Geographical Urban Planning Research Quarterly

Online ISSN: 2423-7779

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

Analytical Measurement of Traffic Congestion Potentials in Urban Regions of Iran the case study of Urmia city

Reza Karimi [1], Akbar Asghari Zamani [2] ✉, Mohammad Reza Pourmohammadi [3]

1. *Department of Urban Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University Tabriz, Tabriz, Iran*
Email: reza.karimi@tabrizu.ac.ir
2. (Corresponding Author) *Department of Urban Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University Tabriz, Tabriz, Iran*
Email: azamani@tabrizu.ac.ir
3. *Department of Urban Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University Tabriz, Tabriz, Iran*
Email: Pourmohamadi@tabrizu.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article History:
Received:
26 November 2023
Received in revised form:
27 February 2024
Accepted:
25 March 2024
Available online:
2 May 2024

Keywords:
Potential,
Traffic Congestion,
BWM,
SECA,
Land Use es.

ABSTRACT

The present study aims to combine physical, socioeconomic, and traffic criteria to evaluate and analyze the traffic congestion potential of Urmia city. This study is applied and descriptive-analytical, where the required data were collected through library and field studies. To achieve the research goal, 25 indices classified under three physical, socioeconomic, and traffic criteria were selected, and their importance coefficients were calculated using the BWM approach. The BWM questionnaires were distributed among 50 elites in two steps as select the best and worst indices and complete the paired comparison questionnaire to determine the priority of the best index over other indices and the priority of other indices over the worst index). The outputs of the questionnaires were entered into the GAMS software to calculate the indices' importance coefficients. The "distance from urban cores" and "average land price" indices obtained the highest and lowest weights, respectively. To show the traffic congestion potential of the five districts of Urmia city, the SECA model was implemented in Lingo software with different values of β. The findings divide Urmia city into 5 zones in terms of traffic congestion as very low traffic congestion (13%), low traffic congestion (32%), moderate traffic congestion (21%), high traffic congestion (21%), and very high traffic congestion (15%). The results indicate that District 4 has the highest traffic congestion potential, followed by Districts 5, 1, 3, and 2, respectively.

Cite this article: Karimi, R., Asghari Zamani, A., & Pourmohammadi, M.R. (2024). Analytical Measurement of Traffic Congestion Potentials in Urban Regions of Iran the case study of Urmia city. *Geographical Urban Planning Research Quarterly, 12* (1), 63-83.
http://doi.org/10.22059/JURBANGEO.2024.366648.1870

© The Author (s).

Publisher: University of Tehran Press

Extended Abstract

Introduction

The urban planning system is based on a capacity assessment or potential evaluation, so traffic, as a sub-system of this system, is not an independent phenomenon and is the consequence of various demographic, physical, traffic, economic, cultural, and social factors. Thus, the present study aims to evaluate the traffic congestion potential of urban areas from a multi-dimensional perspective. Domestic experiences have shown that most urban traffic and transportation plans have been partially developed and implemented, disregarding environmental, social, economic, and cultural conditions. This is also true for Urmia city, and it faces traffic problems. According to its residents and city officials, traffic is one of the major problems of this city due to the following reasons as the centralization of a large part of commercial, administrative, educational, and medical uses in the central context, lack of contemporization of this context considering residents' present needs, high population density in informal settlements, unregulated building density in the city, especially in newer context, neglect of urban road hierarchy in the subdivision, neglect of the trip generation rate of land uses in urban development plans, lack and mislocation of multi-story car parks, inattention to different transport modes, changing the function of local roads from local traffic to through traffic, etc. Therefore, the present research aims to apply various physical and non-physical indices effective in urban traffic to evaluate the districts in Urmia city in traffic congestion potential.

Methodology

This study is applied and descriptive-analytical, where the required data were collected through library study (including the review of the detailed master, transport, and traffic plans of Urmia city and the statistical yearbook of Iran (2016) and field studies. Since the GIS indices data were available for Urmia city, 25 indices were selected and classified under 3 socioeconomic, physical, and traffic criteria out of various indices influencing traffic congestion potential. After collecting the information on the required indices, the information layers were prepared in the GIS software. Next, to determine the importance of each index using the BWM approach, the BWM questionnaires were distributed among 50 elites in 2 steps, and the obtained data were analyzed through programming in the GAMS software to extract the weights of the indices. After calculating the importance coefficient of the indices, they were normalized in the GIS software according to the research goal using Fuzzy large and small functions. After analyzing traffic indices, their importance coefficients were combined to assess the traffic congestion potential of Urmia city. In the last step, to depict the results obtained by the five Urmia city districts, the SECA method was used with different values of β.

Results and discussion

The "distance from urban cores" and "average land price" indices obtained the highest and lowest weights, respectively. Moreover, the results indicate that the area of each district of Urmia City can be divided into 5 zones as follows: District 1 (very low traffic congestion (13%), low traffic congestion (30%), moderate traffic congestion (20%), high traffic congestion (17%), and very high traffic congestion (20%)), District 2 (very low traffic congestion (19%), low traffic congestion (43%), moderate traffic congestion (23%), high traffic congestion (12%), and very high traffic congestion (3%), District 3 (very low traffic congestion (16%), low traffic congestion (38%), moderate traffic congestion (23%), high traffic congestion (19%), and very high traffic congestion (4%)), District 4 (very low traffic congestion (4%), low traffic congestion (16%), moderate traffic congestion (15%), high traffic congestion (30%), and very high traffic congestion (36%)), and District 5 (very low traffic congestion (10%), low traffic congestion (27%), moderate traffic congestion (22%), high traffic congestion (21%), and very high traffic congestion (20%). The results of implementing the SECA model in the Lingo software for various values of W and S and β=5 show that according to Si values, District 4 of Urmia city has the highest traffic congestion

potential, followed by Districts 5, 1, 3, and 2, respectively.

Conclusion

In general, investigating the 5 districts of Urmia city in the indices of traffic congestion potential indicated how many indices the districts have with the highest traffic congestion potential; District 1 (2 indices), District 2 (2 indices), District 3 (3 indices), District 4 (11 indices), and District 5 (10 indices). Regarding the indices with the lowest traffic congestion potential, the results were as follows:

District 1 (1 index), District 2 (6 indices), District 3 (11 indices), District 4 (3 indices), and District 5 (4 indices).

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved thecontent 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.

فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری
شاپا الکترونیکی: 2423-7779
Journal Homepage: www.jurbangeo.ut.ac.ir

سنجش تحلیلی پتانسیل‌های ترافیکی در مناطق شهری ایران مطالعه موردی: شهر ارومیه*

رضا کریمی [۱]، اکبر اصغری‌زمانی [۲] ✉، محمدرضا پورمحمدی [۳]

۱- گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی 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

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۲/۰۹/۰۵
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۲/۱۲/۰۸
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳/۰۱/۰۶
تاریخ چاپ:
۱۴۰۳/۰۲/۱۳

واژگان کلیدی:
پتانسیل،
ترافیک،
BWM،
SECA
کاربری زمین.

چکیده

پژوهش حاضر بر آن بوده تا با بهره‌گیری از ترکیب معیارهای کالبدی، اقتصادی- اجتماعی و ترافیکی بتواند پتانسیل ترافیکی در شهر ارومیه را موردسنجش و تحلیل قرار دهد. نوع تحقیق حاضر کاربردی بوده و روش انجام کار توصیفی- تحلیلی می‌باشد و گردآوری اطلاعات نیز از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی صورت پذیرفته است. برای نیل به هدف تحقیق، ۲۵ شاخص در قالب ۳ معیار کالبدی، ترافیکی و اقتصادی- اجتماعی انتخاب گردیده و جهت محاسبه ضریب اهمیت شاخص‌ها از روش BWM استفاده‌شده که پرسش‌نامه آن بین ۵۰ نفر از نخبگان در دو مرحله (۱- انتخاب بهترین و بدترین شاخص ۲- تکمیل پرسش‌نامه مقایسه زوجی ارجحیت بهترین شاخص بر سایر شاخص‌ها و ارجحیت دیگر شاخص‌ها بر بدترین شاخص) توزیع گردیده و نتایج در نرم‌افزار GAMS استخراج‌شده است. بیش‌ترین وزن به‌دست‌آمده، مربوط به شاخص فاصله از هسته‌های شهری و کم‌ترین وزن مربوط به شاخص متوسط قیمت زمین بوده است. برای اینکه بتوان پتانسیل ترافیکی را در مناطق پنج‌گانه شهر ارومیه به تصویر کشید، مدل SECA در نرم‌افزار Lingo با مقادیر مختلف β اجرا گردیده است. یافته‌های به‌دست‌آمده گویای آن بوده که ۱۳ درصد محدوده شهر در پهنه پتانسیل ترافیکی خیلی کم، ۳۲ درصد در پهنه ترافیکی کم، ۲۱ درصد در پهنه ترافیکی متوسط، ۱۹ درصد در پهنه ترافیکی زیاد و ۱۵ درصد در پهنه پتانسیل ترافیکی خیلی زیاد واقع‌شده است. نتایج به‌دست‌آمده بیانگر آن بوده که پتانسیل ترافیکی در مناطق شهری ارومیه به ترتیب از بیش‌ترین تا کم‌ترین مربوط به مناطق چهار، پنج، یک، سه و دو بوده است.

استناد: کریمی، رضا، اصغری‌زمانی، اکبر و پورمحمدی، محمدرضا. (۱۴۰۳). سنجش تحلیلی پتانسیل‌های ترافیکی در مناطق شهری ایران مطالعه موردی: شهر ارومیه. *پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری*، ۱۲ (۱)، ۸۳-۶۳.
http://doi.org/10.22059/JURBANGEO.2024.366648.1870

© نویسندگان
ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

*. این مقاله برگرفته از رساله دکتری آقای رضا کریمی در رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری به راهنمای نویسنده اول و مشاوره نویسنده دوم دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی دانشگاه تبریز است.

مقدمه

پیامد گسترش شهرنشینی سریع، ظهور شهرهای کلان با بافت نابسامان است که به دلیل مدیریت ناصحیح ساختار فضایی مبتنی بر دسترسی مطلوب، مسئله ترافیک و ناپایداری الگوهای حمل‌ونقل، منجر به پیدایش جریانات فضایی نامطلوب و تحمیل هزینه‌های عمومی شده است (Spears et al., 2014: 207). مطالعات مرتبط با ترافیک شهری به‌طور ریشه‌ای از زمانی بیان گردید که شهرها آثار و پیامدهای انقلاب صنعتی را در آغوش گرفتند (Hill, 2005: 27). پدیده ترافیک یکی از نتایج شهرنشینی است، که بازتابی از سیاست‌های گسترش شهری، مسکن، اشتغال و فرهنگی است که بر مکان زیست و کار مردم تأثیر می‌گذارد (Ajala, 2019: 2)؛ و مختص کشورهای پیشرفته و یا درحال‌توسعه نیست، بلکه یک پدیده فراگیر است. به بیان اپلیارد خودرو شخصی، صرف‌نظر از نیاز واقعی یا کاذب از نشانه‌های پیشرفت می‌باشد (روستایی و ذوالفقاری‌فر، ۱۴۰۲: ۱۹۴). امروزه رشد فزاینده استفاده از خودروهای شخصی در سفرهای درون‌شهری و تشدید مشکلاتی مانند آلودگی هوا، آلودگی صوتی و افزایش زمان سفر باعث افزایش هرچه بیشتر نارضایتی شهروندان شده است (میربها و همکاران، ۱۳۹۴: ۳۵۴)؛ به‌طوری‌که این مسئله به شکلی رایج و فراگیر در مناطق شهری با تراکم جمعیتی بالا در گستره جهان‌دیده می‌شود (احمدزاده و همکاران، ۱۴۰۲: ۱۶۸). این آثار منفی در کلان‌شهرها به علت بالا بودن حجم تقاضای سفر، بیشتر از سایر شهرها ظاهر گردیده (کدخدایی و همکاران، ۱۴۰۰: ۸۲) و سیستم مدیریت شهری را همواره به رفع بحران مشغول کرده به‌جای اینکه تدوینگر سیاست‌های پیشگیرانه و پیش‌بینی کننده باشد (اسدی و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۳۲). بر اساس رده‌بندی مؤسسه تحقیقاتی به نام Numbeo در سال ۲۰۲۳، کشور ایران بر اساس شاخص ترافیکی در میان ۸۴ کشور، در رتبه ۷ جهان قرارگرفته که مبنای محاسبه آن، فاکتورهایی مانند میزان زمان سپری‌شده در ترافیک به دلیل رفت‌وآمد شغلی، میزان نارضایتی افراد حاضر در ترافیک، ناکارآمدی و میزان دی‌اکسید کربن آزادشده، بوده است (www.numbeo.com). اگر فقط زمان گذرانده شده یک شهروند در جابجایی‌های ساده شهری مبنا قرار گیرد، قریب به ده درصد ساعات شبانه‌روز و بین ۲۰ تا ۳۰ درصد ساعات مفید بیداری وی در شبکه معابر شهری طی می‌شود که اگر هیچ‌یک از مشکلات مذکور هم وجود نمی‌داشت، اتلاف وقت و کاهش عمر مفید مردم، برای تصحیح و بهینه‌سازی سیستم حمل‌ونقل، دلیل قانع‌کننده‌ای خواهد بود (سجادی و تقوایی، ۱۳۹۵: ۲). عموماً، مردم گرایش به سفر دارند تا به طیف متنوعی از کالاها، خدمات، امکانات و افرادی دسترسی داشته باشند که احتمال دارد در مبدأ سفرشان قابل‌دسترس نباشد (Okeke, 2021: 1754). با این توصیف، حمل‌ونقل به ذات خود مسئله و مشکل نیست؛ بلکه موهبت است اما در صورتی به مسئله بدل خواهد گردید که پیامدهای ناشی از آن باعث تنزل رضایت شهروندان از شبکه حمل‌ونقل و در نتیجه کاهش سطح کیفی خدمات شهری شود (علوی و همکاران، ۱۳۹۰: ۴۴). تجربه در دنیا نشان داده است افزایش ظرفیت شبکه معابر گرچه به‌طور مقطعی بار ترافیکی را تنزل می‌دهد (Díez-Gutiérrez et al.,2019: 58)؛ ولی پس از اندکی خود مشکلات تازه‌ای مانند ترافیک زایشی که شامل ترافیک انتقالی، ترافیک القایی و تقاضای پنهان سفر می‌شود، را موجب می‌گردد (حجازی، ۱۳۹۷: ۸۶). پس به‌منظور تنظیم تقاضای ترافیک، هیچ گزینه‌ای کارآمدتر از تنظیم و مدیریت کاربری‌ها با توجه به میزان سفرسازی آن‌ها، اثربخش نخواهد بود (علیزاده، ۱۴۰۱: ۴-۳). اگرچه مورفولوژی کاربری زمین تأثیرات مستقیم بر ایمنی ترافیک ندارد؛ ولی تصمیمات برنامه‌ریزی کاربری زمین می‌تواند بر ویژگی‌های جمعیتی، اجتماعی-اقتصادی یک منطقه و در نتیجه حجم ترافیک و تصادفات تأثیر بگذارد (Xu et al., 2020: 2). ویژگی متمایز کاربری زمین، توانایی یا پتانسیل آن برای «تولید» ترافیک 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). با توجه به اینکه بنیان سیستم برنامه‌ریزی شهری مبنی بر ظرفیت سنجی بوده و ترافیک نیز به‌عنوان زیرشاخه این سیستم، پدیده‌ای مستقل نبوده بلکه زاییده تأثیرات مختلف جمعیتی، کالبدی، ترافیکی، اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی می‌باشد، لذا این پژوهش با هدف سنجش پتانسیل ترافیکی در مناطق شهری با دیدی چندبعدی گام برداشته است؛ هم‌چنین بهره‌گیری از داده‌های اپلیکیشن گوگل مپس[1]جهت برداشت حجم عظیمی از داده‌های ترافیکی در زمان‌های مختلف بدون حضور فیزیکی در محیط شهری و با سرعت‌بالا و هم‌چنین کاربست ترکیبی ۲۵ شاخص در تلفیق با روش‌های BWM و SECA را می‌توان از نقاط قوت پژوهش حاضر بیان نمود. تجارب نشان داده اغلب طرح‌های ترافیک و حمل‌ونقل شهری کشور نیز به شکل بخشی و مستقل از شرایط محیطی، اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی تهیه و اجرا گردیده‌اند. شهر ارومیه نیز از مسائل مطرح‌شده در بالا مستثنی نبوده و با مشکلات ترافیک مواجه می‌باشد به‌طوری‌که بر اساس شاخص سرانه مالکیت خودرو رتبه دوم را در کشور به خود اختصاص داده (۸۰ خودرو به ازای ۱۰۰۰ نفر) و از طرفی ۲۴/۳۸ درصد از سطح شهر را معابر در برگرفته که در وضع فعلی پاسخ‌گوی نیازها نمی‌باشد. واقع‌شدن بخش زیادی از کاربری‌های تجاری، اداری، آموزشی و درمانی در بافت مرکزی شهر و عدم معاصر سازی این بافت با نیازهای امروزی، بارگذاری تراکم جمعیتی زیاد در سکونت‌گاه‌های غیررسمی، تخصیص تراکم ساختمانی بی‌ضابطه در شهر به‌خصوص بافت جدید، عدم رعایت سلسله‌مراتب معابر شهری در تفکیک اراضی، غفلت از نرخ سفرسازی کاربری‌ها در طرح‌های توسعه شهری، کمبود و جایابی نامناسب پارکینگ‌های طبقاتی، عدم توجه به گونه‌های مختلف حمل‌ونقل (دوچرخه، پیاده، اتوبوس، مترو، تراموا)، تغییر کارکرد معابر محلی از ترافیک مقصدی به ترافیک عبوری و غیره در کنار هم موجب شده تا اکنون ترافیک بنا بر اظهارنظر ساکنین و مسئولان شهر به اصلی‌ترین معضل تبدیل شود. از همین رو این پژوهش با بهره‌گیری از شاخص‌های متنوع کالبدی و غیر کالبدی مؤثر در ترافیک شهری بر آن بوده تا نقاط دارای پتانسیل ترافیکی در شهر ارومیه را موردسنجش و ارزیابی قرار دهد.

تحقیقات مختلفی در سطح جهانی و داخلی در ارتباط با موضوع تحقیق در شهرها انجام‌گرفته که در ذیل برخی از آن‌ها اشاره گردیده است:

مارشال[2](۲۰۰۰)، در تحقیقی با عنوان "نقش بالقوه سیاست‌های کاربری زمین در تحرک پایدار در جهت فعال‌سازی مکانیسم‌های کاهش سفر" ابعاد کالبدی که حمل‌ونقل را تحت تأثیر قرار می‌دهند، در مواردی چون تعیین محل قرارگیری کاربری‌ها با توجه به دسترسی‌ها، توسعه کاربری مختلط، ساختار شهر و الگوی خیابان‌ها توسعه حمل‌ونقل عمومی، تمرکز شهری، موقعیت استقرار تقاطع‌ها و وجود مناطق عاری از خودرو در پیاده راه‌ها می‌داند.

المسائید[3]و فیاد[4](۲۰۱۸)، مطالعه‌ای را برای رشد تولید سفر برای شهر اربید[5]به‌عنوان منطقه مسکونی انجام داده‌اند. مشخص‌شده که تعداد سفرهای مسکونی ایجادشده به‌شدت به متغیرهای اقتصادی– اجتماعی از جمله اندازه خانوار، مالکیت خودرو و سطح درآمد خانوار وابسته است.

سنگارداس[6]و اسواری[7](۲۰۱۹)، در مقاله‌ای با عنوان "اهمیت طرح ترافیک و حمل‌ونقل در چارچوب آمایش سرزمین برای شهرها" بیان کرده‌اند که تراکم ترافیک یکی از موضوعات مهم در شهرهای درحال‌توسعه است و به تغییر کاربری

1. Google Maps
2. Marshall
3. Al-Masaeid
4. Fayyad
5. Irbid
6. Sangaradasse
7. Eswari

اراضی بستگی دارد و تنظیم منطقه بندی و کاربری زمین نقش اصلی را برای کاهش تراکم ترافیک ایفا می‌کند. آن‌ها به این نتیجه رسیده‌اند که در حال حاضر ظرفیت حمل فضای جاده با توجه به افزایش تعداد وسایل نقلیه قابل‌افزایش نیست و ازاین‌رو منجر به تراکم ترافیک می‌شود.

بایرام‌زاده و فری (۱۳۹۸)، در تحقیقی با عنوان "تأثیر برنامه‌ریزی کاربری اراضی بر ترافیک با رویکرد توسعه پایدار" با هدف شناسایی شاخص‌های مؤثر کاربری اراضی بر ترافیک شهری و اولویت‌بندی تأثیر این شاخص‌ها بر ترافیک شهری در راستای توسعه پایدار با بهره‌گیری از گویه‌های تراکم، دسترسی منطقه‌ای، تمرکزگرایی، شرایط پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری، اتصال و ارتباط، طراحی خیابان، تنوع کاربری‌ها، دسترسی به حمل‌ونقل عمومی، مدیریت پارکینگ و خودکفایی فعالیت‌های محلی به این نتیجه رسیده‌اند که در خیابان امام ارومیه با توجه به مقدار ضریب اسپیرمن به‌دست‌آمده، تنوع کاربری‌ها دارای تأثیر مستقیم در ایجاد ترافیک شهری بوده است.

دینگ[1] و همکاران (۲۰۲۰)، در تحقیقی با عنوان "یک روش یادگیری گروهی برای تشخیص نقاط بالقوه ترافیک بر روی‌داده‌های مکانی- زمانی ناهمگن در حوزه بزرگراه" یک روش مبتنی بر یادگیری گروهی برای تشخیص نقاط بالقوه ترافیک پیشنهاد داده‌اند. این روش با در نظر گرفتن زمان، مکان، هواشناسی و شرایط تقویم، حجم ترافیک روزانه را بر اساس داده‌های ناهمگن مدل‌سازی کرده و خطای پیش‌بینی روندها را از طریق فناوری رگرسیون[2] تقویت گرادیان کاهش می‌دهد.

افندی‌زاده و همکاران (۱۴۰۰)، در تحقیقی با عنوان "مدل‌سازی یکپارچه حمل‌ونقل و کاربری زمین با استفاده از روش‌های شبیه‌سازی (مطالعه موردی: شهر قم)" به ارائه الگوی گزینش محل سکونت و اشتغال با استفاده از یک ساختار مدل‌سازی انتخاب گسسته در " اربن سیم[3] " در شهر قم پرداخته‌اند. نتایج این تحقیق نشانگر آن بوده که میزان دسترسی بین هر زوج ناحیه ترافیکی، متغیرهای اقتصادی و اجتماعی مانند درآمد، بعد خانوار، مالکیت خودرو، ارزش زمین از عوامل مهم در تعیین مکان‌های مسکونی و شغلی خانوار در قم بوده است.

عبدالمنافی و همکاران (۱۴۰۱)، در مقاله‌ای با عنوان "تحلیل و ارزیابی اثرات کاربری زمین بر تغییرات ترافیک و سفرهای درون‌شهری (شهر تهران)" بیان داشته‌اند که در به وجود آمدن سفرهای شهری عواملی همچون عوامل اقتصادی- اجتماعی، تراکم جمعیت، کاربری زمین، فراهم بودن وسایل نقلیه تأثیرگذار بوده‌اند. از نتایج حاصله بین کاربری اداری، مسکونی و آموزشی بیش‌ترین سهم سفر برای این کاربری‌ها بوده است در واقع وابستگی زیادی نسبت به یکدیگر برای ایجاد سفر دارند.

ممدوحی و همکاران (۱۴۰۲)، در مقاله‌ای با عنوان "مطالعه تطبیقی و شناسایی عوامل مؤثر در ایجاد سفرهای اجباری برون‌شهری" به این نتیجه رسیده‌اند که برای تولید 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 متغیرهای سهم خانوارهای با بیش از ۲ وسیله نقلیه و تعداد دانشجویان در سرانه مالکیت خودرو بیش‌ترین تأثیر را بر تولید و جذب سفرهای تحصیلی برون‌شهری داشته‌اند. در تولید سفرهای کاری، سهم افراد در رده سنی ۴۷-۳۲ سال و در جذب، تعداد شاغلان در سرانه مالکیت خودرو بیش‌ترین تأثیر را بر ایجاد سفرهای کاری داشته‌اند.

1. Ding
2. Regression
3. Urbansim

مبانی نظری

شهر به‌مثابه سیستمی است که از بخش‌های گوناگون شکل یافته به‌طوری‌که اجـزاء، این عناصـر، ارتباطات درونی و کارکرد بین زیرسیسـتم‌های شـهری می‌تواند موجب نظام‌مند شدن ساختار فضـاهای شهـــری گردد (افشارکهن و همکاران، ۱۳۹۱: ۶۱). یکی از این زیرسیستم‌ها، حمل‌ونقل شهری بوده که در زیرمجموعه خود ترافیک شهری را شامل می‌گردد. ترافیک پدیده‌ای است حاصل از ارتباط سه‌گانه میان انسان، راه و وسیله نقلیه، ویژگی‌ها و کیفیت عملکرد هر کدام از این سه عامل نقش تعیین‌کننده‌ای در کیفیت نهایی ترافیک در هر زمان دارد. برخی از عواملی که می‌توانند بر تولید سفر تأثیر بگذارند عبارت‌اند از: ۱- الگو و شدت کاربری اراضی و توسعه آن در منطقه موردمطالعه؛ ۲- ویژگی‌های اجتماعی- اقتصادی رفتار جمعیت سفر کننده در منطقه موردمطالعه؛ ۳- شرایط و قابلیت‌های سیستم حمل‌ونقل موجود در منطقه موردمطالعه و طرح توسعه آن (Muttaqien & Basuki, 2020: 2). کاربری زمین از دو ویژگی متمایز تشکیل‌شده است: ۱- ماهیت کاربری، که مربوط به فعالیت‌هایی است که در مکانی انجام می‌شود، و ۲- سطح انباشت فضایی، که شدت و تمرکز آن‌ها را نشان می‌دهد (Sarker et al., 2019: 31). کاربری‌های شهری را می‌توان به دو دسته جذب‌کننده و تولیدکننده سفر تقسیم‌بندی کرد. در این میان کاربری‌هایی وجود دارند که نقش چندانی در جذب و تولید سفر ندارند. البته بعضی از کاربری‌ها هم به‌عنوان جاذب و هم به‌عنوان تولیدکننده سفر نقش ایفا می‌کنند. کاربری‌های جاذب عمدتاً باعث کشش جریان‌ها به سمت خود شده و در واقع مقصد یک سفر شهری محسوب می‌شوند درحالی‌که کاربری‌های تولیدکننده سفر موجب خلق مسافرت گردیده و مبدأ یک جابه‌جائی شهری محسوب می‌شوند (بهسرشت و همکاران، ۱۳۹۰). هر کدام از کاربری‌ها بر اساس نظام تقسیمات فضایی دارای شعاع دسترسی معینی می‌باشد که می‌تواند با توجه به خدماتی که به شهروندان ارائه می‌دهد در ترافیک شهری مؤثر واقع گردد. 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 (عابر پیاده، کامیون، اتومبیل)، ۳- ترافیک در یک‌زمان خاص (ادارات در صبح و عصر جریان ترافیک ایجاد می‌کنند، درحالی‌که مغازه‌ها در طول روز جریان ترافیک ایجاد می‌کنند) (Muttaqien & Basuki, 2020: 3). نرخ تولید سفر مؤسسه مهندسین حمل‌ونقل (ITE) یکی از پرکاربردترین راهنماهای تولید سفر در مقیاس بین‌المللی است. بسته به نوع کاربری زمین، دفترچه راهنما متغیر مستقلی را مشخص می‌کند که برای محاسبه تولید سفر مورداستفاده قرار می‌گیرد، برای مثال برای نوع کاربری زمین منطقه مسکونی، متغیرهای مستقل ممکن است تعداد اتاق‌خواب‌ها یا مساحت کل طبقه باشد (Aboelenen et al, 2021: 11). راینهارد باومایستر در گونه‌بندی ترافیک بر اساس زمان انجام سفر آن را به ترافیک روزانه و شبانه تقسیم کرده و از ساعت‌های پر رفت‌وآمد در صبح و غروب و تفاوت ترافیک در روزهای کاری و تعطیلی سخن گفته است (Baumeister, 1876). کالن بیوکنن ۳ گونه اصلی آمدوشد را معرفی کرده که شامل ترافیک محلی (داخل شهر و مناطق مسکونی)، ترافیک گذری و ترافیک آونگی (میان شهر و روستاهای پیرامون) می‌باشد. وی معضلات حاصل از غلبه خودرو را در دیاگرامی معروف به مارپیچ «ترافیک» ارائه کرد. گزارش ترافیک در شهرها نخستین سندی بود که به تحلیل کمی و کیفی آمدوشد در شهرها می‌پرداخت (Buchanan, 1964). اوژن هنارد انواع ترافیک را بر پایه ۶ اصل بخش‌بندی نمود؛ ترافیک مربوط به سکونت، کارهای حرفه‌ای- اقتصادی یا تجاری- اجتماعی و یا تفریحی، جشن‌ها و اعیاد و رفت‌وآمدهای استثنایی. او هم‌چنین بر پایه کیفیت یا ویژگی هریک از این رفت‌وآمدها، آن‌ها را به دسته‌هایی تقسیم نمود: رفت‌وآمدهای موقت یا همیشگی، رفت‌وآمدهایی که یکنواخت پخش می‌شوند، رفت‌وآمدهای همگرا یا واگرا (Henard, 1912). بر اساس مطالب فوق و نیز مطالعه پژوهش‌های گوناگون در حوزه حمل‌ونقل، ترافیک، سفر و کاربری‌ها شاخص‌های متنوع مؤثر در پتانسیل

ترافیکی شهرها به شرح جدول ۱ استخراج گردیده است.

جدول ۱. شاخص‌های مؤثر در پتانسیل ترافیکی شهرها بر اساس مطالعات پژوهش‌های مختلف

شاخص‌ها	نویسندگان
ارزش زمین، تراکم مسکونی، دسترسی به خدمات آموزشی و درمانی، فضای سبز، خانوار در واحد مسکونی	(پورمحمدی و کریمی، ۱۴۰۲: ۹)
تعداد شاغلان، سهم کاربری تجاری، درمانی، معابر اصلی، تراکم ساختمانی	(کریمی و اصغری‌زمانی، ۱۴۰۲: ۱۰)
تعداد وسیله نقلیه عبوری در یک ساعت، تولید و جذب سفر مجتمع	(مؤیدفر و عابدی، ۱۳۹۳: ۴)
مساحت اماکن درمانی	(تقوایی و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۲)
جمعیت، فاصله تا مرکز شهر، سن افراد، درآمد افراد، درآمد سرپرست خانوار، بعد خانوار، تعداد دانش‌آموزان در خانوار، تعداد شاغلین در خانوار، تعداد اتومبیل در خانوار	(محمدپور و مهرجو، ۱۴۰۰: ۵۸)
میدان و فلکه‌ها، تقاطع‌های سه‌راه و چهارراه	(زیاری و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۳۲-۱۱۷)
فاصله از کاربری‌های آموزشی، اداری و کاربری درمانی، تراکم کاربری‌های مسکونی، تجاری، صنعتی، تفریحی، ازدحام ترافیکی	غفاری‌گیلانده و همکاران، ۱۳۹۹: ۱)
سرانه کاربری، تنوع کاربری، سن، درآمد، بعد خانوار، تعداد فرزندان، تعداد شاغلین	(سلطانی و همکاران، ۱۳۹۱: ۵)
متغیرهای تولید سفر شامل اشتغال در محل زندگی، جمعیت، مساحت منطقه مسکونی، چگالی جمعیت، تعداد خانوار، ضریب مالکیت اتومبیل، قیمت متوسط یک مترمربع زمین، جمعیت دانش‌آموزان، مساحت ناحیه ترافیکی، تعداد ساختمان‌های مسکونی، فاصله تا مراکز تفریحی و متغیرهای جذب سفر شامل اشتغال در محل کار، مساحت زمین‌های صنعتی/کشاورزی/ اداری/ تجاری، مساحت زیربنای ساختمان‌های اداری، تعداد ساختمان‌های صنعتی/ اداری/ تجاری، مساحت و زیربنای مدارس، تعداد دانش‌آموزان/ مدارس/ کلاس‌ها، تعداد دانشگاه‌ها/ دانشجویان، تعداد و ظرفیت سینماها/ مساجد/ نمایشگاه‌ها/ پارک‌ها/ بیمارستان‌ها و مساحت مراکز اجتماعی و ورزشی	(جاسبی و مکوندی، ۱۳۹۱: ۱۹-۱۸)
سن، جنیست، نوع شغل، تعداد اعضای خانوار، تراکم جمعیت، تراکم تجاری، شاخص آنتروپی، تراکم خیابان، اندازه بلوک، فاصله تا ایستگاه اتوبوس، تراکم خطوط اتوبوس، فاصله تا مرکز شهر، ازدحام ترافیکی، مقطع زمانی رفتن به سفر، مالکیت اتومبیل	(میرزایی و همکاران، ۱۳۹۸: ۴۶)
دسترسی به کاربری فرهنگی، مذهبی، ورزشی، بهداشتی- درمانی، آموزشی، فضای سبز و پارک	(صادقی و همکاران، ۱۴۰۱: ۱۳۲)
ساختار منزل، تعداد افراد خانواده، فاصله تا مراکز خرید شهر، نحوه دسترسی و هزینه فعالیت‌ها، شخصیت افراد و شیوه زندگی آن‌ها، فناوری موجود و در دسترسی استفاده‌کنندگان، درآمد خانواده، ارزش‌های جامعه، سیاست‌های موجود در سیستم‌های حمل‌ونقلی، مالکیت وسیله نقلیه، شبکه راه‌های ارتباطی، سطح سواد افراد خانواده، ساختار سنی، تراکم منطقه مسکونی، ارزش منطقه محل سکونت	(عربانی و همکاران، ۱۳۸۵: ۲۹۰)
رضایت از فاصله زمانی مناسب دسترسی به ایستگاه‌های تاکسی، رضایت از نحوه تردد میان مقصد و ایستگاه تاکسی، قابل حصول بودن آن برای اقشار (مناسب بودن قیمت کرایه)، کاهش میزان ترافیک محله در ساعت، رابطه کاربری موجود با ایستگاه‌های تاکسی، نیازمندی به توسعه و ایجاد کاربری‌های متنوع، رضایت از تجهیزات ایمنی مناسب در ایستگاه‌های تاکسی و خود تاکسی‌ها، تغییر بعضی از معابر شهری (میدان به تقاطع و بالعکس، تقاطع هم‌سطح به غیره مسطح)، تغییر کاربری بعضی مناطق که از لحاظ فنی باعث ایجاد ترافیک می‌باشد، ایجاد قوانین شهری برای ساخت پارکینگ متناسب با حجم ترافیک خیابان‌ها، توسعه مسیرهای ویژه دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی در شهر، طراحی جاده‌های شهری، اصلاح هندسی معابر موجود، کنترل سطح سرویس در معابر شهری، اعمال قوانین تغییر خط در محدوده تغییر خط، مشخص کردن معابری که نیاز به تغییر اساسی دارند مانند تقاطع‌هایی که باید به تقاطع‌های غیره مسطح تبدیل شوند و مکان‌هایی که نیاز به پل عابر پیاده دارند، مدیریت فنی ترافیک (یک‌طرفه کردن خیابان‌ها، ایجاد ممنوعیت خاص در تقاطع‌ها، منع گردش و غیره)، انحراف ترافیک از مناطق پرتراکم، دادن حق تقدم در گلوگاه‌های ترافیکی	(درستکارناوانی و همکاران، ۱۴۰۱: ۵۰۹)

روش پژوهش

پژوهش حاضر 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 (مقالات، کتاب‌ها و سایت‌های علمی)، مطالعات

میدانی، مطالعات طرح تفصیلی و طرح جامع شهر ارومیه، مطالعات طرح جامع حمل‌ونقل و ترافیک شهر ارومیه و اطلاعات سرشماری مرکز آمار ایران (سال ۱۳۹۵) صورت گرفته است. سپس با توجه به موجود بودن اطلاعات GIS شاخص‌ها برای شهر ارومیه، ۲۵ شاخص در قالب ۳ معیار اقتصادی- اجتماعی، کالبدی و ترافیکی از بین عوامل مختلف تأثیرگذار، برای رسیدن به خروجی تحقیق انتخاب‌شده است. شاخص‌های معیار کالبدی (شامل فاصله از کاربری‌های تجاری، درمانی، اداری، آموزشی، تفریحی، فرهنگی، مذهبی، ورزشی، فضای سبز، فاصله از هسته‌های شهری، تراکم ساختمانی، تراکم واحد مسکونی)، معیار اجتماعی- اقتصادی (شامل تراکم جمعیتی، تعداد خانوار، تعداد جمعیت شاغل، تعداد جمعیت محصل، متوسط قیمت زمین) و معیار ترافیکی شامل (حجم ترافیک، محدوده تحت پوشش حمل‌ونقل عمومی، سطح سرویس معابر، نرخ سفرسازی کاربری‌ها، سرانه مالکیت خودرو، تعداد خودرو، عرض معابر، دسترسی به پارکینگ طبقاتی) می‌باشد.

پس از جمع‌آوری اطلاعات شاخص‌های موردنیاز، آماده‌سازی لایه‌های اطلاعاتی در نرم‌افزار GIS صورت گرفته و جهت تعیین ضریب اهمیت هریک از شاخص‌ها بر اساس روش BWM (روش بهترین[۲]- بدترین[۳])، نسبت به توزیع پرسش‌نامه بین ۵۰ نفر از نخبگان که شامل اساتید و دانشجویان دکتری شهرسازی و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه‌های تبریز و ارومیه می‌باشد، اقدام گردیده است. انتخاب نمونه از جامعه نخبگان به‌صورت تصادفی بوده و ملاک گزینش آنان بر اساس ویژگی‌هایی همچون شناخت از محدوده موردمطالعه، آشنایی با ادبیات و شاخص‌های مؤثر بر ترافیک و نحوه تکمیل پرسشنامه‌های تخصصی مرتبط با مدل مورداستفاده بوده است. توزیع پرسش‌نامه در دو مرحله (۱- انتخاب بهترین و بدترین شاخص ۲- تکمیل پرسش‌نامه مقایسه زوجی ارجحیت بهترین شاخص بر سایر شاخص‌ها و ارجحیت دیگر شاخص‌ها بر بدترین شاخص) انجام گردیده و داده‌های حاصل از آن از طریق برنامه‌نویسی در نرم‌افزار GAMS مورد تحلیل قرارگرفته و وزن شاخص‌ها استخراج‌شده است. روش بهترین- بدترین یکی از روش‌های نوین تصمیم‌گیری چند معیاره است که هدف آن محاسبه وزن شاخص‌های پژوهش است. این روش توسط رضایی برای اولین بار در سال ۲۰۱۵ طی یک مدل غیرخطی بیان شد. سپس در سال ۲۰۱۶ مدل خطی آن نیز در مقاله‌ای ارائه گشت. بر اساس روش بهترین- بدترین (که در سال ۲۰۱۵ توسط رضایی ارائه‌شده است) بهترین و بدترین شاخص به‌وسیله تصمیم‌گیرنده مشخص‌شده و مقایسه زوجی بین هریک از این دو شاخص (بهترین و بدترین) و دیگر شاخص‌ها انجام می‌شود. سپس یک مسئله حداکثر- حداقل برای مشخص کردن وزن شاخص‌های مختلف فرموله و حل می‌گردد. هم‌چنین در این روش یک فرمول برای محاسبه نرخ ناسازگاری جهت بررسی اعتبار مقایسات در نظر گرفته شد. جهت تحلیل این روش نیز همانند دیگر روش‌های تصمیم‌گیری باید ماتریس تصمیم یا پرسش‌نامه BWM طراحی گردد. این پرسش‌نامه در واقع مقایسه زوجی بهترین معیار با دیگر معیارها و دیگر معیارها با بدترین معیار است. منظور از بهترین معیار، آن معیاری است که در سیستم اهمیت بیش‌تری نسبت به بقیه دارد و بدترین معیار آن معیاری است که اهمیت کم‌تری نسبت به دیگر معیارها دارد (Rezaie, 2015: 49-57). پس از محاسبه ضریب اهمیت شاخص‌ها، استانداردسازی شاخص‌ها بر اساس هدف پژوهش و مبتنی بر توابع فازی Large و Small در نرم‌افزار GIS انجام‌شده است (جدول ۲).

1. Best Worst Method

۲. بااهمیت‌ترین شاخص

۳. کم‌اهمیت‌ترین شاخص

جدول ۲. نوع تابع فازی برای استانداردسازی شاخص‌ها

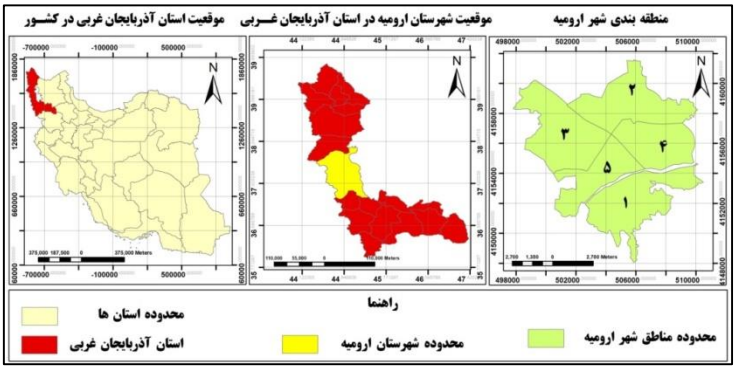
شاخص	نوع تابع فازی	شاخص	نوع تابع فازی
فاصله از کاربری‌های تجاری		تراکم واحد مسکونی	
فاصله از کاربری‌های درمانی		تراکم ساختمانی	
فاصله از کاربری‌های اداری		تراکم جمعیتی	
فاصله از کاربری‌های آموزشی		تعداد خانوار	
فاصله از کاربری‌های ورزشی		تعداد جمعیت محصل	
فاصله از کاربری‌های فرهنگی		تعداد جمعیت شاغل	
فاصله از کاربری‌های مذهبی		متوسط قیمت زمین	
فاصله از کاربری‌های تفریحی		حجم ترافیک	
فاصله از کاربری‌های فضای سبز		سطح سرویس معابر	
فاصله از هسته‌های شهری	Small	نرخ سفرسازی کاربری‌ها	Large
محدوده تحت پوشش حمل‌ونقل عمومی		سرانه مالکیت خودرو	
عرض معابر		تعداد خودرو	
دسترسی به پارکینگ طبقاتی		–	

برای اینکه بتوان نتایج حاصل از نقشه‌های فازی شده را به‌صورت کمی برای شهر ارومیه تحلیل کرد، از ابزار Zonal استفاده‌شده است. پس از تحلیل شاخص‌های ترافیکی، برای اینکه بتوان پتانسیل ترافیکی را در شهر ارومیه موردسنجش قرار داد، نسبت به اعمال ضریب اهمیت شاخص‌ها در لایه‌های اطلاعاتی گردیده و باهم ترکیب‌شده است. در گام آخر برای اینکه بتوان نتایج حاصله را در مناطق ۵ گانه شهر ارومیه به تصویر کشید از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره SECA با مقادیر مختلف β بهره گرفته‌شده است. روش SECA در سال ۲۰۱۸ توسط مهدی کشاورز قرابایی و همکاران طی مقاله‌ای با عنوان "ارزیابی هم‌زمان معیارها و گزینه‌ها" در تصمیم‌گیری چند معیاره ارائه شد. هدف از این روش، تعیین امتیاز کل گزینه‌ها و وزن معیارها به‌طور هم‌زمان است. برای رسیدن به این هدف یک مدل ریاضی غیرخطی چندهدفه فرموله شده است. برای تدوین مدل ریاضی، دو نوع مرجع برای وزن معیارها توصیف‌شده است؛ نوع اول بر اساس اطلاعات تنوع درون معیار تعریف‌شده توسط انحراف استاندارد است و نوع دوم مربوط به اطلاعات تنوع بین معیارها است که بر اساس میزان همبستگی تعیین می‌شود. مدل چندهدفه در پی بیشینه کردن عملکرد کلی گزینه‌ها و کمینه کردن انحراف معیارهای وزن از نقاط مرجع است. جهت بیشینه کردن عملکرد گزینه‌ها، یک مدل ترکیبی وزنی به‌عنوان یک هدف استفاده گردیده است. تفاوت بارز روش SECA با دیگر تکنیک‌های تصمیم‌گیری در این است که در این روش بر اساس ماتریس تصمیم، وزن و رتبه گزینه‌ها به‌صورت هم‌زمان محاسبه می‌شود درحالی‌که در سایر روش‌ها ابتدا باید وزن معیارها از روش‌های دیگر محاسبه گردد و سپس به‌عنوان ورودی به دیگر تکنیک‌ها داده شود. با این توصیف جهت اجرای مدل، مانند روش‌های دیگر تصمیم‌گیری چند معیاره، ابتدا ماتریس تصمیم تشکیل گردیده است (Keshavarz Ghorabaee et al., 2018: 269).

محدوده موردمطالعه

شهر ارومیه مرکز استان آذربایجان‌غربی در شمال غربی کشور واقع‌شده و بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵ جمعیت شهر ارومیه ۷۳۶۲۲۴ نفر و مساحت این شهر بر اساس طرح تفصیلی در سال ۹۸، حدود ۱۱۲۱۷/۸ هکتار می‌باشد (مهندسین

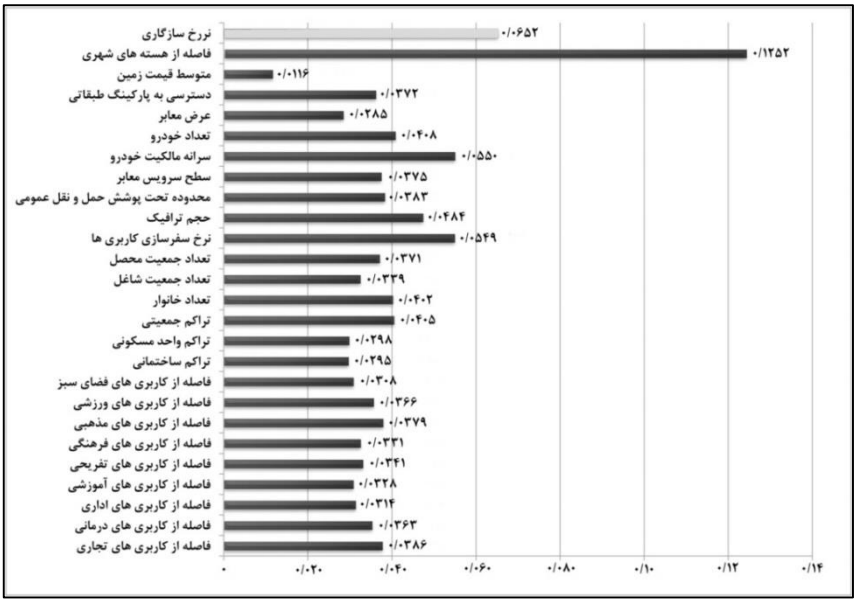
مشاور طرح و آمایش، ۱۳۹۸: ۷) که از شمال به شهرستان سلماس، از جنوب به شهرستان نقده، از شرق به دریاچه ارومیه و از غرب به مرز ترکیه و عراق محدود می‌گردد. بر اساس نظام تقسیمات شهرداری، شهر ارومیه دارای ۵ منطقه می‌باشد (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت شهر ارومیه در استان و کشور و نقشه منطقه بندی شهر (مأخذ: مهندسین مشاور طرح و آمایش)

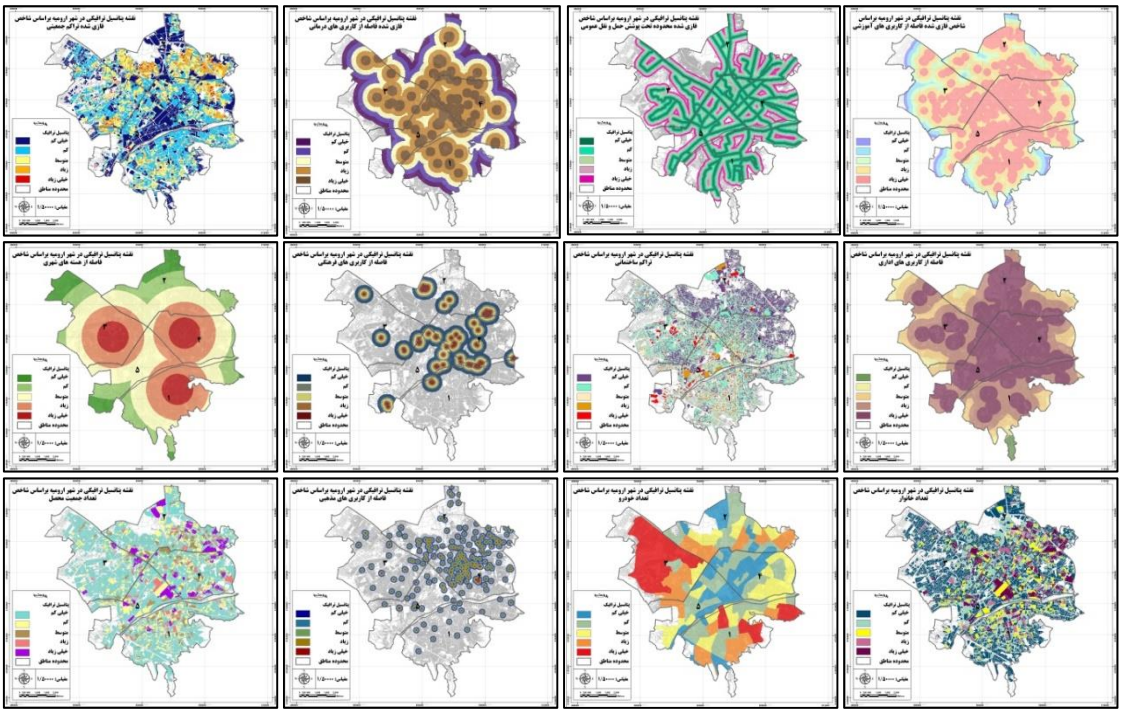
یافته‌ها

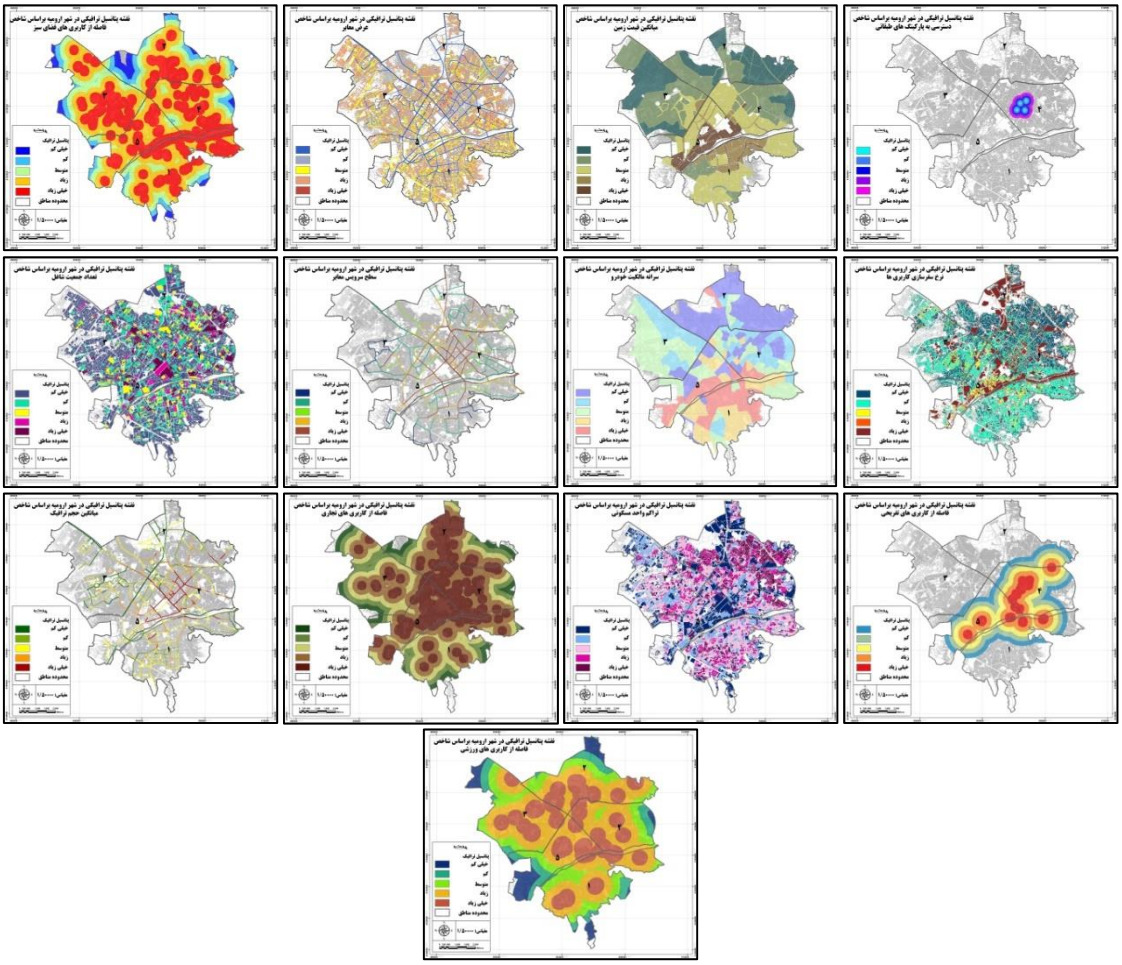
با تدوین پرسش‌نامه انتخاب بهترین و بدترین شاخص و توزیع بین نخبگان، نتایج حاصله بیانگر آن بوده که شاخص فاصله از هسته‌های شهری به‌عنوان بهترین (بااهمیت‌ترین) و متوسط قیمت زمین به‌عنوان بدترین (کم‌اهمیت‌ترین) شاخص انتخاب گردیده است. با مشخص شدن بهترین و بدترین شاخص، پرسش‌نامه مقایسه زوجی بهترین و بدترین شاخص با سایر شاخص‌ها در مرحله دوم بین ۵۰ نفر از نخبگان مرحله اول توزیع گشته و نتایج آن در نرم‌افزار GAMS تحلیل گشته است. در نهایت با محاسبه میانگین وزن‌های به‌دست‌آمده برای ۵۰ پرسش‌نامه، وزن نهایی شاخص‌ها با میانگین نرخ سازگاری ۰/۰۶۵۲ محاسبه گردیده که به دلیل نزدیک بودن به عدد صفر بیانگر صحت و دقت وزن‌های محاسبه‌شده شاخص‌های ۲۵ گانه بوده است. بیش‌ترین وزن به‌دست‌آمده، مربوط به شاخص فاصله از هسته‌های شهری و کم‌ترین وزن مربوط به شاخص متوسط قیمت زمین بوده است (شکل ۲).



شکل ۲. وزن محاسبه‌شده شاخص‌ها بر اساس نظرات نخبگان مبتنی بر روش BWM

تحلیل شاخص‌ها بر اساس ابزار Zonal در نرم‌افزار GIS نشانگر آن بوده که منطقه یک بر اساس شاخص‌های سرانه مالکیت خودرو و دسترسی به پارکینگ طبقاتی بیش‌ترین و بر اساس شاخص فاصله از کاربری‌های مذهبی کم‌ترین پتانسیل ترافیکی را داشته است. بررسی‌ها گویای آن است که منطقه دو بر اساس شاخص‌های دسترسی به پارکینگ طبقاتی و تعداد جمعیت محصل بیش‌ترین و بر اساس شاخص‌های فاصله از مراکز درمانی، فضاهای سبز، هسته‌های شهری، تراکم ساختمانی، سرانه مالکیت خودرو و متوسط قیمت زمین کم‌ترین پتانسیل ترافیکی را به خود اختصاص داده است. واکاوی مقادیر بیانگر آن است که منطقه سه بر اساس شاخص‌های تعداد خودرو، عرض معابر و دسترسی به پارکینگ طبقاتی بیش‌ترین پتانسیل و بر اساس شاخص‌های تعداد جمعیت محصل، تعداد جمعیت شاغل، تعداد خانوار، فاصله از کاربری‌های تجاری، اداری، آموزشی، تفریحی، فرهنگی، سطح سرویس معابر، محدوده تحت پوشش حمل‌ونقل عمومی و میانگین حجم ترافیک کم‌ترین پتانسیل ترافیکی را کسب کرده است. منطقه چهار بر اساس شاخص فاصله از کاربری‌های درمانی، آموزشی، تفریحی، مذهبی، ورزشی، تفریحی، هسته‌های شهری، تراکم واحد مسکونی، تراکم جمعیتی، سطح سرویس معابر، محدوده تحت پوشش حمل‌ونقل عمومی و میانگین حجم ترافیک بیش‌ترین پتانسیل ترافیکی و بر اساس شاخص‌های تعداد خودرو، نرخ سفرسازی کاربری‌ها و دسترسی به پارکینگ طبقاتی کم‌ترین پتانسیل ترافیکی را به خود اختصاص داده است. هم‌چنین تحلیل‌ها نشانگر آن است که منطقه پنج بر اساس شاخص‌های تعداد جمعیت شاغل، تعداد خانوار، فاصله از کاربری‌های تجاری، اداری، فرهنگی، فضای سبز، تراکم ساختمانی، نرخ سفرسازی کاربری‌ها، متوسط قیمت زمین و دسترسی به پارکینگ طبقاتی بیش‌ترین پتانسیل ترافیکی و بر اساس شاخص‌های فاصله از کاربری‌های ورزشی، تراکم واحد مسکونی، تراکم جمعیتی و عرض معابر کم‌ترین پتانسیل ترافیکی را داشته است (شکل ۳).

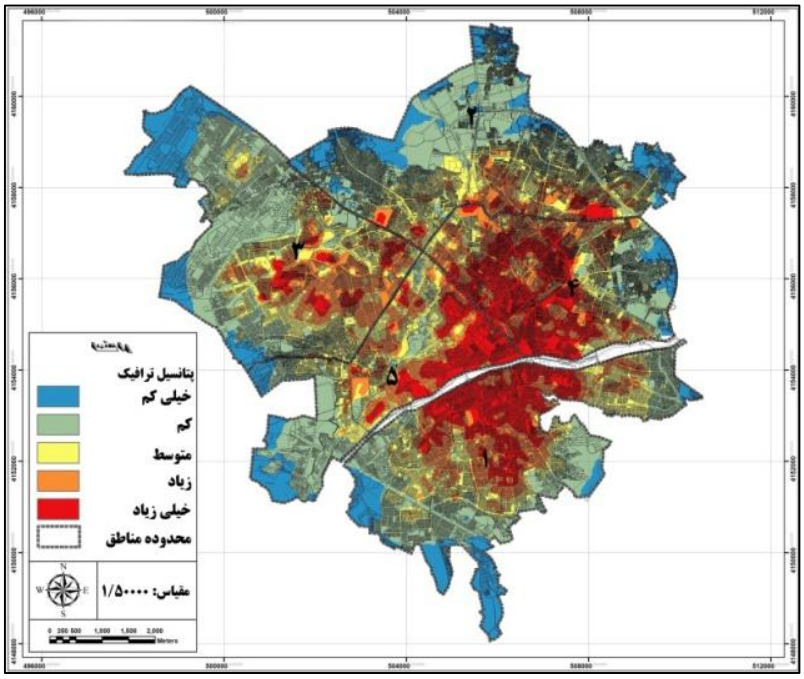




شکل ۳. سنجش پتانسیل ترافیکی در شهر ارومیه به تفکیک شاخص‌های ۲۵ گانه

پس از تحلیل شاخص‌های ۲۵ گانه، برای اینکه بتوان پتانسیل ترافیکی در شهر ارومیه را موردسنجش قرار داد نسبت به اعمال ضریب اهمیت به‌دست‌آمده در شاخص‌های فازی شده گردیده و سپس باهم ترکیب‌شده است. نتایج به‌دست‌آمده گویای آن بوده که ۱۳ درصد محدوده شهر در پهنه پتانسیل ترافیکی خیلی کم، ۳۲ درصد در پهنه ترافیکی کم، ۲۱ درصد در پهنه ترافیکی متوسط، ۱۹ درصد در پهنه ترافیکی زیاد و ۱۵ درصد در پهنه پتانسیل ترافیکی خیلی زیاد واقع‌شده است. تحلیل مشابه به تفکیک مناطق پنج‌گانه گویای آن است که در منطقه یک، ۱۳ درصد محدوده در پهنه پتانسیل ترافیکی خیلی کم، ۳۰ درصد در پهنه ترافیکی کم، ۲۰ درصد در پهنه ترافیکی متوسط، ۱۷ درصد در پهنه ترافیکی زیاد و ۲۰ درصد در پهنه پتانسیل ترافیکی خیلی زیاد قرارگرفته است. تحلیل پتانسیل ترافیکی در منطقه دو بیانگر آن است که ۱۹ درصد محدوده در پهنه پتانسیل ترافیکی خیلی کم، ۴۳ درصد در پهنه ترافیکی کم، ۲۳ درصد در پهنه ترافیکی متوسط، ۱۲ درصد در پهنه ترافیکی زیاد و ۳ درصد در پهنه پتانسیل ترافیکی خیلی زیاد قرارگرفته است. ارزیابی پتانسیل ترافیکی در منطقه سه نشان می‌دهد که ۱۶ درصد محدوده در پهنه پتانسیل ترافیکی خیلی کم، ۳۸ درصد در پهنه ترافیکی کم، ۲۳ درصد در پهنه ترافیکی متوسط، ۱۹ درصد در پهنه ترافیکی زیاد و ۴ درصد در پهنه پتانسیل ترافیکی خیلی زیاد قرارگرفته است. سنجش پتانسیل ترافیکی در منطقه چهار گویای آن است که ۴ درصد محدوده در پهنه پتانسیل ترافیکی خیلی کم، ۱۶ درصد در پهنه ترافیکی کم، ۱۵ درصد در پهنه ترافیکی متوسط، ۳۰ درصد در پهنه ترافیکی زیاد و ۳۵ درصد در پهنه پتانسیل ترافیکی خیلی زیاد قرارگرفته است. بررسی پتانسیل ترافیکی در منطقه پنج نشانگر آن است که ۱۰ درصد محدوده

در پهنه پتانسیل ترافیکی خیلی کم، ۲۷ درصد در پهنه ترافیکی کم، ۲۲ درصد در پهنه ترافیکی متوسط، ۲۱ درصد در پهنه ترافیکی زیاد و ۲۰ درصد در پهنه پتانسیل ترافیکی خیلی زیاد قرارگرفته است (شکل ۴).



شکل ٤. پتانسیل ترافیکی در شهر ارومیه و مناطق پنج‌گانه بر اساس ترکیب شاخص‌های ۲۵ گانه فازی شده وزن‌دار مبتنی بر روش BWM

با تحلیل پتانسیل ترافیکی در شهر ارومیه و مناطق پنج‌گانه بر اساس ترکیب شاخص‌های فازی شده موزون مبتنی بر روش BWM، در گام بعد برای اینکه بتوان تصویر روشنی از رتبه‌بندی پتانسیل ترافیکی در مناطق پنج‌گانه به دست آورد، از روش تصمیم‌گیری چند معیاره SECA بهره گرفته‌شده است. جهت اجرای این روش، پنج منطقه شهر ارومیه بر اساس ۵ پهنه ترافیکی (خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد) مورد ارزیابی قرارگرفته به‌طوری‌که در گام اول، ماتریس خام شاخص‌ها در نرم‌افزار Excel با بهره‌گیری از داده‌های شکل ۴ تشکیل یافته است (جدول ۳).

جدول ۳. ماتریس خام شاخص‌ها

پتانسیل ترافیکی / منطقه	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
یک	۱۳	۳۰	۲۰	۱۷	۲۰
دو	۱۹	۴۳	۲۳	۱۲	۳
سه	۱۶	۳۸	۲۳	۱۹	۴
چهار	۴	۱۶	۱۵	۳۰	۳۵
پنج	۱۰	۲۷	۲۲	۲۱	۲۰

پس از تشکیل ماتریس خام، در گام بعد نسبت به نرمال‌سازی ماتریس خام بر اساس مثبت و منفی بودن شاخص‌ها اقدام گردیده است (جدول ۴).

جدول ٤. ماتریس نرمال شده شاخص‌ها

پتانسیل ترافیکی منطقه	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
یک	۰/۶۸۴۲	۰/۶۹۷۷	۰/۸۶۹۶	۰/۷۰۵۹	۰/۱۵
دو	۱	۱	۱	۱	۱
سه	۰/۸۴۲۱	۰/۸۸۳۷	۱	۰/۶۳۱۶	۰/۷۵
چهار	۰/۲۱۰۵	۰/۳۷۲۱	۰/۶۵۲۲	۰/۴	۰/۰۸۵۷
پنج	۰/۵۲۶۳	۰/۶۲۷۹	۰/۹۵۶۵	۰/۵۷۱۴	۰/۱۵

پس از محاسبه ماتریس نرمال شده، انحراف معیار ماتریس مذکور موردمحاسبه قرارگرفته است (جدول ۵).

جدول ۵. انحراف معیار ماتریس نرمال شده

	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
SD	۰/۳۰۳۷	۰/۲۴۲۵	۰/۱۴۶۲	۰/۲۲۰۲	۰/۴۱۹۱
Sigma-N	۰/۲۲۸۱	۰/۱۸۲۱	۰/۱۰۹۸	۰/۱۶۵۴	۰/۳۱۴۷

در این مرحله نسبت به محاسبه همبستگی جفت شاخص‌ها در نرم‌افزار Excel اقدام شده است (جدول ۶).

جدول ٦. محاسبه همبستگی جفت شاخص‌ها

	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
خیلی کم	۱	۰/۹۹۴۸	۰/۸۷۳۸	۰/۸۹۸۳	۰/۸۵۹۰
کم	۰/۹۹۴۸	۱	۰/۸۸۸۸	۰/۸۸۱۱	۰/۸۹۴۹
متوسط	۰/۸۷۳۸	۰/۸۸۸۸	۱	۰/۶۹۳۱	۰/۶۸۱۴
زیاد	۰/۸۹۸۳	۰/۸۸۱۱	۰/۶۹۳۱	۱	۰/۷۷۵۳
خیلی زیاد	۰/۸۵۹۰	۰/۸۹۴۹	۰/۶۸۱۴	۰/۷۷۵۳	۱

در این گام، انحراف شاخص‌ها از سایر شاخص‌ها موردمحاسبه قرارگرفته است (جدول ۷).

جدول ۷. محاسبه انحراف شاخص‌ها

	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
خیلی کم	۰	۰/۰۰۵۲	۰/۱۲۶۲	۰/۱۰۱۷	۰/۱۴۱۰
کم	۰/۰۰۵۲	۰	۰/۱۱۱۲	۰/۱۱۸۹	۰/۱۰۵۱
متوسط	۰/۱۲۶۲	۰/۱۱۱۲	۰	۰/۳۰۶۹	۰/۳۱۸۶
زیاد	۰/۱۰۱۷	۰/۱۱۸۹	۰/۳۰۶۹	۰	۰/۲۲۴۷
خیلی زیاد	۰/۱۴۱۰	۰/۱۰۵۱	۰/۳۱۸۶	۰/۲۲۴۷	۰

در گام بعد مجموع انحراف شاخص‌ها از سایر شاخص‌ها محاسبه و نرمال گشته است (جدول ۸).

جدول ۸. مجموع انحراف شاخص‌ها و نرمال شده آن‌ها

	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
Pi	۰/۳۷۴۱	۰/۳۴۰۴	۰/۸۶۲۸	۰/۷۵۲۱	۰/۷۸۹۴
Pi-N	۰/۱۲	۰/۱۰۹۱	۰/۲۷۶۷	۰/۲۴۱۲	۰/۲۵۳۱

پس از اجرای مجموع انحراف شاخص‌ها و نرمال شده آن‌ها، برای محاسبه هم‌زمان وزن و گزینه‌ها، نسبت به تشکیل معادله برنامه‌ریزی خطی در نرم‌افزار Lingo اقدام شده و با برنامه‌نویسی در نرم‌افزار و واردسازی داده‌های محاسبات پایه، وزن شاخص‌ها به‌طور هم‌زمان با رتبه‌بندی پتانسیل ترافیکی در مناطق پنج‌گانه شهر ارومیه مبتنی بر شاخص‌های ۵ طیفی با معیار قرار دادن مقادیر مختلف β به‌دست‌آمده است. مشاهده می‌گردد که به ازای مقادیر $\beta \geq 3$، وزن شاخص و رتبه شاخص‌ها به مقادیر پایدارتری می‌رسد، به دلیل اینکه عملکرد گزینه‌ها در این مقدار، بیش‌تر قابل‌تشخیص و پایدارتر می‌باشد (جدول ۹ و ۱۰).

جدول ۹. وزن شاخص‌های پنج طیفی به ازای مقادیر مختلف β

W	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۴	۰/۵	۱	۲	۳	۴	۵
W1	۰/۱	۰/۱	۰/۶۲۷۰	۰/۹۰۳۹	۰/۱۰۷۲	۰/۱۴۰۶	۰/۱۵۷۳	۰/۱۶۲۹	۰/۱۶۵۷	۰/۱۶۷۳
W2	۰/۴۰۹۳	۰/۱۶۹۳	۰/۱۶۸۹	۰/۱۶۲۸	۰/۱۵۹۶	۰/۱۵۲۶	۰/۱۴۹۱	۰/۱۴۷۹	۰/۱۴۷۴	۰/۱۴۷۰
W3	۰/۷۸۸۷	۰/۵۶۷۰	۰/۴۴۹۹	۰/۳۸۵۷	۰/۳۴۷۲	۰/۲۷۰۲	۰/۲۳۱۷	۰/۲۱۸۹	۰/۲۱۲۵	۰/۲۰۸۶
W4	۰/۱۶۸۳	۰/۲۶۱۸	۰/۲۴۹۸	۰/۲۳۸۲	۰/۲۳۱۲	۰/۲۱۷۲	۰/۲۱۰۲	۰/۲۰۷۹	۰/۲۰۶۷	۰/۲۰۶۰
W5	۰/۱	۰/۱	۰/۶۸۵۹	۰/۱۲۲۹	۰/۱۵۴۷	۰/۲۱۹۳	۰/۲۵۱۶	۰/۲۶۲۴	۰/۲۶۷۸	۰/۲۷۱۰

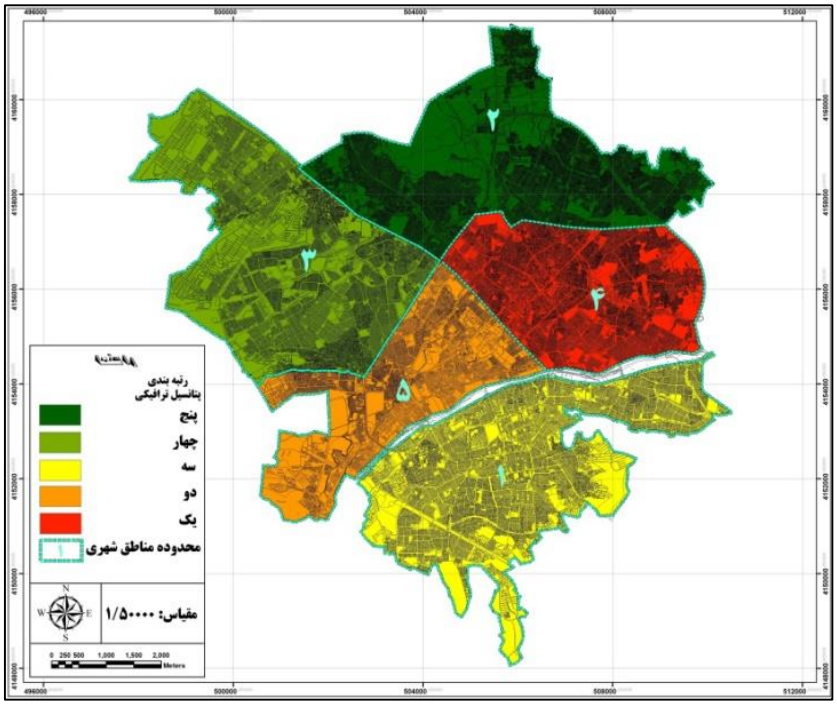
جدول ۱۰. رتبه‌بندی مناطق پنج‌گانه بر اساس پتانسیل ترافیکی به ازای مقادیر مختلف β در مدل SECA

S	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۴	۰/۵	۱	۲	۳	۴	۵
S1	۰/۸۳۴۱	۰/۷۹۶۷	۰/۷۳۸۶	۰/۶۹۷۴	۰/۶۷۳۱	۰/۶۲۳۹	۰/۵۹۹۳	۰/۵۹۱۱	۰/۵۸۷۰	۰/۵۸۴۵
S2	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
S3	۰/۹۳۲۸	۰/۸۸۳۵	۰/۸۶۱۳	۰/۸۴۸۳	۰/۸۴۰۶	۰/۸۲۵۲	۰/۸۱۷۵	۰/۸۱۴۹	۰/۸۱۳۶	۰/۸۱۲۸
S4	۰/۵۹۷۲	۰/۵۳۷۷	۰/۴۷۵۳	۰/۴۳۷۰	۰/۴۱۴۲	۰/۳۶۸۳	۰/۳۴۵۴	۰/۳۳۷۷	۰/۳۳۳۹	۰/۳۳۱۶
S5	۰/۸۷۷۰	۰/۷۹۸۸	۰/۷۲۲۵	۰/۶۷۳۳	۰/۶۴۴۱	۰/۵۸۵۳	۰/۵۵۵۹	۰/۵۴۶۱	۰/۵۴۱۲	۰/۵۳۸۳
	۰/۴۹۹	۰/۴۳۱	۰/۳۹۱	۰/۳۶۹	۰/۳۵۵	۰/۳۱۸	۰/۲۷۹	۰/۲۴۸	۰/۲۱۹	۰/۱۹۱

بر اساس مقادیر به‌دست‌آمده از جدول ۱۰ سناریوهای متفاوتی برای رتبه‌بندی مناطق شهری به لحاظ پتانسیل ترافیکی را می‌توان به تصویر کشید که در ذیل برای نمونه مقادیر W و S برای مقدار β=5 موردمحاسبه و تحلیل قرارگرفته است. نتایج حاصله بیانگر آن بوده که با توجه به مقادیر محاسبه‌شده Si، پتانسیل ترافیکی در مناطق شهری ارومیه به ترتیب از بیش‌ترین تا کم‌ترین مربوط به مناطق چهار، پنج، یک، سه و دو بوده است (جدول ۱۱) (شکل ۵).

جدول ۱۱. ارزیابی هم‌زمان وزن و گزینه‌ها بر اساس مقدار β=5 مبتنی بر مدل SECA

ارزیابی گزینه‌ها			ارزیابی وزن شاخص‌ها	
منطقه	مقدار S_i	رتبه	شاخص (پهنه‌بندی)	وزن
یک	۰/۵۸۴۵	۳	خیلی کم	۰/۱۶۷۳
دو	۱	۵	کم	۰/۱۴۷۰
سه	۰/۸۱۲۸	۴	متوسط	۰/۲۰۸۶
چهار	۰/۳۳۱۶	۱	زیاد	۰/۲۰۶۰
پنج	۰/۵۳۸۳	۲	خیلی زیاد	۰/۲۷۱۰



شکل ۵. رتبه‌بندی مناطق پنج‌گانه شهر ارومیه بر اساس پتانسیل ترافیکی مبتنی بر مدل SECA و مقدار β=5

بحث

در پژوهش حاضر ۳ معیار اقتصادی- اجتماعی، کالبدی و ترافیکی در قالب ۲۵ شاخص که از تحقیقات بیان‌شده در پیشینه تحقیق استخراج گردیده، برای سنجش پتانسیل ترافیکی در مناطق پنج‌گانه شهر ارومیه استفاده‌شده است. محاسبه وزن شاخص‌ها بیانگر آن بوده که پنج شاخص اول به لحاظ اهمیت، شامل شاخص‌های فاصله از هسته‌های شهری (۰/۱۲۵۲)، سرانه مالکیت خودرو (۰/۰۵۵۰)، نرخ سفرسازی کاربری‌ها (۰/۰۵۴۹)، حجم ترافیک (۰/۰۴۸۴) و تعداد خودرو (۰/۰۴۰۸) بوده است. تحلیل نتایج به‌دست‌آمده از ترکیب شاخص‌های وزن‌دار، گویای آن بوده ۳۴ درصد محدوده شهر در پهنه پتانسیل ترافیکی متوسط روبه بالا بوده و ۲۱ درصد در پهنه پتانسیل ترافیکی متوسط قرارگرفته است. درصورتی‌که ترکیبی از راهکارهای مدیریتی، فنی، هوشمند سازی در جهت کاهش و توزیع متوازن پتانسیل‌های ترافیکی در مناطق شهری انجام نگیرد، سهم ۲۱ درصدی پتانسیل ترافیکی متوسط، تشدید شده و در آن صورت تقریباً بیش از ۵۰ درصد محدوده شهر با مشکلات حاد ترافیکی مواجه خواهد شد. بیش‌ترین پتانسیل ترافیکی به‌دست‌آمده مربوط به منطقه چهار بوده که با تحقیق سرور و فرناد (۱۴۰۲) هم‌سو بوده است.

نتیجه‌گیری

ترافیک به‌عنوان پدیده‌ای، حاصل تعامل میان سه عنصر انسانی، محیطی و تکنولوژی است، که عدم تعادل در هریک از آن‌ها موجب بروز مشکلات در جوامع می‌گردد. شهر به‌عنوان یک سیستم، بستر ظهور این مشکلات بوده به‌طوری‌که افزایش سرانه مالکیت وسایل نقلیه باعث گردیده که شهر بجای خدمت به انسان، در خدمت خودرو قرار گیرد؛ مطلبی که در تناقض با گفته لوکوربوزیه انسان‌گرا بود که حاکمیت ماشین بر انسان را نمی‌پذیرفت، بلکه به دنبال خدمت‌گزاری ماشین برای انسان بود. با این وصف تحقیق حاضر در پی آن بوده تا پتانسیل ترافیکی را بر اساس تنوعی از شاخص‌های کالبدی، اقتصادی- اجتماعی و ترافیکی مورد تحلیل و سنجش قرار دهد. نتایج به‌دست‌آمده بیانگر آن بوده که لکه‌های پرترافیک

در منطقه چهار که بافت فرسوده و هسته تجاری مرکزی شهر ارومیه را شامل شده و اغلب عمده‌فروشی‌ها، مطب‌های پزشکی، بیمارستان‌ها، ادارات، مدارس، بانک‌ها و غیره را در خود جای‌داده است، رتبه یک را داشته است. تحقیق انجام‌شده توسط سرور و فرناد (۱۴۰۲)، با موضوع "تحلیل ارتباط فضایی کاربری اراضی با حمل‌ونقل پایدار شهری (مطالعه موردی: مناطق شهری ارومیه)" نیز بیانگر بالاترین حجم ترافیک و ازدحام خودرو در منطقه چهار نسبت به سایر مناطق بوده است. منطقه پنج نیز بخش زیادی از کاربری‌های درمانی را در خود جای‌داده به‌طوری‌که به‌عنوان‌مثال خیابان آیت ا.. حسنی به‌عنوان یک کریدور پزشکی- درمانی تراکم زیادی از مراجعه‌کنندگان داخل و حتی خارج از کشور را در شبانه‌روز به خود می‌بیند. منطقه یک شهر ارومیه که بافت جدید را شامل می‌گردد به دلیل بارگذاری‌های بیش‌ازحد تراکم ساختمانی و جمعیتی، عدم تناسب ظرفیت معابر با حجم ساخت‌وسازها، سرانه بالای مالکیت خودرو و غیره لکه‌های پتانسیل ترافیکی خیلی زیاد را داشته است. مناطق دو و سه وضعیت نسبتاً مناسبی را به سایر مناطق کسب نموده‌اند. در حالت کلی در بررسی فراوانی شاخص‌های ۲۵ گانه پتانسیل ترافیکی در مناطق شهر ارومیه، تعداد ۲ شاخص با بیش‌ترین پتانسیل ترافیکی متعلق به منطقه یک، ۲ شاخص متعلق به منطقه دو، ۳ شاخص متعلق به منطقه سه، ۱۱ شاخص متعلق به منطقه چهار و ۱۰ شاخص متعلق به منطقه پنج بوده است. در مورد فراوانی شاخص‌ها با کم‌ترین پتانسیل ترافیکی، تعداد ۱ شاخص مربوط به منطقه یک، ۶ شاخص مربوط به منطقه دو، ۱۱ شاخص مربوط به منطقه سه، ۳ شاخص مربوط به منطقه چهار و ۴ شاخص مربوط به منطقه پنج بوده است.

حامی مالی
این اثر حامی مالی نداشته است.

سهم نویسندگان در پژوهش
نویسندگان در تمام مراحل و بخش‌های انجام پژوهش سهم برابر داشتند.

تضاد منافع
نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ تضاد منافعی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

تقدیر و تشکر
نویسندگان از همه‌کسانی که در انجام این پژوهش به ما یاری رساندند، به‌ویژه کسانی که کار ارزیابی کیفیت مقالات را انجام دادند، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع
افشارکهن، جواد؛ بلالی، اسماعیل و محمدقدسی، علی. (۱۳۹۱). بررسی ابعاد اجتماعی مسئله کنترل ترافیک شهری (موردمطالعه: مشهد). *مطالعات جامعه‌شناختی شهری*، ۲ (۴)، ۵۹-۹۰.

افندی‌زاده، شهریار؛ احمدی‌نژاد، محمود؛ کلانتری، نوید و نجفی‌نژاد، علیرضا. (۱۴۰۰). مدل‌سازی یکپارچه حمل‌ونقل و کاربری زمین با استفاده از روش‌های شبیه‌سازی (مطالعه موردی: شهر قم). *پژوهشنامه حمل‌ونقل*، ۱۸ (۱)، ۹۵-۱۱۲. Doi:10.22034/tri.2021.118089

احمدزاده، حامد؛ کی‌منش، محمودرضا؛ مکانی‌بناب، سیاوش و غنی‌زاده، ایمان. (۱۴۰۲). بررسی تأثیرات استفاده بهینه از وسایل حمل‌ونقل عمومی در جهت تقلیل ترافیک و آلودگی هوا در شهر تبریز. *تحقیقات کاربردی علوم‌جغرافیایی*، ۲۳ (۶۸)، ۱۶۷-۱۸۰.

doi: 10.52547/jgs.23.68.167

اسدی، مهدیه؛ رهنما، محمدرحیم و لگزیان، محمد. (۱۳۹۱). بررسی رابطه متقابل مدیریت کاربری زمین و وضعیت حمل‌ونقل و ترافیک شهری؛ مطالعه موردی: مجتمع تجاری الماس شرق مشهد. *مدیریت شهری*، ۱۰ (۳۰)، ۱۳۱-۱۴۴.

بهسرشت، علی؛ دهبان، محجوبه و سیدابریشمی، احسان. (۱۳۹۰). استفاده از مدل هم‌ارزی در برآورد جذب سفر کاربری‌های شهری نمونه مطالعاتی: منطقه ۶ شهر تهران. *یازدهمین کنفرانس بین‌المللی حمل‌ونقل*، تهران.

بایرام‌زاده، نیما و فری، محمد. (۱۳۹۸). تأثیر برنامه‌ریزی کاربری اراضی بر ترافیک با رویکرد توسعه پایدار. *مطالعات مدیریت ترافیک*، ۱۴ (۱)، ۸۶-۶۵.

پورمحمدی، محمدرضا و کریمی، رضا. (۱۴۰۲). تدوین مدل مفهومی کیفیت زندگی در شهرها با تأکید بر شاخص‌های مسکن – مطالعه موردی: مناطق پنج‌گانه شهر ارومیه. *اطلاعات جغرافیایی (سپهر)*، ۳۲ (۱۲۶)، ۷۵-۹۲.
https://doi.org/10.22131/sepehr.2023.562689.2909

سجادی، مسعود و تقوایی، مسعود (۱۳۹۵). ارزیابی و تحلیل شاخص‌های حمل‌ونقل پایدار شهری (مطالعه موردی: شهر اصفهان). *معماری و شهرسازی پایدار*، ۴ (۱)، ۱-۱۸. Dor:20.1001.1.25886274.1395.4.1.1.8

تقوایی، مسعود؛ وارثی، حمیدرضا و بهمن‌اورامان، مظفر. (۱۳۹۱). بررسی پراکنش کاربری‌های پزشکی و تأثیر آن بر روی ترافیک شهری با استفاده از مدلAHP (موردمطالعه: مرکز شهر کرمانشاه). *مطالعات راهور*، ۹ (۱۷)، ۷-۳۵.

جاسبی، جواد و مکوندی، پیام. (۱۳۹۰). مدل‌سازی فرآیند پیش‌بینی سفر در برنامه‌ریزی حمل‌ونقل درون‌شهری مبتنی بر رویکرد ترکیبی استنتاج فازی. *مدیریت بهره‌وری*، ۵ (۱۷)، ۷-۳۲. Dor:20.1001.1.27169979.1390.5.2.1.8

حجازی، جعفر. (۱۳۹۷). ارزیابی سناریوهای روان‌سازی ترافیک شهری با استفاده از شبیه‌سازی نرم‌افزاری (موردمطالعه: محلات کیان‌پارس و کیان‌آباد کلان‌شهر اهواز). *فصلنامه جاده*، ۲۶ (۹۵)، ۸۵-۱۰۴.

درستکارناوانی، بهزاد؛ اصغری، حسین؛ پورشیخیان، علیرضا؛ امیرانتخابی، شهرام و حسنی‌مهر، صدیقه. (۱۴۰۱). تقسیمات کالبدی–فضایی و اثرگذاری آن بر مشکلات ترافیکی (موردمطالعه: شهر تالش). *مهندسی جغرافیایی سرزمین*، ۶ (۳)، ۵۰۷-۵۲۳. Dor:20.1001.1.25381490.1401.6.11.4.1

روستایی، احسان و ذوالفقاری‌فر، یعقوب. (۱۴۰۲). تحلیل آسیب‌شناسی مکانی ترافیک در محدوده مرکزی شهر (مطالعه موردی: شهر یاسوج). *فصلنامه جاده*، ۲۱ (۱۱۴)، ۱۹۳-۲۰۴. Dor:10.22034/road.2022.327167.2029

زیاری، کرامت‌اله؛ کریمی، فضل‌اله و قاسمی، فروغ. (۱۳۹۲). الگوی فضایی حوادث ترافیک درون‌شهری در شهر شیراز. *برنامه‌ریزی فضایی*، ۳ (۴)، ۱۱۷-۱۳۲. Dor:20.1001.1.22287485.1392.3.4.9.2

سلطانی، علی؛ سقاپور، طیبه؛ ایزدی، حسن و پاکشیر، عبدالرضا. (۱۳۹۱). تولید سفرهای درون‌شهری و تأثیرپذیری از تنوع کاربری زمین، نمونه موردی چهار محدوده مسکونی در شهر شیراز. *مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای*، ۳ (۱۲)، ۱-۱۶.

صادقی، ابوالقاسم؛ ربیع‌پور، علی و قدوسی، مصطفی. (۱۴۰۱). ارزیابی دسترسی به کاربری‌های کلیدی بر اساس حالت سفر. *برنامه‌ریزی و آمایش فضا*، ۲۶ (۴)، ۱۱۳-۱۳۸. Dor:20.1001.1.16059689.1401.0.0.15.7

عربانی، مهیار؛ ربیعی، شهره و امانی، بابک. (۱۳۸۵). پیش‌بینی تولید سفرهای شهری با استفاده از منطق فازی بر مبنای مطالعه موردی شهر رشت. *پژوهشنامه حمل‌ونقل*، ۳ (۴)، ۲۸۹-۳۰۳.

عبدالمنافی، ابراهیم؛ جشنیان، امیرحسین و ابراهیم‌زاده، محمدامین. (۱۴۰۱). تحلیل و ارزیابی اثرات کاربری زمین بر تغییرات ترافیک و سفرهای درون‌شهری (شهر تهران). *مهندسی حمل‌ونقل*، انتشار آنلاین. Dor:10.22119/jte.2023.360408.2617

علوی، علی؛ پرهیزکار، اکبر؛ رکن‌الدین افتخاری، عبدالرضا؛ قالیباف، محمدباقر و پورموسوی، موسی. (۱۳۹۰). مدل‌سازی مکانی تقاضای سفر مبتنی بر روشی جدید برای پیش‌بینی و کاهش ترافیک (منطقه ۶ شهر تهران). *برنامه‌ریزی و آمایش فضا*، ۱۵ (۴)، ۴۳-۶۱.

علیزاده، هانیه. (۱۴۰۱). تأثیر برنامه‌ریزی کالبدی بر کاهش معضلات ترافیک. *شانزدهمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران*

و محیط‌زیست، شیروان.

غفاری‌گیلانده، عطا؛ فیروزی، ابراهیم و شکرزاده فرد، الهام. (۱۳۹۹). سنجش ارتباط فضایی کاربری زمین شهری با ازدحام ترافیکی. *مطالعات مدیریت ترافیک*، ۱۵ (۳)، ۱–۳۶. DOR:20.1001.1.20084005.1399.15.58.1.6

کدخدایی، مسعود؛ ضیائی، علی و شاد، روزبه. (۱۴۰۰). اولویت‌بندی استراتژی‌های کنترل تراکم ترافیک در کلان‌شهرها مطالعه موردی شهر مشهد. *مهندسی عمران فردوسی*، ۳۴ (۳)، ۸۱–۹۷. Doi:10.22067/jfcei.2022.73919.1091

کریمی، رضا و اصغری‌زمانی، اکبر. (۱۴۰۲). تحلیل چیدمان کالبدی– اجتماعی قدرت در مناطق شهری (مطالعه موردی: مناطق پنج‌گانه شهر ارومیه). *برنامه‌ریزی و آمایش فضا*، ۲۷ (۲)، ۱–۲۷. Doi:10.2022/hsmsp.27.2.1_

میربها، بابک؛ شرافتی‌پور، سعید و ماهپور، علیرضا. (۱۳۹۴). مدل قیمت‌گذاری تراکم برای معابر پرتراکم شهری (مطالعه موردی: پل طبقاتی صدر). *مهندسی حمل‌ونقل*، ۷ (۲)، ۳۵۳–۳۶۵. Dor:20.1001.1.20086598.1394.7.2.12.6

مهندسین مشاور طرح و آمایش. (۱۳۹۸). *طرح تفصیلی یکپارچه شهر ارومیه*. وزارت مسکن و شهرسازی، سازمان مسکن و شهرسازی استان آذربایجان‌غربی.

ممدوحی، امیررضا؛ خاوری، فاطمه و عباسی، محمدحسین. (۱۴۰۲). مطالعه تطبیقی و شناسایی عوامل مؤثر در ایجاد سفرهای اجباری برون‌شهری. *پژوهشنامه حمل‌ونقل*، ۲۰ (۲)، ۱۱۵–۱۲۸. Doi:10.22034/tri.2021.262529.2844

مؤیدفر، رضا و عابدی، علی. (۱۳۹۳). مطالعات عارضه‌سنجی ترافیکی (مطالعه موردی: مجتمع اداری– تجاری آسمان شهر اراک). *هشتمین کنگره ملی مهندسی عمران*، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل.

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 جغرافیای برنامه‌ریزی شهری*، ۹ (۱)، ۵۱–۷۴. Doi:10.22059/jurbangeo.2021.304964.1323

میرزایی، عنایت‌اله؛ خیرالدین، رضا؛ بهزادفر، مصطفی؛ دومینک، مینو و محمدی، محمود. (۱۳۹۸). تحلیلی بر طول سفرهای درون‌شهری با رویکرد جغرافی زمان: تأثیرپذیری از محدودیت‌های فردی یا فرصت‌های فضایی. *باغ نظر*، ۱۶ (۷۸)، ۴۱–۵۲. Doi:10.22034/bagh.2019.125274.3506

References

Abdolmanafi, S. E., Jashniyan, A. H., & Ebrahimzadeh, M. A. (2023). Analysis and Assessment of the Effects of Land Use and Transportation on Traffic and Environment; Case Study: The City of Tehran. *Quarterly Journal of Transportation Engineering*. Online Publication. Doi:10.22119/jte.2023.360408.2617 [In Persian]

Aboelenen, K. E., Mohammad, A.N., Elgaar, M.I., & Choe, P. (2021). Trip Generation Rates Using Household Surveys in the State of Qatar. *Journal of Traffic and Logistics Engineering*, 9 (1), 10- 19. doi: 10.18178/jtle.9.1.10-19

Afandizadeh, S., Ahmadinejad, M., Kalantari, N., & Najafinegad, A. (2021). Integrated Transportation and Land Use Modeling by Using Simulation Methods (Case Study: Qom). *Journal of Transportation Research*, *18* (1), 95-112. Doi:10.22034/tri.2021.118089 [In Persian]

Afshar Kohan, J., Balali, I., & Mohammad Ghodoosi, A. (2012). Investigating the Social Dimensions of the Urban Traffic Control Problem (Case Study: Mashhad). *Urban Sociological Studies*, 2 (4), 59-90. [In Persian]

Ahmadzadeh, H., Keymanesh, M.R., Makani Bonab, S., Ghanizadeh, I. (2023). Investigating the Effects of Optimal Use of Public Transport to Reduce Traffic and Air Pollution in Tabriz. *Journal of Applied Researches in Geographical Sciences*, 23 (68), 167-180. Doi:10.52547/jgs.23.68.167 [In Persian]

Ajala, A.R. (2019). Analysis of Traffic Congestion on Major Urban Roads in Nigeria, Journal of Digital Innovations & Contemp Research Science. *Engineering & Technology*, 7 (3), 1- 10. DOI:10.22624/AIMS/DIGITAL/V7N3P1

Alavi, A., Parhizkar, A., Roknaddin Eftekhari, A.R., Ghalibaf, M.B., & Pourmousavi, M. (2011). Spatial Modeling of Travel Demand based on a New Method for Predicting and Reducing

Traffic (Zone 6 of Tehran). *Space planning and design*, 15 (4), 43-61. [In Persian]
Alizadeh, H. (2022). The Effect of Physical Planning on Reducing Traffic Problems. *The 16th National Conference on Urban Planning, Architecture, Civil Engineering and Environment*, Shirvan. [In Persian]
Al-Masaeid, H.R., & Fayyad, S. (2018). Estimation of Trip Generation Rates for Residential Areas in Jordan. *Jordan Journal of Civil Engineering*, 12 (1), 162-172.
Arabani, M., Arabani, M., Arabani, M., Rabiee, S., & Amani, B. (2007). Urban Trip Generation using Fuzzy Logic Based On a Case Study in the City of Rasht. *Journal of Transportation Research, 3* (4), 289-303. [In Persian]
Asadi, M., Rahnama, M.R., & Legziyan, M. (2012). Investigating the Mutual Relationship between Land Use Management and the State of Transportation and Urban Traffic; Case Study: Almas Shargh Mashhad Commercial Complex. *Urban Management*, 10 (30), 131-144. [In Persian]
Baumeister, R. (1876). *Stadt- Erweiterungen in Technischer, Baupolizeilicher und Wirthschaftlicher Beziehung; Berlin: Ernst & Korn*, 1-492.
Bayramzadeh, N., & Feri, M. (2019). The Impact of Land Use Planning on Traffic with Sustainable Development Approach. *Traffic Management Studies*, 14 (1), 65-86. [In Persian]
Behsresht, A., Dehban, M., & Seyedabrishami, E. (2011). The Use of Equivalence Model in Rstimating Travel Absorption of Urban Uses, Study Sample: District 6 of Tehran. *11th International Transportation Conference*, Tehran. [In Persian]
Buchanan, C. (1964). *Verkehr in Stadten, Vulkan, Essen* (Original: Traffic in Towns; London, 1962).
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. https://doi.org/10.1016/j.cstp.2018.11.007
Ding, W., Xia, Y., Wang, Zh., Chen, Zh., & Gao, X. (2020). An Ensemble-Learning Method for Potential Traffic Hotspots Detection on Heterogeneous Spatio-Temporal Data in Highway Domain. Journal of Cloud Computing: Advances. *Systems and Applications*, 9 (25), 1- 11. DOI:10.1186/s13677-020-00170-1
Dor:20.1001.1.25381490.1401.6.11.4.1 [In Persian]
Dorostkar Navani, B., Asghari, H., Pourshikhan, A., AmirEntekhabi, S., & Hasanimehr, S. (2022). Effect on Physical-Spatial Divisions and its Traffic Problems Study Sample: Talesh City. *Geographical Engineering of Territory*, 6 (3), 507-523.
Gafari Gilandeh, A., Firouzi, E., & Shokrzadeh Fard, E. (2020). Assessing the Spatial Relationship between Urban Land Use and Traffic Congestion in Ardabil City. *Traffic Management Studies*, *15* (3), 1-36. DOR:20.1001.1.20084005.1399.15.58.1.6 [In Persian]
Hejazi, J. (2018). Urban Traffic Flow Modeling With Software Simulator Case Study: Kianabad and Kianpars District in Ahvaz Mega City. *Road*, 26 (95), 85-104.[In Persian]
Henard, E. (1912). *Etudes Sur Les Transformations de Paris (1903-1909)*, Fascicules, 1-8.
Hill, M. (2005). *Urban Settlement and land Use. London*: Hodder Murray.
Jasbi, J., & Makvandi, P. (2011). Modeling the Process of Travel Prediction in Urban Transportation Planning based on the Combined Approach of Fuzzy Inference. *Productivity Management*, 5 (17), 7-32. Dor:20.1001.1.27169979.1390.5.2.1.8 [In Persian]
Kadkhodaei, M., Ziaee, S. A., & Shad, R. (2021). Prioritization of Traffic Congestion Control Strategies in Metropolitan Areas, Case Study: Mashhad. *Ferdowsi Civil Engineering, 34* (3), 81-97. Doi:10.22067/jfcei.2022.73919.1091 [In Persian]
Karimi R., & Asghari Zamani, A. (2023). Analysis of the Physical-Social Arrangement of Power in Urban Regions (Case Study: Five Regions of Urmia City). *MJSP*, 27 (2), 1-27. Dor:10.2022/hsmsp.27.2.1_ [In Persian]
Keshavarz-Ghorabaee, M., Amiri, M., Zavadskas, E.K., Turskis, Z., & Antucheviciene, J. (2018). Simultaneous Evaluation of Criteria and Alternatives (SECA) for Multi-Criteria Decision-Making. *Informatica*, 29 (2), 265-280. https://doi.org/10.15388/Informatica.2018.167
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. Doi:10.22034/tri.2021.262529.2844 [In Persian]

Marshall, S. (2000).*The Potential Contribution of Land Use Policies toward Sustainable Mobility toward Activation of Travel Reduction Mechanisms*, 13 (1), 63- 79.

Mirbaha, B., Sherafatipour, S., & Mahpour, A. (2015). Congestion Pricing Model for Urban Congested Roads (Case Study: Sadr Elevated Bridge). *Quarterly Journal of Transportation Engineering, 7* (2), 353-365. Dor:20.1001.1.20086598.1394.7.2.12.6 [In Persian]

Mirzaei, E., Kheyroddin, R., Behzadfar, M., Mignot, D., & Mohamadi, M. (2019). An Analysis of the Intraurban Trip Distance Using the Time Geography Framework; Influenced by Individual Constraints or Spatial Opportunities. *The Monthly Scientific Journal of Bagh-e Nazar*, *16* (78), 41-52. Doi:10.22034/bagh.2019.125274.3506 [In Persian]

Moayedfar, R., & Abedi, A. (2014). Traffic Complication Studies (Case Study: Aseman Shahr Arak Commercial-Administrative Complex). *8th National Congress of Civil Engineering*, Noshirvani University of Technology, Babol. [In Persian]

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. Doi:10.22059/jurbangeo.2021.304964.1323 [In Persian]

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

Okeke, F.O., Gyoh, L., & Echendu, I.F. (2021). Impact of Landuse Morphology on Urban Transportation. *Civil Engineering Journal*, 7 (10), 1753- 1773. Doi: 10.28991/cej-2021-03091758

Pourmohammadi, M.R., & Karimi, R. (2023). Developing a Conceptual Model of the Quality of Life in Cities with Emphasis on Housing Indicators - Case Study: 5 Regions of Urmia City. *Scientific- Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR), 32* (126), 75-92. https://doi.org/10.22131/sepehr.2023.562689.2909 [In Persian]

Rezaie, J. (2015). Best- Worst Multi- Criteria Decision- Making Method. *Omega*, (53), 49-57. https://doi.org/10.1016/j.omega.2014.11.009

Roustaei, E., & Zoalfeghary far, S.Y. (2023). Spatial Pathology Analysis of Traffic in the Central Part of the City (Case Study: Yasouj City). *Road*, 31(114), 193-204. Doi:10.22034/road.2022.327167.2029 [In Persian]

Sadeghi-Niaraki, A., Rabipour, A., & Ghodousi, M. (2023). Evaluating Accessibility to Key Land Uses based on Travel Mode. *MJSP*, 26 (4), 113-138. Dor:20.1001.1.16059689.1401.0.0.15.7 [In Persian]

Sajadi, M., & Taghvaee, M. (2016). Evaluation and Analysis of Sustainable Urban Transport Indicators. *Journal of Sustainable Architecture and Urban Design*, *4* (1), 1-18. Dor:20.1001.1.25886274.1395.4.1.1.8 [In Persian]

Sangaradasse, P., & Eswari, S. (2019). Importance of Traffic and Transportation Plan in the Context of Land Use Planning for Cities- A Review. *International Journal of Applied Engineering Research*, 14 (9), 2275- 2281.

Sarker, D., Rouf Khan, A., & Islam, M. (2019). Exploring the Connections between Land Use and Transportation: A Case Study of Shaheb Bazar to Rail Gate Road, Rajshahi City. *Scientific Journal on Transport and Logistics*, 10 (1), 30-40. DOI: https://doi.org/10.2478/logi-2019-0004

Soltani, A., Saghapoor, T., Izadi, H., & Pakshir, A.R. (2012). The Generation of Intra-City Trips and the Influence of Land Use Diversity, a Case Study of Four Residential Areas in Shiraz City. *Urban and Regional Studies and Researches*, 3 (12), 1-16. [In Persian]

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.

Taghvaei, M., Varesi, H.R., & Bahman Oraman, M. (2012). Investigating the Distribution of Medical Uses and its Effect on Urban Traffic Using the AHP Model (Case Study: Kermanshah City Center). *Traffic Studies*, 9 (17), 7-35. [In Persian]

Tarho Amayesh Consulting Engineers. (2019). *Integrated Detailed Plan of Urmia City. Ministry of Housing and Urban Development*, Housing and Urban Development Organization of West Azarbaijan Province. [In Persian]

WWW.Numbeo.com

Xu, Ch., Wang, Y., Ding, W., & Liu, P. (2020). Modeling the Spatial Effects of Land-Use Patterns on Traffic Safety Using Geographically Weighted Poisson Regression. *Networks and Spatial Economics*, (20), 1015-1028. DOI: 10.1007/s11067-020-09509-2

Ziyari, K., Karimi, F., & Ghasemi, F. (2014). The Pattern of Spatial Traffic Accidents in the City of Shiraz. *Spatial Planning*, 3 (4), 117-132. Dor:20.1001.1.22287485.1392.3.4.9.2 [In Persian]