



Optimizing the spatial distribution of marketers using GIS analytics

Javad Koohpayma¹, Mohammadreza Jelokhani-Niaraki² ✉

1. Department of Remote Sensing and GIS, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran

Email: javad.koohpayma@ut.ac.ir

2. (Corresponding Author) Department of Remote Sensing and GIS, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran

Email: mrjelokhani@ut.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article History:

Received:

29 March 2025

Received in revised form:

22 May 2025

Accepted:

27 June 2025

Available online:

2 August 2025

Keywords:

Location-based
marketing,
Optimization,
Spatial distribution of
marketers,
Geographic Information
System (GIS),
Network analysis.

ABSTRACT

Marketing is a critical factor in the success of urban businesses, contributing significantly to commercial growth and competitive advantage. Production and distribution companies (such as those in the food, cosmetics, hygiene, detergent, and pharmaceutical industries) are increasingly seeking to reduce the costs associated with personnel and the travel of their marketing agents across urban areas. Optimal spatial distribution of marketers plays a vital role in minimizing human resource waste, time, and expenses, while enhancing the effectiveness of marketing activities. This study aims to optimize the spatial allocation of marketing agents using network analysis within a Geographic Information System (GIS) framework. To achieve this, a GIS-based network analysis method is proposed for clustering marketing territories based on the number and geographic distribution of retail outlets. The proposed method partitions retail locations into a set of geographical clusters in which the number of outlets is as evenly distributed as possible. Each cluster is then assigned to a specific marketing agent. The implementation of this method in District 6 of Tehran demonstrates that the resulting clusters and marketing visit routes within each cluster are optimized, with minimal boundary fragmentation—facilitating easier recognition by marketers and reducing operational errors. In other words, the proposed approach enables the formation of marketing clusters with an equal number of retail outlets and allows for the shortest possible intra-cluster visit routes.

Cite this article: Koohpayma, J., Jelokhani-Niaraki, M. (2025). Optimizing the spatial distribution of marketers using GIS analytics. *Human Geography Research Quarterly*, 57 (2), 17-322.

<http://doi.org/10.22059/JHGR.2025.380361.1008720>



© The Author (s)

Publisher: University of Tehran Press

Extended Abstract

Introduction

In today's world, marketing is recognized as one of the most important and prominent factors in the success of organizations or businesses. Marketing refers to communicating with customers, analyzing the market, designing advertising and sales strategies, attracting the attention of the audience, and creating an emotional connection with them. The importance of marketing is significant in various ways; including business growth and development, creating competition, identifying customer needs and preferences, and improving interaction and establishing effective communication with them. Manufacturing and distribution companies (such as food, cosmetics, detergents, pharmaceuticals, etc.) are looking to reduce human resources costs and marketing time. Since marketers are the main link between retailers and manufacturing and distribution companies, proper management and control of their performance will reduce distribution costs and, as a result, customer (retail) satisfaction. Meanwhile, the distribution of marketers in the region depends on the location of the retailers, so that there must be a balance between the number of marketers and retailers. The conventional method of assigning marketers to each region is to divide or cluster the retailers based on geographical areas and then assign each area to a marketer. In the past, distribution companies manually marked out territories on large paper maps, but today, various technologies have been developed that facilitate the management of marketers in providing services to customers and increase their efficiency.

Today, location-based marketing methods, utilizing concepts and tools based on Geographic Information Systems (GIS), have enabled the management, planning, and implementation of optimal marketing operations based on the geographic location of consumers and retailers. GIS can be considered as a computer-based information system consisting of hardware, software, people, data, methods, and models that is used to collect and store spatial and descriptive data, manage and display data, query and answer questions,

process and analyze data, and generate geographic information and display this information. GIS is capable of integrating various types of spatial data and related descriptive data using analytical tools or spatial reporting to produce useful information to solve marketing problems. This information can help planners, decision makers, and managers of large and small businesses in the areas of sales territory allocation, geographic distribution of marketers, etc. In other words, spatial and descriptive data analysis related to the main components of an urban business system, including customers, competitors, and markets, is performed with greater accuracy, and owners and managers of small and large businesses are able to analyze and manage large volumes of information such as geographic location, customer addresses, range, and marketing routes in an area.

Methodology

One type of marketing method is location-based marketing. Location-based marketing uses the concepts and technologies of location information to manage, plan, and execute optimal marketing operations based on the geographic location of consumers. Jelokhani et al. (2019) state that GIS, as a powerful, popular, and cost-effective location-based tool, can play an important role in managing marketing activities such as market segmentation and spatial distribution of marketers. Accordingly, marketers can classify their company's market geographically based on various criteria and then determine their target market based on the strengths and weaknesses of their products and services.

The first step is to prepare the main roads and build the road network of the study area. In this step, using the capabilities of GIS network analysis, the road network has been created. In order to cluster retail locations and zone them, it is necessary to extract micro-areas from the street network. These micro-areas are the basis for creating larger geographic areas (clusters) for allocation to marketers. To determine the number of retail outlets in micro-areas, spatial connectivity is required. In other words, this analysis identifies the retail

stores in each micro-area separately by spatially overlapping retail locations with micro-areas. Then, the center of gravity of each micro-area is determined and the retail stores within each micro-area are connected to that point. In order to aggregate micro-areas and extract larger geographic areas based on the number of retail stores, a regular grid of points was created. The average distances of the points of this network from the centers of gravity of the micro-areas were calculated through spatial allocation analysis, and based on this, and considering the number of marketers required, the center of the clusters was determined. It should be noted that during spatial allocation analysis, clusters are optimized based on a specific threshold. Ultimately, each micro-area is assigned to a cluster, and each cluster is assigned to a marketer.

Results and discussion

The micro-areas are grouped together to form clusters based on the minimum distance from the center. The algorithm ends where the sum of these distances is the minimum and the number of retail stores is approximately equal. Clusters represent geographic areas designated for marketers. Retail stores within each cluster are then assigned to a marketer. To quantitatively evaluate the proposed algorithm, the parameters of path lengths, standard deviation of path lengths in clusters, cluster compactness, and the number of fractures at the cluster boundary were used. The paths between points in each cluster were run and calculated separately for each method. A visual method was used to count the

number of fractures, so that firstly, the outer clusters were not considered, and secondly, whenever the angle change within the cluster was more than 30 degrees, it was counted as a fracture. Obviously, the greater the number of clusters, the shorter the path lengths will be.

Conclusion

The results demonstrated that the proposed method outperforms existing approaches in several key aspects, including minimizing travel distance, reducing boundary fragmentation and discontinuity, and maximizing compactness. The reduced fragmentation along boundaries leads to improved accuracy in identifying and delineating marketing area borders. It should be noted, however, that this algorithm was applied only to District 6 of Tehran, and its performance may vary in other districts or cities with different road networks and urban structures.

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

The authors would like to express their sincere gratitude and appreciation to all scientific advisors and contributors who participated in the research process.

بهینه‌سازی توزیع مکانی بازاریاب‌ها با استفاده از تحلیل‌های GIS

جواد کوه‌پیما^۱، محمدرضا جلوخانی نیارکی^۲

۱- گروه سنجش‌ازدور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: javad.koohpayma@ut.ac.ir

۲- نویسنده مسئول، گروه سنجش‌ازدور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: mrjelokhani@ut.ac.ir

چکیده

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:

۱۴۰۴/۰۱/۰۹

تاریخ بازنگری:

۱۴۰۴/۰۳/۰۱

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۴/۰۴/۰۶

تاریخ چاپ:

۱۴۰۴/۰۵/۱۱

بازاریابی یکی از عوامل مهم در موفقیت کسب‌وکارهای شهری به شمار می‌رود و می‌تواند منجر به رشد تجاری و برتری نسبت به رقبا شود. شرکت‌های تولید و پخش (مانند مواد غذایی، آرایشی و بهداشتی، شوینده‌ها، دارویی و غیره) به دنبال کاهش هزینه‌های نیروی انسانی و رفت‌وآمد بازاریابان خود در سطح شهر هستند. توزیع مکانی بهینه بازاریاب‌ها نقش مهمی را در کاهش هدر رفت نیروی انسانی، زمان و هزینه و همچنین بهبود فعالیت‌های بازاریابی می‌نماید. هدف از پژوهش حاضر بهینه‌سازی توزیع مکانی بازاریاب‌ها با استفاده از تحلیل‌های شبکه سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) است. بدین منظور، با استفاده از تحلیل‌های شبکه GIS روشی برای تقسیم‌بندی (خوشه‌بندی) محدوده‌های تحت پوشش بازاریابان بر اساس تعداد و موقعیت جغرافیایی خرده‌فروشی‌ها ارائه شده است. روش پیشنهادی، خرده‌فروشی‌ها را در یکسری محدوده‌های جغرافیایی (خوشه‌ها) قرار می‌دهد به‌طوری‌که تعداد خرده‌فروشی‌ها در این محدوده‌ها حتی‌الامکان برابر می‌باشند. هر یک از این خوشه‌ها به یک بازاریاب تخصیص می‌یابد. نتایج اجرای روش مذکور در منطقه ۶ شهر تهران نشان می‌دهد که خوشه‌ها و مسیرهای ویزیت بازاریابان در داخل هر خوشه بهینه بوده و خوشه‌ها دارای کمترین شکستگی در مرزها هستند که باعث تشخیص آسان‌تر و درنتیجه خطای کمتر بازاریاب‌ها می‌شود. به عبارت دیگر، روش پیشنهادی امکان تعیین خوشه‌های بازاریابی با تعداد خرده‌فروشی‌های یکسان و ویزیت بازاریابی با کوتاه‌ترین مسافت در داخل هر خوشه را فراهم می‌نماید.

واژگان کلیدی:

بازاریابی مکان محور،

بهینه‌سازی، توزیع مکانی

بازاریاب‌ها، سیستم اطلاعات

جغرافیایی، تحلیل شبکه.

استناد: کوه‌پیما، جواد و جلوخانی نیارکی، محمدرضا. (۱۴۰۴). بهینه‌سازی توزیع مکانی بازاریاب‌ها با استفاده از تحلیل‌های GIS. فصلنامه پژوهش‌های

جغرافیایی انسانی، ۵۷ (۲)، ۳۲-۱۷.

<http://doi.org/10.22059/JHGR.2025.380361.1008720>

مقدمه

در دنیای امروز، بازاریابی به‌عنوان یکی از عوامل حیاتی و برجسته در موفقیت سازمان‌ها و یا کسب‌وکارها شناخته می‌شود. بازاریابی به مفهوم برقراری ارتباط با مشتریان، تحلیل بازار، طراحی استراتژی‌های تبلیغاتی و فروش، جلب توجه مخاطبان و ایجاد ارتباط احساسی با آن‌ها است (Turk et al., 2014; Nordin & Ravald, 2023). اهمیت بازاریابی از جهات گوناگون قابل توجه است؛ از جمله می‌توان به رشد و توسعه تجاری، ایجاد رقابت، شناسایی نیازها و ترجیحات مشتریان و بهبود تعامل و برقراری ارتباط مؤثر با آن‌ها اشاره داشت (Holmlund et al., 2020; Murdy & Pike, 2012).

شرکت‌های تولید و پخش (مانند مواد غذایی، آرایشی و بهداشتی، شوینده‌ها، دارویی و غیره) به دنبال کاهش هزینه‌های نیروی انسانی و زمان بازاریابی هستند و از آنجایی که بازاریاب‌ها عنصر اصلی ارتباط بین خرده‌فروشی‌ها و شرکت‌های تولید و پخش هستند، لذا مدیریت صحیح و کنترل عملکرد آن‌ها موجب کاهش هزینه‌های توزیع و به دنبال آن رضایت مشتریان (خرده‌فروشی‌ها) خواهد شد. در این میان نحوه توزیع بازاریاب‌ها در منطقه وابسته به موقعیت خرده‌فروشی‌ها است به‌طوری که باید یک تعادلی بین تعداد بازاریاب‌ها و خرده‌فروشی‌ها برقرار باشد. روش مرسوم در اختصاص بازاریاب‌ها در هر منطقه، تقسیم‌بندی یا خوشه‌بندی خرده‌فروشی‌ها بر اساس محدوده‌های جغرافیایی و سپس اختصاص هر محدوده به یک بازاریاب است. در گذشته شرکت‌های توزیع محدوده‌ها را روی نقشه‌های کاغذی بزرگ به‌صورت دستی مشخص می‌کردند، اما امروزه فناوری‌های مختلفی توسعه یافته‌اند که مدیریت بازاریاب‌ها در جهت ارائه خدمات به مشتریان را تسهیل و بازدهی آن‌ها را افزایش می‌دهند.

امروزه روش‌های بازاریابی مکان-محور با بهره‌گیری از مفاهیم و ابزارهای مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) امکان مدیریت، برنامه‌ریزی و اجرای عملیات بازاریابی بهینه را بر اساس مکان جغرافیایی مصرف‌کنندگان و خرده‌فروشی‌ها فراهم ساخته است. GIS را می‌توان به‌عنوان یک سیستم اطلاعاتی کامپیوتر-مبنا متشکل از سخت‌افزار، نرم‌افزار، افراد، داده‌ها، روش‌ها و مدل‌ها دانست که به‌منظور جمع‌آوری و ذخیره‌سازی داده‌های مکانی و توصیفی، مدیریت و نمایش داده‌ها، پرسش و پاسخ، پردازش و تحلیل داده‌ها و تولید اطلاعات جغرافیایی و نمایش این اطلاعات مورد استفاده قرار می‌گیرد. GIS قادر است انواع مختلفی از داده‌های مکانی و داده‌های توصیفی مرتبط را با استفاده از ابزارهای تحلیلی و یا گزارش‌گیری‌های مکانی، تلفیق و اطلاعات مفیدی را در راستای حل مسئله بازاریابی تولید نماید. این اطلاعات می‌تواند برنامه‌ریزان، تصمیم‌گیران و مدیران کسب‌وکارهای بزرگ و کوچک را در حوزه‌بندی مناطق فروش، توزیع مکانی بازاریابان و غیره یاری دهد. به عبارت دیگر، تحلیل داده‌های مکانی و توصیفی مربوط به اجزاء اصلی یک سیستم کسب‌وکار شهری شامل مشتری، رقبا و بازار، با دقت بالاتری انجام می‌گیرد و صاحبان و مدیران کسب‌وکارهای کوچک و بزرگ قادرند حجم زیادی از اطلاعات مانند موقعیت جغرافیایی، آدرس مشتریان، محدوده و مسیرهای بازاریابی را در یک منطقه تحلیل و مدیریت کنند (Chaudhuri, 2018).

مطالعات متعدد در زمینه کسب‌وکارهای شهری نشان می‌دهند که GIS ابزار توانمندی را برای تحلیل کسب‌وکار شهری فراهم می‌سازد (Tzeng et al., 2002; Ringo, 2009; Lin & Zu, 2013; Chacón-García, 2017). اکثر مطالعات صورت گرفته در راستای به کارگیری ابزارهای GIS در بهبود کسب‌وکارهای شهری، به مکان‌یابی بهینه کسب‌وکارهای خرد و کلان از قبیل فروشگاه‌ها و مراکز تجاری و تبلیغات پرداخته‌اند. میثاق و جلوخانی نیارکی (۱۳۹۸) به طراحی و توسعه سیستم ارسال تبلیغات شهروند-محور مبتنی بر مفهوم حصار جغرافیایی (Geofence) پرداختند. در این پژوهش، با استفاده از حصار جغرافیایی و ابزارهای تحلیلی GIS، خدمات تبلیغات مکان-مبنای شهروند-محور به‌منظور

نمایش تبلیغات در تلفن همراه مشتریان بر اساس مکان و زمان آن‌ها در محیط شهری فراهم شده است. حبیب پور و همکاران (۱۳۹۹) از تحلیل‌های مکانی و شبکه‌ای GIS در بازاریابی مکان محور فروشگاه زنجیره‌ای شهر تبریز بهره جستند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که ترکیبی از قدرت تجسم و تجزیه و تحلیل جغرافیایی با تکنیک‌ها و روش‌های بازاریابی سبب بهبود بازاریابی می‌گردد. عبدالله زاده و همکاران (۱۴۰۱) به بازاریابی مکان-محور بانک‌ها با استفاده از مدل ژئومارکتینگ مبتنی بر زیرساخت داده مکانی (SDI) پرداختند. زیرساخت داده مکانی امکان دسترسی و اشتراک‌گذاری منابع داده مکانی متنوع و پویای مرتبط با بازاریابی مکان-محور را فراهم می‌سازد. پژوهش حاضر به بهینه‌سازی توزیع مکانی بازاریاب‌ها با استفاده از تحلیل‌های GIS می‌پردازد. تحلیل‌های GIS امکان پهنه‌بندی و یا حوزه‌بندی بهینه را فراهم می‌نمایند (صیدایی و حسینی، ۱۳۹۶). در این مطالعه، با استفاده از تحلیل‌های شبکه GIS روشی برای تقسیم‌بندی محدوده‌های تحت پوشش بازاریابان بر اساس تعداد و موقعیت جغرافیایی خرده‌فروشی‌ها در منطقه مورد مطالعه ارائه شده است. مطالعه حاضر روش‌ها، مفاهیم و تحلیل‌های جغرافیایی را با جنبه‌های کاربردی تحقیقات بازاریابی تلفیق می‌نماید. بازاریابی مکان-محور با دسترسی به اطلاعات بهنگام و تحلیل دقیق بازار، امکان ارائه خدمات خرید و فروش بهینه را فراهم می‌نماید و سبب بهبود کسب و کارهای کوچک و بزرگ می‌گردد.

مبانی نظری

یکی از انواع روش‌های بازاریابی، بازاریابی مکان-محور^۱ است. بازاریابی مکان-محور با بهره‌گیری از مفاهیم و فناوری‌های اطلاعات مکانی به مدیریت، برنامه‌ریزی و اجرای عملیات بازاریابی بهینه بر اساس مکان جغرافیایی مصرف‌کنندگان می‌پردازد. جلوه‌خانه و همکاران (۱۳۹۸) بیان می‌کنند که GIS می‌تواند به عنوان یک ابزار مکان-مبنای توانمند، محبوب و مقرون به صرفه نقش مهمی را در مدیریت فعالیت‌های بازاریابی از قبیل حوزه‌بندی بازار فروش و توزیع مکانی بازاریابان فراهم نماید. بر این اساس بازاریابان با توجه به معیارهایی مختلف می‌توانند بازار شرکت خود را به صورت جغرافیایی طبقه‌بندی نموده و پس از آن با توجه به قوت‌ها و ضعف‌های محصولات و خدمات به تعیین بازار هدف خود بپردازند. Beaumont (۱۹۹۱) یک چارچوب مفهومی متشکل از مؤلفه‌های چهارگانه P را برای بازاریابی ارائه نموده (شکل ۱) و معتقد است که ابزارهای GIS می‌تواند به عنوان پنجمین P در قالب مؤلفه پردازش (Processing) به این چارچوب اضافه گردد. بر اساس این مؤلفه، GIS قابلیت‌های مهمی را در جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، بازیابی، پردازش و نمایش اطلاعات مکانی بازاریابی فراهم می‌سازد.

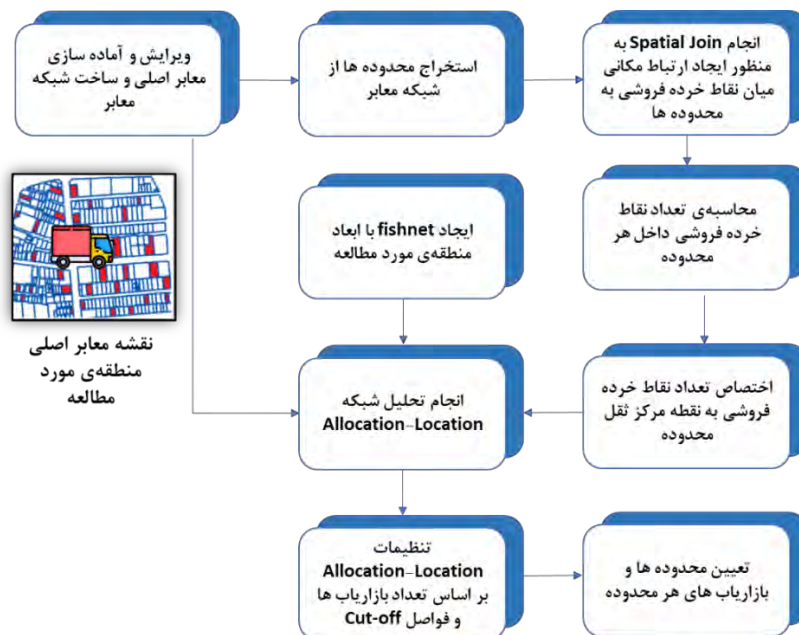


شکل ۱. چهارچوب مفهومی چهارگانه بازاریابی (Beaumont, 1991)

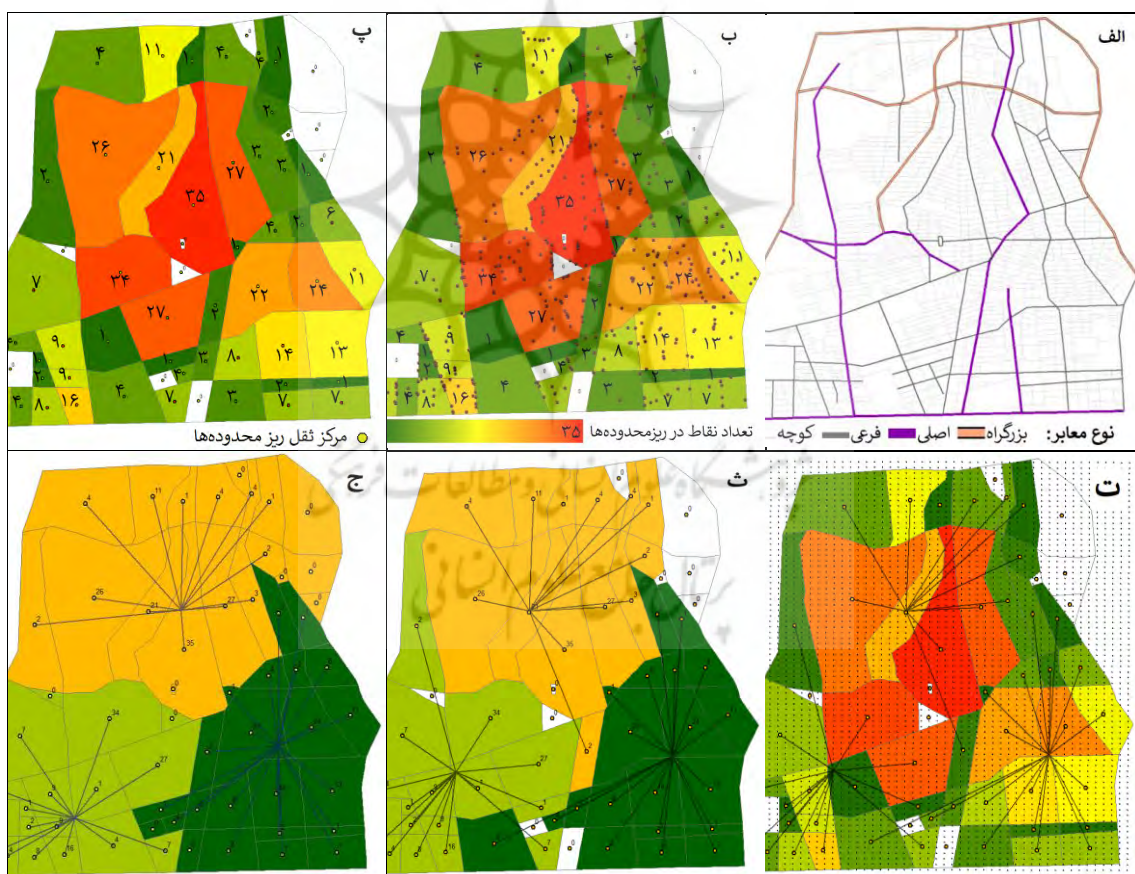
روش پژوهش

شکل ۳ مراحل پژوهش حاضر را نشان می‌دهد. گام نخست، آماده‌سازی معابر اصلی و ساخت شبکه معابر منطقه مورد مطالعه است. در این مرحله با بهره‌گیری از قابلیت‌های تحلیل شبکه GIS، شبکه معابر ایجاد شده است. به منظور خوشه‌بندی نقاط خرده‌فروشی و حوزه‌بندی آن‌ها، نیاز به استخراج ریز محدوده‌ها از شبکه معابر است. این ریز محدوده‌ها مبنای ایجاد محدوده‌های جغرافیایی بزرگ‌تر (خوشه‌ها) جهت تخصیص به بازاریابان می‌باشد. برای تعیین تعداد نقاط خرده‌فروشی‌ها در ریز محدوده‌ها، نیاز به انجام اتصال مکانی^۱ است. به عبارت دیگر، این تحلیل با همپوشانی مکانی نقاط خرده‌فروشی‌ها با ریز محدوده‌ها، خرده‌فروشی‌های موجود در هر ریز محدوده را به تفکیک شناسایی می‌نماید. سپس مرکز ثقل هر ریز محدوده تعیین و خرده‌فروشی‌های موجود در داخل هر ریز محدوده به آن نقطه متصل می‌گردند. به منظور تجمع ریز محدوده‌ها و استخراج محدوده‌های جغرافیایی بزرگ‌تر بر اساس تعداد خرده‌فروشی‌ها، یک شبکه منظم نقاط^۲ ایجاد گردید. میانگین فواصل نقاط این شبکه از مراکز ثقل ریز محدوده‌ها از طریق تحلیل تخصیص مکانی^۳ محاسبه گردید و بر این اساس و با توجه به تعداد بازاریاب‌های مورد نیاز، مرکز خوشه‌ها تعیین می‌گردد. لازم به ذکر است که در طی انجام تحلیل تخصیص مکانی، خوشه‌ها بر اساس یک حد آستانه مشخص بهینه می‌گردند. در نهایت هر ریز محدوده به یک خوشه و هر خوشه به یک بازاریاب تخصیص می‌یابد. شکل ۳ مراحل خوشه‌بندی الگوریتم پیشنهادی را مطابق فلوچارت شکل ۲ به ترتیب نشان می‌دهد.

1. Spatial Join
2. Fishnet
3. Location-Allocation



شکل ۲. مراحل انجام پژوهش



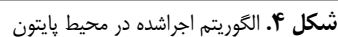
شکل ۳. الف) شبکه معابر منطقه مورد مطالعه، ب) ریز محدوده های استخراج شده از معابر اصلی، پ) مراکز ثقل ریز محدوده ها، ت) اتصال نقاط شبکه منظم به مراکز ثقل ریز محدوده ها، ث) استخراج خوشه ها و ج) بهینه سازی خوشه ها

به منظور ارزیابی و مقایسه نتایج روش پیشنهادی با سایر روش‌ها، مسئله تحقیق از طریق روش فرا ابتکاری Max-p اجرا گردید (Sylvester, 1857; de Berge et al., 2023). روش Max-p یک تکنیک خوشه‌بندی مکانی است که

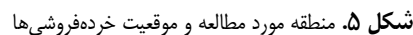
برای گروه‌بندی چندضلعی‌ها بر اساس ویژگی‌های فضایی و توصیفی آن‌ها استفاده می‌شود. این روش اغلب در مواردی که هدف ایجاد مناطق همگن بر اساس معیارهای خاص است، به کار می‌رود. به عنوان مثال خواسته می‌شود که بلوک‌های شهری به گونه‌ای خوشه‌بندی شوند که هر خوشه دارای جمعیت هزار نفر باشد. Max-p بر سه اصل استوار است: (۱) مجاورت فضایی: یعنی همه ریز محدوده‌های درون یک خوشه باید به هم متصل باشند تا هر خوشه یک محدوده منسجم جغرافیایی را ایجاد کند، (۲) همگنی: هر خوشه باید در حد امکان بر اساس ویژگی موردنظر (مثلاً تراکم جمعیت، تعداد نقاط، سطح درآمد و غیره) همگن باشد تا خوشه‌ها نه تنها از نظر فضایی پیوسته باشند بلکه از لحاظ ویژگی موردنظر نیز مشابه باشند، (۳) حداکثر سازی خوشه‌ها (p): تمرکز اصلی روش Max-p روی بیشینه کردن تعداد خوشه‌ها با در نظر گرفتن دو محدودیت مجاورت و همگنی است. به عبارت دیگر، این روش برعکس روش‌هایی است که ابتدا تعداد خوشه‌ها را تعریف و سپس همگنی را بهینه می‌نمایند.

الگوریتم روش Max-p به صورت زیر است: (۱) مقداردهی اولیه: پس از آماده‌سازی داده‌های مکانی یا همان ریز محدوده‌ها و ویژگی‌های مرتبط، ماتریس مجاورت تشکیل می‌شود تا مشخص شود کدام یک از ریز محدوده‌ها با همدیگر مجاورند، (۲) خوشه‌بندی اولیه: ریز محدوده‌ها (معمولاً به صورت تصادفی) تجمیع شده تا یک مجموعه اولیه از خوشه‌ها تولید شود، (۳) ادغام و تقسیم خوشه: خوشه‌های مجاور بر اساس معیار همگنی (واریانس صفات) و با حفظ مجاورت فضایی باهم ادغام و یا تقسیم می‌شوند تا واریانس را کاهش دهند و (۴) بهینه‌سازی: ادغام و تقسیم خوشه‌ها آن قدر تکرار می‌شود تا تعداد خوشه‌ها حداکثر شود، به گونه‌ای که خوشه‌ها به همگن‌ترین حالت خود برسند. در این روش مجاورت‌ها به سه روش تعریف می‌شوند: حالت مجاورت Queen: در این حالت ریز محدوده‌ها باید حداقل در یک رأس یا یک لبه مشترک باشند. این حالت شبیه حرکت مهره ملکه در شطرنج است که می‌تواند به صورت افقی، عمودی و مورب حرکت کند. در این حالت طیف وسیع‌تری از روابط همسایگی در نظر گرفته می‌شود. مثلاً در یک شبکه‌ای از مربع‌ها، هر مربع با هشت مربع دیگر مجاور خواهد بود. حالت مجاورت Rook: در این حالت دو ریز محدوده تنها در صورتی مجاور تعریف می‌شوند که دارای یک مرز مشترک (لبه) باشند. این حالت نیز شبیه نحوه حرکت مهره رخ در شطرنج است که فقط می‌تواند به صورت افقی و عمودی حرکت کند. این حالت زمانی استفاده می‌شود که نیاز به تعریف دقیق‌تری از همسایگی باشد. حالت Rook همسایگان را بر اساس یک لبه مشترک بین دو واحد فضایی تعریف می‌کند. حالت Queen تا حدودی فراگیرتر است و همسایگان را به عنوان واحدهای فضایی با یک لبه یا یک رأس مشترک تعریف می‌کند. بنابراین، تعداد همسایگان بر اساس معیار Queen همیشه حداقل به اندازه معیار Rook خواهد بود (Anselin et al., 2023). حالت نزدیک‌ترین همسایه‌ها (KNN): در این حالت مجاورت K تعداد از همسایه‌ها بر اساس نزدیکی ریز محدوده‌ها به جای مرزهای مشترک مستقیم تعریف می‌شود. به عبارت دیگر هر ریز محدوده، بر اساس فاصله (معمولاً فاصله اقلیدسی) با K نزدیک‌ترین همسایه خود مجاور در نظر گرفته می‌شود. این روش بیشتر در مناطق غیر پیوسته و یا پراکنده به کار می‌رود. در این حالت صرف نظر از اینکه یک یال یا رأس مشترک وجود داشته باشد بر اساس فاصله ریز محدوده‌ها همسایگی‌ها در نظر گرفته می‌شوند.

برای اجرای خوشه‌بندی از کد نویسی در محیط پایتون استفاده شد. در داخل کد برای هر تعداد از نقاط، روش‌های مختلف تعیین همسایه اجرا شدند تا نحوه تأثیر همسایگی در نتیجه نهایی مشخص شود. به عبارت دیگر، با در نظر گرفتن کل نقاط و تعداد خوشه‌های لازم، الگوریتم برای تعداد خاصی از نقاط اجرا شد. در شکل ۵ محیط نرم‌افزار و قسمتی از کدهای مربوطه نشان داده شده است.

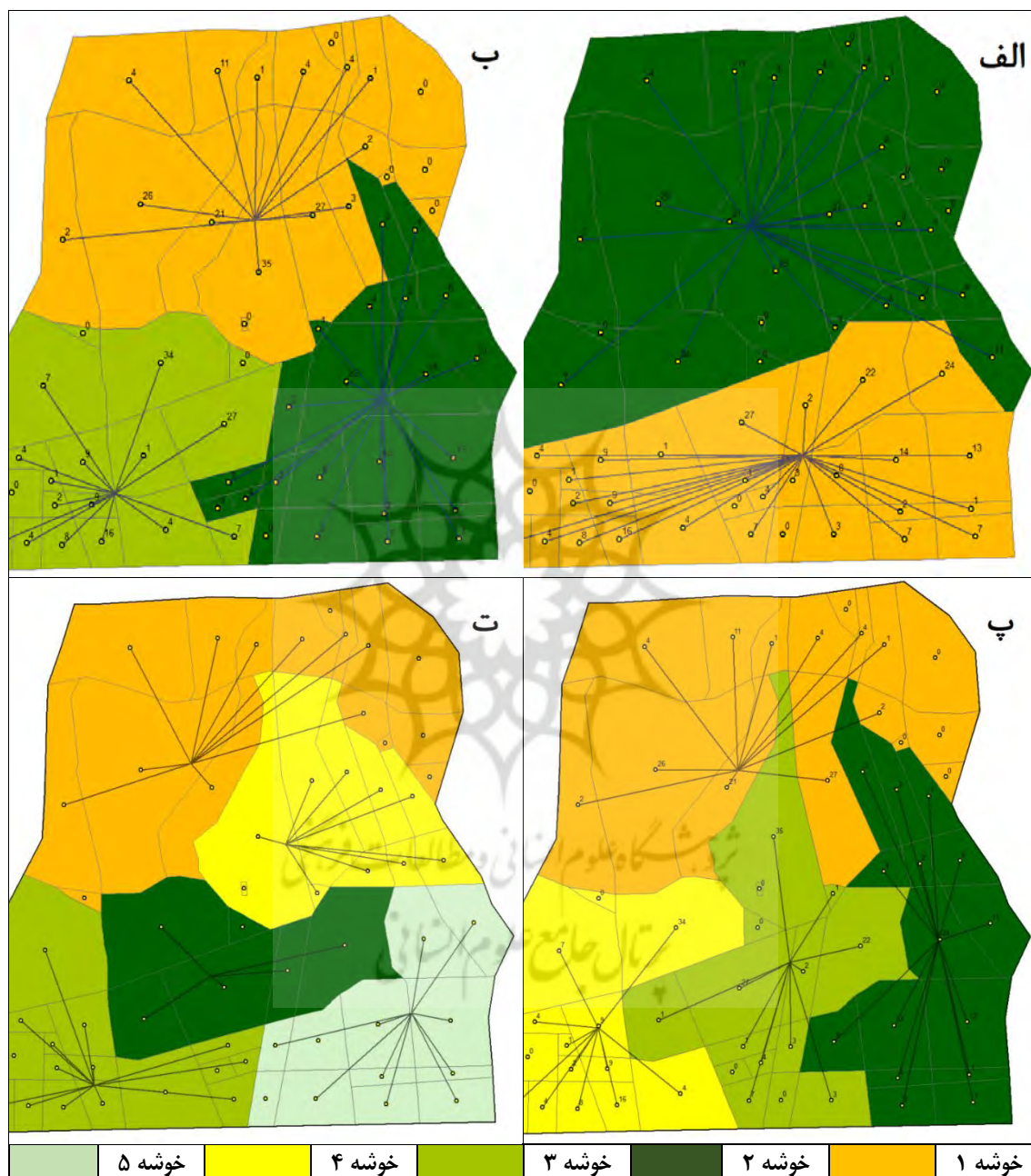


منطقه ۶ تهران یکی از پرجمعیت‌ترین مناطق شهر تهران بوده و بالغ بر ۲۵۰ هزار نفر را در خود جای داده است (مرکز آمار، سرشماری ۱۳۹۵)^۱. این منطقه از لحاظ اقتصادی نیز یکی از مناطق مهم تهران است و مراکز تجاری، اداری و آموزشی بسیاری در آن قرار دارند. شکل ۵ منطقه مورد مطالعه، شبکه معابر و موقعیت خرده‌فروشی‌ها را نشان می‌دهد. داده‌های خرده‌فروشی‌های مورداستفاده در این مطالعه با استفاده از GPS جمع‌آوری شدند. این داده‌ها شامل موقعیت مکانی (طول و عرض جغرافیایی) و مشخصات توصیفی خرده‌فروشی‌ها هستند. داده‌های جمع‌آوری شده معابر و موقعیت خرده‌فروشی‌ها سپس برای تحلیل‌های شبکه GIS آماده‌سازی گردیدند.



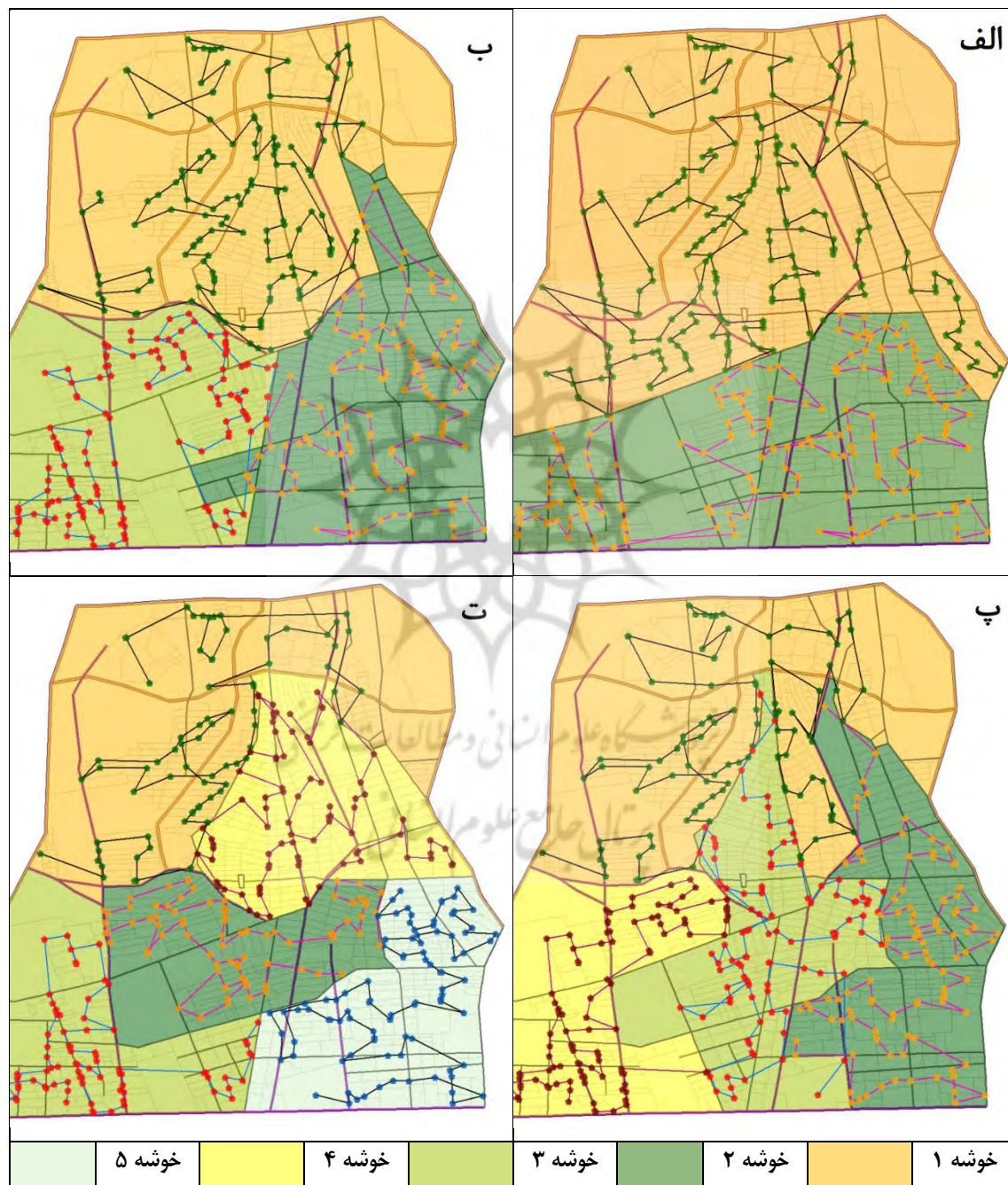
شکل ۶ نتایج اجرای الگوریتم پیشنهادی را با فرض تعداد خوشه‌های ۲، ۳، ۴ و ۵ برای تجمیع ریز محدوده‌ها نشان می‌دهد. همان‌گونه که در شکل نشان داده‌شده است، ریز محدوده‌ها بر اساس کمینه شدن فاصله از مرکز با یکدیگر تجمیع شده و خوشه‌ها را تشکیل می‌دهند. الگوریتم در جایی تمام می‌شود که مجموع این فواصل کمترین و تعداد خردفروشی‌های موجود به‌صورت تقریباً مساوی باشند. خوشه‌ها نمایانگر محدوده‌های مکانی تعیین‌شده برای بازیابان

هستند. در ادامه خرده‌فروشی‌های داخل هر خوشه به یک بازاریاب تخصیص داده می‌شود. به عبارت دیگر، مرکز بیرونی هر خوشه محدوده کاری و نقاط داخل آن نیز نقاط ویزیت یک بازاریاب هستند. به مرور زمان به دلیل پویایی خرده‌فروشی‌ها (اعم از جابجایی مکانی یا تغییر کاربری) نیازی به خوشه‌بندی دوباره نیست و کافی است مسیر ویزیت با توجه به افزوده شدن یا کم شدن نقاط خرده‌فروشی به‌روز شود.

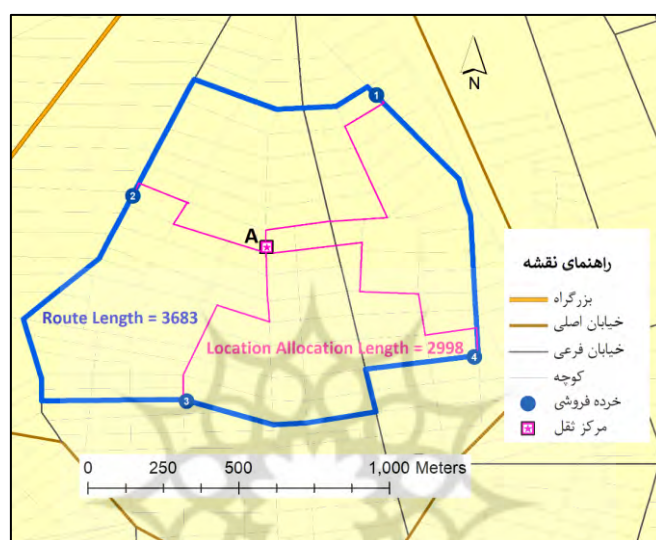


شکل ۶. نتایج اجرای الگوریتم پیشنهادی بر اساس تعداد خوشه‌ها (شکل الف: ۲ خوشه‌ای، شکل ب: ۳ خوشه‌ای، شکل پ: ۴ خوشه‌ای و شکل ت: ۵ خوشه‌ای) برای منطقه مورد مطالعه - اعداد نمایش داده‌شده در داخل هر پولیگون، تعداد نقاطی درون هر ریز محدوده است که به صورت یک نقطه ادغام و نمایش داده‌شده‌اند.

شکل ۷ کوتاه‌ترین مسیر بین نقاط خرده‌فروشی را در هر خوشه نشان می‌دهد. در این تحقیق فرض شده است که بازاربازان برای انجام ویزیت به‌صورت پیاده بین دو خرده‌فروشی طی مسیر حرکت می‌کنند لذا جهت و نوع معبر در نظر گرفته نشده است. بنابراین، مسیرها به‌صورت کوتاه‌ترین مسافت بین نقاط موجود در داخل هر خوشه محاسبه شده است. بدیهی است هرچه اختلاف بین مسیرهای تعیین‌شده در خوشه‌ها کمتر باشد، خوشه‌بندی بهینه است. به عبارت دیگر، بازاربازان مسافت یکسانی را در خوشه‌ها برای بازدید از نقاط خرده‌فروشی طی خواهند کرد. برابر بودن طول مسیرها باعث اجرای عدالت کاری بین بازاربازان شده و از بروز ناهمگونی فضایی میان بازاربازان جلوگیری می‌کند.



در الگوریتم‌هایی که فقط بر اساس محدوده‌ها و تعداد نقاط داخل آن‌ها برای خوشه‌بندی استفاده می‌شود اولویت روی فشردگی و تعداد برابر در خوشه‌ها است. دایره فشردترین شکل هندسی است بنابراین هرچه شکل خوشه به دایره نزدیک‌تر باشد فشردتر است. در اینجا فشردگی به صورت مجموع فواصل اقلیدسی بین مرکز ثقل هر خوشه و مرکز ثقل ریز محدوده‌های درون آن خوشه تعریف شده است. به عبارت دیگر، الگوریتم جایی متوقف می‌شود که پولیگون‌ها دارای بهینه‌ترین فشردگی و تساوی نقاط در داخل هر خوشه باشد، اما علیرغم اهمیت فراوان طول مسیر ویزیت، این مورد در نظر گرفته نمی‌شود. در الگوریتم پیشنهادی، علاوه بر فشردگی و تعداد نقاط مساوی، مسیر کمینه نیز تا حدودی در نظر گرفته شده و بهینه می‌گردد که در شکل ۸ منطق مسیریابی بین نقاط نشان داده شده است.



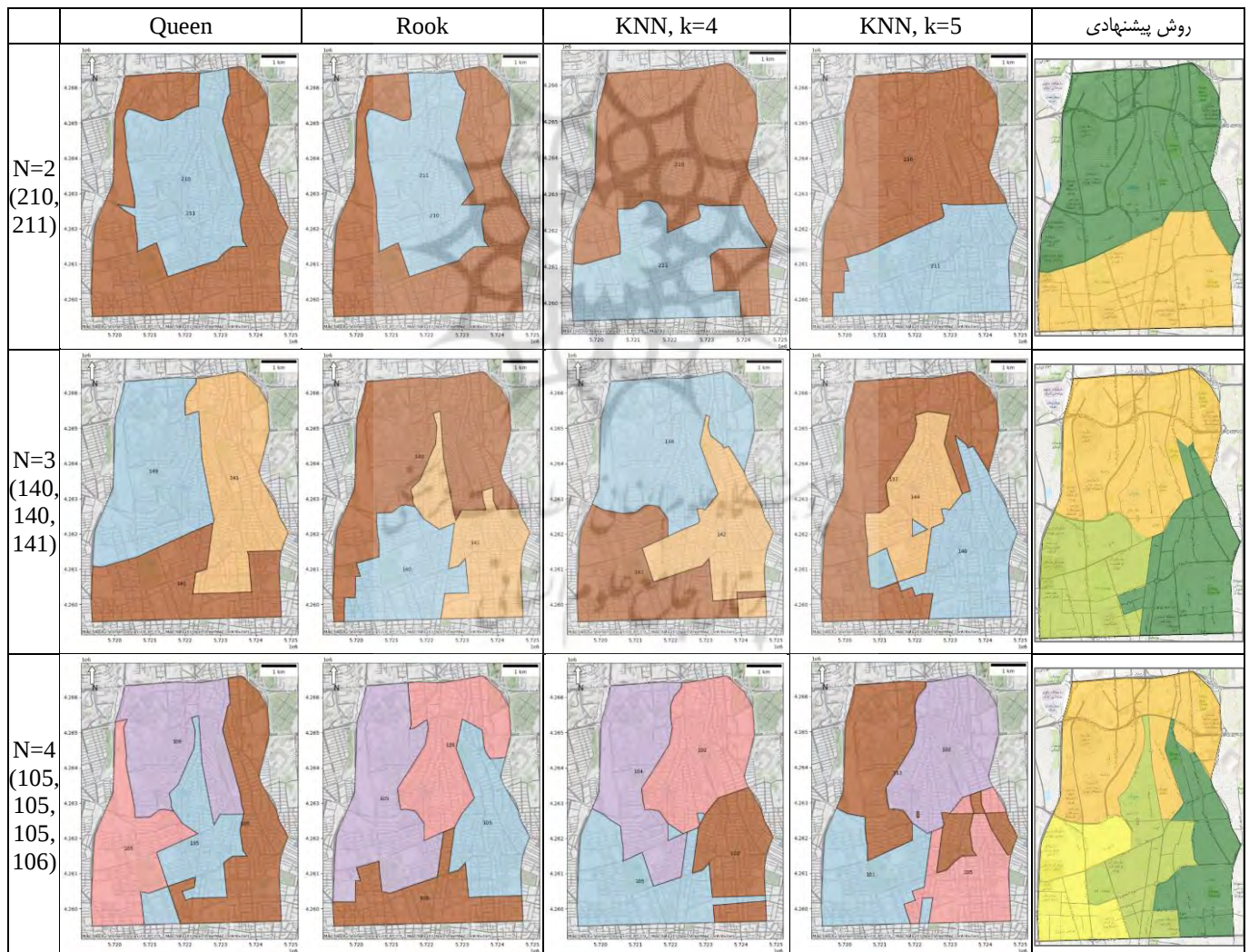
شکل ۸. مسیریابی کمینه بین نقاط خرده‌فروشی

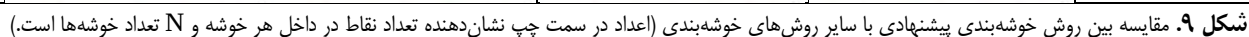
در شکل ۸، مرکز ثقل است. در این شکل خطوط صورتی مسیرهای بین ایستگاه تا نقاط و خطوط آبی کوتاه‌ترین مسیر بین نقاط بازاریابی یا همان خرده‌فروشی‌ها هستند. بدیهی است که طول مسیر آبی مثلاً از نقطه ۱ به نقطه ۲ همیشه کوچک‌تر از طول مسیر صورتی از نقطه ۱ به نقطه A و سپس از نقطه A به نقطه ۲ است، زیرا اگر مسیر صورتی‌رنگ کوتاه‌تر بود مسیریابی از آن مسیر انجام می‌شد. بنابراین مسیر بین نقاط (یعنی مسیر آبی‌رنگ، ۱۲۳۴۱) کمتر از دو برابر مجموع مسیرها از مرکز تا نقاط خواهد بود، زیرا در این محاسبه مسیر بین مرکز ثقل (A) تا نقاط دو بار در نظر گرفته می‌شود. بر این اساس می‌توان گفت که در روش پیشنهادی ما مسیر بین نقاط همیشه از دو برابر مسیر بین مرکز ثقل تا نقاط کوتاه‌تر است، پس این مجموع می‌تواند به عنوان یک حد بالا برای مسیر بین نقاط باشد. در روش پیشنهادی مراکز ثقل به گونه‌ای انتخاب می‌شوند که مجموع فواصل از مرکز تا تک تک نقاط (همان حد بالا) مینیموم شود. چون طول مسیر بین نقاط باید از این مجموع کمتر باشد بنابراین طول مسیر بین نقاط هم کاهش می‌یابد. در جدول ۱ و نمودار شکل ۹ طول مسیرهای درون خوشه‌ها مقایسه شده است. به غیر از حالت سه خوشه‌ای با روش Rook، طول مسیرها در روش پیشنهادی کوتاه‌تر از بقیه روش‌ها است که ممکن است به دلیل شکل پراکندگی نقاط و ساختار معابر در منطقه مورد مطالعه باشد.

در شکل ۹ الگوریتم‌ها برای تعداد خوشه‌های ۲، ۳، ۴ و ۵ اجرا شده‌اند. N تعداد خوشه‌ها و اعداد داخل پرانتز تعداد نقاط واقع شده در داخل خوشه‌ها را نشان می‌دهد. کل نقاط خرده‌فروشی در منطقه مورد مطالعه ۴۲۱ عدد است. ریز محدوده‌ها

از تقاطع معابر اصلی ساخته شده‌اند و به عبارت دیگر ورودی در همه روش‌ها یکسان است اما همان‌طور که در شکل ۹ دیده می‌شود خروجی‌ها کاملاً متفاوت بوده و حتی برخی از روش‌ها نتوانسته‌اند یکپارچگی خوشه‌ها را حفظ نمایند. با افزایش تعداد خوشه‌ها یکپارچگی خوشه‌ها نیز کمتر شده است اما در روش پیشنهادی همه خوشه‌ها همچنان یکپارچه باقی‌مانده‌اند.

یکی دیگر از خواص مهم خوشه‌ها راحتی تشخیص مرز آن‌ها توسط کاربر انسانی است و در صورت خطای انسانی ممکن است در ویزیت مشتریان همپوشانی به وجود آید که به هیچ‌عنوان قابل قبول نیست. بنابراین در تقسیم‌بندی خوشه‌ها تعیین مرز آن‌ها نیز اهمیت فراوانی داشته و باید به گونه‌ای مرز خوشه‌ها تعیین شوند که به راحتی قابل شناسایی بوده و شکستگی کمتری داشته باشند. شکل ۹ نشان می‌دهد که تعداد شکستگی‌ها در روش پیشنهادی کمترین مقدار را دارد. با مقایسه فشردگی خوشه‌ها نیز دیده می‌شود که روش پیشنهادی فشردترین خوشه‌ها را تولید کرده و همچنین کمترین انحراف از میانگین فشردگی بین خوشه‌ها را نیز دارد. خاصیت فشرده بودن تا حدودی کوتاه‌تر بودن مسیرهای داخل هر خوشه را ممکن می‌سازد زیرا از پراکنده بودن خوشه‌ها جلوگیری می‌کند.





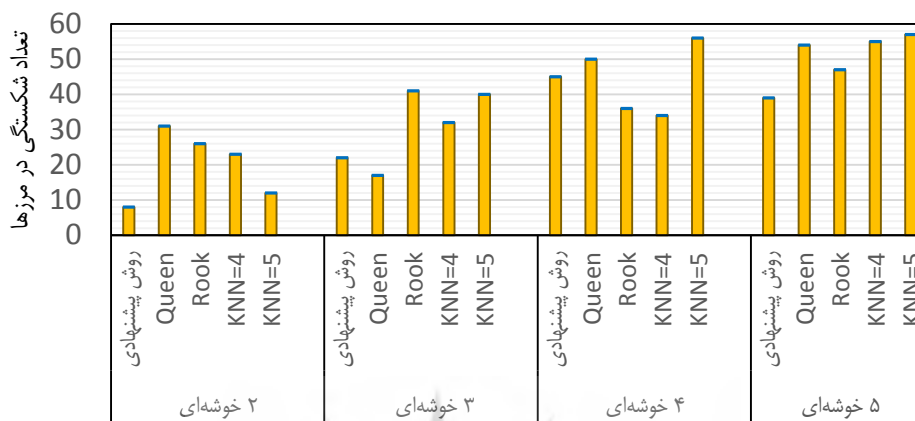
همبستگی مثبت بالایی بین طول مسیرها در خوشه‌ها وجود دارد، اما بین طول مسیرها خوشه‌ها و شکستگی مرزها رابطه عکس وجود دارد. همچنین با افزایش تعداد خوشه‌ها شکستگی در مرزها نیز افزایش و فشردگی خوشه‌ها کاهش می‌یابد. این نتایج بیان می‌کنند که اگر تعداد خوشه‌ها را افزایش دهیم خوشه‌بندی بهینه سخت‌تر شده و کیفیت خوشه‌ها از لحاظ شکستگی مرزها، طول مسیرها و فشردگی کاهش می‌یابند. در شکل ۱۰ شکستگی در مرزها مقایسه شده است. به‌طور کلی هر چه تعداد خوشه‌ها بیشتر باشد تعداد شکستگی در مرزها نیز بیشتر می‌شود. به نظر می‌رسد روش پیشنهادی در تولید خوشه‌های با مرزهایی که دارای شکستگی کمتری باشد، نسبت به سایر روش‌ها بهتر عمل کرده است.

جدول ۱. مقایسه کمی الگوریتم‌ها بر اساس معیارهای تعیین شده

معیارهای مقایسه خوشه‌های تشکیل شده			شماره و طول مسیرها در خوشه‌ها					تعداد خوشه‌ها	نام الگوریتم
مجموع فشردگی	انحراف معیار طول مسیرها	شکستگی مرزها	۵	۴	۳	۲	۱		
۶۲۴/۳۵۴	۹/۳۲۲	۸				۳۷/۲۱۹	۵۰/۴۰۳	۲	روش پیشنهادی
۴۶۶/۸۸۲	۷/۶۳۷	۲۲			۳۲/۱۸۰	۳۷/۸۸۷	۳۷/۳۰۴	۳	
۴۴۴/۳۵۶	۵/۹۴۳	۴۵		۱۶/۱۱۷	۳۲/۳۹۹	۲۲/۸۰۳	۳۰/۶۲۸	۴	
۳۵۴/۱۵۷	۴/۰۰۵	۳۹	۱۲/۵۷۸	۱۴/۷۹۸	۱۷/۵۵۱	۱۸/۱۱۲	۲۳/۲۰۶	۵	
۷۲۰/۱۱۲	۳/۷۶۸	۳۱				۴۴/۷۷۷	۵۰/۱۰۷	۲	Queen
۵۵۹/۷۵۱	۵/۱۱۱	۱۷			۲۴/۰۸۹	۳۲/۹۱۶	۳۲/۹۶۵	۳	
۴۶۳/۵۱۵	۴/۳۹۹	۵۰		۱۸/۶۳۴	۲۴/۳۷۵	۲۴/۶۲۵	۲۹/۳۸۴	۴	
۴۰۱/۴۳۶	۲/۵۸۰	۵۴	۱۵/۳۱۸	۱۵/۸۹۳	۱۷/۸۹۰	۱۹/۱۴۸	۲۱/۶۹۶	۵	Rook
۷۰۶/۶۰۹	۳/۱۹۸	۲۶				۴۵/۷۱۷	۵۰/۲۴۰	۲	
۵۴۸/۷۰۳	۹/۹۲۳	۴۱			۲۳/۴۷۰	۳۰/۵۳۱	۴۳/۰۶۳	۳	
۴۵۰/۸۴۴	۱/۶۱۷	۳۶		۲۰/۴۷۲	۲۲/۱۹۱	۲۳/۵۲۴	۲۴/۱۱۶	۴	
۳۹۸/۲۱۵	۴/۵۰۸	۴۷	۱۴/۵۳۱	۱۵/۵۵۵	۱۶/۴۸۰	۱۷/۸۰۶	۲۵/۸۰۵	۵	
۶۶۴/۸۷۴	۱۱/۰۵۹	۲۳				۳۷/۶۳۵	۵۳/۲۷۶	۲	۴=KN
۴۷۶/۸۵۷	۵/۹۲۸	۳۲			۲۴/۲۶۱	۲۹/۴۶۱	۳۶/۱۰۷	۳	
۴۵۲/۰۳۷	۹۲۳	۳۴		۲۰/۹۶۱	۲۱/۸۷۹	۲۱/۸۸۲	۲۳/۲۰۵	۴	

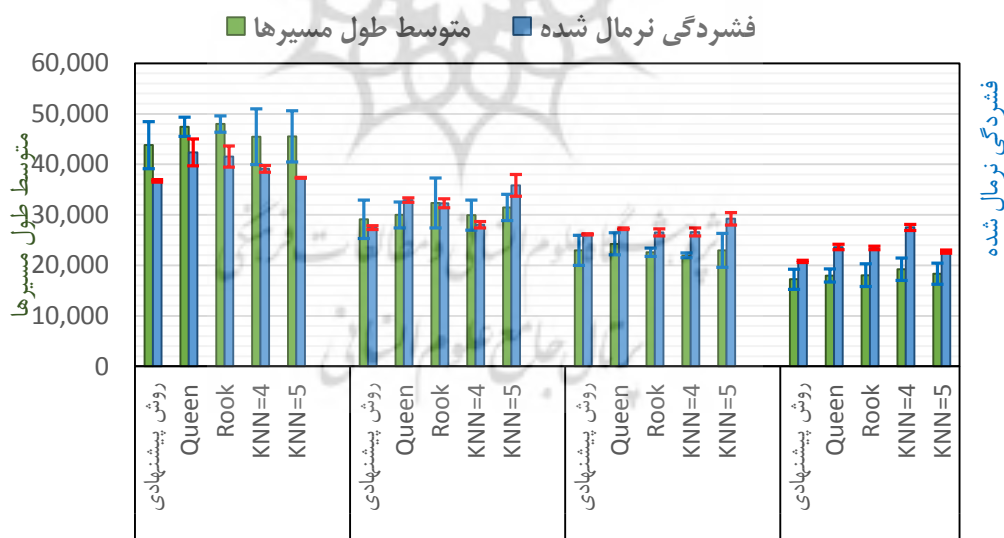
۴۶۷/۹۰۶	۴/۴۴۱	۵۵	۱۴/۹۰۱	۱۸/۰۳۵	۱۸/۰۹۸	۱۸/۲۲۹	۲۶/۷۴۳	۵	۵=KNN
۶۳۴/۹۱۹	۱۰/۱۴۶	۱۲				۳۸/۳۵۷	۵۲/۷۰۶	۲	
۶۰۹/۳۵۷	۵/۲۳۷	۴۰			۲۷/۹۹۰	۲۸/۹۲۵	۳۷/۴۹۳	۳	
۴۹۶/۶۶۶	۶/۶۶۷	۵۶		۱۵/۹۹۱	۲۱/۸۸۲	۲۱/۹۳۶	۳۲/۰۴۷	۴	
۳۸۶/۴۵۷	۴/۱۹۸	۵۷	۱۴/۸۶۲	۱۵/۴۰۷	۱۶/۴۸۰	۲۰/۰۷۰	۲۴/۹۲۴	۵	

■ شکستگی مرزها



شکل ۱۰. مقایسه تعداد شکستگی در مرز خوشه‌ها برای تعداد خوشه‌های مختلف

شکل ۱۱ مقایسه بین طول مسیرها و فشردگی خوشه‌ها بر اساس تعداد خوشه‌های مختلف را نشان می‌دهد. برای نمایش و مقایسه هم‌زمان طول مسیرها و فشردگی مجموع فشردگی‌ها نرمال شدند.



شکل ۱۱. مقایسه میانگین طول مسیرها و فشردگی خوشه‌ها بر اساس تعداد خوشه‌های مختلف

مسیرهای داخل خوشه‌های منتج از روش پیشنهادی هم دارای انحراف از میانگین کمتری است که برای حفظ عدالت بین بازاریاب‌ها و مدیریت کارآمدتر بسیار مهم است و هم نسبت به سایر روش‌ها دارای طول کمتری هستند. با در نظر داشتن تعریف فشردگی در اینجا، هر چه این عدد کمتر باشد نشانه عملکرد بهتر روش مورد استفاده است. بنابراین روش پیشنهادی دارای بهترین فشردگی در خوشه‌ها بوده و انحراف معیار کمتری نیز دارد.

بحث

در این پژوهش، بهینه‌سازی توزیع مکانی بازاریاب‌ها با بهره‌گیری از تحلیل شبکه در سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) مورد بررسی قرار گرفته است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهند که روش پیشنهادی با تکیه بر ایجاد خوشه‌های مکانی متراکم، همگن و با مرزهای مشخص و بدون شکستگی، توانسته است عملکرد بهتری نسبت به روش‌های موجود نظیر Rook، Queen و KNN داشته باشد. الگوریتم طراحی شده، با در نظر گرفتن شاخص‌هایی چون فشردگی خوشه، طول مسیر بازاریابی، انحراف معیار مسیرها، و میزان شکستگی در مرزها، خوشه‌هایی را ایجاد کرده که نه تنها توازن در تعداد خرده‌فروشی‌ها را حفظ کرده‌اند، بلکه کوتاه‌ترین مسیرهای ویزیت را نیز فراهم ساخته‌اند. این ویژگی‌ها موجب اجرای عدالت کاری بین بازاریاب‌ها، سهولت در شناسایی محدوده‌ها، و کاهش احتمال خطای انسانی در تعیین مرزها می‌شود.

از دیگر نکات برجسته روش ارائه شده، انعطاف‌پذیری و قابلیت به‌روزرسانی آن است؛ به‌طوری‌که با تغییر موقعیت یا تعداد خرده‌فروشی‌ها، نیازی به بازتعریف کامل خوشه‌ها وجود ندارد و تنها مسیرهای ویزیت مجدداً محاسبه می‌شوند. به‌طور کلی، تحلیل‌های GIS و بهره‌گیری از داده‌های مکانی و توصیفی توانسته‌اند راهکاری مؤثر در مدیریت بهینه نیروی انسانی بازاریابی ارائه دهند و الگوریتم پیشنهادی با کاهش هزینه، زمان و خطای عملیاتی، قابلیت کاربرد در مناطق دیگر را نیز داراست. این تحقیق با تلفیق نظریه‌های بازاریابی مکان‌محور و ابزارهای نوین تحلیل فضایی، الگویی علمی و کاربردی برای بهینه‌سازی فعالیت‌های بازاریابی شهری فراهم آورده است.

نتیجه‌گیری

تقسیم مناطق شهری به محدوده‌ها و یا خوشه‌ها به صورتی که در هر محدوده تعداد مساوی از نقاط خرده‌فروشی قرار داشته باشند، یکی از مسائل مهم در شرکت‌های توزیع و پخش کالا برای مدیریت توزیع و بازاریاب‌ها است. در این تحقیق یک روش برای محدوده بندی بازاریابی در منطقه مورد مطالعه پیشنهاد شد. اساس این روش بر روی تحلیل شبکه GIS استوار است به‌گونه‌ای که یکسری از ریز محدوده‌ها به صورتی کنار هم قرار گیرند که دارای بیشترین فشردگی و کمترین ناپیوستگی در هر خوشه باشند. نتایج نشان داد که روش پیشنهادی نسبت به روش‌های موجود قابلیت‌های بهتری از قبیل کمترین مسافت طی شده، کمترین شکستگی مرزها و کمترین ناپیوستگی و بیشترین فشردگی را دارد. کمینه بودن شکستگی در مرزها منجر به کاهش خطا در تشخیص و تعیین مرز محدوده‌های بازاریابی می‌شود. خاطرنشان می‌سازد که این الگوریتم تنها برای منطقه شش شهر تهران اجرا شده است و ممکن است برای سایر مناطق یا شهرهایی که دارای شبکه و ساختار معابر متفاوتی هستند نتایج متفاوتی داشته باشد. لذا پیشنهاد می‌شود برای سایر مناطق و یا دیگر شهرها نیز اجرا شود. این روش قابلیت به‌روزرسانی نسبتاً ساده‌ای دارد لذا به راحتی می‌توان با کم یا زیاد شدن نقاط در محدوده‌ها عملیات خوشه‌بندی و مسیریابی را انجام داد. از طرفی کنترل و مدیریت بازاریاب‌ها به دلیل محدود شدن منطقه فعالیت آن‌ها آسان‌تر می‌شود. به‌عنوان پژوهش آتی، می‌توان از محدوده‌های تولیدشده به‌عنوان حصار جغرافیایی (Geo-Fence) در یک سیستم GIS همراه استفاده نمود به‌گونه‌ای که با ورود بازاریاب به محدوده و خروج او از آن محدوده به او اطلاع‌رسانی می‌گردد.

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 منافی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

تقدیر و تشکر

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

منابع

- جلوه‌خانه نیارکی، محمدرضا؛ رحمانی، مجتبی و کیاورز مقدم، مجید. (۱۴۰۰). بررسی و ارزیابی میزان تلاش شهروندان در تولید داده‌های مکانی مشارکتی (شهروند-محور). *علوم و فنون نقشه‌برداری*، ۱۱ (۱)، ۷۹-۹۰.
- جلوه‌خانه نیارکی، محمدرضا؛ محمودی وانعلیا، نرجس و کریمی فیروزجایی، محمد. (۱۳۹۸). کاربردهای GIS در بهبود و توسعه کسب و کار شهری. *پژوهش‌های جغرافیایی انسانی*، ۵۱ (۳)، ۷۶۵-۷۸۱. doi: 10.22059/jhgr.2019.276755.1007868
- صیدیای، سید اسکندر و حسینی، سیده سمیه. (۱۳۹۶). ارزیابی، ظرفیت سنجی و پهنه‌بندی مناطق مستعد گردشگری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: استان اصفهان). *پژوهش‌های جغرافیایی انسانی*، ۴۹ (۱)، ۸۱-۹۴. doi: 10.22059/jhgr.2017.53734
- میثاق، نورالدین و جلوه‌خانه نیارکی، محمدرضا. (۱۳۹۸). طراحی و توسعه سیستم ارسال تبلیغات شهروندمحور مبتنی بر مفهوم حصار جغرافیایی (Geofence). *پژوهش‌های جغرافیایی برنامه‌ریزی شهری*، ۷ (۳)، ۵۸۱-۶۰۰. doi: 10.22059/jurbangeo.2019.279842.1094
- حبیب پور، فریبا؛ فیضی زاده، بختیار و جبارزاده، یونس. (۱۳۹۹). کاربرد تحلیل‌های مکانی و شبکه‌ای GIS در بازاریابی مکان محور فروشگاه زنجیره‌ای منطقه ۲ شهر تبریز. *علوم و فنون نقشه‌برداری*، ۱۰ (۳)، ۹۹-۱۰۹.

References

- Anselin, L., Morrison, G., Li, A., & Acosta, K. (2023). *Hands-on spatial data science with R*. <https://spatialanalysis.github.io/handsonspatialdata/>
- Beaumont, J. R. (1991). GIS and market analysis. In D. J. Maguire, M. F. Goodchild, & D. W. Rhind (Eds.), *Geographical information systems: Principles and applications*, 2, 139-151. Longman.
- Chacón-García, J. (2017). Geomarketing techniques to locate retail companies in regulated markets. *Australasian Marketing Journal*, 25(3), 185-193. <https://doi.org/10.1016/j.ausmj.2017.06.002>
- Chaudhuri, S. (2018). Application of web-based geographical information system (GIS) in e-business. In *Digital marketing and consumer engagement: Concepts, methodologies, tools, and applications* (pp. 649-665). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-5187-4.ch031>
- de Berg, M., Biabani, L., Monemizadeh, M., & Theocharous, L. (2023). Clustering in polygonal domains. In *34th International Symposium on Algorithms and Computation (ISAAC 2023)* (pp. 23:1-23:14). Schloss Dagstuhl-Leibniz-Zentrum für Informatik. <https://doi.org/10.4230/LIPICs.ISAAC.2023.23>
- Habibpour, F., Feizizadeh, B., & Jabbari Zadeh, Y. (2020). Application of spatial and network analysis in GIS for location-based marketing of chain stores in District 2 of Tabriz. *Journal of Geomatics Science and Technology*, 10(3), 99-109. [In Persian]
- Holmlund, M., Van Vaerenbergh, Y., Ciuchita, R., Ravald, A., Sarantopoulos, P., Ordenes, F. V., & Zaki, M. (2020). Customer experience management in the age of big data analytics: A

- strategic framework. *Journal of Business Research*, 116, 356–365. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.01.022>
- Jalalkhani Niyarki, M. R., Mahmoudi Vanali, N., & Karimi Firouzjaei, M. (2019). Applications of GIS in improving and developing urban business. *Human Geography Research*, 51(3), 765–781. <https://doi.org/10.22059/jhgr.2019.276755.1007868> [In Persian]
- Jalalkhani Niyarki, M. R., Rahmani, M., & Kiavarz Moghadam, M. (2021). Investigating and evaluating citizens' efforts in producing participatory (citizen-based) spatial data. *Journal of Geomatics Science and Technology*, 11(1), 79–90. [In Persian]
- Lin, X., & Zu, Y. (2013). Multi-criteria GIS-based procedure for coffee shop location decision. *International Journal of Hospitality Management*, 34, 34–43. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2013.02.001>
- Meysagh, N., & Jalalkhani Niyarki, M. R. (2019). Design and development of a citizen-based advertising delivery system using the geofence concept. *Journal of Urban Planning Geography Research*, 7(3), 581–600. <https://doi.org/10.22059/jurbangeo.2019.279842.1094> [In Persian]
- Murdy, S., & Pike, S. (2012). Perceptions of visitor relationship marketing opportunities by destination marketers: An importance-performance analysis. *Tourism Management*, 33(5), 1281–1285. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2011.10.007>
- Nordin, F., & Raval, A. (2023). The making of marketing decisions in modern marketing environments. *Journal of Business Research*, 162, 113872. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113872>
- Ringo, L. G. (2009). *Utilizing GIS-based site selection analysis for potential customer segmentation and location suitability modeling to determine a suitable location to establish a Dunn Bros Coffee franchise in the Twin Cities Metro, Minnesota* [Master's thesis, Saint Mary's University of Minnesota].
- Seydaee, S. A., & Hosseini, S. S. (2017). Evaluation, capacity assessment, and zoning of potential tourism areas using Geographic Information Systems (Case study: Isfahan Province). *Human Geography Research*, 49(1), 81–94. <https://doi.org/10.22059/jhgr.2017.53734> [In Persian]
- Sylvester, J. J. (1857). A question in the geometry of situation. *Quarterly Journal of Pure and Applied Mathematics*, 1(1), 79–80.
- Türk, T., Kitapci, O., & Dortyol, İ. T. (2014). The usage of Geographical Information Systems (GIS) in the marketing decision-making process: A case study for determining supermarket locations. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 148, 227–235. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.07.036>
- Tzeng, G. H., Teng, M. H., Chen, J. J., & Opricovic, S. (2002). Multicriteria selection for a restaurant location in Taipei. *International Journal of Hospitality Management*, 21(2), 171–187. [https://doi.org/10.1016/S0278-4319\(02\)00006-4](https://doi.org/10.1016/S0278-4319(02)00006-4)