

## Analysis of the Distribution of Medical Services and the Optimal Location of the Hospital in District 4 of Tehran Metropolis

Golnaz Hajimoradi<sup>1✉</sup>, Armin Rajabpour<sup>2</sup>, Habibollah Sahami<sup>3</sup>

1. Master of Passive Defense, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran

✉E-mail: [golnaz19hm@gmail.com](mailto:golnaz19hm@gmail.com)

2. Master of Passive Defense, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran

E-mail: [arminrajabpoor7@gmail.com](mailto:arminrajabpoor7@gmail.com)

3. Associate Professor of Passive Defense, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran

E-mail: [hsahami15@gmail.com](mailto:hsahami15@gmail.com)



**How to Cite:** Hajimoradi, G; Rajabpour, A; & Sahami, H. (2022). Analysis of the Distribution of Medical Services and the Optimal Location of the Hospital in District 4 of Tehran Metropolis. *Geography and Development*, 20 (68), 138-162.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.22111/J10.22111.2022.7006>

### Received:

29 August 2021

### Received in revised form:

23 January 2022

### Accepted:

25 April 2022

### Published online:

25 August 2022

### ABSTRACT

Considering the population density in Tehran as the capital of the country, the sensitivity of hospital use and its effective role in ensuring the health of the individual and society, the importance of identifying suitable locations for hospital construction is one of the priorities of urban planning and design. District 4 of Tehran is known as one of the most populous, extensive, immigrant and most construction areas in Tehran. The purpose of this study is to select a suitable location for the establishment of hospital centers and to investigate the optimal distribution of hospitals in District 4 of Tehran using new methods, models and according to the effective criteria in locating medical centers. In this research, first, descriptive-analytical method was used to collect information and effective indicators in locating hospital centers were extracted. Then, using Analysis Network Process, the purpose, criteria and sub-criteria were examined and finally the layers were analyzed. Then, using ArcGIS software and the overlap model, suitable centers for the construction of the hospital were determined. Among the locations extracted, the most suitable location for the construction of the hospital was determined using the colonial competition algorithm (ICA) and the implementation of this algorithm in Matlab software. Then, using the Q method, statements related to the desirability of the final location were extracted. Also, by asking experts about the propositions related to the desirability of the chosen location, 13 propositions were extracted and categorized into 5 attitudes using exploratory factor analysis in SPSS software. So that 53.84% of the participants were in the view of group 1, 15.38% in the view of group 2, 15.38% in the view of group 3, 7.69% in the view of group 4 and 7.69% in the view of group 5. The first view of the desirability of distance from airports, stadiums, green space, telecommunication towers, radio, television, gas stations and similar centers, police stations and law enforcement, the second view of the desirability of distance from other health centers and hospitals As well as educational spaces, the third view of desirability in terms of distance from industrial centers and pollution sources, the fourth view of desirability in terms of distance from military centers and bus terminals, etc. and the fifth view of desirability of distance from main communication routes and densely populated centers Is included. Attitude one has the highest and attitude five has the lowest value.

### Keywords:

Hospital location, Analysis network process (ANP), Geographic information system (GIS), Imperial competition algorithm (ICA), Q method.



© the Author(s).

Publisher: University of Sistan and Baluchestan

### Extended Abstract

#### 1. Introduction

Today, health and treatment services (hospitals) are considered as one of the urban infrastructures in line with the development of the regions, and its

purpose is to raise the level of health and increase the activity of people, prolong life, and finally, prevent the occurrence and spread of diseases and treat them in a timely manner. The location of this

user should be done based on the immediate needs of the people, and yet it should be far from the noise caused by crowding and traffic, and should have clean air and a series of special conditions; Therefore, it is necessary to study all the effective factors in the environment in the construction and location of such centers (Mashmouli, 2019: 14). Choosing a suitable place for an activity at the country level is one of the basic steps to carry out a broad plan that requires research on the place from different perspectives (Parsai Moghadam, 2016;19). In this research, using the network analysis process (ANP), the score and coefficient of each criterion have been extracted. Then, by using these points and ArcGIS software, the suitable places to build a hospital on the map of region were determined and by using the colonial competition method (ICA), the most suitable place was obtained among these places. Also, by using the Q method and by surveying experts, the extracted final location has been investigated.

## 2. Methods and Material

This research is applied and descriptive-analytical. Using the target network analysis process, the criteria and sub-criteria have been investigated and stratified with the geographic information system according to the indicators. By using the buffer model, the distance from each of the uses is determined and with the overlapping model, suitable places for the construction of the heart hospital have been extracted from the combination of layers. By implementing the colonial competition algorithm in MATLAB software, the final place of extraction and using the Q method, 5 factors have been obtained, and these factors are a summary of the desirable features of the mentioned area.

## 3. Results and Discussion

### Network analysis process

In this section, the decision-making criteria and sub-criteria have been compared binary based on their importance to each other. The way to score the layers is considered using the instructions related to the treatment spaces and hospitals and the opinion of the experts.

Also, by using ArcGIS software, the distances obtained from each index were applied on the relevant user maps and finally, by putting the maps

together, a map of suitable areas for the construction of the hospital was extracted.

### Colonial competition algorithm

In this section, the colonial competition algorithm is implemented in Matlab software to select the most suitable range or empire from among the regions extracted from ArcGIS software, each of which is considered as an empire.

Considering each of the specified points as an empire and implementing the ICA algorithm in MATLAB software, the most suitable area for building a hospital has been extracted.

Q method In this part, it was observed that during the colonial competition algorithm, the weaker countries were eliminated and the superior empire was determined. The extracted features related to the desirability of the specified location have been summarized in the form of factors using Q method and SPSS software. These factors express the order and degree of desirability of the effective indicators in positioning for the specified range.

## 4. Conclusion

The researchers of this article investigated the distribution of healthcare spaces and the optimal location of these spaces in the 4th district of Tehran using the ANP weighting technique, using the Geographical Information System (GIS) and the Colonial Competition Algorithm (ICA). Q and questions from experts, the propositions related to the desirability of the selected location are summarized in 5 factors. Next, by considering each of the specified points as an empire and implementing the ICA algorithm in MATLAB software, the most suitable area for building a hospital has been extracted. Therefore, the area of the area The chosen one or the area related to Empire No. 1 will be determined (the intersection of Imam Ali highway (AS) and Shahid Zain al-Din highway). Also, in the method of features extracted in relation to the desirability of the specified location in the form of factors using Q method and SPSS software for summarization These factors express the order and degree of desirability of the effective indicators in positioning for the specified range.

**Keywords:** Hospital location, Analysis network process (ANP), Geographic information system (GIS), Imperial competition algorithm (ICA), Q method.

## 5. References

- Amini Varki, Said. Mehdi Modiri. Fathullah Shamsai Zafarkhandi. Ali Ghanbari Nasab (2013). Identifying the ruler of the vulnerability of cities against environmental hazards and extracting the influential components in it using Q method. Crisis management scientific-research quarterly. 5-18.  
[Identifying the viewpoints governing the vulnerability of cities to environmental hazards and extracting the influential components in it using Q method \(joem.ir\)](#)
- Scientific Association of Passive Defense of the country (2017). What mayors should know about passive defense. Tehran: Iran's Passive Defense Scientific Association.  
[The book of what mayors should know about passive defense \(paydarymelli.ir\)](#)
- Barzoui, Zahra. Ayoub Taghizadeh. Kazem Rangzan (2015). Hospital location using the comparison of 2 methods of fuzzy hierarchical analysis in Ahvaz city. Geographical space scientific-research quarterly. 16th year Number 5. 53-78.  
[Magiran hospital location using the comparison of 2 methods of fuzzy hierarchical analysis in Ahvaz city](#)
- Parsai Moghadam, Mehdi. Mohammad Hossein Yazdani. Afshar Seydin. Manouchehr Pashazadeh (2015). Optimum location of urban hospitals using geographic information system in Ardabil city. Journal of Ardabil University of Medical Sciences. The sixteenth period. Number four. 374-388.  
<https://www.sid.ir/paper/59644/fa#downloadbottom>
- Jafari, Fateme. Ali Akbar Jamali. Seyyed Ali al-Madrisi (2016). Locating health care centers and hospitals using membership functions and fuzzy overlap and AHP model in GIS environment (case study: Bandar Abbas city). Urban Management Studies Quarterly, year 8, number 27, 55-68.  
<https://www.sid.ir/paper/199248/fa>
- Hosseini, Seyyed Ahmad. Mohsen Ahmadnejad Roshni. Mehdi Moderi. Saeed Arish (1392). Positioning of hospital centers with a passive defensive approach using colonial competition (case example: 3rd district of Tehran). Scientific research journal of geography and regional development. 11th year Number 21.  
[https://iranngn.ir/article\\_view.php?rahgiri=1150659220652521](https://iranngn.ir/article_view.php?rahgiri=1150659220652521)
- Danaei Fard, Hassan. Seyyed Yaqub Hosseini. Day of the Sheikhs (1392). Q methodology: theoretical foundations and research framework. Tehran: Safoar.  
[Q-methodology:-theoretical-platforms-and-framework-for-research | Safar | Iranian Book and Literature House \(ketab.ir\)](#)
- Ziari, Karamatullah. Saeed Givehchi. Mohsen Adeli (2016). Optimizing the location of fire stations in Gorgan using classification method and colonial competition algorithm with earthquake crisis management approach. Space planning and design magazine. Period 21. Number 3.  
<http://ensani.ir/fa/article/download/377547>
- Sarikhani, Saeede. Dawood Shihbari (2018). The issue of location-rehabilitation of hospitals with limited resources in crisis conditions and facility failure. Transportation Engineering Quarterly. Year 11. Number one. 199-219.  
[The problem of locating retrofitting hospitals with limited resources in crisis conditions and facility failure \(sinaweb.net\)](#)
- Saadati, Mohammad. Ramin Rezapour. Javad Sajjadi Khosraqi (1400). The safety status of hospital imaging units. Health image. 105-112. <https://www.sid.ir/paper/402327/fa>
- Shejaian, Ali. Mehdi Moderi. Morteza Omidpour (2016). Application of models in geographic sciences. Tehran: Geographical Organization of the Armed Forces.  
[Application-of-models-in-geographical-sciences Geographical organization of the armed forces Iranian Book and Literature House \(ketab.ir\)](#)
- Falahi, Gholamreza. Najma Timuri (2015). Locating medical centers using spatial information analysis and hierarchical analysis. 2nd National Geospatial Information Technology Engineering Conference.  
[Regional Science and Technology Information Center \(ricest.ac.ir\)](#)
- Erfanian Khanzadeh, Hamid. Reza Najafbeigi. Karamullah Daneshfard (2014). Electronic human resource management as a tool for transformation in organizational productivity (presentation of the Q method model). Period 8. Number 32. 7-35.  
[Electronic human resources management is a tool for transformation in organizational productivity \(providing a model using the Q method\) \(ensani.ir\)](#)

- Azizi, Abbas. Nasser Bayat. Khalil Helali (2016). The security effects of informal tourist accommodation in Hamedan city: a research in the framework of Q methodology, Quarterly Journal of Police Management Research. Period 12. Number 4. <https://www.sid.ir/paper/506568/fa>
- Thamfi, Yaqoub (2019). Spatial distribution analysis and hospital location selection using GIS (case study: Ardabil city). Master's thesis. Geography and Urban Planning. Faculty of Literature and Human Sciences. Mohaghegh Ardabili University.136. [Ganj \(irandoc.ac.ir\)](http://Ganj.irandoc.ac.ir)
- Motamedi, Mohammad (2019). Investigating and locating the access of citizens of Shirvan city to therapeutic uses. Geographical Sciences Applied Research Quarterly. Volume 20. Number 58. 219-239. [Investigating and locating the access of citizens of Shirvan city to medical uses \(ensani.ir\)](http://Investigating%20and%20locating%20the%20access%20of%20citizens%20of%20Shirvan%20city%20to%20medical%20uses%20(ensani.ir))
- Nikraftar, Tayyaba (2011). Q method and its application in a case study. Negha Danesh Publications. 1-104. [The Q method and its application in a case study](http://The%20Q%20method%20and%20its%20application%20in%20a%20case%20study)
- Warsi, Hamidreza. Nasreen Sharifi. Mohammad Jassim Shahsuni (2012). Locating health-treatment centers using geographic information system and hierarchical analysis process. [http://him.mui.ac.ir/article\\_11366.html](http://him.mui.ac.ir/article_11366.html)
- Kayani, Akbar. Farz Ali Salari Sardari (2010). Reviewing and evaluating the landscape priorities of public spaces in Asalouye using the ANP model. Bagh Nazar scientific-research quarterly. Architecture and Urbanism Research Center. Opinion. eighth year Number 18. [Reviewing and evaluating the landscape priorities of public spaces in Asalouye using the ANP model \(ensani.ir\)](http://Reviewing%20and%20evaluating%20the%20landscape%20priorities%20of%20public%20spaces%20in%20Asalouye%20using%20the%20ANP%20model%20(ensani.ir))
- Askari, R , Shafiee, M, Charrahi, Z Almodarresi S.A and Afrazandeh, S.M.,(2020 ) “Investigating the Level of Access to Hospital Medical Facilities Using the Geographical Information System (GIS) in Yazd, Iran, in 2019.” Journal of Community Health Research 2020; 9(4): 241-255. <https://jhr.ssu.ac.ir/article-1-592-fa>
- Atashpaz-Gargari, E. and Lucas, C ( 2007) “Imperialist Competitive Algorithm: An Algorithm for Optimization Inspired by Imperialist Competition”, IEEE Congress on Evolutionary Computation, 4661-4667. [Imperialist competitive algorithm: An algorithm for optimization inspired by imperialistic competition | IEEE Conference Publication | IEEE Xplore](http://Imperialist%20competitive%20algorithm%3A%20An%20algorithm%20for%20optimization%20inspired%20by%20imperialistic%20competition%20|%20IEEE%20Conference%20Publication%20|%20IEEE%20Xplore)
- Bahrani, H., Abdechiri. M., Meybodi, M.R., (2012) “Imperialist Competitive Algorithm with Adaptive Colonies Movement”. I.J. Intelligent Systems and Applications. 2, 49-57 [PDF Imperialist Competitive Algorithm with Adaptive Colonies Movement \(researchgate.net\)](http://PDF%20Imperialist%20Competitive%20Algorithm%20with%20Adaptive%20Colonies%20Movement%20(researchgate.net))
- Ikady, S. K., & Abdelsalam, H. M. (2016). A modified particle swarm optimization algorithm for solving capacitated maximal covering location problem in healthcare systems. In Applications of Intelligent Optimization in Biology and Medicine (117-133). Springer International Publishing <https://www.springerprofessional.de/en/a-modified-particle-swarm-optimization-algorithm-for-solving-cap/2497758>
- Gerist, S and Maheri. M.R., (2019), Structural damage detection using imperialist competitive algorithm and damage function, Applied Soft Computing Journal [Structural damage detection using imperialist competitive algorithm and damage function | Applied Soft Computing \(acm.org\)](http://Structural%20damage%20detection%20using%20imperialist%20competitive%20algorithm%20and%20damage%20function%20|%20Applied%20Soft%20Computing%20(acm.org))
- Gul, m. and Guneri, A.F (2021) “Hospital Location Selection: A Systematic Literature Review on Methodologies and Applications. Mathematical Problems in Engineering. 17. [Hospital Location Selection: A Systematic Literature Review on Methodologies and Applications | Mathematical Problems in Engineering; 2021, 2021. | ProQuest Central \(bvsalud.org\)](http://Hospital%20Location%20Selection%3A%20A%20Systematic%20Literature%20Review%20on%20Methodologies%20and%20Applications%20|%20Mathematical%20Problems%20in%20Engineering%3B%202021%2C%202021.%20|%20ProQuest%20Central%20(bvsalud.org))
- Hall. J.P., (2004), Development of an implementation plan for a geographic information system: case of Lincoln County, University Plaza, USA. 267-275. [Development of an implementation plan for a geographic information system: case of Lincoln County | James P. Hall | download \(booksc.me\)](http://Development%20of%20an%20implementation%20plan%20for%20a%20geographic%20information%20system%3A%20case%20of%20Lincoln%20County%20|%20James%20P.%20Hall%20|%20download%20(booksc.me))
- Zhang, W., Cao, K., Liu, S., & Huang, B. (2016). A multi-objective optimization approach for health-care facility location-allocation problems in highly developed cities such as Hong Kong. Computers, Environment and Urban Systems, 59, 220-230. <https://www.researchgate.net/publication/305494387>



## تحلیل توزیع خدمات درمانی و مکان‌گزینی بهینه بیمارستان در منطقه ۴ کلان‌شهر تهران

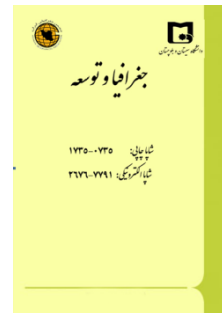
مهندس گلناز حاجی‌مرادی<sup>۱\*</sup>، مهندس آرمین رجب‌پور<sup>۲</sup>، دکتر حبیب‌الله سهامی<sup>۳</sup>

### مقاله پژوهشی

#### چکیده

جغرافیا و توسعه، شماره ۶۸، پاییز ۱۴۰۱  
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۰۷  
تاریخ بازنگری داوری: ۱۴۰۰/۱۱/۰۳  
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۰۵  
صفحات: ۱۶۲-۱۳۸

با توجه به تراکم جمعیت در تهران به‌عنوان پایتخت کشور، حساسیت کاربری بیمارستان و نقش تأثیرگذار آن در تأمین سلامت فرد و جامعه، اهمیت شناسایی مکان‌های مناسب برای احداث بیمارستان، یکی از اولویت‌های برنامه‌ریزی و طراحی شهری به‌شمار می‌رود. منطقه ۴ تهران یکی از پرجمعیت‌ترین، وسیع‌ترین، مهاجرپذیرترین و پرمساحت‌سازترین مناطق تهران شناخته شده است. هدف از این تحقیق، انتخاب مکان مناسب برای ایجاد مراکز بیمارستانی و بررسی توزیع بهینه بیمارستان‌ها در سطح منطقه ۴ تهران با استفاده از روش‌ها، الگوهای نوین و با توجه به معیارهای مؤثر در مکان‌یابی مراکز درمانی است. در این پژوهش ابتدا با استفاده از روش توصیفی-تحلیلی به جمع‌آوری اطلاعات پرداخته و شاخص‌های مؤثر در مکان‌یابی مراکز بیمارستانی استخراج شده است. سپس با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه به بررسی هدف، معیارها و زیرمعیارها و درنهایت به تجزیه و تحلیل لایه‌ها پرداخته شده است. در ادامه با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS و مدل همپوشانی مراکز مناسب برای احداث بیمارستان تعیین شده‌اند. از میان مکان‌های استخراج شده، مناسب‌ترین مکان برای احداث بیمارستان با استفاده از الگوریتم رقابت استعماری (ICA) و پیاده‌سازی این الگوریتم در نرم‌افزار Matlab تعیین شده است. در ادامه با استفاده از روش کبوتر، گزاره‌های مرتبط با مطلوبیت مکان نهایی استخراج شده و با پرسش از متخصصان در رابطه با گزاره‌های مرتبط با مطلوبیت مکان برگزیده، ۱۳ گزاره استخراج شده است. همچنین گزاره‌ها با استفاده از تحلیل عاملی اکتشافی در نرم‌افزار SPSS به ۵ نگرش، دسته‌بندی و گروه‌بندی شده‌اند؛ به‌طوری‌که ۵۳،۸۴ درصد از مشارکت‌کنندگان در دیدگاه گروه ۱، ۱۵،۳۸ درصد در دیدگاه گروه ۲، ۱۵،۳۸ درصد در دیدگاه گروه ۳، ۷،۶۹ درصد در دیدگاه گروه ۴ و ۷،۶۹ درصد در دیدگاه گروه ۵ جای گرفته‌اند. دیدگاه اول مطلوبیت فاصله از فرودگاه‌ها، ورزشگاه‌ها، فضای سبز، دکل‌های مخابراتی، رادیویی، تلویزیونی، پمپ بنزین و مراکز مشابه، کلاتری‌های پلیس و نیروی انتظامی؛ دیدگاه دوم مطلوبیت فاصله از سایر مراکز بهداشتی-درمانی و بیمارستان‌ها و همچنین فضاهای آموزشی؛ دیدگاه سوم مطلوبیت انظر فاصله از مراکز صنعتی و منابع آلودگی؛ دیدگاه چهارم مطلوبیت فاصله از مراکز نظامی و پایانه‌های اتوبوس و...؛ دیدگاه پنجم مطلوبیت فاصله از راه‌های ارتباطی اصلی و مراکز پرترافیک جمعیتی را شامل می‌شود. نگرش یک، بیشترین مقدار ویژه و نگرش پنج، کمترین مقدار ویژه را دربر گرفته‌اند.



#### واژه‌های کلیدی:

مکان‌یابی بیمارستان، فرآیند تحلیل شبکه (ANP)، سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، الگوریتم رقابت استعماری (ICA)، روش کبوتر.

#### مقدمه

امروزه خدمات بهداشتی و درمانی (بیمارستان) به‌عنوان یکی از زیرساخت‌های شهری در راستای توسعه نواحی مطرح است و هدف از آن بالابردن سطح سلامت و ازدیاد نیروی فعالیت افراد و طولانی‌تر کردن عمر و بالاخره پیشگیری از بروز و شیوع بیماری‌ها و معالجه به‌موقع آن‌هاست. مکان‌یابی این کاربری بایستی براساس نیاز سریع مردم انجام پذیرد و باین‌حال به دور از سر و صدای ناشی از ازدحام جمعیت و ترافیک بوده و دارای هوای پاک و برخوردار از یک‌سری شرایط خاص باشد؛ بنابراین لازم است در ساخت و مکان‌یابی

این گونه مراکز، تمام عوامل مؤثر در محیط مورد مطالعه قرار گیرد. وجود مراکز درمانی از منظر مدیریت شهری و موقعیت مکانی این کاربری در سطح مناطق شهر باید علاوه بر حفظ کارایی آن‌ها، با کاربری‌های همجوار خود نیز تداخلی نداشته باشد تا در شرایط اضطراری و وقوع بحران بتوان به بهترین شکل از حداکثر کارایی آن‌ها استفاده کرد (مشمولی، ۱۳۹۹: ۲). انتخاب مکان مناسب برای یک فعالیت در سطح کشور، یکی از گام‌های اساسی برای انجام یک طرح گسترده است که نیازمند تحقیق در مکان از دیدگاه‌های مختلف است (پارسی‌مقدم، ۱۳۹۵: ۳۷۶).

golnaz19hm@gmail.com

arminrajabpoor7@gmail.com

hsahami15@gmail.com

۱. کارشناسی ارشد پدافند غیرعامل، دانشگاه صنعتی مالک‌اشتر تهران، تهران، ایران (نویسنده مسئول)

۲. کارشناسی ارشد پدافند غیرعامل، دانشگاه صنعتی مالک‌اشتر تهران، تهران، ایران

۳. دانشیار پدافند غیرعامل، دانشگاه صنعتی مالک‌اشتر تهران، تهران، ایران

واقع میزان مناسبت یک محل را برای یک هدف خاص نشان می‌دهد و از لحاظ برنامه‌ریزی شهری، کاربری‌هایی که در حوضه نفوذ یکدیگر قرار می‌گیرند، باید از نظر سنخیت و همخوانی فعالیت با یکدیگر منطبق باشند و باعث مزاحمت و مانع انجام فعالیت‌های یکدیگر نشوند. در استقرار بیمارستان نیز همجواری با بعضی از کاربری‌ها باعث ایجاد اختلال در فعالیت‌ها و خدمات‌رسانی شده و موجب می‌شوند تا خسارات جبران‌ناپذیری به مردم و دارایی‌ها وارد شود؛ به همین دلیل بایستی تمام کاربری‌های ریسک‌پذیر را شناسایی کرد و تا جایی که ممکن است، از تأسیس بیمارستان‌های جدید در محدوده آن‌ها جلوگیری شود (برزویی، ۱۳۹۵: ۵۴). بیمارستان‌ها، مراکز امداد رسانی و مدیریت شهری (به دلیل عملکرد حساسی که به هنگام وقوع حادثه دارند) حساسیت فوق‌العاده‌ای دارند؛ از این رو ضروری است در مکان‌یابی این‌گونه کاربری‌ها الزامات ایمنی مدنظر باشد (انجمن علمی پدافند غیر عامل ایران، ۱۳۹۷: ۱۹۰). پژوهش‌های بسیاری در زمینه مکان‌یابی مراکز بهداشتی-درمانی صورت گرفته است. در تحقیقی که اخیراً انجام شده، از ترکیب ضریب جینی و تجزیه و تحلیل شبکه GIS در قابلیت دسترسی به مراکز درمانی و بیمارستان به‌عنوان روشی جدید برای کمک به دولت در برنامه‌ریزی مراقبت‌های بهداشتی مبتنی بر شواهد پیشنهاد شده است که می‌تواند در تعیین کمیت و نظارت بر تغییرات کاربری مناطق مفید باشد (Askari et al, 2020:253). الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات بهبودیافته برای مسئله مکان‌یابی حداکثر پوشش استفاده و نتایج آن را با نرم‌افزار GAMS مقایسه کرده‌اند که بسیار بهتر بوده است (ElKady & Abdelsalam, 2016:127).

یکی از وظایف اساسی و مهم برنامه‌ریزان شهری و ناحیه‌ای، تخصیص زمین به کاربری‌های گوناگون شهری با توجه به نقش و کارکرد شهر، اقتصاد شهر و همچنین تأثیر عوامل متقابل کاربری‌ها بر یکدیگر است (معمدی، ۲۱۹:۱۳۹۹). از سوی دیگر، برای رقابت در بیمارستان‌ها، موقعیت بیمارستان و نزدیکی آن‌ها به بیماران بالقوه از عوامل اساسی در ایجاد بیمارستان‌های جدید محسوب می‌شود (Gul & Guneri, 2021: 17). با توجه به افزایش تقاضای تولیدشده مبتنی بر رشد جمعیت، برنامه‌ریزان شهری مسئله مکان‌یابی و تخصیص امکانات بهداشتی و درمانی از جمله بیمارستان را جدی تلقی کرده‌اند. اساساً مکان‌یابی و تخصیص بیمارستان، برای اطمینان از خدمات بهداشتی مناسب و جامع و همچنین کاهش هزینه‌های استقرار برنامه‌ریزی می‌شود و عدم انتخاب محل بهینه برای تأسیس مراکز درمانی مشکلاتی را ایجاد می‌کند که در سال‌های اخیر در شهرهای توسعه یافته مشاهده شده است (Zhang et al, 2016: 223). ایمنی یکی از ابعاد اصلی کیفیت خدمات بهداشتی درمانی است (سعادت‌وهمکاران، ۱۴۰۰: ۱۱۰). عدم قطعیت‌ها در یک سیستم خدمات‌رسانی ممکن است بر اثر حوادث طبیعی، عوامل فنی یا انسانی و... به وجود آیند که این عدم قطعیت‌ها بر مراکز خدمت‌دهی و عملکرد آن‌ها تأثیر می‌گذارند. با بروز حوادث ناگهانی، ممکن است تسهیلات دچار اختلال شوند و در پی آن خدمات‌رسانی تسهیلات به‌صورت مؤثر انجام نشود. علاوه بر این ممکن است در اثر شرایط بحرانی مانند وقوع زلزله، جاری شدن سیل، گردبادهای سهمگین و به دنبال آن، از کارافتادگی تسهیلات در دسترس، هزینه‌های حمل و نقل شهری، انتقال کالا و خدمات اضطراری و نیز انتقال مصدومان به مراکز خدماتی درمانی همجوار افزایش قابل توجهی را در پی داشته باشد (ساربخانی، ۱۳۹۸: ۲۰۰). سازگاری در

### مبانی نظری تحقیق

عدم تخصیص متناسب فضا و جایابی بهینه عناصر خدماتی شهر، به ویژه مراکز درمانی (بیمارستان‌ها) و تعداد عوامل مؤثر در مکان‌یابی این مراکز، افزایش روزافزون مشکلات شهری و شهروندان را به دنبال داشته و دارد. این امر لزوم استفاده از روش‌های مؤثر و سیستم‌های رایانه‌ای در مکان‌یابی بهینه این مراکز را بیش از پیش آشکار ساخته است (جعفری و همکاران، ۱۳۹۵: ۵۵).

فرایند تحلیل شبکه (ANP) یک تئوری ریاضی است که به طور سیستماتیک با انواع وابستگی‌ها سر و کار داشته و به طور موفقیت‌آمیزی در زمینه‌های گوناگون به کار گرفته شده است (کیانی و سالاری، ۱۳۹۰: ۲). سیستم اطلاعات جغرافیایی یک تکنولوژی قوی برای نمایش فضایی اطلاعات مربوط به کاربری‌های مختلف است. GIS، تکنولوژی جمع‌آوری اطلاعات، داده‌ها و روش‌های استفاده از آن‌ها برای گردآوری، ذخیره، تجزیه و تحلیل و ارائه نقشه‌ها و توصیف عارضه‌های دارای اطلاعات توصیفی به صورت نقشه‌ها و نمودارهاست (Hall, 2004: 268).

در سال ۲۰۰۷، آتش‌پز و لوکاس برای نخستین بار الگوریتم رقابت استعماری را مطرح کردند. این الگوریتم، در حله اول با داشتن یک دیدگاه کاملاً نو به مبحث بهینه‌سازی، پیوندی جدید میان علوم انسانی و اجتماعی از یک سو و علوم فنی و ریاضی از سوی دیگر، برقرار می‌کند. به طور ویژه این الگوریتم به فرایند استعمار، به عنوان مرحله‌ای از تکامل اجتماعی - سیاسی بشر نگریسته و با مدل‌سازی ریاضی این پدیده تاریخی، از آن به عنوان منشأ الهام یک الگوریتم قدرتمند، در زمینه بهینه‌سازی بهره می‌گیرد (Atashpaz-Gargari & Lucas, 2007: 4463). این الگوریتم از فرایندهای

فلاحی و همکارانش (۱۳۹۵) در پژوهشی به مکان‌یابی مراکز درمانی با استفاده از تحلیل اطلاعات مکانی و تحلیل سلسله‌مراتبی پرداخته‌اند (فلاحی، ۱۳۹۵: ۸). در پژوهشی که توسط حسینی و همکاران در راستای مکان‌یابی مراکز بیمارستانی در منطقه ۳ تهران انجام شد، مدل تحلیل شبکه، مدل ANP و الگوریتم ICA به کار گرفته شده است. به کارگیری الگوریتم رقابت استعماری در مکان‌یابی مراکز بیمارستانی شیوه بسیار جدیدی است (حسینی و همکاران، ۱۳۹۲: ۴). وارثی و همکارانش با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی به مکان‌یابی مراکز بهداشتی - درمانی در شهر نجف‌آباد پرداخته‌اند (وارثی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۵۹).

حال با این سؤالات مواجه هستیم: آیا مراکز بهداشتی و درمانی موجود در منطقه ۴ تهران به درستی مکان‌یابی شده‌اند؟ شاخص‌های مؤثر در امر مکان‌یابی مراکز بهداشتی درمانی از جمله بیمارستان‌ها کدام‌اند؟ در این پژوهش با استفاده از فرایند تحلیل شبکه (ANP) امتیاز و ضریب هر معیار استخراج شده است. سپس با استفاده از این امتیازات و نرم‌افزار ArcGIS، مکان‌های مناسب برای احداث بیمارستان روی نقشه منطقه ۴ مشخص شده و با به کارگیری روش رقابت استعماری (ICA)، مناسب‌ترین مکان از بین این مکان‌ها به دست آمده است که استفاده از این روش‌ها به صورت همزمان و تلفیقی توسط سایر پژوهشگران، کم‌سابقه است. همچنین روش کیو نوعی روش تحقیق است که در روان‌شناسی و دیگر علوم اجتماعی برای مطالعه نظام‌مند ذهنیت افراد یا به بیان دقیق‌تر، دیدگاه‌ها، نظریه‌ها، عقاید و باورها و نگرش آن‌هاست و استفاده از این روش در زمینه موضوع پژوهش و حتی موضوعات مشابه با موضوع حاضر بی‌سابقه است.

دیدگاه‌های افراد و تفسیر و مقایسه آن‌ها هستیم. این کار با تعداد کمی از افراد نیز قابل انجام است (دانی فرد و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۷۰). ویژگی بالا، این روش‌شناسی را به روش‌های تحقیق کیفی نزدیک می‌سازد. با وجود این، روش‌شناسی کیو از بعد کمی نیز برخوردار است؛ زیرا از روش‌های آماری مانند تحلیل عاملی برای دسته‌بندی افراد کمک می‌گیرد. این روش، هم دارای شیوه گردآوری داده (مرتب‌سازی کیو) و هم دارای شیوه تحلیل داده‌ها (تحلیل عاملی کیو) است. تفاوت آن با سایر روش‌های تحقیق علوم اجتماعی در این است که روش‌شناسی کیو، به جای متغیرها، افراد را تحلیل می‌کند. در مطالعه کیو،  $m$  نفر انتخاب می‌شوند تا (خود آن‌ها)  $n$  ویژگی را اندازه‌گیری کنند و جوهره اصلی روش‌شناسی کیو این است که انسان‌ها اندازه‌گیری نمی‌شوند، بلکه آن‌ها اندازه‌گیری می‌کنند (عرفانیان خان‌زاده و همکاران، ۱۳۹۴: ۲۴).

### مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر با موضوع مکان‌یابی بهینه مراکز بیمارستانی در منطقه ۴ تهران، پژوهشی کاربردی بوده و از نظر ماهیت توصیفی-تحلیلی است. اطلاعات و داده‌های موردنیاز از طریق بررسی‌های اسنادی، کتابخانه‌ای، مطالعات میدانی و تهیه پرسشنامه تهیه شده است. با توجه به اطلاعات به دست آمده، در نظر گرفتن کاربری اراضی و شاخص‌های مؤثر در مکان‌یابی مراکز بهداشتی-درمانی به بررسی محدوده مورد مطالعه پرداخته شده است. با بررسی و مشاهده شرایط و کاربری‌های ایجادشده در منطقه چهار تهران، بازدید

اجتماعی، سیاسی و فرهنگی بشر الهام گرفته شده و از نظر نسل در گروه الگوریتم‌های نسل دوم است (Bahrami et al, 2012: 49).

این الگوریتم از نظر مفهومی مشابه با الگوریتم‌های تکاملی است که از طبیعت الگو گرفته‌اند. در واقع به شبیه‌سازی فضای موجود سیاسی جامعه اقدام می‌کند (زیاری و همکاران، ۱۳۹۶: ۲۶۴).

روش کیو، روشی تحقیقی است که برای رتبه‌بندی گویه‌های بررسی‌شده (عبارت، جمله، عکس، خبر و...) با استفاده از مقیاسی شبیه مقیاس لیکرت به کار می‌رود و همبستگی بین پاسخ‌های افراد مختلف به این رتبه‌بندی معطوف می‌شود. در این روش گویه‌های بررسی‌شده روی کارت‌هایی که به کارت‌های کیو موسوم هستند، نوشته یا چاپ می‌شوند و در اختیار پاسخگویان قرار می‌گیرند و به ترتیبی که پژوهشگر تعیین می‌کند، روی کارت‌های مقیاس لیکرت توزیع می‌شوند، به صورتی که توزیع فراوانی‌ها «شبه نرمال» باشد؛ بنابراین روش کیو یک روش تحقیق مورد استفاده برای مطالعه ذهنیت افراد است و در این مورد که «چگونه افراد در مورد یک مقوله فکر می‌کنند»، مورد استفاده قرار گرفته است (امینی ورکی، ۱۳۹۳: ۱۰). ایده عقبه این روش‌شناسی به معرفی ابزاری برای شناخت ذهنیت انسان برمی‌گردد که هم نامحدود بوده و هم دربرگیرنده مفاهیم متنوعی همچون زیبایی‌شناختی، ترجیحات درباره موسیقی، تجربیات فردی و خانوادگی، نگرش نسبت به گروه‌های سیاسی و... است (نیک‌رفتار، ۱۳۹۱: ۸۴). در واقع روش کیو یک بسته روش‌شناسی کامل است که به ترتیب مراحل مطالعه کیفی و کمی را دربرمی‌گیرد (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۶: ۶۵۹). در این روش به دنبال کشف و شناسایی

## تحلیل یافته‌های پژوهش

### - فرایند تحلیل شبکه

در این پژوهش فرایند تحلیل شبکه (ANP) به کار گرفته شده است. این روش علاوه بر بررسی معیارها، روابط درونی هدف، معیارها و زیرمعیارها را نیز مورد بررسی قرار می‌دهد. با استفاده از نتایج پرسشنامه در ابتدا به ساخت مدل و تبدیل آن به ساختار شبکه پرداخته شده است. سپس ماتریس مقایسه دودویی تشکیل و وزن‌ها تعیین شده‌اند (بردار اولویت). در ادامه اقدام به تشکیل سوپرماتریس و تبدیل به سوپرماتریس حد شده و ضریب هر امتیاز مشخص شده است. در این بخش معیارهای تصمیم‌گیری و زیرمعیارها، براساس میزان اهمیت‌شان نسبت به یکدیگر به صورت دودویی مقایسه می‌شوند و بردار اهمیت داخلی از طریق رابطه  $AW = \lambda MAXW$  به دست می‌آید. در این رابطه،  $A$  ماتریس مقایسه زوجی معیارها،  $W$  بردار ویژه (ضریب اهمیت) و  $\lambda MAX$  بزرگ‌ترین مقدار ویژه عددی است. برای دستیابی به اولویت‌های کلی در یک سیستم با تأثیرات متقابل، بردارهای اولویت داخلی در ستون‌های مناسب یک ماتریس وارد می‌شود. در این ابرماتریس، بردار  $W_{21}$  اثرات هدف روی شاخص‌ها یا معیارها، بردار  $W_{22}$  اثرات معیارها بر یکدیگر، بردار  $W_{32}$  اثرات معیارها بر زیرمعیارها و بردار  $W_{33}$  اثرات زیرمعیارها بر یکدیگر را نشان می‌دهد.

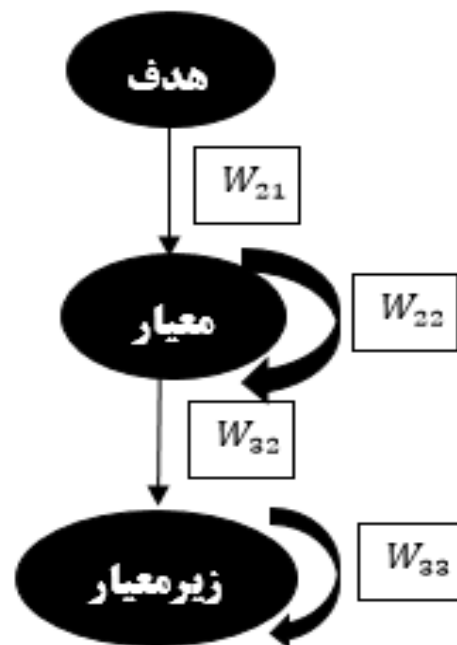
از بیمارستان‌ها و مراکز درمانی این منطقه، در نظر داشتن کاستی‌ها و مشکلات این مراکز، تهیه فایل پرسشنامه برای جمع‌آوری اطلاعات و نظرسنجی توسط افراد متخصص اطلاعات کافی برای شروع کار پژوهش به دست آمده است. در این پژوهش از مدل مکان‌یابی ترکیبی استفاده شده و با استفاده از فرایند تحلیل شبکه (ANP) هدف، معیارهای موردنظر و زیرمعیارهای این معیارها، بررسی شده و تجزیه و تحلیل لایه‌ها صورت پذیرفته است. با کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS یا Geographic Information System) لایه‌بندی نسبت به شاخص‌ها انجام گرفته و با استفاده از مدل بافر، فاصله از هر یک از کاربری‌ها مشخص شده است؛ سپس با کمک مدل همپوشانی از تلفیق لایه‌ها، مکان‌های مناسب برای احداث بیمارستان قلب استخراج شده است. در نهایت با به کارگیری الگوریتم رقابت استعماری و پیاده‌سازی این الگوریتم در نرم‌افزار متلب<sup>۱</sup>، مناسب‌ترین مکان از بین نتایج مشخص و گروه‌های مناسب برای نظرسنجی و تهیه پرسشنامه با استفاده از روش کیو و بررسی افراد متخصص در پدافند غیرعامل، بهداشت و درمان و استادان دانشگاه همچنین قراردادن این افراد در ۳ خوشه، مشخص شده‌اند. در ادامه ۱۳ گزاره مرتبط با مطلوبیت مکان نهایی استخراج شده که با استفاده از تحلیل عاملی اکتشافی در ۵ دیدگاه خلاصه شده‌اند. این عامل‌ها خلاصه‌ای از ویژگی‌های مطلوب منطقه نهایی هستند.

حدود ۴۰ درصد از سطح شهر تحت پوشش کاربری مسکونی است.

صنایع: صنایع به دلیل ایجاد مشکلاتی همچون آلودگی‌های جوی و صوتی، از جمله کاربری‌های ناسازگار با مراکز بهداشتی-درمانی هستند؛ بنابراین رعایت فاصله مناسب از آنها از اصول اولیه مکان‌گزینی مراکز بهداشتی-درمانی است. بر همین اساس هر چه فاصله این کاربری با مراکز بهداشتی-درمانی بیشتر باشد، امتیاز بالاتر و هر چه فاصله کمتر باشد، امتیاز پایین‌تری می‌گیرد. مثلاً فاصله ۱۰۰-۰ کمترین امتیاز و فاصله بیشتر از ۴۰۰ بیشترین امتیاز را به خود اختصاص می‌دهند.

نزدیکی به فضای سبز شهری: یکی از همجواری‌های متناسب با مراکز بیمارستانی، فضای سبز است. انسان با توجه به خصوصیت روحی خود به طبیعت و ایجاد ارتباط با آن گرایش دارد. فضای سبز علاوه بر تأثیراتی که بر روح و روان انسان می‌گذارد، موجب کاهش آلودگی‌های جوی می‌شود. فضای سبز در مقیاس وسیع‌تر باعث کاهش آلودگی‌های صوتی نیز می‌شود؛ به‌همین دلیل در این تحقیق هرچه فاصله بیمارستان‌ها از فضاهای سبز بیشتر باشد، امتیاز کمتر و هر چه فاصله از این فضاها کمتر باشد، امتیاز بیشتری در نظر گرفته شده است.

فاصله از بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی موجود: برای دسترسی مطلوب و عادلانه جمعیت هر شهر به مراکز بهداشتی-درمانی، رعایت فاصله مناسب آن‌ها از یکدیگر و توزیع یک‌نواخت آن‌ها در سطح شهر از جمله عوامل مهم مکان‌یابی به شمار می‌رود. بر همین اساس هر چه فاصله این مراکز از هم بیشتر، امتیاز بالاتر و هر چه فاصله کمتر شود، امتیاز کمتر است.



شکل ۱: ساختار کلیشه‌ای ANP

مأخذ: علی شجاعیان و همکاران، ۱۳۹۶

این نوع ماتریس را ابرماتریس اولیه می‌نامند که سوپرماتریس ناموزون با جای‌گذاری بردار اولویت‌های داخلی (ضرایب اهمیت) عناصر و خوشه‌ها در سوپرماتریس اولیه به‌دست می‌آید. در مرحله بعد، ابرماتریس ناموزون از طریق ضرب مقادیر ابرماتریس ناموزون در ماتریس خوشه‌ای محاسبه می‌شود. از طریق نرمالیزه کردن ابرماتریس ناموزون، سوپرماتریس از حالت ستونی به حالت تصادفی تبدیل می‌شود.

حال به بیان معیارها و زیرمعیارهایی می‌پردازیم که با مطالعات کتابخانه‌ای استخراج شده‌اند. در ادامه این معیارها و زیرمعیارها با استفاده از پرسش‌نامه و نظرسنجی از افراد متخصص امتیازدهی می‌شوند:

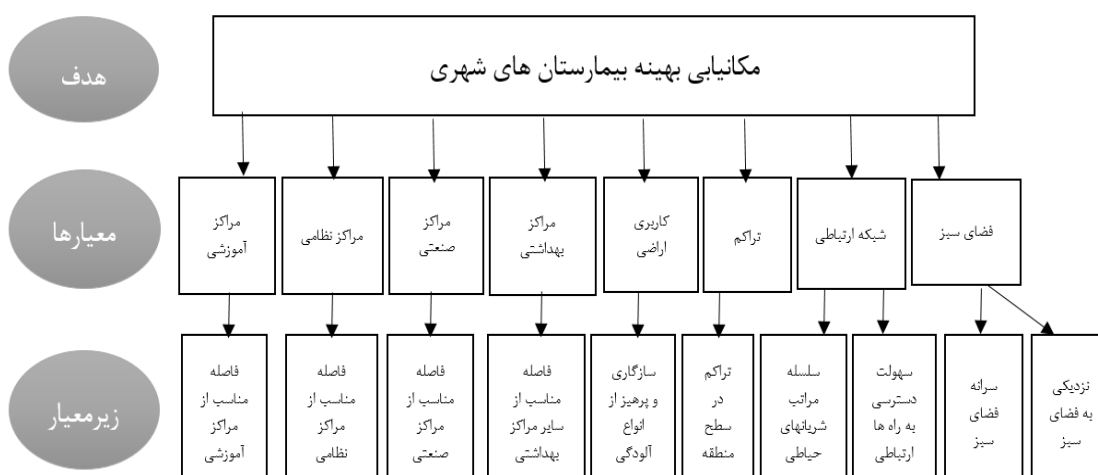
نزدیکی به مراکز پرتراکم جمعیتی: محل زندگی انسان مهم‌ترین بخش شهر است و سهم عمده‌ای از سطوح کاربری‌ها را به خود اختصاص داده است؛ به‌گونه‌ای که در شهرهای کوچک بیش از ۶۰ درصد و در شهرهای بزرگ

مراکز آموزشی: در این پژوهش به فاصله‌های بیشتر از مراکز بیمارستانی امتیاز بیشتری داده شده است؛ زیرا همجواری مراکز آموزشی مانند مدرسه با مراکز درمانی مثل بیمارستان موجب انتقال بیماری‌ها و آلودگی به دانش‌آموزان، افزایش حجم ترافیک و عبور و مرور در نزدیکی مراکز آموزشی و تأثیر روانی منفی بر دانش‌آموزان می‌شود.

کاربری اراضی: احداث بیمارستان در برخی زمین‌ها مقرون به صرفه‌تر و مناسب‌تر است، مانند زمین‌های بایر؛ ولی از آنجا که محدوده مورد مطالعه در منطقه‌ای پرتراکم واقع شده، زمین بایر بسیار محدود است. از طرفی دیگر، در نظر گرفتن اولویت‌بندی مکان‌ها با توجه به کاربری آن‌ها، به منظور همجواری با مراکز بیمارستانی دارای اهمیت است.

نزدیکی به راه‌های ارتباطی اصلی: یکی از معیارهای اساسی برای مکان‌یابی بیمارستان‌ها، دسترسی به راه‌های ارتباطی برای رساندن به موقع بیماران به این مراکز است؛ به همین دلیل در این تحقیق هر چه فاصله مراکز درمانی از راه‌های ارتباطی اصلی بیشتر بوده، امتیاز کمتر و هر چه فاصله از این فضاها کمتر بوده، امتیاز بیشتری تعلق گرفته است.

فاصله از مراکز نظامی: این اراضی فقط در مقیاس شهر و فراتر شامل پادگان‌ها، قرارگاه‌ها، پایگاه‌ها، میدان‌های تیر، آمادگاه‌ها، فرودگاه‌های نظامی و اداره‌های ستادی مطرح هستند. در طرح جامع فقط استقرار واحدهای ستادی مجاز و بقیه غیرمجاز به حساب می‌آیند و شورای عالی شهرسازی و معماری ایران طی بخشنامه‌ای خواستار تخلیه کلیه اراضی نظامی - که عمدتاً به صورت پادگان‌های آموزشی و نظامی است - از سطوح شهرها شده است؛ بنابراین نقاطی که از مراکز نظامی فاصله بیشتری دارند، امتیاز بیشتری دارند.



شکل ۲: تعیین هدف، معیارها و زیر معیارها

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۰

در مورد منطقه مورد مطالعه در جدول زیر بیان شده است:

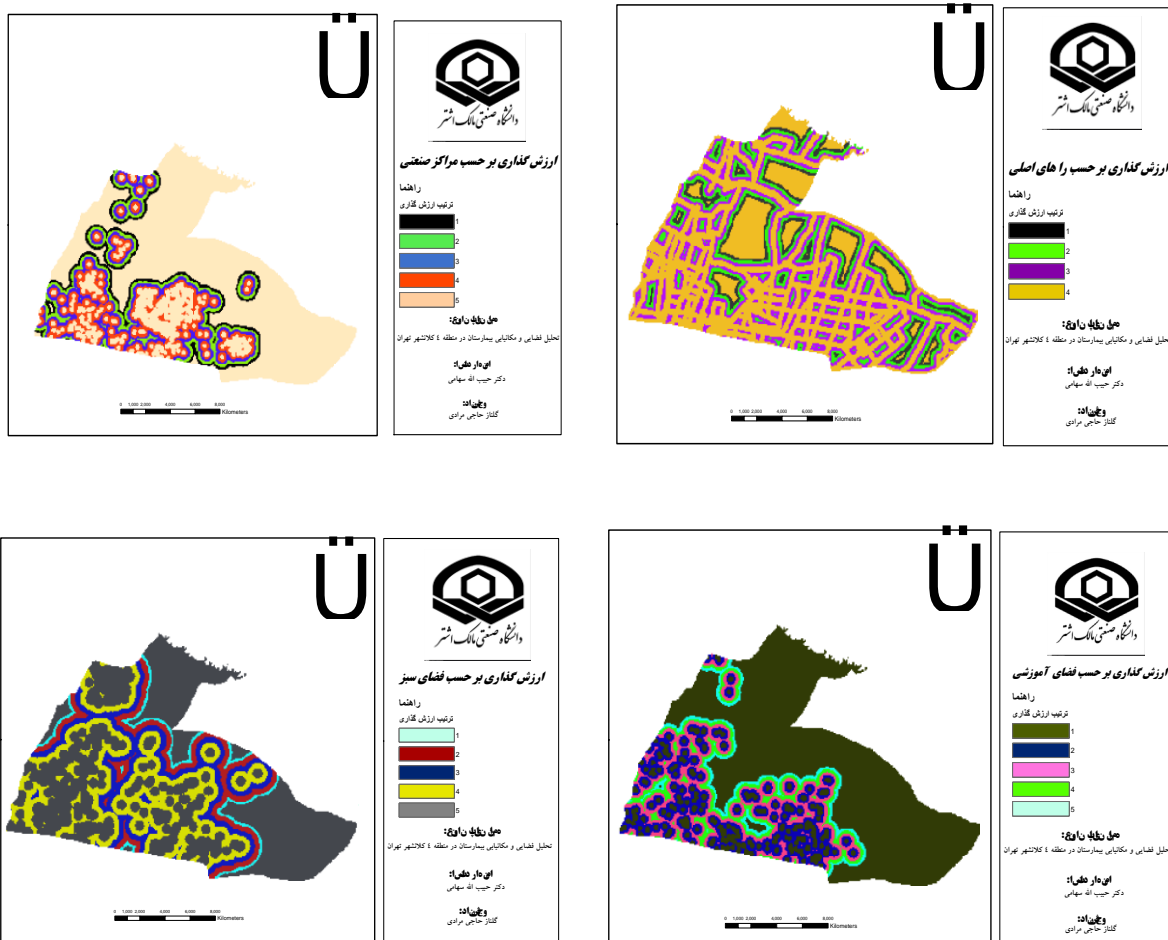
نحوه امتیازدهی به لایه‌ها با استفاده از دستورالعمل مرتبط با فضاهای درمانی و بیمارستان‌ها و نظر کارشناسان

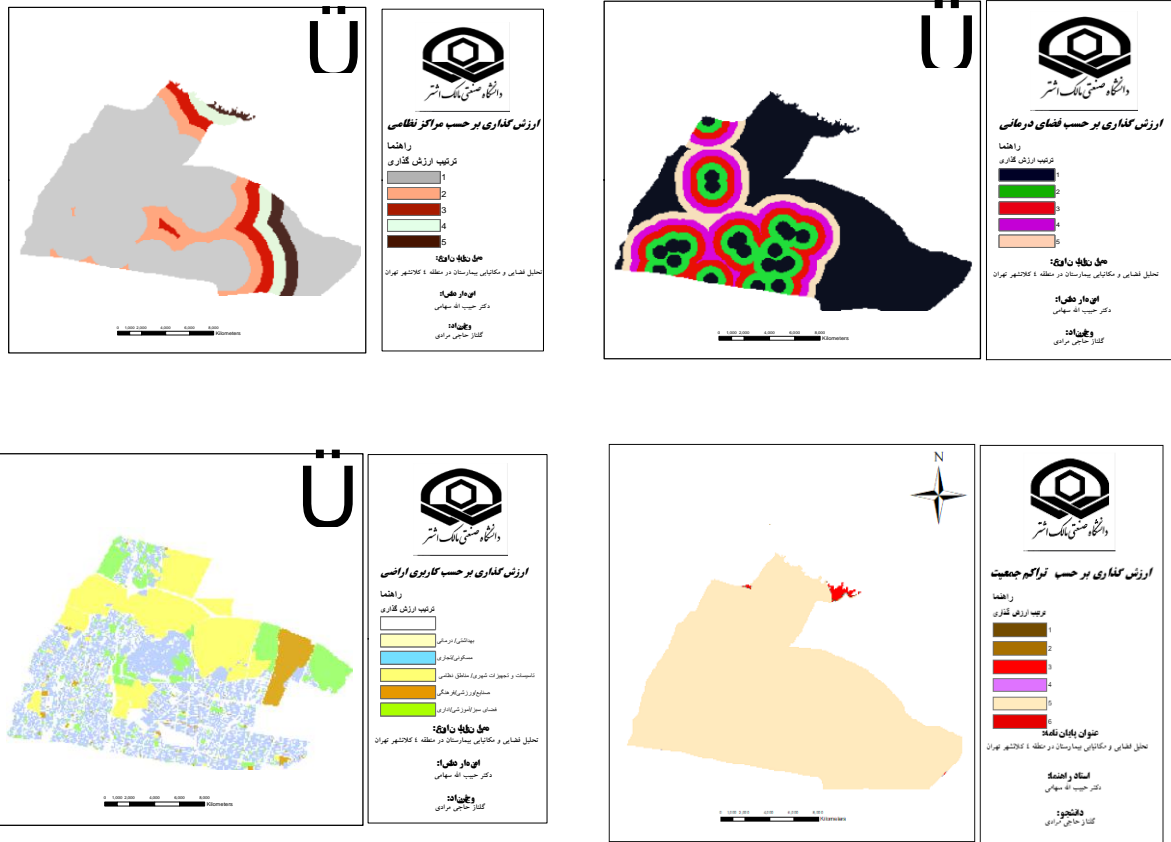
جدول ۱: امتیازدهی نهایی و فاصله‌گذاری از کاربری‌ها

فاصله از مراکز تراکم جمعیت		فاصله از مراکز نظامی		فاصله از مراکز آموزشی		فاصله از راه‌های اصلی		فاصله از مراکز صنعتی		فاصله از فضای سبز		فاصله از بیمارستان‌ها و مراکز درمانی	
امتیاز	۰-۱۰	امتیاز	۰-۱۰۰۰	امتیاز	۰-۱۰۰	امتیاز	۰-۱۰۰	امتیاز	۰-۱۰۰	امتیاز	۰-۲۰۰	امتیاز	۰-۳۰۰
۹		۱		۱		۹		۱		۹		۱	
۷	۱۰-۲۰	۳	۱۰۰۰-۱۵۰۰	۳	۱۰۰-۲۰۰	۷	۱۰۰-۲۰۰	۳	۱۰۰-۲۰۰	۷	۲۰۰-۴۰۰	۳	۳۰۰-۶۰۰
۵	۲۰-۳۰	۵	۱۵۰۰-۲۰۰۰	۵	۲۰۰-۳۰۰	۵	۲۰۰-۳۰۰	۵	۲۰۰-۳۰۰	۵	۴۰۰-۶۰۰	۵	۶۰۰-۹۰۰
۳	۳۰-۴۰	۷	۲۰۰۰-۲۵۰۰	۷	۳۰۰-۴۰۰	۳	۳۰۰-۴۰۰	۷	۳۰۰-۴۰۰	۳	۶۰۰-۸۰۰	۷	۹۰۰-۱۲۰۰
۱	۴۰-۵۰	۹	۲۵۰۰-۳۰۰۰	۹	۴۰۰-۵۰۰	۱	۴۰۰-۵۰۰	۹	۴۰۰-۵۰۰	۱	۸۰۰-۹۰۰	۹	۱۲۰۰-۱۵۰۰

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۰

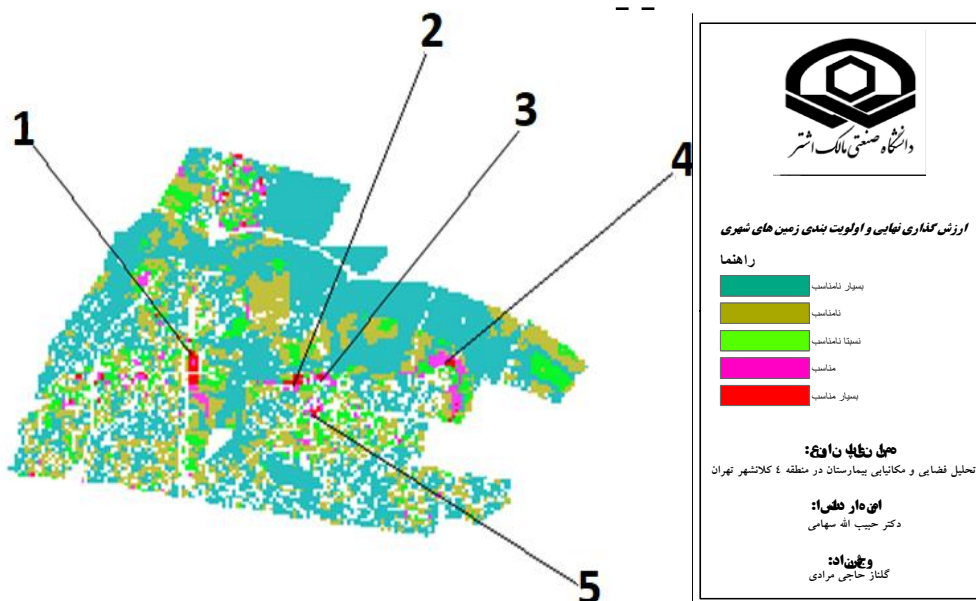
در این قسمت با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS فاصله‌های به‌دست‌آمده از هر شاخص را روی نقشه‌های کاربری مربوط اعمال می‌کنیم.





شکل ۳: اعمال شاخص‌های مکان‌یابی روی نقشه‌های کاربری

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۰



شکل ۴: نقشه نهایی حاصل از همپوشانی لایه‌ها

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۰

– الگوریتم رقابت استعماری

این الگوریتم یک الگوریتم بهینه‌سازی با انگیزه سیاسی- اجتماعی است و عملکرد بسیار خوبی را در شناسایی بهتر راه‌حل‌های مختلف برای موضوعات جهانی نشان داده است (Gerist & Maher, 2019: 5). در این الگوریتم هر عنصر جمعیت، یک کشور در نظر گرفته می‌شود. کشورها نیز به دو دسته کشورهای درحال توسعه (Colony) و کشورهای توسعه یافته (Imperialist) تقسیم می‌شوند. پس از تخصیص مستعمره‌ها به استعمارگران و تشکیل امپراتوری‌های اولیه، مستعمره‌ها به سمت استعمارگر خود حرکت می‌کنند. این حرکت، شبیه سازی سیاست جذبی است که به وسیله‌ی امپراتور انقلاب که مشابه اپراتور جهش در الگوریتم ژنتیک عمل می‌کند از هر امپراتوری تعدادی مستعمره را به‌طور تصادفی انتخاب کرده و آن‌ها را به موقعیت تصادفی جدیدی منتقل می‌کند و در نتیجه دوباره میزان هزینه‌ی جدید هر یک از مستعمره‌ها به وسیله‌ی تابع هدف محاسبه می‌گردد. مقدار تابع هدف هر تابع نیز برابر با مجموع مقدار تابع هدف برای آن استعمارگر و ضریبی از میانگین مقادیر تابع هدف برای کلونی‌ها است. معادله شماره ۱ مقدار تابع هدف برای هر امپراتوری را مشخص می‌نماید:

(۱)

$$f(\text{imp}) + \delta \text{mean}(f(\text{col})) \rightarrow \text{مقدار تابع هدف برای امپراتوری}$$

تابع هدف ممکن است به دو صورت تابع برازندگی (Fitness Fun) و تابع هزینه (Cost Fun) بیان شود. اگر الگوریتم برحسب تابع برازندگی نوشته شود، هر

امپراتوری که مقدار تابع هدف بیشتری دارد، مناسب‌تر است. برعکس، الگوریتم رقابت استعماری که برحسب تابع هزینه نوشته شود، هر چه مقدار تابع هدف امپراتوری کمتر باشد، آن امپراتوری مناسب‌تر است. در اینجا برنامه‌نویسی متلب برحسب تابع هزینه و با استفاده از روش بولتزمن<sup>۱</sup> انجام شده است:

(۲)

$$P_i \propto e^{-c_i} \geq 0$$

$$P_i = \frac{e^{-c_i}}{\sum e^{-c_i}}$$

هر امپراتوری که در رقابت استعماری، موفق عمل نکند و بر قدرت خود نیافزاید، از صحنه رقابت استعماری، حذف خواهد شد؛ بنابراین بقای یک امپراتوری، به قدرت آن در جذب مستعمرات امپراتوری‌های رقیب و به سیطره در آوردن آن‌ها وابسته است. جداشدن مستعمره‌ها از امپراتوری ضعیف، با جداشدن ضعیف‌ترین مستعمره از ضعیف‌ترین امپراتوری آغاز شده است، تاجایی که کشور استعمارگر ضعیف تمام مستعمره‌های خود را از دست می‌دهد و تبدیل به یک مستعمره برای امپراتوری قوی‌تر می‌شود؛ در نتیجه، در جریان رقابت‌های امپریالیستی، به تدریج بر قدرت امپراتوری‌های بزرگ‌تر افزوده و امپراتوری‌های ضعیف‌تر حذف خواهند شد. در این بخش الگوریتم رقابت استعماری در نرم‌افزار Matlab پیاده‌سازی شده است تا از بین مناطق استخراج شده از نرم‌افزار ArcGIS، که هر یک به‌عنوان یک امپراتوری در نظر گرفته شده‌اند، مناسب‌ترین محدوده یا امپراتوری انتخاب شود.

```

1 -   clc;
2 -   clear;
3 -   close all;
4
5 -   %% Problem Definition
6
7 -   CostFunction=@(x) Sphere(x);           % Cost Function
8
9 -   nVar=5;                               % Number of Decision Variables
10
11 -  VarSize=[1 nVar];                     % Decision Variables Matrix Size
12
13 -  VarMin=-10;                            % Lower Bound of Variables
14 -  VarMax= 10;                            % Upper Bound of Variables
15
16
17 -  %% ICA Parameters
18
19 -  MaxIt=500;                             % Maximum Number of Iterations
20
21 -  nPop=50;                               % Population Size
22 -  nEmp=5;                                % Number of Empires/Imperialists
23
24 -  alpha=1;                               % Selection Pressure
25
26 -  beta=2;                                % Assimilation Coefficient
27
28 -  pRevolution=0.1;                       % Revolution Probability
29 -  mu=0.05;                               % Revolution Rate
30
31 -  zeta=0.1;                              % Colonies Mean Cost Coefficient
32
33 -  ShareSettings;
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71     % Show Iteration Information
72     disp(['Iteration ' num2str(it) ': Best Cost = ' num2str(BestCost(it))]);
73
74 end
75
76 %% Results
77
78 figure;
79 semilogy(BestCost,'LineWidth',2);
80 xlabel('Iteration');
81 ylabel('Best Cost');
82
83
84

```

```

Command Window
File Edit Debug Desktop Window Help
New to MATLAB? Watch this Video, see Demos, or read Getting Started.
Iteration 497: Best Cost = 2.8399e-026
Iteration 498: Best Cost = 2.8399e-026
Iteration 499: Best Cost = 2.8399e-026
Iteration 500: Best Cost = 2.8399e-026
>> emp(1)

ans =

      Imp: [1x1 struct]
      Col: [14x1 struct]
      nCol: 14
  TotalCost: 2.9583e-004

>> emp(2)

ans =

      Imp: [1x1 struct]
      Col: [17x1 struct]
      nCol: 17
  TotalCost: 0.1926

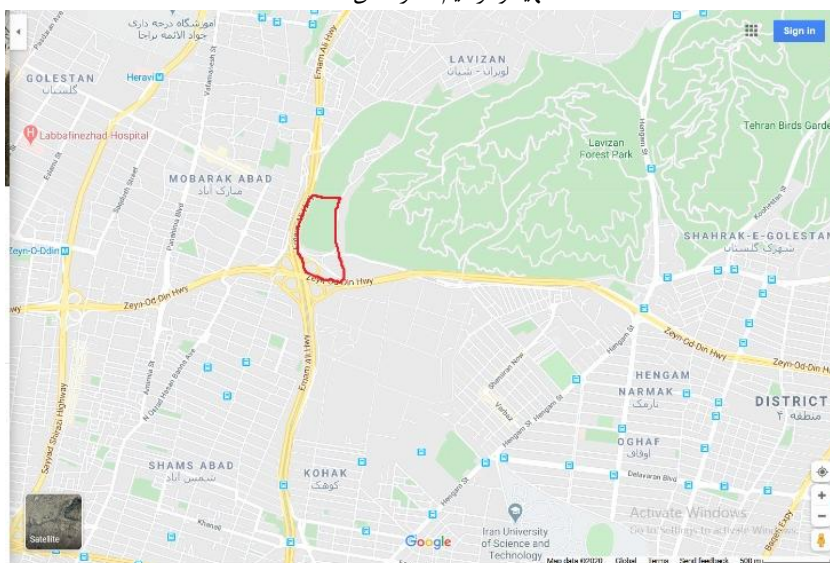
>> emp(3)

ans =

      Imp: [1x1 struct]
      Col: [16x1 struct]
      nCol: 16
  TotalCost: 0.0430

>> emp(4)
Index exceeds matrix dimensions.
>>
    
```

شکل ۵: بخشی از برنامه‌نویسی الگوریتم رقابت استعماری و معرفی امپراطوری‌ها و همچنین امپراطوری برتر در نرم‌افزار متلب تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۰



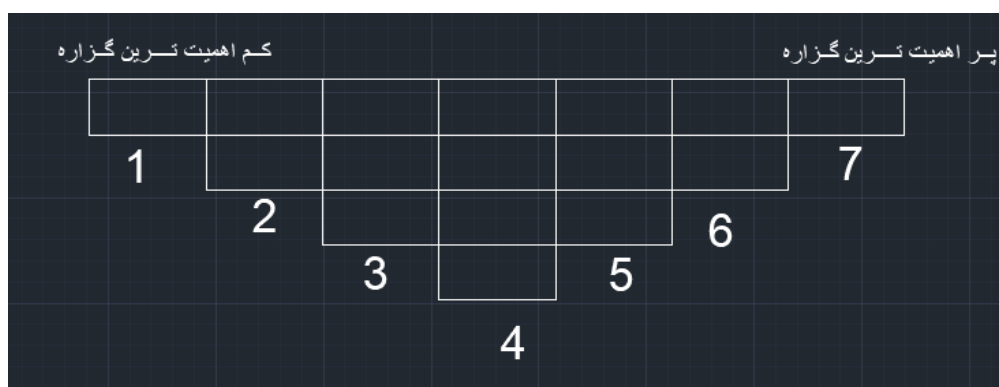
شکل ۶: محدوده استخراج شده از نرم‌افزار ArcGIS و الگوریتم ICA

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۰

## - یافته‌های روش کیو

برای مطالعه فضای گفتمانی موجود درباره موضوع پژوهش هر گونه متن و نوشته‌ای که در این باره در چارچوب‌های مختلف، مانند متن مصاحبه‌های منتشر شده درباره عوامل مؤثر در مطلوبیت مکان بیمارستان و اطلاعات در این زمینه در خبرگزاری‌های داخلی، مقاله علمی و خبری و کتاب‌های انتشار یافته در فضای مجازی و نشریات رسمی کشور به عنوان منبع داده گردآوری شد. در اینجا همچون بیشتر مطالعات روش کیو از دسته‌بندی کیو بی‌ساختار استفاده شده است. دسته‌بندی کیو بی‌ساختار، مجموعه‌ای از گزاره‌هایی است که بدون توجه خاص به متغیرها یا عامل‌های زیربنایی گردآوری شده‌اند. در این دسته‌بندی هر نمونه‌ای از گزاره‌های همگون را می‌توان به کار برد.

تعداد زیادی از بیان‌ها را از منابع مختلف بیانی انتخاب کرده و در دسته‌بندی کیویی قرار می‌دهند. در این پژوهش متخصصان و فارغ‌التحصیلان در زمینه پدافند غیرعامل، بهداشت و درمان و استادان دانشگاه در نظرسنجی مشارکت داده شده‌اند. تعداد این افراد با استفاده از روش کوکران، برابر با ۱۴ نفر در نظر گرفته شده است که به دلیل پرنسندن پرسشنامه توسط یکی از متخصصان، این تعداد ۱۳ نفر منظور شدند. در ادامه به طراحی نمودار مرتب‌سازی گزاره‌های کیو می‌پردازیم. این نمودار از کم‌اهمیت‌ترین تا پراهمیت‌ترین حالت، تقسیم‌بندی شده است که با توجه به نمودار ۷ طیفی کیو، هر چه عدد میانگین یک گزاره به عدد ۷ بیشتر باشد، نشان‌دهنده گرایش بیشتر به آن گزاره است و برعکس.



شکل ۷: نمودار مرتب‌سازی گزاره‌ها در روش کیو

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۰

دارای معنا و مفهوم یکسان در دستور کار قرار گرفت. طی این مرحله جملاتی که دارای معنا و مفهوم یکسانی بودند، تلفیق داده شدند که در نتیجه ۱۳ جمله استخراج شد. این جملات در جدول ۲ قابل مشاهده هستند. این گزاره‌ها به عنوان نمونه کیو معرف فضای گفتمان مطلوبیت مکان نهایی انتخاب شده در منطقه ۴ تهران در محدوده لویزان، مبنای اجرای روش کیو در مراحل بعدی واقع شده‌اند.

در این پژوهش در مجموع حدود ۲۰۷ صفحه متن از مقالات و کتب علمی، سخنرانی، مصاحبه و گفتگو، مقاله خبری، گزارش و... به دست آمد. در گام دوم از فرایند خلاصه‌سازی داده‌ها از روش کدگذاری جمله‌به‌جمله داده‌های متنی بهره‌گیری شد؛ البته اکثر گزاره‌ها با توجه به شاخص‌های مؤثر در مطلوبیت مکان‌یابی که پیشتر در روش ANP به کار گرفته شده است، انتخاب شده‌اند. در این چارچوب جملات نامرتب با موضوع حذف شد. در گام سوم دسته‌بندی جملات

جدول ۲: گزاره‌های استخراج‌شده

فاصله کافی از سایر مراکز بهداشتی- درمانی و بیمارستان‌ها
فاصله کافی از مراکز و پایگاه‌های نظامی
فاصله کافی از مراکز آموزشی
نزدیکی به راه‌های ارتباطی اصلی
نزدیکی به مراکز پرتراکم جمعیتی
فاصله کافی از مراکز صنعتی و منابع آلودگی
فاصله کافی از فرودگاه‌ها
فاصله کافی از پایانه‌های قطار، اتوبوس و کامیون
فاصله کافی از ورزشگاه‌ها
نزدیکی به فضای سبز
فاصله کافی از ایستگاه‌ها و دکل‌های مخابراتی، رادیویی و تلویزیونی
فاصله کافی از پمپ بنزین و سایر مراکز مشابه
فاصله کافی از کلانتری پلیس و نیروی انتظامی

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۰

در ادامه به مرتب‌سازی و دسته‌بندی افراد مشارکت‌کننده وضعیت عبور و مرور به منطقه ۴ و سکونت در این براساس متغیرهای سن، تخصص و شغل و همچنین منطقه می‌پردازیم.

جدول ۳: دسته‌بندی مشارکت‌کنندگان براساس متغیرهای سن، تخصص و شغل،

وضعیت عبور و مرور و وضعیت سکونت در این منطقه

متغیر	طبقه‌بندی متغیر	تعداد	درصد
سن	۳۰-۲۵	۴	۳۰,۷۶
	۴۵-۳۰	۳	۲۳,۰۷
	۵۰-۴۵	۳	۲۳,۰۷
	بیشتر از ۵۰ سال	۳	۲۳,۰۷
تخصص/شغل	بهداشت-درمان	۵	۳۸,۴۶
	پدافند غیرعامل	۵	۳۸,۴۶
	استاد دانشگاه	۳	۲۳,۰۷
وضعیت عبور و مرور به منطقه ۴	عبور و مرور دارد	۷	۵۳,۸۴
	عبور و مرور ندارد	۶	۴۶,۱۵
سکونت در منطقه ۴	ساکن منطقه	۶	۴۶,۱۵
	عدم سکونت در منطقه	۷	۵۳,۸۴

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۰

داده‌های موردنظر برای تحلیل عاملی مناسب هستند. با توجه به اینکه در این پژوهش عدد حاصل بیشتر از ۰٫۵ بوده است و همچنین با توجه به مقدار سطح معناداری (سطح معناداری حاصل از آزمون بارتلت صفر به دست آمد) به این نتیجه می‌رسیم که داده‌های موردنظر برای نمونه‌گیری مناسب هستند. برای شناسایی الگوهای ذهنی مشارکت‌کنندگان، تحلیل عاملی به شیوه اکتشافی و با استفاده از ماتریس همبستگی انجام شد. این ماتریس، ماتریسی متقارن با سطر و ستون برابر است و عناصر روی قطر اصلی همگی یک هستند. اشتراکات یک‌متغیر، مربع همبستگی چندگانه برای متغیر مربوط با استفاده از عامل هاست؛ بنابراین نسبتی از واریانس آزمون موردنظر است که توسط عامل‌های مشترک استخراج شده در تحلیل عاملی برآورد می‌شود. با توجه به مقادیر ویژه انتظار داریم ۵ عامل استخراج شود؛ چون آن‌ها دارای مقادیر ویژه بزرگ‌تر از یک هستند. اگر پنج عامل استخراج شود، حدود ۸۳ درصد از واریانس بیان خواهد شد. نمودار سنگریزه، مقادیر ویژه را برای هر عامل نشان می‌دهد.

این افراد با توجه به تخصص و شغل، در ۳ خوشه بهداشت و درمان (۵ نفر)، پدافند غیرعامل (۵ نفر) و استاد دانشگاه (۳ نفر) در نظر گرفته می‌شوند و با استفاده از تحلیل عاملی اکتشافی، عامل‌های نهایی استخراج می‌شود. این عامل‌ها نشان‌دهنده خلاصه‌ای از گزاره‌های مطلوبیت در زمینه بیمارستان قلب مکان‌یابی شده هستند.

پس از پایان مرتب‌سازی، برای تحلیل داده‌ها، ماتریس داده‌ها در نرم‌افزار SPSS تشکیل و براساس منطق روش‌شناسی کیو از روش تحلیل عاملی بهره‌گیری شد. در گام نخست برای تشخیص مناسب بودن داده‌ها برای انجام تحلیل عاملی، از شاخص KMO و آزمون بارتلت استفاده شد. این شاخص برای کفایت نمونه‌گیری استفاده می‌شود؛ به طوری که کوچک بودن همبستگی جزئی بین متغیرها را بررسی و مشخص می‌کند که آیا واریانس متغیرهای تحقیق، تحت تأثیر واریانس مشترک برخی عامل‌های پنهان و اساسی قرار دارند یا خیر. مقدار این شاخص در بین دامنه صفر تا یک متغیر است. اگر مقدار شاخص نزدیک به یک باشد (حداقل ۰٫۵)

جدول ۴: جدول دسته‌بندی متخصصان در هر عامل

مشارکت‌کنندگان	عامل‌ها				
	۱	۲	۳	۴	۵
اول	.689	-.515	.157	.055	۰.080
دوم	-.034	.472	.703	.267	۰.304
سوم	.643	.364	-.012	-.436	-.356
چهارم	.416	-.414	.400	.587	-.207
پنجم	.615	-.545	-.021	-.064	.502
ششم	.206	-.520	.441	.258	-.317
هفتم	.658	.482	.173	-.108	-.122
هشتم	.305	.237	.585	-.448	.413
نهم	.714	.126	-.328	-.058	-.339
دهم	.414	-.049	-.622	.458	.316
یازدهم	-.164	.786	.170	.496	-.178
دوازدهم	.391	.688	-.311	.287	.323
سیزدهم	.855	.178	.033	.026	-.074

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۰

همان‌طور که جدول ۴ نشان می‌دهد، براساس بارهای عاملی محاسبه‌شده، شش عامل یا دیدگاه مشاهده می‌شود؛ به‌طوری‌که ۵۳٫۸۴ درصد از مشارکت‌کنندگان در دیدگاه گروه ۱، ۱۵٫۳۸ درصد در دیدگاه گروه ۲، ۱۵٫۳۸ درصد در دیدگاه گروه ۳، ۷٫۶۹ درصد در دیدگاه گروه ۴ و ۷٫۶۹ درصد در دیدگاه گروه ۵ جای می‌گیرند.

جدول ۵: ماتریس مؤلفه‌های تحلیل عاملی بعد از دوران

	امتیازهای عاملی گزاره‌های مرتبط با مطلوبیت مکان استخراج‌شده				
	1	2	3	4	5
فاصله کافی از سایر مراکز بهداشتی-درمانی و بیمارستان‌ها	-.313	.830	-.132	-.020	-.091
فاصله کافی از مراکز و پایگاه‌های نظامی	-.063	.383	-.063	.883	-.101
فاصله کافی از مراکز آموزشی	.521	.729	.016	.234	.167
نزدیکی به راه‌های ارتباطی اصلی	.028	.214	.467	-.067	-.681
نزدیکی به مراکز پرتراکم جمعیتی	.084	.105	.185	-.036	.879
فاصله کافی از مراکز صنعتی و منابع آلودگی	-.041	-.122	.878	.086	-.015
فاصله کافی از فرودگاه‌ها	.722	-.171	.564	-.097	.148
فاصله کافی از پایانه‌های قطار، اتوبوس و کامیون	.273	-.428	.177	.777	.149
فاصله کافی از ورزشگاه‌ها	.758	-.065	.249	.374	-.208
نزدیکی به فضای سبز	.831	-.084	.280	.125	.160
فاصله کافی از ایستگاه‌ها و دکل‌های مخابراتی، رادیویی و تلویزیونی	.701	-.454	.196	.178	-.401
فاصله کافی از پمپ بنزین و سایر مراکز مشابه	.902	.119	-.253	.015	.175
فاصله کافی از کلانتری پلیس و نیروی انتظامی	.932	-.069	-.285	-.104	-.049

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۰

این خروجی ماتریس چرخیده‌شده اجزا را نشان می‌دهد که شامل بارهای عاملی هریک از متغیرها در چهار عامل باقی‌مانده پس از چرخش است. هر چقدر مقدار قدر مطلق این ضرایب بیشتر باشد، عامل مربوط نقش بیشتری در کل تغییرات (واریانس) متغیر موردنظر دارد؛ در جدول ۵، پنج عامل و دیدگاه از گزاره‌های مرتبط استخراج شده‌اند که در زیر به بیان آن‌ها می‌پردازیم:

این خروجی ماتریس چرخیده‌شده اجزا را نشان می‌دهد که شامل بارهای عاملی هریک از متغیرها در چهار عامل باقی‌مانده پس از چرخش است. هر چقدر مقدار قدر مطلق این ضرایب بیشتر باشد، عامل مربوط

جدول ۶: گزاره‌های دارای امتیاز عاملی در دیدگاه اول

امتیاز عاملی	گزاره
۰,۷۲۲	فاصله کافی از فرودگاه‌ها
۰,۷۵۸	فاصله کافی از ورزشگاه‌ها
۰,۸۳۱	نزدیکی به فضای سبز
۰,۷۰۱	فاصله کافی از ایستگاه‌ها و دکل‌های مخابراتی، رادیویی و تلویزیونی
۰,۹۰۲	فاصله کافی از پمپ بنزین و سایر مراکز مشابه
۰,۹۳۲	فاصله کافی از کلانتری پلیس و نیروی انتظامی

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۰

جدول ۷: گزاره‌های دارای امتیاز عاملی در دیدگاه دوم

امتیاز عاملی	گزاره
۰,۸۳۰	فاصله کافی از سایر مراکز بهداشتی-درمانی و بیمارستان‌ها
۰,۷۲۹	فاصله کافی از مراکز آموزشی

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۰

جدول ۸: گزاره‌های دارای امتیاز عاملی در دیدگاه سوم

امتیاز عاملی	گزاره
۰,۸۷۸	فاصله کافی از مراکز صنعتی و منابع آلودگی

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۰

جدول ۹: گزاره‌های دارای امتیاز عاملی در دیدگاه چهارم

امتیاز عاملی	گزاره
۰,۸۸۳	فاصله کافی از مراکز و پایگاه‌های نظامی
۰,۷۷۷	فاصله کافی از پایانه‌های قطار، اتوبوس و کامیون

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۰

جدول ۱۰: گزاره‌های دارای امتیاز عاملی در دیدگاه پنجم

امتیاز عاملی	گزاره
۰,۶۸۱	نزدیکی به راه‌های ارتباطی اصلی
۰,۸۷۹	نزدیکی به مراکز پرتراکم جمعیتی

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۰

جدول ۱۱: خلاصه‌سازی و مرتب‌سازی گزاره‌های مطلوبیت در قالب ۵ دیدگاه

دیدگاه ۱	مطلوبیت فاصله از فرودگاه‌ها، ورزشگاه‌ها، فضای سبز، دکل‌های مخابراتی، رادیویی، تلویزیونی، پمپ بنزین و مراکز مشابه و کلانتری‌های پلیس و نیروی انتظامی
دیدگاه ۲	مطلوبیت فاصله از سایر مراکز بهداشتی-درمانی و بیمارستان‌ها و همچنین فضاهای آموزشی
دیدگاه ۳	مطلوبیت از نظر فاصله از مراکز صنعتی و منابع آلودگی
دیدگاه ۴	مطلوبیت فاصله از مراکز نظامی و پایانه‌های اتوبوس و...
دیدگاه ۵	مطلوبیت فاصله از راه‌های ارتباطی اصلی و مراکز پرتراکم جمعیتی

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۰

## نتیجه

توزیع عادلانه و بهینه امکانات بهداشتی- درمانی، یکی از دغدغه‌های اصلی یک مدیر هوشمند است. در تهران بسیاری از مراکز بیمارستانی دارای پراکنش نامناسب هستند و فضاها و مکان‌های زیادی از شهر وجود دارند که در شعاع دسترسی به هیچ بیمارستانی قرار ندارند و در مناطقی از مرکز شهر نیز شعاع‌های دسترسی همپوشانی دارند. یکی از مهم‌ترین مراحل در فرایند برنامه‌ریزی، مرحله ارزیابی و انتخاب مناسب‌ترین گزینه است. در این پژوهش از معیارهای سازگاری، مطلوبیت و ظرفیت برای ارزیابی نحوه توزیع بیمارستان‌های منطقه ۴ استفاده شده است. ضرورت و اهمیت نحوه توزیع فضاهای بهداشتی- درمانی برای سهولت دسترسی و آرامش شهروندان و رعایت استانداردها با توجه به رعایت معیارهای ارزیابی، سبب شده است تا محققان با تکنیک وزن دهی ANP، با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و با الگوریتم رقابت استعماری (ICA) به بررسی نحوه توزیع فضاهای بهداشتی- درمانی و مکان‌یابی بهینه این فضاها در منطقه ۴ شهر تهران بپردازند. در پایان با استفاده از روش کیو و پرسش از متخصصان گزاره‌های مربوط به مطلوبیت مکان انتخاب‌شده در ۵ عامل خلاصه شده است. این تحقیق از نوع تحقیق توصیفی- تحلیلی بوده که در آن به مقایسه و ارزشیابی اطلاعات جمع‌آوری‌شده با استانداردهای موجود پرداخته شده است. روش جمع‌آوری اطلاعات در آن روش میدانی و کتابخانه‌ای است. در ادامه با در نظر گرفتن هر یک از نقاط مشخص شده به‌عنوان یک‌امپراطوری و پیاده‌سازی الگوریتم ICA در نرم‌افزار متلب، مناسب‌ترین منطقه برای احداث بیمارستان استخراج شده است. در این قسمت مشاهده شد که طی الگوریتم رقابت استعماری کشورهای ضعیف‌تر یعنی منطقه ۴ و ۵ حذف شد. از آنجایی که الگوریتم برحسب تابع هزینه (Cost) است، امپراطوری شماره ۱ با کمترین TotalCost

امپراطوری برتر است. بنابراین محدوده منطقه برگزیده یا همان منطقه مربوط به امپراطوری شماره ۱ مشخص خواهد شد. (تقاطع اتوبان امام علی (ع) و اتوبان شهید زین الدین) همچنین در روش ویژگی‌های استخراج‌شده در رابطه با مطلوبیت مکان مشخص‌شده در قالب عامل‌هایی با استفاده از روش کیو و نرم‌افزار SPSS خلاصه‌سازی شده است. این عامل‌ها ترتیب و میزان مطلوبیت شاخص‌های مؤثر در مکان‌یابی برای محدوده مشخص‌شده را بیان می‌کند.

## پیشنهادها

با توجه به تجربیات تحقیق، پیشنهادهایی مطرح می‌شود؛ از جمله اینکه در صدور مجوز تأسیس فضای بهداشتی- درمانی به‌خصوص بیمارستان‌ها، در بحث مکان‌یابی صحیح، سخت‌گیرانه‌تر عمل کرده و به سهولت دسترسی، تراکم منطقه و کاربری‌های مزاحم توجه شود. همچنین با توجه به اصل همجواری کاربری‌ها و اصل سازگاری موقعیت مکانی کاربری‌های در نظر گرفته‌شده، از ساخت مراکز درمانی در کنار کاربری‌های مزاحم (صنایع، مراکز نظامی، مراکز آلودگی‌زای صوتی و زیست‌محیطی و...) جلوگیری به عمل آید. پیشنهاد می‌شود متولیان احداث فضاهای بهداشتی- درمانی، در زمینه رعایت استانداردهای مکان‌یابی این گونه فضاها، مطالعه کافی داشته باشند تا از هدر رفتن هزینه‌های سنگین جلوگیری به عمل آید. بهتر است ارگان‌های مختلف (شهرداری، آموزش و پرورش و...) برای احداث فضاهای جدید هماهنگ باشند تا شاهد احداث دو بیمارستان در مجاور هم نباشیم. با توجه به اینکه هر یک از کاربری‌های شهری متناسب با شرایط استفاده‌کنندگان نیازمند شبکه ارتباطی خاصی هستند، توجه به این مهم برای سهولت دسترسی و آرامش کاربران این مراکز صورت پذیرد. پیشنهاد می‌گردد بعد از مشخص کردن محل مناسب برای احداث مرکز

شود. همچنین به منظور سهولت در دستیابی به اطلاعات مربوط به مراکز بهداشتی- درمانی، تأسیس دفتری با عنوان آمار، اطلاعات و GIS و همچنین قراردادن اطلاعات مراکز بهداشتی- درمانی به صورت یک بانک اطلاعات در محیط نرم‌افزار ArcGIS صورت پذیرد.

بهداشتی- درمانی جدید و استخراج نقشه‌های مکان‌یابی به شناخت محل موردنظر پرداخته شود و با انجام بازدیدهای محلی و با آگاهی کامل از مسائل و مشکلات انسانی و طبیعی منطقه و تحقیق درباره آخرین مسائل و مشکلات ایجادشده در محل، به احداث بیمارستان اقدام

## منابع

امینی‌ورکی، سعید؛ مهدی مدیری؛ فتح اله شمسایی زفرقندی؛ علی قنبری‌نسب (۱۳۹۳). شناسایی حاکم بر آسیب‌پذیری شهرها در برابر مخاطرات محیطی و استخراج مؤلفه‌های تأثیرگذار در آن با استفاده از روش کیو، فصلنامه علمی- پژوهشی مدیریت بحران. صفحات ۱۸-۵.

[شناسایی دیدگاه‌های حاکم بر آسیب‌پذیری شهرها در برابر مخاطرات محیطی و استخراج مؤلفه‌های تأثیرگذار در آن با استفاده از روش کیو \(joem.ir\)](http://joem.ir)

انجمن علمی پدافند غیرعامل کشور (۱۳۹۷). آنچه شهرداران باید از پدافند غیرعامل بدانند، تهران: انجمن علمی پدافند غیرعامل کشور.

[کتاب آنچه شهرداران باید از پدافند غیرعامل بدانند \(paydarymelli.ir\)](http://paydarymelli.ir)

برزویی، زهرا؛ ایوب تقی‌زاده؛ کاظم رنگ‌زن (۱۳۹۵). مکان‌یابی بیمارستان با استفاده از مقایسه ۲ روش تحلیل سلسله مراتبی فازی در شهر اهواز، فصلنامه علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی. سال شانزدهم. شماره ۵. صفحات ۷۸-۵۳.

[Magiran مکان‌یابی بیمارستان با استفاده از مقایسه ۲ روش تحلیل سلسله مراتبی فازی در شهر اهواز](#)

پارسای‌مقدم، مهدی؛ محمدحسین یزدانی؛ افشار سیدین؛ منوچهر پاشازاده (۱۳۹۵). مکان‌یابی بهینه بیمارستان‌های شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در شهر اردبیل، مجله دانشگاه علوم پزشکی اردبیل. دوره شانزدهم. شماره چهارم. صفحات ۳۸۸-۳۷۴.

<https://www.sid.ir/paper/59644/fa#downloadbottom>

جعفری، فاطمه؛ علی‌اکبر جمالی؛ سید علی المدرسی (۱۳۹۵). مکان‌یابی مراکز بهداشتی درمانی و بیمارستان با استفاده از توابع عضویت و همپوشانی فازی و مدل AHP در محیط GIS (مطالعه موردی: شهر بندرعباس)، فصلنامه مطالعات مدیریت شهری. سال ۸. شماره ۲۷. صفحات ۶۸-۵۵.

<https://www.sid.ir/paper/199248/fa>

حسینی، سید احمد؛ محسن احمدنژاد روشنی؛ مهدی مدیری؛ سعید آریش (۱۳۹۲). مکان‌یابی مراکز بیمارستانی با رویکرد پدافند غیرعامل با استفاده از رقابت استعماری (نمونه موردی: منطقه ۳ تهران)، مجله علمی پژوهشی جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای. سال یازدهم. شماره ۲۱.

[https://irangn.ir/article\\_view.php?rahgiri=1150659220652521](https://irangn.ir/article_view.php?rahgiri=1150659220652521)

دانایی‌فرد، حسن؛ سیدیعقوب حسینی؛ روزبه شیخها (۱۳۹۲). روش‌شناسی کیو: شالوده‌های نظری و چارچوب انجام پژوهش، تهران. صفار.

[روش‌شناسی-کیو: شالوده‌های-نظری-و-چارچوب-انجام-پژوهش | صفار | خانه کتاب و ادبیات ایران \(ketab.ir\)](http://ketab.ir)

زیاری، کرامت‌الله؛ سعید گیوه‌چی؛ محسن عادل (۱۳۹۶). بهینه‌سازی مکان استقرار ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر گرگان با استفاده از روش طبقه‌بندی و الگوریتم رقابت استعماری با رویکرد مدیریت بحران زلزله، مجله برنامه‌ریزی و آمایش فضا. دوره ۲۱. شماره ۳.

<http://ensani.ir/fa/article/download/۳۷۷۵۴۷>

ساریخانی، سعیده؛ داوود شیشه‌بری (۱۳۹۸). مسئله مکان‌یابی - مقاوم‌سازی بیمارستان‌ها با منابع محدود در شرایط بحران و ازکارافتادگی تسهیلات، فصلنامه مهندسی حمل‌ونقل. سال ۱۱. شماره اول. صفحات ۲۱۹-۱۹۹.

[مسئله مکان یابی مقاوم سازی بیمارستان ها با منابع محدود در شرایط بحران و ازکارافتادگی تسهیلات \(sinaweb.net\)](http://sinaweb.net)

سعادت‌تی، محمد؛ رامین رضاپور؛ جواد سجادی خسرقي (۱۴۰۰). وضعیت ایمنی واحد تصویربرداری بیمارستان‌ها، تصویر سلامت. صفحات ۱۱۲-۱۰۵.

<https://www.sid.ir/paper/۴۰۲۳۲۷/fa>

شجاییان، علی؛ مهدی مدیری؛ مرتضی امیدپور (۱۳۹۶). کاربرد مدل‌ها در علوم جغرافیایی، تهران. سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.

[کاربرد مدل‌ها در علوم جغرافیایی | سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح | خانه کتاب و ادبیات ایران \(ketab.ir\)](http://ketab.ir)

فلاحی، غلامرضا؛ نجمه تیموری (۱۳۹۵). مکان‌یابی مراکز درمانی با استفاده از تحلیل اطلاعات مکانی و تحلیل سلسله‌مراتبی، دومین کنفرانس ملی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی.

[مرکز منطقه ای اطلاع رسانی علوم و فناوری \(ricest.ac.ir\)](http://ricest.ac.ir)

عرفانیان‌خان‌زاده، حمید؛ رضا نجف‌بیگی؛ کرم الله دانش‌فرد (۱۳۹۴). مدیریت منابع انسانی الکترونیک ابزار تحول در بهره‌وری سازمان (ارائه مدل به روش کیو)، دوره ۸. شماره ۳۲. صفحات ۳۵-۷.

[مدیریت منابع انسانی الکترونیک ابزار تحول در بهره‌وری سازمان \(ارائه مدل به روش کیو\) \(ensani.ir\)](http://ensani.ir)

عزیزی، عباس؛ ناصر بیات؛ خلیل هلالی (۱۳۹۶). اثرات امنیتی اقامتگاه‌های گردشگری غیررسمی در شهر همدان: پژوهشی در چارچوب روش‌شناسی کیو، فصلنامه پژوهش‌های مدیریت انتظامی. دوره ۱۲. شماره ۴.

<https://www.sid.ir/paper/۵۰۶۵۶۸/fa>

مشمولی، یعقوب (۱۳۹۹). تحلیل توزیع فضایی و مکان‌گزینی بیمارستان با استفاده از GIS (مطالعه موردی: شهر اردبیل)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری. دانشکده ادبیات و علوم انسانی. دانشگاه محقق اردبیلی. صفحه ۱۳۶.

[گنج \(irandoc.ac.ir\)](http://irandoc.ac.ir)

معمودی، محمد (۱۳۹۹). بررسی و مکان‌یابی دسترسی شهروندان شهر شیروان به کاربری‌های درمانی، فصلنامه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. دوره ۲۰. شماره ۵۸. صفحات ۲۳۹-۲۱۹. [بررسی و مکان‌یابی دسترسی شهروندان شهر شیروان به کاربری‌های درمانی \(ensani.ir\)](http://ensani.ir)

[کاربری‌های درمانی \(ensani.ir\)](http://ensani.ir)

نیک‌رفتار، طیبه (۱۳۹۱). روش کیو و کاربرد آن در یک مطالعه موردی. انتشارات نگاه دانش. صفحات ۱۰۴-۱.

[روش کیو و کاربرد آن در یک مطالعه موردی طیبه نیک‌رفتار نشر نگاه دانش \(yektabook.com\)](http://yektabook.com)

وارثی، حمیدرضا؛ نسرین شریفی؛ محمد جاسم شاهسونی (۱۳۹۲). مکان‌یابی مراکز بهداشتی - درمانی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی.

[http://him.mui.ac.ir/article\\_۱۱۳۶۶.html](http://him.mui.ac.ir/article_۱۱۳۶۶.html)

کیانی، اکبر؛ فرضعلی سالاری سردری (۱۳۹۰). بررسی و ارزیابی اولویت‌های منظر فضاهای عمومی شهر عسلویه با استفاده از مدل ANP. فصلنامه علمی - پژوهشی باغ نظر، مرکز پژوهشی هنر معماری و شهرسازی. نظر. سال هشتم. شماره ۱۸.

[بررسی و ارزیابی اولویت‌های منظر فضاهای عمومی شهر عسلویه با استفاده از مدل ANP \(ensani.ir\)](http://ensani.ir)

## References

- Askari, R., Shafiee, M., Charrahi, Z., Almodarresi S.A and Afrazandeh, S.M. (2020). "Investigating the Level of Access to Hospital Medical Facilities Using the Geographical Information System (GIS) in Yazd, Iran, in 2019." *Journal of Community Health Research* 2020; 9(4): 241-255.  
<https://jhr.ssu.ac.ir/article-1-592-fa>
- Atashpaz-Gargari, E. & Lucas, C. (2007). "Imperialist Competitive Algorithm: An Algorithm for Optimization Inspired by Imperialist Competition", *IEEE Congress on Evolutionary Computation*, 4661-4667.  
[Imperialist competitive algorithm: An algorithm for optimization inspired by imperialistic competition | IEEE Conference Publication | IEEE Xplore](#)
- Bahrani, H., Abdechiri, M., Meybodi, M.R. (2012). "Imperialist Competitive Algorithm with Adaptive Colonies Movement". *I.J. Intelligent Systems and Applications*. 2, 49-57.  
[\(PDF\) Imperialist Competitive Algorithm with Adaptive Colonies Movement \(researchgate.net\)](#)
- ElKady, S. K., & Abdelsalam, H. M. (2016). A modified particle swarm optimization algorithm for solving capacitated maximal covering location problem in healthcare systems. In *Applications of Intelligent Optimization in Biology and Medicine* (117-133). Springer International Publishing.  
<https://www.springerprofessional.de/en/a-modified-particle-swarm-optimization-algorithm-for-solving-cap/2497758>
- Gerist, S and Maheri, M.R., (2019). Structural damage detection using imperialist competitive algorithm and damage function, *Applied Soft Computing Journal*.  
[Structural damage detection using imperialist competitive algorithm and damage function | Applied Soft Computing \(acm.org\)](#)
- Gul, m. and Guneri, A. F (2021). "Hospital Location Selection: A Systematic Literature Review on Methodologies and Applications. *Mathematical Problems in Engineering*. 17.  
[Hospital Location Selection: A Systematic Literature Review on Methodologies and Applications | Mathematical Problems in Engineering; 2021, 2021. | ProQuest Central \(bvshalud.org\)](#)
- Hall, J.P.(2004). Development of an implementation plan for a geographic information system: case of Lincoln County, University Plaza, USA. 267-275.  
[Development of an implementation plan for a geographic information system: case of Lincoln County | James P. Hall | download \(booksc.me\)](#)
- Zhang, W., Cao, K., Liu, S., & Huang, B. (2016). A multi-objective optimization approach for health-care facility location-allocation problems in highly developed cities such as Hong Kong. *Computers, Environment and Urban Systems*, 59, 220-230.  
<https://www.researchgate.net/publication/305494387>