴	۱-۰-۹	۵۰۳	۱۱۲۵	۸۴-	۱۶۱۷	۲۳۵	۲۸۳	-	۷۷۹	۱-۰-۹	۷۴۲	۱۵۲	۱-۰-۴	۳۲۲	X6					
۲۲۳۵	۱۵۶۱	۱۱۱۱	۱-۰-۹۹	۲۱۲۶	۶۷۷	۱۶۲۱	۲۱۶۹	۶-۰-۲	۱۴۵۵	۱۳۴۰	۲۷۱۱	۱۹۹۹	۶۳۲	۲۲۹۸	۱۶۳۹	۲۱۲۸	۱۲۳۲	۱۲۳۲	۱۲۳۰	۲۲۳۵	۲-۹-۰	۱-۰-۸۶	۱۵۶۲	۱۱۰-۳	۱۶۱-۰	۷۶۳	X7							
۲۸۲۶	۱۳۲۹	۱۲۲۹	۱۲۴۱	۲۶۳۳	۱۶۱۲	۱۴۷۸	۲۶-۹	۱-۰-۱۴	۲-۰-۱۰	۱۶-۰-۵	۱۱۲۴	۳۷۲۷	۲۲۷۳	۴۴۲	۲۸۳۷	۱۸۷۵	۲۱۴-	۱۸۶۳	۱۸۶۳	۱۸۶۱	۲۳۵	۲۸۳	-	۷۷۹	۱-۰-۹	۷۴۲	۱۵۲	۱-۰-۴	۳۲۲	X8				
۳۹۲۴	۲۲۶۸	۱۸۲-۰	۲۶۲۱	۳۳۴۶	۱۷۹۸	۲۶۷۸	۳۱۹۵	۱۰۹۲	۲۵۲۵	۲۲-۸	۱۲۲۸	۴۴۴۲	۵۶۲۵	۳۷۸۷	۴۸-۶	۲۹۱۶	۶۳۲۹	۲۳۲۸	۲۳۲۵	۲۳۲۴	۲۳۲۳	۳۰-۰-۹	۲۱۷-	۲۲۷	X9									
۶۷۸-	۷۱۱۵	۷۳۷۴	۷۷۹۹	۷۶۳۵	۷۱۸۲	۴۴۹-	۵۲۷-	۲۲۲۲	۵۲۶-	۲۷۱۴	۷۵۰-	۹-۹۷	۱۶-۰-۲	۸۲۴۴	۵۱۱۲	۸۱۸۱	۴۴۸۷	۷۷۷۷	۷۷۵۲	۷۷۵۰	۷۷۸۷	۵۰-۰-۴	۴۱۶۱	۴-۰-۷۱	۵۱۸۴	۴۹۹۶	۲۴۷۱	۳-۰-۱۴	X10					
۶۷۸-	۷۴۷۱	۷۲۰۹	۷۳۷۴	۷۶۳۲	۴۱-۰	۴۴۹-	۵۲۷-	۲۲۲۷	۵۲۵-	۲۷۱۷	۵۰-۹	۲۶-۰-۲	۷۵۰-	۹۷۱۵	۲۸۰۱	۸۲۵۱	۴۹۸۱	۸-۰-۸	۴۴۸۱	۳۵۲۱	۵۰-۰-۷	۴-۰-۲۳	۳۹۵۱	۵-۰-۸۳	۴۸۰۶	۳۴-۰-۸	۳۴۲۲	X11						
.	۱۸۲	-	-	-	۳۰۲۱	-	-	۶۱۹	۲۷۷۷	-	۱۹۳	-	-	۲۲۷	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X12					
۲۳۱۹	۲۲۲-	۱۹۲۲	۳۲۲۹	۲۵۲۸	۱۲۶۸	۲۱۳۷	۱۴-۱	۱۵۵۸	۱۹۶۸	۲۱۳۴	۱۲۸۲	۲۷۸۲	۲۶۲۵	۱۹۶	۲۹۹۰	۲۱۰۲	۲۲۹۳	۱۵۳۶	۲۰۵۲	۱۵۵۹	۳-۰-۱۵	۱۶-۰-۹	۱۸۹۲	۲-۰-۱۲	۲۱۳۵	۱۶۴۵	۱۸۰۵	۱۱۵۸	X13					
۱۷۵۰	۱۵۹۷	۱۴۲۹	۲۶۲۵	۱۷۴۱	۹۹۷	۱۴۳۵	۱-۰-۷	۱۲۵۹	۱۳۹۲	۱۰۰۷	۱-۰-۸	۱۸۸۲	۱۹۴۵	۶۸۱	۲۱۳۵	۱۰۶۱	۲۳۰-۷	۱-۰-۷۷	۱۸۰۵	۱۱۱۲	۱۲۴۷	۱۰۲۸	۱۴۹۱	۱۲۲۴	۱-۰-۱	۹-۰-۸	X14							
۱۷۶۳	۱-۰-۳	۷۶۱	۱۹۱۸	۱۶۵۶	۴۳۵	۱۱۵۵	۱۴۸۴	۱۰۴۵	۱۱۷۱	۱۳۶۸	۷۶۳	۲۲۷۰	۱۰۴۵	۱۲۸۹	۹۰-۷	۱۲۸۰	۱۲۸۰	۹۰-۸	۹۱۸	۱۸۹۲	۹۱۱	۱۹۷۵	۷۲۲	۵۵۸	۸۰۷	۱۳۵	X15							
۷۹۹	۲۸۰۸	۳۱۱۱	۴۳۵۶	۷-۰-۱	۲-۰-۱۲	۲۵۷۲	۴۲۶-	۲۸۵	۲۴۵۱	۱۶۲۱	۱۶-	۵۰۴-	۱-۰-۸	-	۸۲۷	۳۱۲	۵۹۱۳	۳۹۱۲	۲۳۴۹	۱۷۹۴	۵۲۸	۱۲۱	-	۱۵۹	-	-	-	X16						
۵۹۶۷	۴-۰-۷	۳۷۰۹	۲۶۶-	۷۱۱۲	۳۵۱۹	۴۱۰۳	۵۱۸-	۳۱۷-	۴۷۱۶	۳۵۲۶	۳۷۷۶	۶۶۲۰	۱-۰-۴	۲۴۴	۳۲۸۴	۴۷۸۸	۵۰۰۹	۲۶۲۸	۶۸۰-۴	۳۱-۰-۹	۶۲۱۳	۲۶۱۴	۴۱۲۸	۲۳۹۲	۲۹۵-	۳۰۲۸	۳۳۴۸	۲-۰-۱۱	X17					
۱۲۷۸	۲-۰-۸	۱۳۷۶	۱۲۹-	۳۰۲۰	۱۱۸۷	۱۳۷۸	۲۶-۹	۵۹۷	۱۶۹۹	۶-۰-۵	۴۲-	۷۷۲	۳-۰-۱	-	۷۱۹	۱۹۹	۱-۰-۹	۲۰۷	۵-۰-۹	۷۳۸	۱۹۵	۱۱۵۸	۱۲۹	۱۸۰	۱۱۵۸	۱۲۶۱	X18							
۱۹۲۸	۱۲۷۶	۹۳۳	۲۱۶۳	۵۰۵۲	۱۳۲۸	۱۲۹۶	۱۰۹-۲	۱۲۵۶	۱۲۸۹	۱۰۷۴	۱۰-۰-۶	۱۳۹۴	۱۱۵۹	۱۹۳۷	۱-۰-۷	۱۰-۱۷	۲-۰-۱۱	۱-۰-۸	۲-۰-۶	۷۲۴	۱۳۵	۵۰۸	۹-۰-۹	۷۹۹	۵۳۵	X19								
۲۰۶۱	۱۹۵۸	۱۴۷۹	۳۸۰۷	۲۸۸۱	۱۹۹۴	۱۵۱۹	۱۷-۰-۴	۲۸۶۸	۲۷۶۹	۲۷۶۹	۲۷۷۶	۴۴۰۲	۹۳۵	۴۴۱۴	۴۴۶۶	۴۴۲۵	۲۲۱۸	۳۲۱-۰	۲-۰-۸۵	۲۶۰-۰	۱۵۹۹	۲۲۲۲	۲۵-۰-۲	۲۰۹۲	۱۱۴۷	۲۲۶۱	X20							
۱۷-۴	۱۸۰-	۱۳۲۳	۴۷۶۱	۱۶۶-	۱۸-۰	۱۰۵-	۱۳۱۹	۷۷۷۲	۲۰۵۸	۲۹۲۱	۲۷۶-	۲۷۶-	۱-۰-۶	۱۳۹۴	۱۱۵۹	۱۹۳۷	۱-۰-۷	۲۱۳-	۵۳۱۰	۴۵۱-	۲۳۸۱	۱۹۵۲	۱۸۵۷	۳-۰-۷	۴۱۷۷	۳۱۸-	۲۸۹۴	X21						
۱۵۷۶	۱۴۱۲	۱۱۲۲	۴۰۴۶	۲۲۶۵	۵۱۴	۱۷۳۱	۲-۰-۱۵	۴۸۶	۱۰۵۳	۸-۰-۴	۶۱۹	۱۹۲۴	۳۵-	۱۶۳۷	۶۷۵	۱۰۳۷	۹۱۰	۱۳۱۱	۴۵۶	۳۴۴	۱۰۶	-	۵۱۴	۶۷۲	۲-۰-۳	۴۳۳	۱-۰-۶	X22						
۵۶۴۵	۴۴۶۳	۲۲۱۹	۵۷۹۲	۷۵-۶	۴۴۷۲	۵۲-۶	۴۴۳۵	۵۰۶۸	۴۴۶۸	۳۴۲۷	۷۴۳۶	۸۰۲-	۲۸۶۱	۷۷۸۴	۴۸۸۹	۷۹۸۲	۴۰۵۳	۷-۰-۷۶	۳۹۳-	۷۲۹۸	۴۹۷-	۴۵۶۱	۴۱۷۲	۵۰۶۴	۴۴۶۱	۳۸-۰-۲	۳۸۶-	X23						
۲۲۷۹	۱۴۰۸	۹۶-	۲۱۴۷	۲۴-۹	۵۰۸	۱۴۹۲	۱۰-۰-۹	۱۸۹۹	۱۷۷۸	۱۰۱۷	۸-۰-۴	۲۶-۰-۳	۱۱۲۷	۴۱۱	۱۰۲۹	۱۲۵۰	۱۰-۰-۹	۱۱-۰-۹	۲۲۴۸	۱۱۲۷	۲-۰-۸۳	۷۹۴	۱۴۷۶	۵۶۹	۱-۰-۱۷	۱۰-۲۲	۸۱۶	۵۳۵	X24					
۴۸۰۵	۲۸۲۸	۱۸۹۳	۴۷۶	۴۰۰۷	۲۱۸۹	۳۱۶۸	۳-۰-۲۹	۳۲۱۱	۳۰۵۸	۳۲۴۸	۳-۰-۲۹	۷۴۳۷	۱۰-۰-۳	۵۰۶۹	۷۱۹۴	۴۷۶۹	۹۳۸۱	۴۸۱۱	۸۰۷۲	۵-۰-۷۲	۱۰۶۲	۴۵-۰-۷	۳-۰-۷۷	۶۱۳۹	۵۱۸۸	۳۹۷۵	۳۸۹۲	۲۸۶-	X25					

جدول ۵. ماتریس نرمال شده شاخص‌ها (مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲)

پس از نرمال‌سازی شاخص‌ها، وزن بدست آمده از روش FUCOM در ماتریس نرمال‌شده ضرب گشته است (جدول ۶). برای موزون‌سازی ماتریس تصمیم نرمال از دو روش ضرب و توان استفاده می‌شود. یعنی درایه‌های ماتریس تصمیم نرمال یکبار در اوزان معیارها ضرب می‌شود و یکبار به توان اوزان معیارها می‌رسد. سپس ماتریس نرمال به توان وزن‌ها رسیده است تا ماتریس موزون بدست آید (جدول ۷).

پایل شده نهادی قبل از های الکترونیک

جدول ۶. ماتریس موزون حاصل ضرب (مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲)

محلات قدیم															محلات جدید															محله	شاسن
۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹			
-/-۱۷	-/-۱۳	-/-۱۳	-/-۱۵	-/-۲۹	-/-۱۳	-/-۱۲	-/-۱۱	-/-۰۴	-/-۱۹	-/-۱۷	-/-۱۱	-/-۲۲	-/-۳۲	-/-۰۰۰	-/-۳۵	-/-۱۸	-/-۲۸	-/-۱۴	-/-۲۵	-/-۱۱	-/-۱۶	-/-۱۹	-/-۱۱	-/-۱۲	-/-۱۴	-/-۱۱	-/-۱۳	-/-۰۰۹	X1		
-/-۰۵۰	-/-۱۴	-/-۱۲	-/-۰۹	-/-۰۱	-/-۱۹	-/-۰۹	-/-۰۳۰	-/-۰۰۰	-/-۰۳۳	-/-۰۲۱	-/-۰۰۲	-/-۰۵۳	-/-۷۱	-/-۰۱	-/-۰۴۷	-/-۲۷	-/-۰۴۵	-/-۲۶	-/-۰۲۳	-/-۰۱۴	-/-۰۲۴	-/-۰۱۲	-/-۰۲۴	-/-۰۱۵	-/-۰۳۱	-/-۰۱۸	-/-۰۱۲	-/-۰۰۷	X2		
-/-۰۱۱	-/-۰۳	-/-۳۸	-/-۰۸	-/-۴۳	-/-۰۲۱	-/-۰۲۲	-/-۰۵۵	-/-۰۰۰	-/-۰۲۸	-/-۰۰۳	-/-۰۰۹	-/-۰۵۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۱۰	-/-۰۰۱	-/-۰۳۸	-/-۰۰۰	-/-۰۰۱	-/-۰۰۱	-/-۰۰۳	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	X3			
-/-۰۰۳	-/-۰۲	-/-۰۱	-/-۰۳	-/-۰۰۵	-/-۰۰۱	-/-۰۰۱	-/-۰۰۲	-/-۰۰۱	-/-۰۰۲	-/-۰۰۱	-/-۰۰۰	-/-۰۰۳	-/-۰۰۳	-/-۰۰۱	-/-۰۰۱	-/-۰۰۱	-/-۰۰۵	-/-۰۰۱	-/-۰۰۴	-/-۰۰۲	-/-۰۰۳	-/-۰۰۱	-/-۰۰۱	-/-۰۰۱	-/-۰۰۱	-/-۰۰۱	-/-۰۰۱	X4			
-/-۰۰۶	-/-۰۲	-/-۰۳	-/-۰۰۶	-/-۰۰۳	-/-۰۰۰	-/-۰۰۳	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۷	-/-۰۰۸	-/-۰۰۰	-/-۰۰۹	-/-۱۶	-/-۰۰۳	-/-۰۱۸	-/-۰۰۶	-/-۰۱۳	-/-۰۰۴	-/-۰۱۱	-/-۰۰۴	-/-۰۱۲	-/-۰۰۸	-/-۰۰۵	-/-۰۰۴	-/-۰۰۸	-/-۰۰۴	-/-۰۰۴	-/-۰۰۳	X5		
-/-۰۰۰	-/-۱۱	-/-۱۱	-/-۱۸	-/-۰۰۰	-/-۱۶	-/-۰۰۹	-/-۰۰۴	-/-۱۸	-/-۰۱۲	-/-۱۹	-/-۰۱۹	-/-۰۰۳	-/-۰۰۵	-/-۰۲۰	-/-۰۱۰	-/-۰۱۵	-/-۰۰۹	-/-۰۱۲	-/-۰۱۴	-/-۰۱۲	-/-۰۱۳	-/-۰۰۹	-/-۰۱۳	-/-۰۱۰	-/-۰۱۷	-/-۰۱۰	-/-۰۱۷	X6			
-/-۰۰۷	-/-۱۴	-/-۱۸	-/-۰۱۸	-/-۰۰۹	-/-۰۲۲	-/-۰۱۴	-/-۰۰۹	-/-۰۲۳	-/-۰۱۵	-/-۰۱۶	-/-۰۱۸	-/-۰۰۴	-/-۰۱۰	-/-۰۲۳	-/-۰۰۷	-/-۰۱۴	-/-۰۰۸	-/-۰۰۷	-/-۰۱۰	-/-۰۱۹	-/-۰۱۴	-/-۰۱۳	-/-۰۱۸	-/-۰۱۴	-/-۰۲۲	-/-۰۱۴	-/-۰۲۲	X7			
-/-۰۰۳	-/-۱۱	-/-۱۲	-/-۱۱	-/-۰۰۴	-/-۰۰۹	-/-۰۱۰	-/-۰۰۴	-/-۰۱۳	-/-۰۰۷	-/-۰۰۹	-/-۰۱۲	-/-۰۰۰	-/-۰۰۶	-/-۰۱۶	-/-۰۰۰	-/-۰۰۸	-/-۰۰۱	-/-۰۰۳	-/-۰۱۱	-/-۰۰۹	-/-۰۱۳	-/-۰۱۰	-/-۰۱۰	-/-۰۱۰	-/-۰۱۰	-/-۰۱۰	-/-۰۱۰	X8			
-/-۰۰۸	-/-۱۲	-/-۱۳	-/-۱۱	-/-۰۰۹	-/-۰۱۳	-/-۰۱۱	-/-۰۱۴	-/-۰۱۲	-/-۰۱۱	-/-۰۱۲	-/-۰۱۹	-/-۰۰۳	-/-۰۰۵	-/-۰۲۰	-/-۰۱۰	-/-۰۱۵	-/-۰۰۹	-/-۰۱۲	-/-۰۱۴	-/-۰۱۲	-/-۰۱۳	-/-۰۰۹	-/-۰۱۳	-/-۰۱۰	-/-۰۱۰	-/-۰۱۰	-/-۰۱۰	X9			
-/-۰۲۹	-/-۱۷	-/-۱۵	-/-۰۲۲	-/-۰۳۴	-/-۰۱۴	-/-۰۱۶	-/-۰۲۰	-/-۰۰۳	-/-۰۲۱	-/-۰۱۷	-/-۰۱۲	-/-۰۰۷	-/-۰۰۳	-/-۰۰۲	-/-۰۰۸	-/-۰۰۱	-/-۰۰۳	-/-۰۱۱	-/-۰۰۹	-/-۰۱۳	-/-۰۱۰	-/-۰۱۲	-/-۰۱۰	-/-۰۱۰	-/-۰۱۰	-/-۰۱۰	-/-۰۱۰	X10			
-/-۰۲۳	-/-۱۱	-/-۱۰۸	-/-۰۲۷	-/-۰۲۹	-/-۰۰۷	-/-۰۱۰	-/-۰۱۴	-/-۰۰۳	-/-۰۱۵	-/-۰۱۱	-/-۰۰۴	-/-۰۰۴	-/-۰۲۸	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۱۱	-/-۰۰۸	-/-۰۰۳	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	X11			
-/-۰۶۲	-/-۰۵۹	-/-۰۶۲	-/-۰۶۲	-/-۰۰۰	-/-۰۶۲	-/-۰۱۹	-/-۰۶۲	-/-۰۱۹	-/-۰۶۲	-/-۰۶۲	-/-۰۶۲	-/-۰۰۵	-/-۰۶۲	-/-۰۶۲	-/-۰۶۲	-/-۰۶۲	-/-۰۶۲	-/-۰۶۲	-/-۰۶۲	-/-۰۶۲	-/-۰۶۲	-/-۰۶۲	-/-۰۶۲	-/-۰۶۲	-/-۰۶۲	-/-۰۶۲	-/-۰۶۲	X12			
-/-۰۱۲	-/-۱۲	-/-۱۶	-/-۰۰۰	-/-۰۹	-/-۰۲۳	-/-۰۱۴	-/-۰۲۲	-/-۰۰۰	-/-۰۱۶	-/-۰۱۴	-/-۰۰۰	-/-۰۰۶	-/-۰۰۰	-/-۰۰۸	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	X13			
-/-۰۱۴	-/-۱۶	-/-۱۹	-/-۰۰۰	-/-۱۴	-/-۰۲۶	-/-۰۱۹	-/-۰۲۵	-/-۰۰۰	-/-۰۲۲	-/-۰۱۷	-/-۰۰۰	-/-۰۰۵	-/-۰۱۱	-/-۰۳۱	-/-۰۰۰	-/-۰۱۷	-/-۰۰۰	-/-۰۱۲	-/-۰۲۵	-/-۰۰۰	-/-۰۲۴	-/-۰۰۰	-/-۰۲۰	-/-۰۱۸	-/-۰۲۲	-/-۰۲۱	-/-۰۲۷	X14			
-/-۰۰۷	-/-۰۴۷	-/-۰۰۵	-/-۰۲۲	-/-۰۲۴	-/-۰۵۶	-/-۰۴۵	-/-۰۳۵	-/-۰۰۰	-/-۰۳۳	-/-۰۱۴	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	X15				
-/-۰۰۸	-/-۰۲۷	-/-۰۲۹	-/-۰۴۱	-/-۰۶۶	-/-۰۱۹	-/-۰۲۴	-/-۰۴۷	-/-۰۰۰	-/-۰۲۳	-/-۰۱۵	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	X16				
-/-۰۰۵	-/-۰۳۸	-/-۰۳۰	-/-۰۲۴	-/-۰۵۹	-/-۰۳۳	-/-۰۳۹	-/-۰۵۰	-/-۰۰۰	-/-۰۲۹	-/-۰۲۴	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	X17				
-/-۰۱۹	-/-۰۳۰	-/-۰۲۰	-/-۰۱۹	-/-۰۵۲	-/-۰۰۷	-/-۰۲۰	-/-۰۳۸	-/-۰۰۹	-/-۰۲۵	-/-۰۰۱	-/-۰۰۴	-/-۰۰۰	-/-۰۱۴	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	X18			
-/-۰۲۴	-/-۰۴۰	-/-۰۴۹	-/-۰۱۹	-/-۰۱۹	-/-۰۰۷	-/-۰۳۹	-/-۰۴۰	-/-۰۰۰	-/-۰۲۵	-/-۰۲۰	-/-۰۰۰	-/-۰۳۷	-/-۰۵۱	-/-۰۱۳	-/-۰۴۵	-/-۰۶۱	-/-۰۳۷	-/-۰۴۳	-/-۰۴۵	-/-۰۴۶	-/-۰۴۳	-/-۰۴۵	-/-۰۴۳	-/-۰۴۳	-/-۰۴۳	-/-۰۴۳	-/-۰۴۳	X19			
-/-۰۲۲	-/-۱۴	-/-۰۰۷	-/-۰۳۹	-/-۰۲۶	-/-۰۱۴	-/-۰۰۰	-/-۰۰۸	-/-۰۰۰	-/-۰۲۶	-/-۰۲۱	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	X20				
-/-۰۲۴	-/-۰۲۴	-/-۰۲۵	-/-۰۱۵	-/-۰۲۵	-/-۰۲۴	-/-۰۲۵	-/-۰۲۶	-/-۰۲۱	-/-۰۲۲	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	X21				
-/-۰۱۸	-/-۰۲۲	-/-۰۲۹	-/-۰۴۶	-/-۰۰۰	-/-۰۴۴	-/-۰۱۴	-/-۰۰۶	-/-۰۴۵	-/-۰۰۰	-/-۰۳۷	-/-۰۰۰	-/-۰۰۹	-/-۰۴۹	-/-۰۰۰	-/-۰۵۷	-/-۰۰۰	-/-۰۱۶	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	X22				
-/-۰۳۳	-/-۱۶	-/-۱۲	-/-۰۳۴	-/-۰۴۰	-/-۱۲	-/-۰۱۴	-/-۰۲۰	-/-۰۱۵	-/-۰۱۴	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	X23				
-/-۰۱۱	-/-۰۲۲	-/-۰۲۹	-/-۰۱۳	-/-۰۱۰	-/-۰۳۴	-/-۰۲۲	-/-۰۱۶	-/-۰۰۰	-/-۰۲۲	-/-۰۲۱	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	X24					
-/-۰۰۷	-/-۰۱۰	-/-۰۱۰	-/-۰۰۷	-/-۰۰۰	-/-۰۰۹	-/-۰۰۹	-/-۰۰۰	-/-۰۰۸	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	-/-۰۰۰	X25				
-/-۰۴۴	-/-۰۴۸۶	-/-۰۴۹۴	-/-۰۴۹۹	-/-۰۴۶۰	-/-۰۴۷۸	-/-۰۴۷۹	-/-۰۴۷۸	-/-۰۴۱۵	-/-۰۴۷۱	-/-۰۴۷۱	-/-۰۴۸۲	-/-۰۴۸۲	-/-۰۴۵۵	-/-۰۴۹۱	-/-۰۴۹۱	-/-۰۴۹۵	-/-۰۴۸۰	-/-۰۴۸۰	-/-۰۴۱۱	-/-۰۴۳۹	-/-۰۴۱۸	-/-۰۴۷۰	-/-۰۴۷۰	-/-۰۴۷۰	-/-۰۴۷۰	-/-۰۴۷۰	Si				

جدول ۷. ماتریس موزون توانی (مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲)

محلات قدیم															محلات جدید															محله	ساخت
۱۹	۲۸	۲۷	۲۶	۲۵	۲۴	۲۳	۲۲	۲۱	۲۰	۱۹	۱۸	۱۷	۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱			
-۰/۹۷۴	-۰/۹۶۶	-۰/۹۶۶	-۰/۹۷۰	-۰/۹۹۳	-۰/۹۶۵	-۰/۹۵۲	-۰/۹۵۰	-۰/۹۲۷	-۰/۹۷۸	-۰/۹۷۴	-۰/۹۶۰	-۰/۹۸۵	-۰/۹۹۶	-۰/۰۰۰	۱/۰۰۰	-۰/۹۷۶	-۰/۹۹۳	-۰/۹۸۸	-۰/۹۶۲	-۰/۹۷۴	-۰/۸۷۹	-۰/۹۵۹	-۰/۹۶۴	-۰/۹۶۹	-۰/۹۶۲	-۰/۹۶۶	-۰/۹۵۴	X1			
-۰/۹۷۶	-۰/۹۰	-۰/۸۸۴	-۰/۸۶۳	-۰/۹۶۱	-۰/۹۱۲	-۰/۹۴۰	-۰/۰۰۰	-۰/۹۴۶	-۰/۹۱۷	-۰/۷۷۸	-۰/۹۷۹	۱/۰۰۰	-۰/۷۱۷	-۰/۹۷۲	-۰/۹۳۵	-۰/۹۶۸	-۰/۹۳۰	-۰/۹۲۳	-۰/۸۹۰	-۰/۹۲۶	-۰/۸۸۴	-۰/۹۲۶	-۰/۹۴۲	-۰/۹۰۹	-۰/۸۸۴	-۰/۸۴۸	X2				
-۰/۹۱۶	-۰/۸۵۸	-۰/۹۷۹	-۰/۹۸۷	-۰/۹۸۶	-۰/۹۴۸	-۰/۹۷۰	۱/۰۰۰	-۰/۰۰۰	-۰/۹۸۰	-۰/۸۵۷	-۰/۹۰۵	-۰/۹۹۵	-۰/۰۰۰	-۰/۰۰۰	-۰/۹۱۲	-۰/۷۸۸	-۰/۹۰۸	-۰/۹۶۸	-۰/۹۸۰	-۰/۹۵۳	-۰/۰۰۰	-۰/۰۰۰	-۰/۰۰۰	-۰/۰۰۰	-۰/۰۰۰	X3					
-۰/۹۹۷	-۰/۹۹۵	-۰/۹۹۳	-۰/۹۹۷	۱/۰۰۰	-۰/۹۹۳	-۰/۹۹۴	-۰/۹۹۶	-۰/۹۹۱	-۰/۹۶۶	-۰/۹۹۲	-۰/۰۰۰	-۰/۹۹۸	-۰/۹۹۱	-۰/۹۹۴	-۰/۹۹۱	۱/۰۰۰	-۰/۹۹۳	-۰/۹۹۹	-۰/۹۹۰	-۰/۹۹۷	۱/۰۰۰	-۰/۹۹۵	-۰/۹۹۲	-۰/۹۹۲	-۰/۹۹۶	-۰/۹۹۷	X4				
-۰/۹۸۱	-۰/۹۶۴	-۰/۹۶۸	-۰/۹۸۱	-۰/۹۷۱	-۰/۹۳۱	-۰/۹۵۷	-۰/۹۳۴	-۰/۹۳۷	-۰/۹۸۳	-۰/۹۸۶	-۰/۰۰۰	-۰/۹۸۷	-۰/۹۹۸	-۰/۹۷۰	۱/۰۰۰	-۰/۹۸۲	-۰/۹۹۴	-۰/۹۷۵	-۰/۹۹۱	-۰/۹۷۳	-۰/۹۸۵	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۴	-۰/۹۸۵	-۰/۹۷۴	-۰/۹۶۸	X5				
-۰/۹۸۴	-۰/۹۸۶	-۰/۹۸۷	-۰/۹۹۷	-۰/۰۰۰	-۰/۹۹۵	-۰/۹۸۲	-۰/۹۵۰	-۰/۹۹۷	-۰/۹۸۸	-۰/۹۹۸	-۰/۹۹۸	-۰/۹۶۰	-۰/۹۷۲	-۰/۹۹۹	-۰/۹۸۵	-۰/۹۹۳	-۰/۹۸۷	-۰/۹۸۲	-۰/۹۸۷	-۰/۹۹۲	-۰/۹۸۹	-۰/۹۸۳	-۰/۹۹۰	-۰/۹۸۸	-۰/۹۸۵	-۰/۹۶۵	X6				
-۰/۹۷۴	-۰/۹۸۹	-۰/۹۹۰	-۰/۹۹۵	-۰/۹۷۹	-۰/۹۹۹	-۰/۹۸۸	-۰/۹۷۸	۱/۰۰۰	-۰/۹۹۰	-۰/۹۹۲	-۰/۹۹۵	-۰/۹۵۰	-۰/۹۸۲	۱/۰۰۰	-۰/۹۷۲	-۰/۹۸۸	-۰/۹۰۰	-۰/۹۹۲	-۰/۹۸۳	-۰/۹۸۰	-۰/۹۸۹	-۰/۹۸۵	-۰/۹۹۰	-۰/۹۸۸	-۰/۹۸۸	-۰/۹۸۸	X7				
-۰/۹۷۱	-۰/۹۹۴	-۰/۹۹۵	-۰/۹۹۴	-۰/۹۷۷	-۰/۹۹۲	-۰/۹۷۳	-۰/۹۷۷	-۰/۹۸۷	-۰/۹۹۲	-۰/۹۹۵	-۰/۰۰۰	-۰/۹۸۴	۱/۰۰۰	-۰/۹۷۱	-۰/۹۸۹	-۰/۹۰۱	-۰/۹۷۲	-۰/۹۸۹	-۰/۹۹۴	-۰/۹۹۲	-۰/۹۹۷	-۰/۹۹۲	-۰/۹۹۵	-۰/۹۹۱	-۰/۹۹۶	-۰/۹۹۲	-۰/۹۹۹	X8			
-۰/۹۹۲	-۰/۹۹۷	-۰/۹۹۹	-۰/۹۹۷	-۰/۹۹۴	-۰/۹۹۷	-۰/۹۹۷	-۰/۹۹۵	۱/۰۰۰	-۰/۹۹۷	-۰/۹۹۸	۱/۰۰۰	-۰/۹۸۹	-۰/۰۰۰	-۰/۹۹۲	-۰/۹۸۷	-۰/۹۸۷	-۰/۹۷۲	-۰/۹۸۵	-۰/۹۹۶	-۰/۹۹۲	-۰/۹۸۰	-۰/۹۹۵	-۰/۹۹۰	-۰/۹۹۸	-۰/۹۹۸	-۰/۹۹۸	X9				
-۰/۹۸۵	-۰/۹۶۴	-۰/۹۵۸	-۰/۹۸۹	-۰/۹۹۱	-۰/۹۵۶	-۰/۹۷۰	-۰/۹۰۱	-۰/۹۷۱	-۰/۹۵۴	-۰/۹۸۸	-۰/۹۵۰	۱/۰۰۰	-۰/۰۰۰	-۰/۹۹۶	-۰/۹۷۰	-۰/۹۹۴	-۰/۹۷۵	-۰/۹۸۶	-۰/۹۹۶	-۰/۹۹۲	-۰/۹۸۰	-۰/۹۹۵	-۰/۹۹۰	-۰/۹۸۸	-۰/۹۸۸	-۰/۹۳۴	X10				
-۰/۹۷۷	-۰/۹۴۷	-۰/۹۳۷	-۰/۹۸۳	-۰/۹۸۵	-۰/۹۳۳	-۰/۹۵۰	-۰/۹۰۰	-۰/۹۰۵	-۰/۹۴۵	-۰/۹۱۳	-۰/۹۸۴	۱/۰۰۰	-۰/۰۰۰	-۰/۹۹۱	-۰/۹۰۰	-۰/۹۹۱	-۰/۹۷۳	-۰/۹۷۶	-۰/۹۷۵	-۰/۹۷۳	-۰/۹۷۳	-۰/۹۷۳	-۰/۹۷۳	-۰/۹۷۳	-۰/۹۷۳	X11					
۱/۰۰۰	-۰/۹۹۷	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-۰/۰۰۰	۱/۰۰۰	-۰/۹۸۸	-۰/۹۲۸	۱/۰۰۰	-۰/۹۷۹	۱/۰۰۰	-۰/۹۹۴	۱/۰۰۰	-۰/۰۰۰	-۰/۹۹۴	۱/۰۰۰	-۰/۹۹۴	۱/۰۰۰	-۰/۹۹۴	-۰/۹۹۷	-۰/۹۹۲	-۰/۹۹۰	-۰/۹۰۰	-۰/۹۰۰	-۰/۹۰۰	-۰/۹۰۰	X12					
-۰/۹۷۶	-۰/۹۷۶	-۰/۹۸۰	-۰/۰۰۰	-۰/۹۵۹	-۰/۹۹۴	-۰/۹۸۰	-۰/۹۹۴	-۰/۹۹۱	-۰/۹۸۴	-۰/۹۸۰	-۰/۹۹۵	-۰/۹۵۶	۱/۰۰۰	-۰/۹۴۶	-۰/۹۸۰	-۰/۹۸۰	-۰/۹۸۰	-۰/۹۸۰	-۰/۹۹۱	-۰/۹۸۰	-۰/۹۸۰	-۰/۹۸۰	-۰/۹۸۰	-۰/۹۸۰	-۰/۹۸۰	-۰/۹۸۰	X13				
-۰/۹۷۵	-۰/۹۸۱	-۰/۹۸۰	-۰/۰۰۰	-۰/۹۷۶	-۰/۹۹۰	-۰/۹۸۰	-۰/۹۹۳	-۰/۹۸۹	-۰/۹۸۶	-۰/۹۷۲	-۰/۹۵۸	۱/۰۰۰	-۰/۹۵۸	-۰/۹۸۰	-۰/۹۸۰	-۰/۹۸۰	-۰/۹۸۰	-۰/۹۸۰	-۰/۹۹۱	-۰/۹۸۰	-۰/۹۸۰	-۰/۹۸۰	-۰/۹۸۰	-۰/۹۸۰	-۰/۹۸۰	-۰/۹۸۰	X14				
-۰/۹۴۱	-۰/۹۷۶	-۰/۹۸۸	-۰/۹۲۹	-۰/۹۳۳	-۰/۹۹۹	-۰/۹۷۳	-۰/۹۵۸	-۰/۹۵۶	-۰/۹۶۴	-۰/۹۸۷	-۰/۹۵۶	-۰/۹۷۸	۱/۰۰۰	-۰/۹۵۶	-۰/۹۷۸	-۰/۹۷۸	-۰/۹۷۸	-۰/۹۷۸	-۰/۹۸۲	-۰/۹۳۱	-۰/۹۸۳	-۰/۹۲۴	-۰/۹۸۲	-۰/۹۸۲	-۰/۹۸۲	-۰/۹۸۲	-۰/۹۸۲	X15			
-۰/۹۵۷	-۰/۹۴۳	-۰/۹۴۸	-۰/۹۵۹	۱/۰۰۰	-۰/۹۲۱	-۰/۹۳۶	-۰/۹۷۸	-۰/۹۱۰	-۰/۹۳۳	-۰/۹۰۸	-۰/۷۷۹	-۰/۹۵۷	-۰/۰۰۰	-۰/۹۵۷	-۰/۹۵۷	-۰/۹۵۷	-۰/۹۵۷	-۰/۹۵۷	-۰/۹۵۷	-۰/۹۵۷	-۰/۹۵۷	-۰/۹۵۷	-۰/۹۵۷	-۰/۹۵۷	-۰/۹۵۷	-۰/۹۵۷	X16				
-۰/۹۸۷	-۰/۹۵۱	-۰/۹۵۰	-۰/۹۳۰	۱/۰۰۰	-۰/۹۰۰	-۰/۹۵۲	-۰/۹۷۷	-۰/۹۴۳	-۰/۹۵۶	-۰/۹۰۲	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۷	-۰/۰۰۰	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۷	X17				
-۰/۹۷۸	-۰/۹۷۲	-۰/۹۵۱	-۰/۹۴۸	۱/۰۰۰	-۰/۹۴۴	-۰/۹۳۲	-۰/۹۸۴	-۰/۹۱۱	-۰/۹۶۲	-۰/۹۱۲	-۰/۹۷۳	-۰/۹۷۳	-۰/۹۷۳	-۰/۹۷۳	-۰/۹۷۳	-۰/۹۷۳	-۰/۹۷۳	-۰/۹۷۳	-۰/۹۷۳	-۰/۹۷۳	-۰/۹۷۳	-۰/۹۷۳	-۰/۹۷۳	-۰/۹۷۳	-۰/۹۷۳	X18					
-۰/۹۴۵	-۰/۹۷۵	-۰/۹۸۶	-۰/۹۳۰	-۰/۹۳۰	-۰/۹۹۶	-۰/۹۷۳	-۰/۹۷۴	-۰/۹۷۵	-۰/۹۷۰	-۰/۹۷۰	-۰/۹۷۰	-۰/۹۷۰	-۰/۹۷۰	-۰/۹۷۰	-۰/۹۷۰	-۰/۹۷۰	-۰/۹۷۰	-۰/۹۷۰	-۰/۹۷۰	-۰/۹۷۰	-۰/۹۷۰	-۰/۹۷۰	-۰/۹۷۰	-۰/۹۷۰	-۰/۹۷۰	X19					
-۰/۹۵۴	-۰/۹۴۴	-۰/۹۱۴	-۰/۹۹۱	-۰/۹۷۳	-۰/۹۴۵	-۰/۹۱۹	-۰/۹۳۱	-۰/۹۷۲	-۰/۹۶۲	-۰/۹۵۸	-۰/۹۵۰	-۰/۹۸۹	۱/۰۰۰	-۰/۰۰۰	-۰/۹۹۹	-۰/۹۶۲	-۰/۹۹۷	-۰/۹۰۴	-۰/۹۴۹	-۰/۹۴۹	-۰/۹۴۹	-۰/۹۴۹	-۰/۹۴۹	-۰/۹۴۹	-۰/۹۴۹	-۰/۹۴۹	X20				
-۰/۹۹۸	-۰/۹۹۸	۱/۰۰۰	-۰/۹۸۵	-۰/۹۹۹	-۰/۹۹۸	۱/۰۰۰	-۰/۹۹۹	-۰/۹۹۰	-۰/۹۹۵	-۰/۹۹۵	-۰/۹۹۵	-۰/۹۹۵	-۰/۹۹۵	-۰/۹۹۵	-۰/۹۹۵	-۰/۹۹۵	-۰/۹۹۵	-۰/۹۹۵	-۰/۹۹۵	-۰/۹۹۵	-۰/۹۹۵	-۰/۹۹۵	-۰/۹۹۵	-۰/۹۹۵	-۰/۹۹۵	X21					
-۰/۹۳۵	-۰/۹۴۶	-۰/۹۵۱	-۰/۹۸۸	-۰/۰۰۰	-۰/۹۷۲	-۰/۹۸۷	-۰/۹۵۲	-۰/۹۵۲	-۰/۹۵۰	-۰/۹۵۰	-۰/۹۵۰	-۰/۹۵۰	-۰/۹۵۰	-۰/۹۵۰	-۰/۹۵۰	-۰/۹۵۰	-۰/۹۵۰	-۰/۹۵۰	-۰/۹۵۰	-۰/۹۵۰	-۰/۹۵۰	-۰/۹۵۰	-۰/۹۵۰	-۰/۹۵۰	-۰/۹۵۰	X22					
-۰/۹۸۲	-۰/۹۴۸	-۰/۹۳۵	-۰/۹۸۴	-۰/۹۹۲	-۰/۹۳۴	-۰/۹۴۳	-۰/۹۴۰	-۰/۹۵۷	-۰/۹۴۲	-۰/۹۴۷	-۰/۹۴۷	-۰/۹۴۷	-۰/۹۴۷	-۰/۹۴۷	-۰/۹۴۷	-۰/۹۴۷	-۰/۹۴۷	-۰/۹۴۷	-۰/۹۴۷	-۰/۹۴۷	-۰/۹۴۷	-۰/۹۴۷	-۰/۹۴۷	-۰/۹۴۷	-۰/۹۴۷	X23					
-۰/۹۴۰	-۰/۹۸۳	-۰/۹۹۲	-۰/۹۵۴	-۰/۹۵۸	-۰/۹۹۸	-۰/۹۸۳	-۰/۹۷۷	-۰/۹۸۲	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۷	-۰/۹۷۷	X24					
-۰/۹۹۶	-۰/۹۹۹	۱/۰۰۰	-۰/۹۹۵	-۰/۹۹۷	۱/۰۰۰	-۰/۹۹۹	-۰/۹۹۸	-۰/۹۹۸	-۰/۹۹۸	-۰/۹۹۸	-۰/۹۹۸	-۰/۹۹۸	-۰/۹۹۸	-۰/۹۹۸	-۰/۹۹۸	-۰/۹۹۸	-۰/۹۹۸	-۰/۹۹۸	-۰/۹۹۸	-۰/۹۹۸	-۰/۹۹۸	-۰/۹۹۸	-۰/۹۹۸	-۰/۹۹۸	-۰/۹۹۸	X25					
۲۴/۲۴	۲۴/۱۴۵	۲۴/۲۶۲	۲۲/۲۷۸	۲۱/۰۵۹	۲۴/۲۸۲	۲۴/۱۸۰	۲۲/۰۵۵	۲۴/۱۴	۲۴/۱۳	۲۱/۷۶۱	۲۲/۲۵۸	۲۲/۲۴۳	۱۵/۵۶۴	۲۴/۲۱۷	۲۴/۲۱۲	۲۰/۲۲۰	۲۴/۲۷۱	۲۴/۲۷۵	۲۲/۱۰۳	۲۴/۱۸۷	۲۲/۱۰۲	۲۲/۱۲۰	۲۲/۱۶۵	۲۱							

با انجام محاسبات مذکور، مقادیر حداقل و حداکثر و مجموع آن‌ها استخراج گردیده است (جدول ۸).

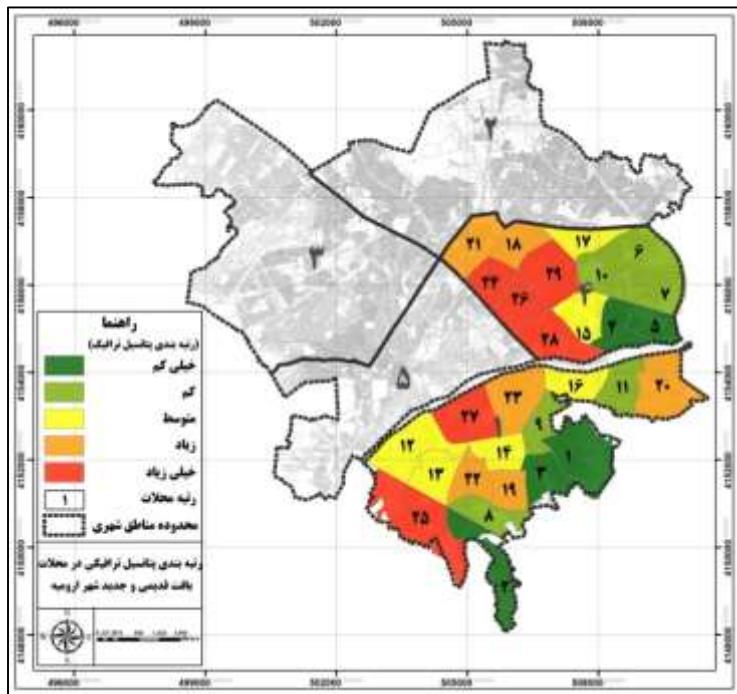
جدول ۸. محاسبه مقادیر حداقل و حداکثر Pi و Si (مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲)

MaxPi	MaxSi	λ	MinPi	MinSi	$\Sigma(Pi+Si)$
۲۴/۳۱۴۲	۰/۵۹۱۳	۰/۵۰	۱۵/۶۶۳۸	۰/۴۱۵۱	۲۸/۰۱

در گام آخر، محاسبه وزن و رتبه گزینه‌ها به ازای مقادیر مختلف Kc، Kb و Ka انجام شده و با توجه به سه مقدار بدست آمده، وزن و رتبه نهایی گزینه‌ها یعنی پتانسیل تراکم ترافیکی محلات بافت جدید (منطقه ۱) و قدیمی (منطقه ۴) شهر ارومیه استحصال شده است (جدول ۹) (تصویر ۹).

جدول ۹. رتبه‌بندی گزینه‌ها به صورت جداگانه به همراه رتبه‌بندی نهایی (مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲)

رتبه نهایی	Ki	رتبه	Kc	رتبه	Kb	رتبه	Ka	محلات
۸	۰/۱۱۴۵	۸	۰/۰۴۰۵	۸	۰/۱۰۵۶	۸	۰/۰۳۶۲	۱
۱۹	۰/۱۰۴۱	۱۹	۰/۰۳۹۸	۱۹	۰/۰۸۷۴	۱۹	۰/۰۳۵۵	۲
۳	۰/۱۱۷۱	۳	۰/۰۴۰۷	۳	۰/۱۱۰۴	۳	۰/۰۳۶۳	۳
۱۳	۰/۱۰۸۲	۱۳	۰/۰۴۰۱	۱۳	۰/۰۹۴۶	۱۳	۰/۰۳۵۸	۴
۲۲	۰/۱۰۲۶	۲۲	۰/۰۳۹۷	۲۲	۰/۰۸۵۰	۲۲	۰/۰۳۵۴	۵
۱۴	۰/۱۰۷۷	۱۴	۰/۰۴۰۱	۱۴	۰/۰۹۳۶	۱۴	۰/۰۳۵۸	۶
۱	۰/۱۱۹۳	۱	۰/۰۴۰۸	۱	۰/۱۱۴۴	۱	۰/۰۳۶۵	۷
۱۲	۰/۱۰۹۹	۱۲	۰/۰۴۰۲	۱۲	۰/۰۹۷۵	۱۲	۰/۰۳۵۹	۸
۹	۰/۱۱۴۰	۹	۰/۰۴۰۵	۹	۰/۱۰۴۹	۹	۰/۰۳۶۲	۹
۲۷	۰/۰۹۳۲	۲۷	۰/۰۳۸۷	۲۷	۰/۰۷۰۲	۲۷	۰/۰۳۴۵	۱۰
۱۶	۰/۱۰۶۷	۱۶	۰/۰۴	۱۶	۰/۰۹۱۹	۱۶	۰/۰۳۵۷	۱۱
۲۳	۰/۱۰۲۱	۲۳	۰/۰۳۹۶	۲۳	۰/۰۸۴۱	۲۳	۰/۰۳۵۴	۱۲
۱۱	۰/۱۱۰۷	۱۱	۰/۰۴۰۳	۱۱	۰/۰۹۸۸	۱۱	۰/۰۳۶۰	۱۳
۲۰	۰/۱۰۴۰	۲۰	۰/۰۳۹۸	۲۰	۰/۰۸۷۳	۲۰	۰/۰۳۵۵	۱۴
۲	۰/۱۱۸۱	۲	۰/۰۴۰۸	۲	۰/۱۱۲۲	۲	۰/۰۳۶۴	۱۵
۲۵	۰/۰۹۶۴	۲۵	۰/۰۳۹۱	۲۵	۰/۰۷۵۰	۲۵	۰/۰۳۴۹	۱۶
۲۸	۰/۰۹۲۱	۲۸	۰/۰۳۸۵	۲۸	۰/۰۶۸۵	۲۸	۰/۰۳۴۴	۱۷
۵	۰/۱۱۶۳	۵	۰/۰۴۰۶	۵	۰/۱۰۸۹	۵	۰/۰۳۶۳	۱۸
۴	۰/۱۱۶۷	۴	۰/۰۴۰۷	۴	۰/۱۰۹۶	۴	۰/۰۳۶۳	۱۹
۱۵	۰/۱۰۶۸	۱۵	۰/۰۴	۱۵	۰/۰۹۲۲	۱۵	۰/۰۳۵۷	۲۰
۷	۰/۱۱۵۳	۷	۰/۰۴۰۶	۷	۰/۱۰۷۰	۷	۰/۰۳۶۲	۲۱
۲۶	۰/۰۹۳۶	۲۶	۰/۰۳۸۷	۲۶	۰/۰۷۰۷	۲۶	۰/۰۳۴۶	۲۲
۲۴	۰/۱۰۱۸	۲۴	۰/۰۳۹۶	۲۴	۰/۰۸۳۷	۲۴	۰/۰۳۵۴	۲۳
۱۰	۰/۱۱۲۹	۱۰	۰/۰۴۰۴	۱۰	۰/۱۰۲۸	۱۰	۰/۰۳۶۱	۲۴
۲۹	۰	۲۹	۰	۲۹	۰	۲۹	۰	۲۵
۶	۰/۱۱۵۷	۶	۰/۰۴۰۶	۶	۰/۱۰۷۸	۶	۰/۰۳۶۳	۲۶
۱۷	۰/۱۰۵۸	۱۷	۰/۰۳۹۹	۱۷	۰/۰۹۰۴	۱۷	۰/۰۳۵۷	۲۷
۱۸	۰/۱۰۵۲	۱۸	۰/۰۳۹۹	۱۸	۰/۰۸۹۳	۱۸	۰/۰۳۵۶	۲۸
۲۱	۰/۱۰۳۵	۲۱	۰/۰۳۹۸	۲۱	۰/۰۸۶۵	۲۱	۰/۰۳۵۵	۲۹



تصویر ۳: رتبه‌بندی پتانسیل ترافیکی در محلات بافت قدیمی (منطقه ۴) و جدید (منطقه ۱) شهر ارومیه مبتنی بر روش FUCOM_CoCoSo (مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲)

در محلات بافت جدید (منطقه یک)، از میان ۱۶ محله، ۳ محله در پهنه پتانسیل ترافیکی خیلی کم، ۳ محله در پهنه پتانسیل ترافیکی کم، ۴ محله در پهنه پتانسیل ترافیکی متوسط، ۴ محله در پهنه پتانسیل ترافیکی زیاد و ۲ محله در پهنه پتانسیل ترافیکی خیلی زیاد واقع گردیده است. در محلات بافت قدیم (منطقه چهار)، از میان ۱۳ محله، ۲ محله در پهنه پتانسیل ترافیکی خیلی کم، ۳ محله در پهنه پتانسیل ترافیکی کم، ۲ محله در پهنه پتانسیل ترافیکی متوسط، ۲ محله در پهنه پتانسیل ترافیکی زیاد و ۴ محله در پهنه پتانسیل ترافیکی خیلی زیاد واقع گردیده است.

نتیجه‌گیری

هم‌زمان با پیچیدگی شهرها، نیاز به روش‌ها و سیستم‌هایی با توانایی تحلیل مشکلات و معضلات شهری حاصل از کنش متقابل بین سیستم‌های محیطی، جمعیتی و اقتصادی افزایش یافته است، برهمنم اساس پژوهش حاضر ترکیبی از عوامل اجتماعی- اقتصادی، کالبدی و ترافیکی را مدنظر قرار داده و از روش‌های نوینی همچون اپلیکیشن گوگل مپس جهت جمع‌آوری داده‌های ترافیکی بهره جسته است. نتایج حاصل از تحلیل پتانسیل تراکم ترافیکی در محلات بافت جدید (منطقه یک) و بافت قدیم (منطقه چهار) شهر ارومیه گویای آن بوده که پتانسیل ترافیکی با اختلاف بسیار کم در محلات جدید نسبت به محلات قدیم بیشتر می‌باشد. هم‌چنین براساس تحلیل شاخص‌های آگانه، بیشترین پتانسیل تراکم ترافیکی در بین محلات براساس شاخص‌های فاصله از کاربری‌های فضای سبز، ورزشی، اداری، تجاری و آموزشی، عرض معابر، تراکم ساختمانی، متوسط قیمت زمین، تعداد جمعیت محلول و شاغل، محدوده تحت پوشش حمل و نقل عمومی، تعداد خودرو، سطح سرویس معابر و تعداد خانوار مربوط به بافت جدید (منطقه یک) بوده و براساس شاخص‌های فاصله از کاربری‌های فرهنگی، تفریحی، درمانی و مذهبی، فاصله از هسته‌های شهری، حجم ترافیک، نرخ سفرسازی کاربری‌ها، دسترسی به پارکینگ طبقاتی، تراکم جمعیتی و مسکونی و سرانه مالکیت خودرو بیشترین پتانسیل ترافیکی متعلق به محلات بافت قدیمی (منطقه چهار) بوده است. براساس نتایج حاصل از اجرای مدل کوکوسو، پنج محله دارای کمترین پتانسیل ترافیکی مربوط به محله‌های ۷، ۱۵، ۳، ۱۹ و ۱۸ بوده و پنج محله دارای بیشترین پتانسیل ترافیکی

متعلق به محلات ۲۵، ۱۷، ۱۰، ۲۲ و ۱۶ بوده است. در پایان راهکارهای مبتنی بر خروجی تحقیق در جهت کاهش پتانسیل تراکم ترافیکی محلات هدف به صورت ذیل ارائه گردیده است:

- تدوین طرح های موضعی در جهت کاهش پتانسیل ترافیکی در محلات ۲۴، ۲۶، ۲۸ و ۲۹ در بافت قدیمی به دلیل وجود آثار تاریخی

- بازنظمی جانمایی کاربری ها در محلات دارای پتانسیل ترافیکی زیاد و خیلی زیاد

- ملاک قرار دادن نرخ سفرسازی کاربری ها در بارگذاری های جدید کالبدی و فعالیتی در محلات

- کاربست گونه های مختلف حمل و نقل سبز نظیر مسیرهای پیاده راه، دوچرخه و قطار بر قی در محلات بافت قدیمی شهر

- بهره گیری از مدل های کمی و ابزارهای هوش مصنوعی در جهت پیش بینی سناریوهای پتانسیل ترافیکی محلات شهری در مقطع زمانی آینده

منابع

- آرندت، رندل. (۱۳۸۷). منتظر نوشهرگرایی، ترجمه علیرضا دانش و رضا بصیری. تهران: پردازش و برنامه ریزی شهری.
- اجزاء شکوهی، محمد و رستگار، محسن. (۱۳۹۴). تحلیل فضایی مراکز ورزشی و بررسی شعاع خدمات رسانی آن در شهر زنجان. جغرافیا و توسعه ناحیه ای، ۱۳، (۱)، ۲۳-۴۳.
- استروفسکی، واتسلاف. (۱۳۹۵). شهرسازی معاصر از نخستین سرچشمه ها تا منشور آتن، ترجمه لادن اعتضادی. تهران: مرکز نشر دانشگاهی.
- اکبری، علی و لطفعلیان، نیلوفر. (۱۳۹۸). پیاده راه سازی و حضور پذیری فضای شهری به متابه رویکرد اجتماعی به مدیریت تردد (نمونه موردی: بازارچه طرخانی تهران). پژوهش های انسان شناسی ایران، ۹، (۲)، ۱۴۷-۱۶۸.
- احدی، محمد رضا، صلاحی مقدم، آرسام و حسن پور، محمد زمان. (۱۳۹۹). ارزیابی اثرهای حمل و نقل عمومی بر تنیبرات کاربری زمین شهری (مطالعه موردی منطقه هفت شهرداری تهران). مهندسی ساختمان و علوم مسکن، ۱۳، (۲۳)، ۵۵-۶۵.
- اسدی، مهدیه، رهنما، محمد رحیم و لگزیان، محمد. (۱۳۹۱). بررسی رابطه متقابل مدیریت کاربری زمین و وضعیت حمل و نقل و ترافیک شهری؛ مطالعه موردی: مجتمع تجاری الماس شرق مشهد. مدیریت شهری، ۱۰، (۳۰)، ۱۳۱-۱۴۴.
- پاکزاد، جهانشاه. (۱۴۰۰). سیر اندیشه ها در شهرسازی ۱ (از آرمان تا واقعیت). تهران: آرمان شهر.
- پاکزاد، جهانشاه. (۱۴۰۰). سیر اندیشه ها در شهرسازی ۲ (از کمیت تا کیفیت). تهران: آرمان شهر.
- پوراحمد، احمد، رضایی نیا، حسن و حسینی، علی. (۱۴۰۰). تحلیل سطح دسترسی به فضاهای فراغتی درون شهری با استفاده از روش تحلیل شبکه (مورد مطالعه: محله های مسکونی منطقه ۹ تهران). علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۲۳، (۴)، ۱-۲۰.
- تقواوی، مسعود، وارثی، حمید رضا و بهمن اورامان، مظفر. (۱۳۹۱). بررسی پراکنش کاربری های پیشکی و تأثیر آن بر روحی ترافیک شهری با استفاده از مدل AHP (مورد مطالعه: مرکز شهر کرمانشاه). مطالعات راهور، ۹، (۱۷)، ۷-۲۵.
- حسین زاده، نعمت، استعلامی، علیرضا و دانیالی، تهمینه. (۱۳۹۹). طراحی مدلی مکان محور برای ارزیابی مکانی - فضایی کاربری اراضی شهری با رویکرد مدیریت بحران مورد پژوهش: منطقه ۱۹ شهرداری تهران. اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، ۲۹، (۱۱۵)، ۷-۱۳۹.
- حبیبی، محسن و محسنی، مسائلی، صدیقه. (۱۳۷۸). سرانه کاربری های شهری، سازمان ملی زمین و مسکن (دفتر مطالعات زمین و مسکن): انتشارات سیما.
- حسینی، باقر و علی، پژمان. (۱۳۹۷). مکان یابی مساجد شهرستان رشت با بهره گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به روش AHP (مطالعه موردی: منطقه دو رشت). مهندسی جغرافیایی سرزمین، ۲، (۴)، ۲۷-۳۸.
- حبیبی، کیومرث. (۱۳۹۲). ارزیابی تجارت جهانی حمل و نقل و سیاست های مداخله در بافت های کهن شهری با تکیه بر پیاده مداری. انجمن علمی معماری و شهرسازی ایران، ۴، (۵)، ۳۳-۴۸.

- حجاری طاهری، محمد، پناهی، حمید و تباشیر، اسفندیار. (۱۴۰۱). بررسی نقش شبکه معابر در ترافیک شهری با استفاده از GIS. *مطالعات مدیریت ترافیک*, ۶۵(۱)، ۲۹-۶۰.
- خاکسار، حسن، بهارزاده، حسین و اشرفی، الهام. (۱۴۰۱). بررسی رابطه خصوصیات هندسی خودروها و تراکم ترافیک. *مهندسی عمران فردوسی*, ۳۵(۲)، ۱۹-۳۴.
- خدائی، جواد، و خراعی، مریم. (۱۳۹۵). ارزیابی مکان‌گیرنی مسجد محله‌ای در راستای تقویت ساختار هویتی محلات به عنوان مکانی برای سکونت مطالعه موردنی: مشهد. *مطالعات شهری*, ۵(۱۸)، ۵-۱۹.
- زنگی‌آبادی، علی و سعیدپور، شراره. (۱۳۹۵). تحلیل فضایی پراکنش مراکز فرهنگی و مکان‌یابی بهینه آن، پژوهش موردنی: شهر سفید، پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری. ۷(۱)، ۸۱-۹۴.
- سعیدنیا، احمد. (۱۳۹۹). کتاب سیزدهم راهنمای عمل شهرداری‌ها (کاربری زمین شهری). تهران: وزارت کشور (سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور).
- فربیب، فریدون. (۱۳۹۹). شبکه ارتیاطی در طراحی شهری. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- کدخدایی، مسعود، ضیائی، علی و شاد، روزبه. (۱۴۰۰). اولویت‌بندی استراتژی‌های کنترل تراکم ترافیک در کلان‌شهرها مطالعه موردنی شهر مشهد. *مهندسی عمران فردوسی*, ۳۴(۳)، ۸۱-۹۷.
- کریمی، رضا و عابدینی، اصغر. (۱۳۹۶). سنجش پتانسیل ترافیکی در شهرها با استفاده از مدل IHWP (مطالعه موردنی: شهر ارومیه). *پژوهشنامه حمل و نقل*, ۲۲(۹)، ۹-۲۲.
- ممدوحی، امیررضا، خاوری، فاطمه و عباسی، محمدحسین. (۱۴۰۲). مطالعه تطبیقی و شناسایی عوامل مؤثر در ایجاد سفرهای اجباری برون شهری. *پژوهشنامه حمل و نقل*, ۲۰(۲)، ۱۱۵-۱۲۸.
- مهندسین مشاور طرح و آمایش. (۱۳۹۸). طرح تفصیلی یکپارچه شهر ارومیه. وزارت مسکن و شهرسازی. سازمان مسکن و شهرسازی استان آذربایجان غربی.
- هدایت‌نژاد، مصطفی، هادیانی، زهره، حاجی‌نژاد، علی و عسگری، علی. (۱۳۹۸). تحلیل دسترسی و نظام پراکنش فضایی کاربری‌ها در راستای عدالت توزیعی جهت سرزندگی فضاهای شهری (موردنطالعه: ناحیه ۳ منطقه ۱۶ شهر تهران). *اقتصاد و مدیریت شهری*, ۷(۴)، ۷۵-۹۷.

References

- Arendt, R. (2008). The Meaning of Neo-Urbanism, Translated by Alireza Danesh and Reza Basiri. Tehran: Processing and Urban Planning. [In Persian]
- Ajza Shekohi, M., Rastegar, M., & Mirjafari, R. (2015). Analysis Pattern Spatial Distribution of Sports Centers and Radius of Service by Using GIS A Case Study: Zanjan City. *Journal of Geography and Regional Development*, 13 (1), 23-43. [In Persian] doi: [10.22067/geography.v13i1.20064](https://doi.org/10.22067/geography.v13i1.20064)
- Akbari, A., & Lotfalian, N. (2020). Creating Pedestrian Routes and Presence in Urban Spaces as a Social Approach to Traffic Management (Case Study: Tarkhani Bazaar of Tehran). *Iranian Journal of Anthropological Research*, 9 (2), 147-168. [In Persian] doi: [10.22059/ijar.2020.78434](https://doi.org/10.22059/ijar.2020.78434)
- Ahadi, M. R., Salahi Moghadam, A., & Hassan Pour, M. Z. (2020). Evaluating the Impact of Public Transportation on the Land Use Changes (Case Study District 7 of Tehran). *Building Engineering & Housing Science*, 13 (2), 55-65. [In Persian] https://behs.bhrc.ac.ir/article_119143.html?lang=fa
- Asadi, M., Rahnama, M.R., Legzian M. (2012). A Research on Interaction between Land Use Management, Urban Transportation & Traffic Situation, Case Study: Almas-e-Shargh Commercial Center. *Urban and Rural Management*, 10 (30), 131-144. [In Persian] URL: <http://ijurm.imo.org.ir/article-1-184-en.html>
- Alghamdi, T., Elgazzar, K., Bayoumi, M., Sharaf, T., & Shah, S. (2019). Forecasting Traffic Congestion Using ARIMA Modeling. *15th International Wireless Communications & Mobile Computing Conference (IWCMC)*, Tangier, Morocco.
- Amara, Y., Amamra, Y., & Khemis, S. (2020). Raw GIS to 3D Road Modeling for Real-Time Traffic Simulation. *The Visual Computer*, (38), 239-256. doi:[10.1007/s00371-020-02013-1](https://doi.org/10.1007/s00371-020-02013-1)

- Consulting Engineers of Tarho Amayesh (2019). Integrated Detailed Plan of Urmia City. Department of Housing and Urban Development. Housing and Urban Development Organization of West Azarbaijan Province. [In Persian]
- Demir, G., Damjanović, M., Matović, B., & Vujadinović, R. (2022). Toward Sustainable Urban Mobility by Using Fuzzy-FUCOM and Fuzzy-CoCoSo Methods: The Case of the SUMP Podgorica. *Sustainability*, 14 (9), 4972. <https://doi.org/10.3390/su14094972>
- Deveci, M., Pamucar, D., & Gokasar, I. (2021). Fuzzy Power Heronian Function based CoCoSo Method for the Advantage Prioritization of Autonomous Vehicles in Real-Time Traffic Management. *Sustainable Cities and Society*, (69), 102846. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102846>
- Ewing, R., & Cervero, R. (2010). Travel and the Built Environment: A Meta-Analysis. *Journal of the American Planning Association*, 76 (3), 265-294. <https://doi.org/10.1080/01944361003766766>
- Gharib, F. (2020). Communication Network in Urban Design. Tehran: Tehran University Press. [In Persian]
- Gioli, G., & Milan, A. (2018). *Gender, Migration and Global Environmental Change*. In Routledge Handbook of Environmental Displacement and Migration, Routledge. Abingdon, 135-150.
- Hosseini, S.B., & Alavi, S.P. (2019). Locating Mosques in Rasht City Using GIS and AHP Method (Case Study: Rasht District). *Geographical Engineering of Territory*, 2 (4), 27-38. [In Persian] https://www.jget.ir/article_69900.html?lang=fa
- Hajjari Taheri, M., Panahi, H., & Tabashir, E. (2022). Study of the Role of Road Network in Urban Traffic of Kashan City Using GIS. *Traffic Management Studies*, 17 (2), 29-60. [In Persian] doi: 10.22034/tms.2022.98624
- Hosseinzadeh, N., Estelaji, A.R., & Daniali, T. (2020). Designing a Spatial Model for Spatial Assessment of Urban Land Use based on a Crisis Management Approach- Case Study: District 19 Municipality of Tehran. *Scientific- Research Quarterly of Geographical Data (Sepehr)*, 29 (115), 139-159. [In Persian] doi: 10.22131/sepehr.2020.47886
- Habibi, M., & Maslami, S. (1999). Per Capita Urban Uses, National Land and Housing Organization (Land and Housing Studies Office): Sima Publications. [In Persian]
- Habibi, K. (2013). Evaluation of Global Transportation Experiences and Intervention Policies in Old Urban Contexts based on Pedestrianization. *Scientific Association of Architecture and Urban Planning of Iran*, 4 (5), 33-48. [In Persian] <https://doi.org/10.30475/isau.2014.61961>
- Hedayatnejad, M., Hadyani, Z., Hajinejad, A., & Asgari, A. (2019). Analysis of Access and Spatial Distribution System of Uses in Line with Distribution Justice for the Vitality of Urban Spaces (Case Study: District 3, District 16, Tehran). *Urban Economics and Management*, 7 (4), 97-75. [In Persian] <http://dorl.net/dor/20.1001.1.23452870.1398.7.28.5.7>
- Huang, W., Xu, Sh., Yan, Y., & Zipf, A. (2019). An Exploration of the Interaction between Urban Human Activities and Daily Traffic Conditions: A Case Study of Toronto, Canada. *Cities*, 84, 8-22. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.07.001>
- Hansen, H.S. (2003). A Fuzzy Logic Approach to Urban Land-Use Mapping. *ScanGIS'2003- The 9th Scandinavian Research Conference on Geographical Information Science, Espoo, Finland- Proceedings*.
- Idris, N. (2022). Minimizing the Congestion Index and Mode Share of Traffic Congestion in Urban Area. *Journal of Enterprise and Business Intelligence*, 2 (1), 24-32. doi:10.53759/5181/JEBI202202004
- Kolganov, S.V., & Skutelnik, V.V. (2019). Research of the Possibilities to Increase the Traffic Capacity of Streets in the Central Part of Irkutsk. *International Conference on Innovations in Automotive and Aerospace Engineering, Irkutsk, Russia*, 632, 1-7.
- Khodaei, J., & Khazaei, M. (2016). The Assessment of Locating Local Mosques to Rise the Identity Structure of Mahalas as Place for Residency- Case Study Mashhad. *Motaleate Shahri*, 5 (18), 5-20. [In Persian] https://urbstudies.uok.ac.ir/article_32057.html?lang=fa

- Khaksar, H., Baharzade, H., & Ashrafy, E. (2022). Modeling the Effects of Vehicle Specifications on Traffic Density. *Ferdowsi Civil Engineering*, 35 (2), 19-34. [In Persian] doi: [10.22067/jfcei.2022.75645.1127](https://doi.org/10.22067/jfcei.2022.75645.1127)
- Kadkhodaei, M., Ziaeef, S. A., & Shad, R. (2021). Prioritization of Traffic Congestion Control Strategies in Metropolitan Areas, Case Study: Mashhad. *Ferdowsi Civil Engineering*, 34 (3), 81-97. [In Persian] doi: [10.22067/jfcei.2022.73919.1091](https://doi.org/10.22067/jfcei.2022.73919.1091)
- Karimi, R., & Abedini, A. (2017). Evaluating the Traffic Congestion Potentials in the Cities; Using IHWP Model (Case Study: Urmia City). *Journal of Transportation Research*, 14 (3), 9-22. [In Persian] https://www.trijournal.ir/article_53705.html?lang=fa
- Lopa, A.T., Hasrul, M.R., & Yanti, J. (2022). The Impact of Land Use Changes on Trip Generation: A Study in the Tallasa City Corridor. *International Journal of Environment, Engineering & Education*, 4 (1), 27-35. doi: <https://doi.org/10.55151/ijeedu.v4i1.70>
- Mamdoohi, A. R., Khavari, F., & Abbasi, M. (2023). Comparative study and Identification of Effective Factors in Interurban Mandatory Trip Generation. *Journal of Transportation Research*, 20 (2), 115-128. [In Persian] doi: [10.22034/tri.2021.262529.2844](https://doi.org/10.22034/tri.2021.262529.2844)
- Muttaqien, A.R.P., & Basuki, Y. (2020). Trip Rate Model of Attraction in Higher Education Zone. *Journal of Advanced Civil and Environmental Engineering*, 3 (1), 1- 8. doi:[10.30659/jacee.3.1.1-8](https://doi.org/10.30659/jacee.3.1.1-8)
- Meena, S., & Patil, G.R. (2022). Trip Generation for Shopping Malls in Developing Cities. *European Transport*, (86), 1-16. <https://dx.doi.org/10.48295/ET.2022.86.2>
- Okeke, F.O., Gyoh, L., & Echendu, I.F. (2021). Impact of Land Use Morphology on Urban Transportation. *Civil Engineering Journal*, 7 (10), 1753-1773. doi: [10.28991/cej-2021-03091758](https://doi.org/10.28991/cej-2021-03091758)
- Pamucar, D., Stevic, Z., & Sremac, S. (2018). A New Model for Determining Weight Coefficients of Criteria in MCDM Models: Full Consistency Method (FUCOM). *Symmetry*, 10 (9), 1-22. <https://doi.org/10.3390/sym10090393>
- Pourahmad, A., Rezaienia, H., Hosseini, A., Andisheh, S., & Amini, M. (2021). Analyzing the Level of Access to Leisure Spaces within the City Using Network Analysis Method: the Case Study of Neighborhoods in District 9 of Tehran. *Journal of Environmental Science and Technology*, 23 (4), 1-20. [In Persian] doi: [10.30495/jest.2021.10212](https://doi.org/10.30495/jest.2021.10212)
- Pakzad, J. (2021). The Course of Ideas in Urban Planning 1 (From Ideal to Reality). Tehran: Arman Shahr. [In Persian]
- Pakzad, J. (2021). The Course of Ideas in Urban Planning 2 (From Quantity to Quality). Tehran: Arman Shahr. [In Persian]
- Saeednia, A. (2020). Green Book 1400 Municipalities Practice Guide (Urban Land Use). Tehran: Ministry of Interior (Organization of Municipalities and Rural Districts of the Country). [In Persian]
- Strufsky, V. (2016). Contemporary Urban Planning from the First Sources to the Charter of Athens, Translated by Laden Etzadi. Tehran: Academic Publishing Center.
- Spears, S., Boarnet, M.G, Handy, S., & Rodier, C. (2014). *Impacts of Land-Use Mix on Passenger Vehicle Use and Greenhouse Gas Emissions*. California Environmental Protection Agency, 1-6.
- Shi, J. (2020). Comprehensive Evaluation Method of Urban Traffic System for Sustainable Development. *Conference on Social Science and Modern Science*, Dalian, China.
- Shi, X., Qi, H., Shen, Y., Wu, G., & Yin, B. (2021). A Spatial- Temporal Attention Approach for Traffic Prediction. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 22 (8), 4909-4918. doi: [10.1109/TITS.2020.2983651](https://doi.org/10.1109/TITS.2020.2983651)
- Taghvae, M., Varesi, H.R., & Bahman Oraman, M. (2012). A Study of Variance of Medical Applications and its Impact of Urban Traffic using AHP Model (Case- Study: Kermanshah Downtown). *Traffic Law Enforcement Research Studies*, 1 (1), 99-127. [In Persian] http://talar.jrl.police.ir/article_11573.html?lang=fa

- Weerasinghe, O., & Bandara, S. (2019). A GIS Based Methodology to Demarcate Modified Traffic Analysis Zones in Urban Areas. *Moratuwa Engineering Research Conference*, Moratuwa, Sri Lanka, 498-503. doi: [10.1109/MERCon.2019.8818778](https://doi.org/10.1109/MERCon.2019.8818778)
- Wang, Zh., Gao, G., Liu, X., & Lyu, W. (2019). Verification and Analysis of Traffic Evaluation Indicators in Urban Transportation System Planning Based on Multi-Source Data A Case Study of Qingdao City, China. *IEEE Access*, 7, 110103-110115. doi:[10.1109/ACCESS.2019.2933663](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2933663)
- Yazdani, M., Zarate, P., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2019). A Combined Compromise Solution (CoCoSo) Method for Multi-Criteria Decision-Making Problems. *Management Decision*, 57 (9), 2501-2519. <https://doi.org/10.1108/MD-05-2017-0458>
- Zangiabadi, A., & Saidpour, S. (2016). Spatial Analysis of the Dispersion of Cultural Centers and Its Optimal Location, Case Study: Saqqez. *Journal of Urban Ecology Researches*, 7 (13), 81-94. [In Persian] <https://dorl.net/dor/20.1001.1.25383930.1395.7.13.6.6>
- WWW.Numbeo.com

پایه شده نهاد
قبل از میانگین
کنونی