

Research Paper

Evaluating Accessibility to Key Land Uses Based on Travel Mode

Abolghasem Sadeghi-Niaraki¹, Ali Rabipour², Mostafa Ghodousi^{3*}

1. Department of Computer Science and Engineering, and Convergence Engineering for Intelligent Drone, Sejong University, Seoul, South Korea.
- 2.M.A. Student in Geospatial Information System, Geoinformation Technology Center of Excellence, Faculty of Geodesy and Geomatics Engineering, KN Toosi University, Tehran, Iran
- 3.Ph.D. Student in Geospatial Information System, Geoinformation Technology Center of Excellence, Faculty of Geodesy and Geomatics Engineering, KN Toosi University, Tehran, Iran.

Received: 2022/9/22
Accepted: 2023/1/31

ABSTRACT

Today, due to the rapid growth in population, many problems have arisen such as a lack of, and improper spatial distribution of urban services. Therefore, the purpose of this research is to evaluate accessibility in Bojnourd city by considering key land uses with different travel modes. In this research, 6 key land uses have been identified and accessibility to three modes of travel on foot, bus, and taxi have been obtained for each of the land uses using the two-stage floating catchment area (2SFCA) method. Also, based on the usage of each travel mode, their relative weight is obtained. Then, the integrated accessibility for each land uses is obtained based on three travel modes. Also, using the DANP method, the weight of each land use was obtained and the integrated accessibility map was obtained using the weighted linear combination (WLC) method. Based on the weighing results, green spaces and educational land uses have been the most important. According to the final accessibility, the central and southern parts of the city and the township located in the east of the city have favorable accessibility whereas other areas have unfavorable accessibility. Based on the results, we can conclude that vertical spatial justice has not been observed in Bojnourd city; because the neighborhoods that do not have a good social and economic level, lack good level of accessibility.

Keywords:

Accessibility; Travel Mode; DANP; Weighted Linear Combination (WLC); Two-step Floating Catchment Area (2SFCA)

***Corresponding Author:** Ph.D. Student in Geospatial Information System, Geoinformation Technology Center of Excellence, Faculty of Geodesy and Geomatics Engineering, KN Toosi University, Tehran, Iran.

<http://dor.20.1001.1.16059689.1401.0.0.15.7>

<https://doi.10.2022/hmsp.26.4.5>

ORCID: 0000-0003-2837-5704

Mostafaghodosil@gmail.com

T

Extended Abstract**Introduction**

Today, due to the growth in population, many problems have arisen such as improper spatial distribution of urban services. Considering the structure of urban development and the variability of the coverage of different services in the city, the assessment of spatial justice in the city requires an examination of the accessibility to key land uses in the different city districts. This causes spatial justice to be evaluated more comprehensively. On the other hand, accessibility is always affected by the travel mode. Because using different city travel modes lead to different accessibility levels. Therefore, the purpose of this research is to evaluate accessibility in Bojnourd city by considering key land uses and different travel modes.

Methodology

This research begins with extracting and identifying key land uses. By specifying key land uses, their accessibility was calculated and information layers were prepared. Then the layers were standardized using fuzzy functions in order to be comparable. Also, based on the amount of the use of each travel mode, their relative weight was obtained and the integrated accessibility for each land use was obtained based on three travel modes with the two-stage floating catchment area (2SFCA) method. Also, using the DNAP method, the weight of each land uses was obtained and the integrated accessibility map was found using the weighted linear combination (WLC) method. Finally, the city districts are ranked according to the accessibility to services.

Results and discussion

In this research, 6 key land uses have been identified and accessibility to three modes of travel on foot, bus, and taxi have been obtained for each of the land uses through the two-stage floating catchment area (2SFCA) method. Based on the results of accessibility to each of the land uses, the central areas of Bojnourd city are in a favorable condition in terms of accessibility to cultural centers; because one of the most important cultural centers of the city, the cinema, is located there. In terms of accessibility to religious centers, the east, northwest, center, and south of Bojnourd city have good accessibility and it includes approximately 16% of the city. Other areas of Bojnourd, which include 84% of the city, are in an unfavorable situation and are among the less privileged areas. A part of the central and southern Bojnourd is in a favorable condition in terms of accessibility to medical centers, which includes 17.5% of the city. Other areas of the city are in an unfavorable situation in terms of accessibility to medical centers and are among the less privileged (82.5%). In terms of accessibility to sports centers, approximately 70% of the areas of Bojnourd city are among the less privileged, and these areas mostly include its eastern and western parts. Also, the northern and southern areas are at a favorable level in terms of accessibility to sports centers. In terms of accessibility to green space, only the eastern and southern parts of Bojnourd city are in favorable condition, which includes 15% of the total area. Other areas of Bojnourd city, including its northeastern, northern, and northwestern parts, are among the less privileged in terms of accessibility. Accessibility in the city center has also been favorable for educational land use; but in the suburbs, accessibility has been unfavorable. Based on the weighing results, green spaces and educational land uses have been the most important. According to the final accessibility, the central and southern parts of the city and the town located in the east have favorable accessibility and other areas have unfavorable accessibility.

Conclusion

Based on the results of this research, we can conclude that vertical spatial justice has not been observed in Bojnourd city; because neighborhoods lacking good social and economic levels do not have a good accessibility. In this regard, measures that urban planners should adopt are to obtain the level of economic and social characteristics of each neighborhood of the city based on the socio-economic index, and the neighborhoods that have a lower level of the economic and social index can be prioritized. It can also be concluded that, in general, the level of accessibility by bus is lower than the level of accessibility by car. Also, the proposed model in this research, by specifying the service area according to the mode of travel, provides the possibility of examining different ways of traveling to access services.

ارزیابی دسترسی به کاربری‌های کلیدی براساس حالت سفر

ابوالقاسم صادقی نیارکی^۱، علی ربیع پور^۲، مصطفی قدوسی^{۳*}

۱. دکتری تخصصی نقشه‌برداری سیستم اطلاعات مکانی، دانشکده علوم کامپیوتر و مهندسی، دانشگاه سجونگ، کره جنوبی.
۲. دانشجوی کارشناسی‌ارشد نقشه‌برداری سیستم اطلاعات مکانی، دانشکده نقشه‌برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران.
۳. دکتری تخصصی نقشه‌برداری سیستم اطلاعات مکانی، دانشکده نقشه‌برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران.

چکیده

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۶/۳۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۱

به سبب رشد پرشتاب جمعیت، مشکلاتی مانند کمبود و عدم توزیع فضایی مناسب خدمات شهری به وجود آمده است. از این رو در این تحقیق هدف ارزیابی دسترسی در شهر بجنورد با در نظر گرفتن کاربری‌های کلیدی و با حالات سفر مختلف است. در این راستا در این تحقیق شش کاربری کلیدی شناسایی شده و دسترسی به سه حالت سفر پیاده، اتوبوس و تاکسی برای هر یک از کاربری‌ها با استفاده از روش حوزه نفوذ شناور دومرحله‌ای به دست آمده است. همچنین براساس میزان استفاده از هر کدام از حالت سفر، وزن نسبی آن‌ها و دسترسی تلفیق‌یافته برای هر کاربری براساس سه حالت سفر به دست آمده است. همچنین با استفاده از روش دنپ، وزن هر کدام از کاربری‌ها و نقشه دسترسی تلفیق‌یافته با استفاده از روش ترکیب خطی وزن‌دار، به دست آمده است. براساس نتایج وزن‌دهی، کاربری‌های فضای سبز و آموزشی بیشترین اهمیت را داشته‌اند. براساس دسترسی نهایی قسمت مرکزی و جنوب شهر و شهرک واقع در شرق شهر دسترسی مطلوب و سایر مناطق شهر، دسترسی نامطلوب داشته‌اند. براساس نتایج این تحقیق می‌توان نتیجه‌گیری کرد عدالت فضایی عمودی در شهر بجنورد رعایت نشده است، زیرا محلاتی که از سطح اجتماعی و اقتصادی مناسبی برخوردار نیستند، از سطح دسترسی مطلوبی نیز برخوردار نیستند.

دسترس، حالت سفر، دنپ، ترکیب خطی وزن‌دار، حوزه نفوذ شناور دومرحله‌ای.

واژگان کلیدی:

E-mail: Mostafaghodosi1@gmail.com

*نویسنده مسئول:

۱. مقدمه

یکی از مسائلی که باید در خدمات شهری به آن توجه شود، عدالت فضایی در توزیع خدمات است. عدالت فضایی طبق ایده‌ای که از عدالت اجتماعی گرفته شده است، به این معناست که باید با ساکنان در هر جایی که زندگی می‌کنند، به طور برابر رفتار شود. دسترسی عادلانه به زمین و استفاده بهینه از آن از مؤلفه‌های اصلی در توسعه پایدار و عدالت اجتماعی به‌شمار می‌رود. بنابراین باید بررسی شود که آیا تمامی افراد جامعه دسترسی یکسان به خدمات دارند و آیا در توزیع فضایی آن‌ها عدالت رعایت شده است. توسعه فضاهای خدماتی هماهنگ با رشد شتابان جمعیت و توسعه فیزیکی شهرها نبوده و در نهایت رشد جمعیت از سطوح فضاهای خدماتی پیشی گرفته که این خود به گسیختگی ساختار فضایی و کالبدی اکثر شهرهای کشور منجر شده است. خدمات شهری نقشی اساسی در پایداری اجتماعی شهروندان ایفا می‌کنند. ارائه مناسب خدمات شهری موجب افزایش کیفیت زندگی شهری خواهد شد (Tsou et al., 2005: 2).

با توجه به ساختار توسعه شهری و متغیر بودن پوشش خدمات مختلف در سطح یک شهر، ارزیابی عدالت فضایی در سطح یک شهر، نیازمند بررسی سطح دسترسی به کاربری‌های کلیدی در سطح نواحی شهر است. این امر سبب می‌شود عدالت فضایی جامع‌تر و همه‌جانبه مورد ارزیابی قرار گیرد. درحالی‌که در بیشتر تحقیقات صورت‌گرفته تاکنون همواره یک کاربری مورد بحث و ارزیابی قرار گرفته است. درحالی‌که کاربری‌های مختلف سطوح دسترسی می‌توانند داشته باشند (Lotfi et al., 2009: 4).

از طرفی دسترسی همواره تحت تأثیر حالت سفر قرار دارد، چراکه استفاده از حالت سفرهای مختلف به منظور انجام سفرهای شهری به سطوح دسترسی مختلف منجر می‌شود (Kelobonye et al., 2020: 16). مسئله مهمی که در تحلیل دسترسی به خدمات شهری وجود دارد در نظر گرفتن حالت‌های مختلف سفر در دسترسی به خدمات و در نظر گرفتن چندین خدمات کلیدی به صورت یکپارچه است. از این رو در این تحقیق به ارزیابی دسترسی در سطح محلات مختلف شهر بجنورد با در نظر گرفتن خدمات مختلف و با حالت سفر متعدد است.

در این راستا در این تحقیق شش کاربری کلیدی شناسایی شده و دسترسی به سه حالت سفر پیاده، اتوبوس و تاکسی برای هر یک از کاربری‌ها با استفاده از روش حوزه نفوذ شناور دو مرحله‌ای به دست آمده است. همچنین براساس میزان استفاده از هر کدام از حالت سفر، وزن نسبی آن‌ها و دسترسی تلفیق‌یافته برای هر کاربری براساس سه حالت سفر به دست آمده است. همچنین با استفاده از روش دنپ، وزن دسترسی به هر کدام از کاربری‌ها و در نهایت نقشه دسترسی تلفیق‌یافته با استفاده از روش ترکیب خطی وزن‌دار، به دست آمده است. در پایان براساس امتیازی که هر کدام از محلات شهر بجنورد از لحاظ دسترسی کسب کرده‌اند، رتبه‌بندی شده‌اند.

فصلنامه برنامه‌ریزی و آمایش فضا

۲. پیشینه تحقیق

پیشینه تحقیقات مرتبط با تحقیق پیشنهادی در دو دسته ارائه شده است. دسته اول تحقیقات به مطالعه عدالت فضایی و نقش حالت سفر در عدالت فضایی پرداخته‌اند. دسته دوم مربوط به تحقیقاتی است که در بررسی عدالت فضایی چندین کاربری مختلف را در نظر گرفته‌اند.

۲-۱. مطالعات مرتبط با حالت سفر در ارزیابی عدالت فضایی

به‌طور کلی این تحقیقات دسترسی به کاربری‌های مختلف را تحت تأثیر سفر باحالت‌های مختلف سفر بررسی و مناطق محروم در استفاده از هر کدام رو شناسایی کرده‌اند. دونی^۱ و همکاران (2015) با توسعه مدل حوزه شناور با عرض متغیر^۲ دسترسی به پارک‌ها را با استفاده از مدل حوزه نفوذ شناور دومرحله‌ای^۳ برای چهار حالت سفر دوچرخه، خودرو شخصی، حمل‌ونقل عمومی و پیاده‌روی ارزیابی کردند. نویسندگان در تحقیق مذکور برای محاسبه دسترسی علاوه بر فاصله مکانی، دو پارامتر دیگر شامل ابعاد پارک و تعداد تجهیزات آن را به‌عنوان پارامتر جذابیت پارک در نظر گرفتند. نتایج تحقیق مذکور حاکی از آن بوده است که به‌طور کلی سطح دسترسی پیاده به پارک‌ها در سطح شهر پایین است. همچنین در مناطق حومه شهر دسترسی به پارک‌های بزرگ بهتر است؛ درحالی‌که سطح دسترسی به پارک‌های با تجهیزات بیشتر در مناطق مرکزی شهر بیشتر است. همچنین لنگفورد^۴ و همکاران (2016) با توسعه مدل حوزه نفوذ شناور دومرحله‌ای سعی در افزایش پیچیدگی آن با در نظر گرفتن دو حالت سفر خودرو و اتوبوس با شبکه اختصاصی خود داشته‌اند. برای این منظور آن‌ها دسترسی برای هر نقطه تقاضا را به‌صورت جداگانه برای هر حالت سفر محاسبه کرده‌اند. نتایج این تحقیق نشان دادند به‌طور کلی سطح دسترسی با اتوبوس بسیار پایین‌تر از سطح دسترسی با خودرو است.

هو^۵ و همکاران (2019) دسترسی به خانه‌های سالمندان را در سه حالت سفر پیاده، خودرو شخصی و اتوبوس مورد بررسی قرار دادند. این تحقیق از مدل پتانسیل جاذبه^۶ برای محاسبه شاخص عدالت فضایی استفاده کرده است. برای این منظور محدوده سرویس‌دهی هر خانه سالمندان را در هر حالت سفر ذکر شده در سه سناریوی ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه محاسبه کرده‌اند. نتایج این تحقیق نشان دادند که حالت سفر تأثیر قابل توجهی بر عدالت فضایی دارد. همچنین از نظر مکانی عدالت فضایی متناسب با حالت سفر تغییر می‌کند. همچنین مناطق حاشیه شهر از سایر مناطق شهری از دسترسی کم‌تری برخوردارند. چن^۷ و همکاران (2019) به بررسی تفاوت مکانی دسترسی به بیمارستان‌ها پرداختند. در تحقیق مذکور دسترسی به بیمارستان‌ها در شهر ووهان چین با استفاده از دو روش ساده و جاذبه انجام و مقایسه شد. از مدل تحلیل واریانس^۸ برای تشخیص تفاوت مکانی بین گروه‌ها استفاده شد. نتایج تحقیق مذکور حاکی از آن بوده است که

1. Dony
2. Variable-Width Floating Catchment Area (VFCA)
3. Two-step Floating Catchment Area (2SFCA)
4. Langford
5. Hu
6. Gravitational Potential Model
7. Chen
8. Analysis of variance (ANOVA)

فصلنامه برنامه‌ریزی و آمایش فضا

مدل گرانش می‌تواند اطلاعات پنهان‌تری از توزیع مراکز پزشکی را تشخیص دهد. چانگ^۱ و همکاران (2019) به بررسی حمل‌ونقل عمومی و دسترسی مکانی به پارک‌ها پرداختند. در تحقیق مذکور برای محاسبه دسترسی به پارک‌های شهری در مناطق مختلف از مدل جاذبه مبتنی بر روش‌های مختلف حمل‌ونقل استفاده شد. برای بررسی عوامل مؤثر بر عدالت فضایی، مکان‌های مسکونی با استفاده از رگرسیون موردبررسی قرار گرفت. نتایج تحقیق مذکور حاکی از آن بوده است که نابرابری مکانی به تفاوت در دسترسی و اتصال حمل‌ونقل عمومی مکان‌های مسکونی به پارک‌ها مربوط می‌شود. ما^۲ و همکاران (2019) به بررسی دسترسی به امکانات مراقبت بهداشتی مبتنی بر حمل‌ونقل عمومی و خودروی شخصی در شهر ووهان چین پرداختند. در تحقیق مذکور برای محاسبه دسترسی از روش حوزه شناور سه مرحله‌ای استفاده شد. سه طبقه از مراکز درمانی موردبررسی قرار گرفت و از طریق تجزیه و تحلیل هم‌زمان دسترسی به امکانات و تراکم جمعیت، تفاوت بین عرضه و تقاضا آشکار شد. نتایج تحقیق مذکور حاکی از آن بوده است که بیش از نیمی از جوامع دارای سطوح دسترسی هستند که متناسب با اندازه جمعیت آن‌ها نیست. حالت‌های سفر، زمان سفر و فاصله سفر با استفاده از خودروی شخصی کوتاه‌تر از حمل‌ونقل عمومی محاسبه شده است. مناطق با دسترسی بیشتر، در نزدیکی یک مرکز خدمات درمانی متمرکز شده‌اند. در تحقیقی دیگر کلوبونیه^۳ و همکاران (2019) دسترسی به چهار کاربری را با استفاده از دو حالت سفر خودرو شخصی و اتوبوس مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها برای اندازه‌گیری دسترسی از مدل گزینه مبنا^۴ استفاده کرده‌اند. در حالت کلی نتایج این تحقیق نشان دادند که سطح دسترسی با اتوبوس از سطح دسترسی با خودرو شخصی بسیار ضعیف‌تر بوده و قابل رقابت با یکدیگر نیستند.

۲-۲. مطالعات مرتبط با بررسی چندکاربری در ارزیابی عدالت فضایی

دسته سوم تحقیقات مربوط به تحقیقاتی است که در بررسی عدالت فضایی چندین کاربری مختلف را در نظر گرفته‌اند. تسو^۵ و همکاران (2005) به ارزیابی دسترسی به خدمات عمومی پرداختند. در تحقیق مذکور از شاخص خودم‌بستگی مکانی موران برای ارزیابی میزان خودم‌بستگی در دسترسی به هر کدام از کاربری‌ها و از شاخص موران محلی برای شناسایی مکان خوشه‌ها استفاده شده است. همچنین از روش وزن‌دهی ساده برای ترکیب دسترسی به هر کاربری و ارزیابی دسترسی نهایی استفاده شده است. نتایج تحقیق مذکور حاکی از آن بوده است که تفاوت معناداری در سطح دسترسی به خدمات عمومی وجود داشته است. لطفی و کوهساری (2009) به ارزیابی دسترسی به خدمات عمومی در شهر تهران پرداختند. در تحقیق مذکور از روش فاصله اقلیدسی برای محاسبه دسترسی استفاده شده و حد آستانه‌ها به صورت فازی تعریف شده است. نتایج تحقیق مذکور حاکی از آن بوده است که فرض این‌که مناطق محروم دسترسی پایین‌تری به خدمات

1. Chang
2. Ma
3. Kelobonye
4. Opportunity Based
5. Tsou

فصلنامه برنامه‌ریزی و آمایش فضا

عمومی داشته‌اند، نادرست بوده است. در تحقیقی دیگر کلوبونیه و همکاران (2019) دسترسی به چهار کاربری تجاری، آموزشی، اداری و درمانی با استفاده از دو حالت سفر خودرو شخصی و اتوبوس مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها برای اندازه‌گیری دسترسی از مدل گزینه مبنا استفاده کرده‌اند. نتایج این تحقیق نشان دادند که کاربری اداری بیشترین دسترسی را نسبت به سایر کاربری‌ها دارد. همچنین کاربری‌های آموزشی و تجاری نیز دارای بالاترین سطح عدالت فضایی نسبت به سایر کاربری‌ها هستند. از طرفی مناطق حاشیه شهر از سطح عدالت فضایی کم‌تری نسبت به سایر مناطق شهری برخوردارند.

آشیک^۱ و همکاران (2020) به تلفیق دسترسی مکانی و غیرمکانی به خدمات شهری پرداختند. در تحقیق مذکور از حوزه نفوذ شناور دومرحله‌ای برای ارزیابی دسترسی به خدمات شهری استفاده شده است. با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی به دسترسی به هر خدمات وزن تخصیص داده شده است و در نهایت براساس اوزان تجمیع شده‌اند. دسترسی غیرمکانی براساس شاخص نیاز اجتماعی^۲ و شاخص نیاز جمعیتی^۳ تعریف شده است. نتایج تحقیق مذکور حاکی از آن بوده است که عدالت فضایی در دسترسی به خدمات شهری رعایت نشده است. همچنین مناطق با شاخص نیاز جمعیتی و نیاز اجتماعی بالا، دسترسی کمی به خدمات شهری داشته‌اند. کلوبونیه و همکاران (2020) به ارزیابی دسترسی به خدمات شهری با در نظر گرفتن رقابت بین آن‌ها و بررسی عدالت فضایی در نظر گرفتند. در تحقیق مذکور از روش فرصت تجمعی برای ارزیابی دسترسی استفاده شده است و همچنین رقابت بین خدمات و زمان بازگشایی آن‌ها در نظر گرفته شده است. نتایج تحقیق مذکور حاکی از آن بوده است که با در نظر گرفتن رقابت، الگوی مکانی دسترسی تغییر کرده است. کوکالی^۴ و همکاران (2020) به ارزیابی دسترسی به خدمات شهری پرداختند. در تحقیق مذکور از فاصله شبکه برای ارزیابی دسترسی استفاده شده است و حد آستانه‌های مختلف را در نظر گرفته‌اند. نتایج تحقیق مذکور حاکی از آن بوده است با افزایش حد آستانه در نظر گرفته شده، بلوک‌های شهری بیشتری تحت پوشش قرار گرفته‌اند. لی^۵ و همکاران (2021) به ارزیابی دسترسی افقی و عمودی خدمات مختلف با حالت‌های سفر مختلف پرداختند. در تحقیق مذکور از روش حوزه نفوذ دو مرحله‌ای استفاده شده است. همچنین نیازهای گروه‌های مختلف جمعیتی به کاربری‌های مختلف در نظر گرفته شده است. در نهایت با توجه به وزن در نظر گرفته شده نقشه‌های دسترسی کاربری‌های مختلف با حالات سفر مختلف ترکیب شده و دسترسی نهایی محاسبه شده است. همچنین میزان دسترسی برای گروه‌های محروم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تحقیق مذکور حاکی از آن بوده است که گروه‌های محروم، از عدالت کم‌تری در توزیع خدمات بهره‌مند بوده‌اند. در برخی تحقیقات از روش‌های تحلیل مکانی همچون روش‌های خودهم‌بستگی مکانی برای ارزیابی دسترسی استفاده شده است. آفایاری هیر و همکاران (۱۴۰۱) به مدل‌سازی جریان سفر و عوامل مؤثر در تقاضای سفر و دسترسی با استفاده از روش‌های رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی، شخص نزدیک‌ترین همسایگی، شاخص موران و لکه‌های داغ پرداخته‌اند. نتایج بیانگر وجود الگوی خوشه‌ای در پراکنش فضایی سفرها بوده است. همچنین

1. Ashik
2. Social-Need Index
3. Demographic-Demand Index
4. Kucukali
5. Li

دسترسی به حمل‌ونقل عمومی، بیشترین تأثیر را در میزان سفرها داشته است. امیرفخریان و کامل‌فر (۱۴۰۰) به بررسی الگوی توزیع مکانی پزشکان متخصص در شهر مشهد پرداختند. در تحقیق مذکور از روش تحلیل شبکه برای ارزیابی مناطقی که به خدمات درمانی به‌ویژه بیمارستان‌ها دسترسی دارند، استفاده شده است. نتایج حاکی از عدم دسترسی مناسب مناطق پیرامون شهر است. یکی از مشکلات تحقیق مذکور آن است که تنها فاصله تحت شبکه به‌عنوان هزینه سفر در نظر گرفته شده است. به‌طور کلی به‌عنوان یک روش رایج دسترسی برای رفع کردن مشکل مربوط به در نظر گرفتن تنها هزینه (زمان، فاصله و غیره) بین نقاط خدمت و نقاط تقاضا، روش حوزه‌شناور دومرحله‌ای^۱ ارائه شده است. اولین بار لو^۲ و وانگ^۳ (۲۰۰۳) رابطه عرضه/تقاضا را در محاسبه دسترسی در نظر گرفتند و پس‌از آن تحقیقات دیگر تغییراتی را بر روی روش حوزه‌نفوذ شناور دومرحله‌ای ارائه دادند.

۳. روش تحقیق و داده‌ها

در این بخش ابتدا داده‌های تحقیق شرح داده شده است. در ادامه روش انجام تحقیق که شامل: محاسبه و تهیه لایه دسترسی به کاربری کلیدی برای حالت‌های مختلف سفر، استانداردسازی لایه‌ها، وزن‌دهی به لایه‌ها با استفاده از مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره، ترکیب و تلفیق لایه‌ها و رتبه‌بندی محلات شهری است، به تفصیل بیان می‌شود.

۳-۱. داده‌ها

دسترسی مکانی در سطح منطقه مورد مطالعه شهر بجنورد با مجموعه‌ای از منابع داده‌ای معتبر ارزیابی شد. داده‌های ورودی مورداستفاده در پژوهش حاضر شامل کاربری زمین در سطح مقیاس پارسل، بلوک‌های جمعیتی، خطوط شبکه و شبکه حمل‌ونقل عمومی و تعداد و امکانات رفاهی پارک‌ها و فضای سبز شهر بجنورد هستند. کاربری اراضی شامل محل‌های سکونت، مراکز فرهنگی، آموزشی، درمانی، مذهبی، پارک‌ها و فضای سبز، ورزشی و غیره هستند. جمعیت شامل جمعیت کل، جمعیت به تفکیک جنسیت و جمعیت تمام گروه‌های سنی می‌شود. شبکه حمل‌ونقل نیز شامل شبکه حمل‌ونقل پیاده، اتوبوس و تاکسی می‌شود. داده مربوط به تعداد امکانات رفاهی پارک‌ها و فضای سبز شهرها از سازمان فضای سبز شهر بجنورد تهیه شد.

۳-۲. روش انجام تحقیق

ابتدا استخراج و شناسایی کاربری‌های کلیدی انجام شد. با مشخص شدن کاربری‌های کلیدی و ویژه، دسترسی به این کاربری‌ها محاسبه و لایه‌های اطلاعاتی آماده می‌شود. سپس لایه‌ها به‌منظور قابل مقایسه شدن با استفاده از توابع فازی استانداردسازی می‌شوند. لایه‌های دسترسی کاربری‌های کلیدی با روش دنپ وزن‌دهی، با روش ترکیب خطی وزن‌دار با یکدیگر تلفیق و در نهایت مناطق برحسب برخورداری از خدمات رتبه‌بندی و سطح‌بندی می‌شوند. با ترکیب لایه‌ها، شهر بجنورد از لحاظ برخورداری از کاربری‌های

1. Two-Step Floating Catchment Area (2SFCA)
2. Luo
3. Wang

فصلنامه برنامه‌ریزی و آمایش فضا

کلیدی و عدالت فضایی برای حالت‌های مختلف سفر مشخص می‌شود. شکل ۱ فلوچارت کلی مراحل انجام تحقیق را نشان می‌دهد که در ادامه به تشریح آن پرداخته می‌شود.

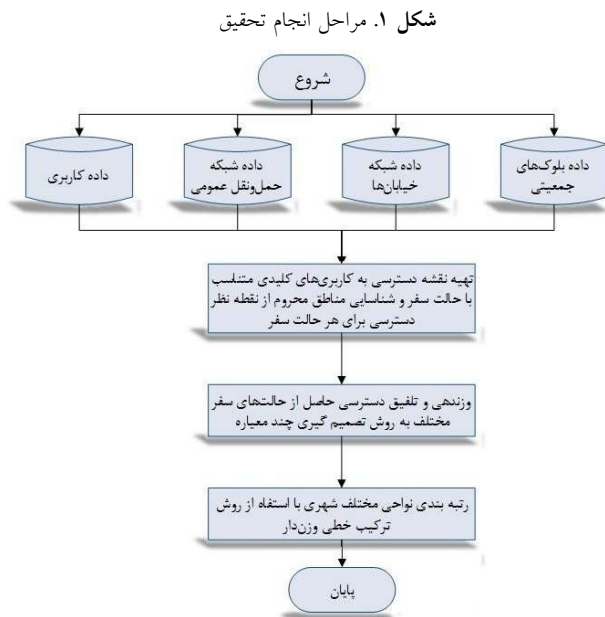


Figure 1. Research steps

۳-۲-۱. استخراج و شناسایی کاربری‌های کلیدی

استخراج و شناسایی کاربری‌های کلیدی و ویژه با مطالعات کتابخانه‌ای و اسنادی چون مطالعات تحقیقات پیشین و استفاده از نظریات متخصصان براساس موجود بودن داده‌ها، انجام شد. همچنین ابزار گردآوری داده‌ها و اطلاعات به صورت کتابخانه‌ای و اسنادی است.

۳-۲-۲. محاسبه دسترسی

در این تحقیق به منظور محاسبه دسترسی به مراکز آموزشی، مراکز فرهنگی - هنری، مراکز ورزشی، مراکز مذهبی، مراکز بهداشتی - درمانی و پارک‌ها از روش حوزه نفوذ شناور دو مرحله‌ای^۱ استفاده شد.

مدل حوزه نفوذ شناور دو مرحله‌ای نوع خاصی از مدل گرانشی است که قابلیت دسترسی را در دو مرحله محاسبه می‌کند. نمایش ریاضی اولین گام به صورت رابطه^۱ است (Langford et al., 2016: 78).

$$R_j = \frac{S_j}{\sum_{k \in \{d_{jk} < d_0\}} P_k d_{ij}^\alpha \alpha_i} \quad \text{رابطه ۱}$$

^۱. Two-step Floating Catchment Area (2SFCA)

در رابطه ۱، P_k نشان‌دهنده جمعیت بلوک k است و مرکز ثقل آن با فاصله a کیلومتری (شعاع استاندارد فاصله از مراکز خدماتی) مراکز خدماتی J پوشش داده می‌شود ($d_{kj} \leq a$ km)؛ S_j اندازه مجموعه مراکز خدماتی J یا به عبارتی مساحت آن است؛ d_{kj} فاصله میان k و J است (Langford et al., 2016: 78).

گام دوم ساختن بافری اطراف هر نقطه تقاضا (مانند مرکز هر بلوک) و سپس محاسبه دسترسی بالقوه مراکز خدماتی (A_i) با جمع کردن همه R_j واقع در بافر است. رابطه ۲ نشان‌دهنده دسترسی بالقوه است (Langford et al., 2016: 78).

$$\text{رابطه ۲} \quad (m=\text{walk, bus, car}) A_m = \sum_{j \in \{d_{ij} \leq a \text{ km}\}} R_j = \sum_{j \in \{d_{ij} \leq a \text{ km}\}} \frac{S_j}{\sum_{k \in \{d_{ij} \leq a\}} P_k d_{ij}^\alpha \beta_i}$$

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$ درصد سفرهای انجام‌شده شهروندان شهر بجنورد با حالت سفر پیاده، اتوبوس و تاکسی است. مقدار β در این پژوهش برای اهداف مختلف سفر در جدول ۱ آورده شده است. این مقادیر از مطالعات جامع حمل‌ونقل و ترافیک شهر بجنورد تعیین شد. α مقداری ثابت است که اثر اصطکاکی فاصله را روی دسترسی نشان می‌دهد و مقداری بین ۱ و ۲، برای کاربردهای خاص می‌تواند بگیرد (Tsou et al., 2005: 5). A_m نشان‌دهنده قابلیت دسترسی مراکز خدماتی برای هر بلوک با استفاده از حالت‌های سفر پیاده، اتوبوس و تاکسی است. در نهایت برای محاسبه دسترسی کل با استفاده از هر سه حالت سفر از رابطه ۳ استفاده شد.

$$\text{رابطه ۳} \quad A_i = A_{\text{walk}} + A_{\text{Bus}} + A_{\text{Car}}$$

در رابطه ۳، A_i نشان‌دهنده قابلیت دسترسی کل برای مراکز خدماتی هر بلوک است. در نهایت دسترسی در سطح بلوک‌ها در هر محله تجمع می‌یابد و دسترسی در سطح محلات به دست می‌آید.

جدول ۱. درصد سفرهای انجام‌شده شهروندان شهر بجنورد با حالت سفر پیاده، اتوبوس و تاکسی

وسیله نقلیه	آموزشی	درمانی	تفریحی (ورزشی، مذهبی، فرهنگی و پارک‌ها و فضای سبز)
تاکسی	٪۲۲/۹	٪۲۷	٪۱۹/۸
اتوبوس	٪۱۱/۴	٪۱۰/۵	٪۷/۲
پیاده	٪۳۶/۷	٪۲۷/۱	٪۳۹/۹
سایر	٪۲۹	٪۳۵/۴	٪۳۳/۱

Table 1. The percentage of trips made by the citizens of Bojnord city by walking, bus and taxi

۳-۲-۳. آماده‌سازی و استانداردسازی لایه‌های اطلاعاتی

با تعیین کاربری‌های کلیدی در نظر گرفته‌شده در این تحقیق، لازم است که نقشه دسترسی به هریک از کاربری‌های کلیدی آماده شود. برای ترکیب و تلفیق معیارها در ارزیابی دسترسی نهایی به استانداردسازی نقشه‌های دسترسی محاسبه‌شده برای دسترسی به هر کاربری مختلف مورداستفاده در پژوهش نیاز است. استفاده از توابع فازی، یکی از روش‌های رایج

فصلنامه برنامه‌ریزی و آمایش فضا

استانداردسازی است. درجه عضویت می‌تواند به صورت پیوسته، گسسته، خطی یا غیرخطی باشد و با یک تابع عضویت بیان شود. در این پژوهش با استفاده از تابع فازی خطی افزایشی، نقشه‌های دسترسی برای هر کدام از کاربری‌های کلیدی به نقشه‌های فازی و استاندارد تبدیل شد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۸: ۲۵).

۳-۲-۴. وزن دهی به لایه‌های اطلاعاتی

به فرایند تعیین اهمیت نسبی لایه‌های نقشه وزن‌دهی گفته می‌شود و قبل از انجام تلفیق و ترکیب لایه‌های نقشه انجام می‌شود (طالعی و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۲). در نتیجه در این تحقیق اهمیت نسبی هر کدام از شش کاربری کلیدی به دست آمده است. در این تحقیق برای وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی از روش دنپ استفاده شد.

۳-۲-۵. تلفیق و ترکیب لایه‌های اطلاعاتی و رتبه‌بندی محلات

در عملیات هم‌پوشانی به عبارتی دو یا چند لایه اطلاعاتی با هم ترکیب و تلفیق می‌شوند (محمدی و همکاران، ۱۳۹۸: ۲۷). در این تحقیق به منظور تهیه نقشه عدالت فضایی در دسترسی به مراکز خدماتی شهر بجنورد، لایه‌های موزون دسترسی به کاربری‌های کلیدی با استفاده از روش ترکیب خطی وزن‌دار با یکدیگر ترکیب می‌شوند تا نقشه نهایی دسترسی به دست آید. در نهایت براساس امتیاز دسترسی، محلات در سطح شهر بجنورد رتبه‌بندی می‌شوند.

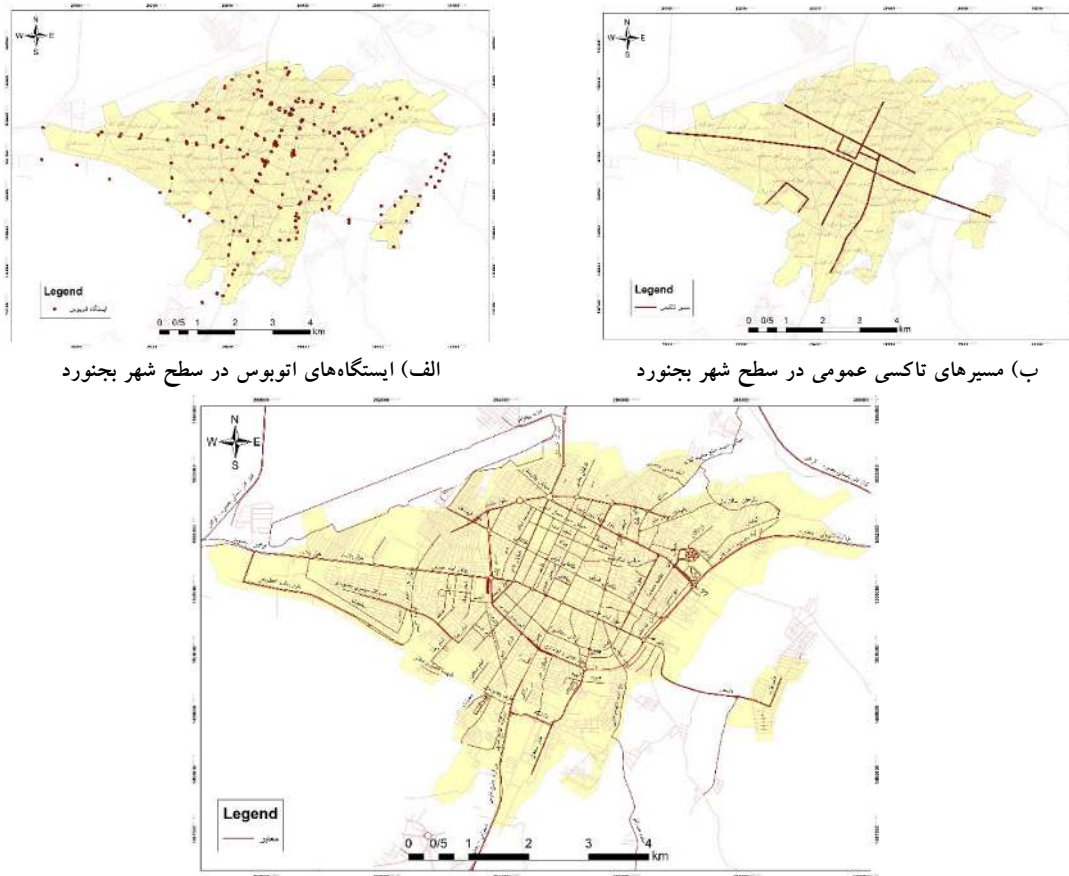
۴. نتایج تحقیق

در این بخش در ابتدا به ارائه نتایج محاسبه دسترسی با استفاده از روش حوزه نفوذ شناور دومرحله‌ای برای هر کاربری پرداخته می‌شود. در نهایت نتایج تلفیق دسترسی در شهر بجنورد و رتبه‌بندی و سطح‌بندی محلات شهری از لحاظ دسترسی به کاربری‌های کلیدی ارائه می‌شود.

۴-۱. محاسبه دسترسی با استفاده از روش حوزه نفوذ شناور دومرحله‌ای

در این مرحله دسترسی به کاربری‌های ویژه برای گروه‌های سنی و برحسب حالت‌های مختلف سفر (پیاده، تاکسی و اتوبوس) با استفاده از روش حوزه نفوذ شناور دومرحله‌ای محاسبه می‌شود. نقشه خطوط شبکه حمل و نقل در شهر بجنورد در شکل ۲ ارائه شده است.

شکل ۲. نقشه شبکه حمل‌ونقل در شهر بجنورد



الف) ایستگاه‌های اتوبوس در سطح شهر بجنورد

ب) مسیرهای تاکسی عمومی در سطح شهر بجنورد

ج) نقشه معابر سطح شهر بجنورد

Figure 2. Map of the transportation network in Bojnord city

در ادامه دسترسی به هریک از کاربری‌های کلیدی بررسی می‌شود.

۴-۱-۱. دسترسی به مراکز فرهنگی با استفاده از روش حوزه شناور دومرحله‌ای

خدمات فرهنگی موردبررسی در مطالعه پیش رو، مؤسسات و مراکز فرهنگی، سینماها، سالن‌های نمایشی، انتشارات، کتابخانه‌ها و فرهنگسراها هستند. فاصله استاندارد هر محله تا مراکز فرهنگی برای سه حالت سفر پیاده، اتوبوس و تاکسی به ترتیب ۶۰۰، ۱۲۰۰ و ۱۸۰۰ متر است. شکل ۳ نتایج دسترسی به مراکز فرهنگی را برای سه حالت پیاده، اتوبوس و تاکسی نشان می‌دهد.

فصلنامه برنامه‌ریزی و آمایش فضا

شکل ۳. دسترسی به مراکز فرهنگی

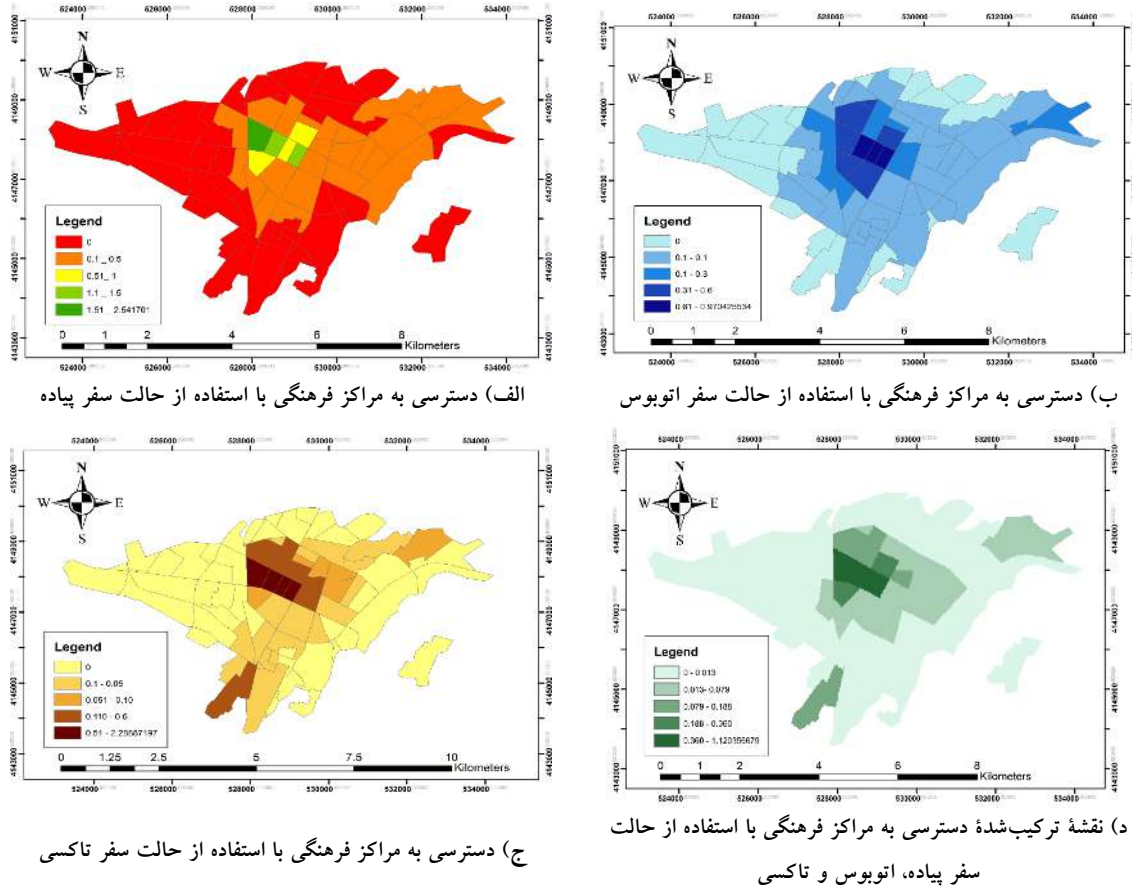


Figure 3. Accessibility to cultural centers

با توجه به شکل ۳، به طور کلی، روندهای مشابهی در دسترسی به مراکز فرهنگی براساس هر سه حالت سفر وجود دارد. از نظر دسترسی با حالت سفر پیاده، اتوبوس و تاکسی با سطح دسترسی بالایی آشکار است. مطابق شکل ۳، مناطق شمالی و شرقی از سطح دسترسی کمی برخوردارند. مطابق شکل ۳- مناطق مرکزی شهر بجزنورد از نظر دسترسی به مراکز فرهنگی در وضعیت مطلوبی قرار دارد، چرا که یکی از مهم ترین مراکز فرهنگی شهر یعنی سینما در آنجا قرار دارد.

۴-۲-۲. دسترسی به مراکز مذهبی با استفاده از روش حوزه شناور دومرحله‌ای

در ایران بعد از انقلاب اسلامی، با توجه به سیاست‌گذاری‌های دولت و بودجه‌های اقتصادی و روحیه فرهنگی - مذهبی مردم، توجه به این کاربری دارای رشد چشمگیری بوده است. فاصله استاندارد هر محله تا مراکز فرهنگی برای سه حالت سفر پیاده، تاکسی و اتوبوس به ترتیب برابر ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ متر است. شکل ۴ نتایج دسترسی به مراکز فرهنگی را برای سه حالت سفر نشان می‌دهد.

فصلنامه برنامه‌ریزی و آمایش فضا

شکل ۴. دسترسی به مراکز مذهبی

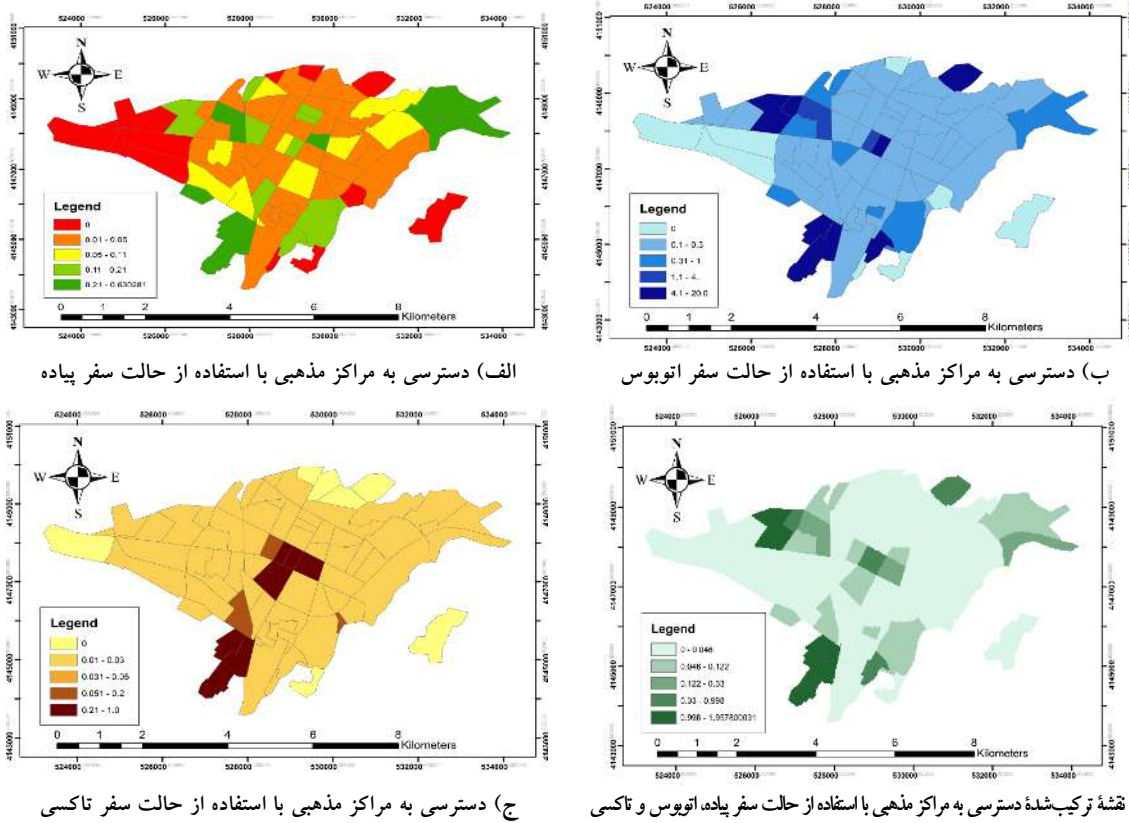


Figure 4. Accessibility to religious centers

مطابق شکل ۴، حداکثر مقدار دسترسی به مراکز مذهبی برای حالت سفر پیاده مربوط به محله طاهرغلام، حداکثر مقدار دسترسی به مراکز مذهبی برای حالت سفر اتوبوس مربوط به محله حلقه سنگ، ملکش و مطهری و حداکثر مقدار دسترسی به مراکز مذهبی برای حالت سفر تاکسی مربوط به محله حلقه سنگ و ملکش است. به طور کلی، روندهای مشابهی در دسترسی به مراکز مذهبی براساس هر سه حالت سفر وجود دارد. مطابق شکل ۴-د، بخشی از شرق، شمال غربی، مرکز و جنوب شهر بجنورد از دسترسی مطلوبی برخوردارند و تقریباً شامل ۱۶ درصد از منطقه مورد مطالعه را شامل می شود. سایر مناطق شهر بجنورد که شامل ۸۴ درصد منطقه مورد مطالعه است در وضعیت نامطلوبی قرار دارد و جزو مناطق کم برخوردار شهر هستند.

فصلنامه برنامه ریزی و آمایش فضا

۲-۳. دسترسی به مراکز بهداشتی - درمانی با استفاده از روش حوزه شناور دومرحله‌ای

به منظور تأمین، حفظ و ارتقای سلامت مردم، در کشور شبکه‌های بهداشتی - درمانی تشکیل شد. دسترسی به مراکز بهداشتی - درمانی به توانایی یک جمعیت در به دست آوردن یکسری خدمات مراقبتی و بهداشتی گفته می‌شود. فاصله استاندارد هر محله تا مراکز بهداشتی - درمانی برای سه حالت سفر پیاده، اتوبوس و تاکسی به ترتیب برابر با ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ متر است. شکل ۵ نتایج دسترسی به مراکز بهداشتی - درمانی را برای هر سه حالت سفر نشان می‌دهد.

شکل ۵. دسترسی به مراکز بهداشتی - درمانی

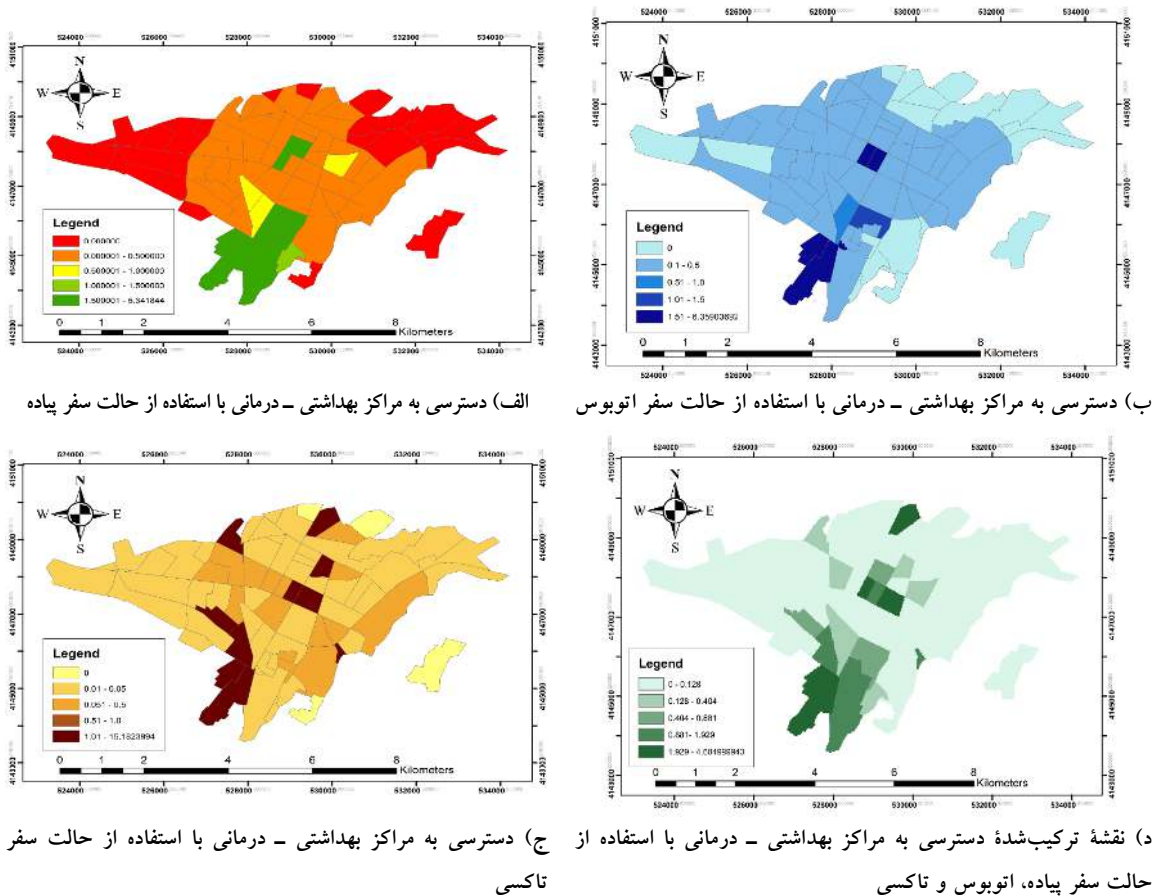


Figure 5. Accessibility to health centers

بر اساس شکل ۵، مناطق جنوبی و مرکزی شهر از دسترسی مطلوب‌تری به خدمات بهداشتی - درمانی برای هر سه حالت سفر برخوردارند. مطابق شکل ۵-د قسمتی از بخش مرکزی و جنوبی شهر بجزورد از نظر دسترسی به مراکز درمانی در وضعیت مطلوب قرار داشته که شامل ۱۷/۵

فصلنامه برنامه‌ریزی و آمایش فضا

درصد از منطقه مورد مطالعه است. سایر مناطق شهر از نظر دسترسی به مراکز درمانی در وضعیت نامطلوب قرار دارند و جزو مناطق کم برخوردارند (۸۲/۵ درصد).

۴-۲-۴. دسترسی به مراکز ورزشی با استفاده از روش حوزه شناور دومرحله‌ای

دسترسی به مراکز ورزشی جزو کاربری‌های عمده‌ای است که میزان دسترسی ساکنان به این نواحی اهمیت ویژه‌ای دارد. شعاع دسترسی به این نواحی برای سه حالت سفر پیاده، اتوبوس و تاکسی به ترتیب برابر با ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ متر است. شکل ۶ نتایج دسترسی به مراکز ورزشی را برای هر سه حالت سفر نشان می‌دهد.

شکل ۶. دسترسی به مراکز ورزشی

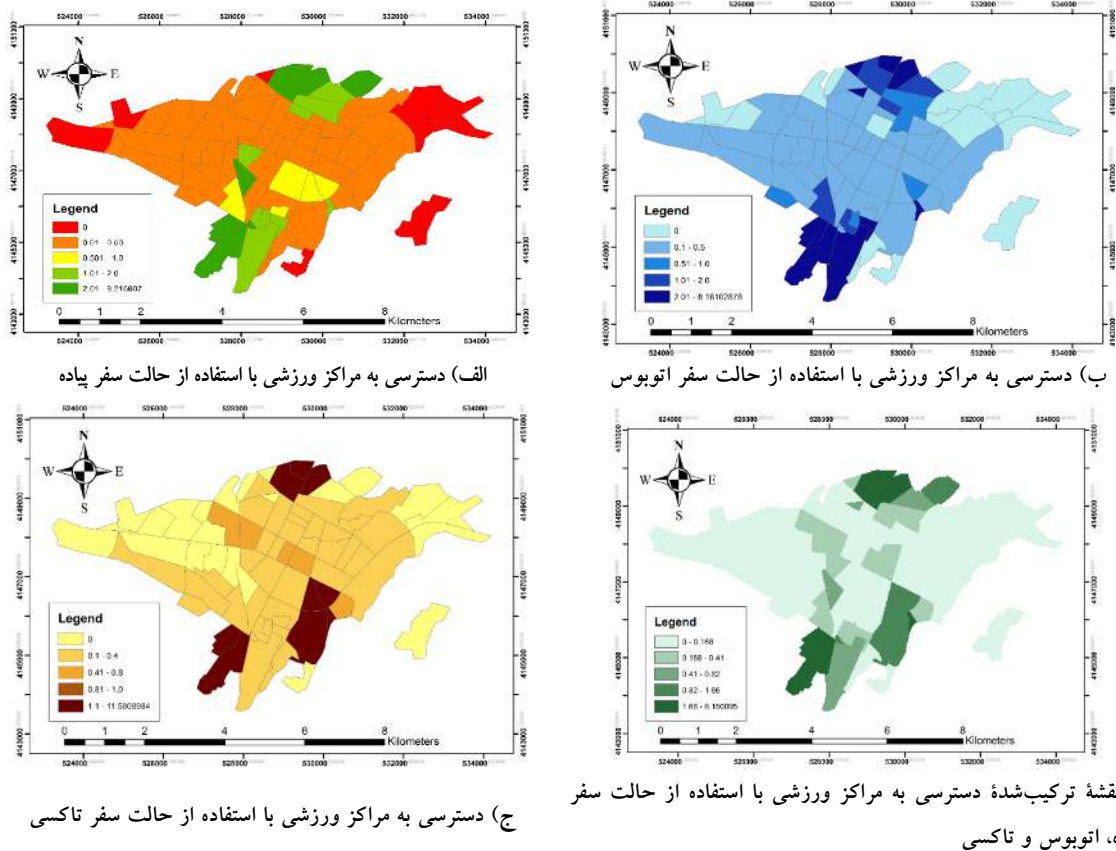


Figure 6. Accessibility to sports centers

براساس شکل ۶ به‌طور کلی، روندهای نسبتاً مشابهی در دسترسی به مراکز ورزشی براساس هر سه حالت سفر وجود دارد. از نظر دسترسی به حالت سفر پیاده، اتوبوس و تاکسی رتوس شبکه معابر، شبکه حمل‌ونقل اتوبوس و شبکه حمل‌ونقل

فصلنامه برنامه‌ریزی و آمایش فضا

تاکسی با سطح دسترسی بالایی آشکار است. مطابق شکل ۶، محلات شمالی و جنوبی از سطح دسترسی بالا و محلات شرقی و غربی از سطح دسترسی پایینی برخوردارند، زیرا این مناطق دارای شبکه حمل و نقل و معابر کم و مراکز خدماتی ورزشی کم تر هستند. مطابق شکل ۶-د تقریباً ۷۰ درصد از مناطق شهر بجنورد جزو نواحی کم برخوردارند و این نواحی بیشتر شامل نواحی شرقی و غربی شهر بجنورد است. همچنین نواحی شمالی و جنوبی منطقه مورد مطالعه از نظر سطح دسترسی به مراکز ورزشی در سطح مطلوبی قرار دارد.

۴-۲-۵. دسترسی به مراکز آموزشی با استفاده از روش حوزه شناور دومرحله‌ای

دسترسی به مراکز آموزشی جزو کاربری‌های عمده‌ای است که میزان دسترسی ساکنان به این نواحی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. شعاع دسترسی به این نواحی برای سه حالت سفر پیاده، اتوبوس و تاکسی به ترتیب برابر با ۴۰۰، ۸۰۰ و ۱۲۰۰ متر است. شکل ۷ نتایج دسترسی به مراکز آموزشی را برای هر سه حالت سفر و تلفیق یافته سه حالت سفر را نشان می‌دهد.

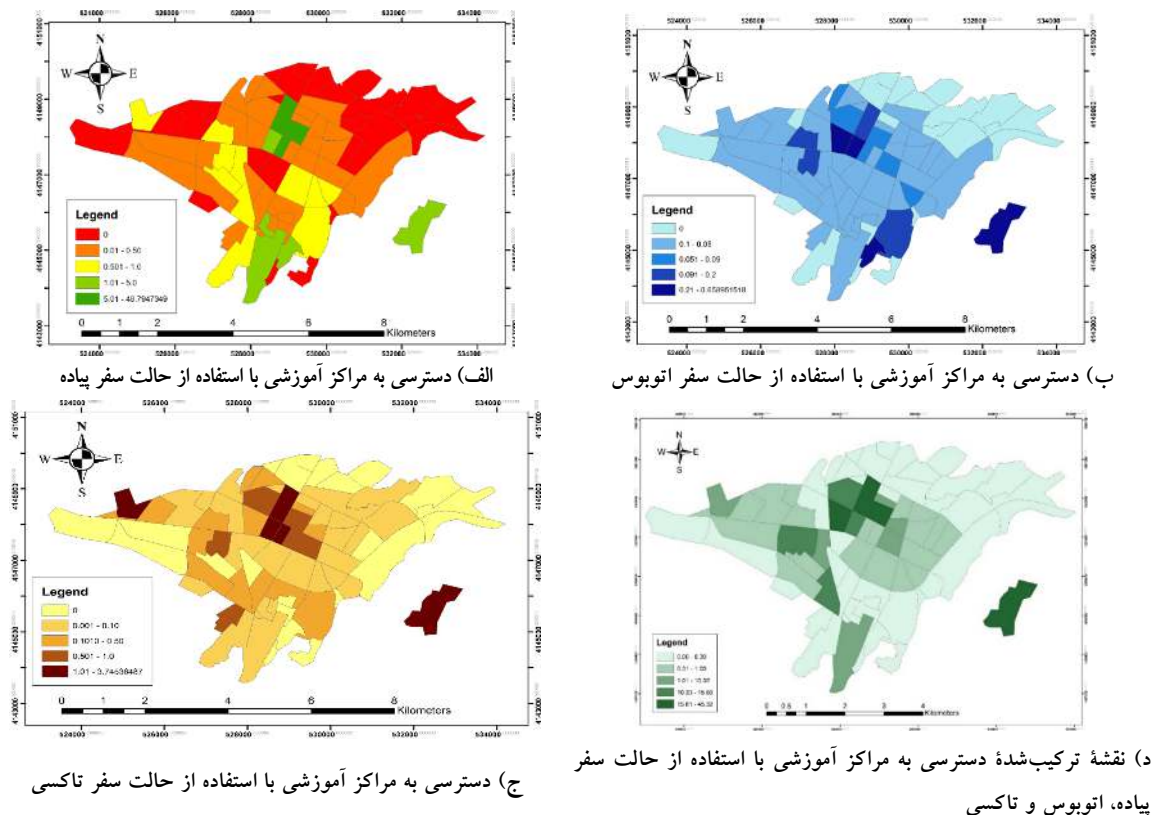


Figure 7. Accessibility to educational centers

۴-۲-۶. دسترسی به فضای سبز و پارک‌ها با استفاده از روش حوزه شناور دو مرحله‌ای

فضاهای سبز عمومی با توجه به مزایای متنوع اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی برای سکونتگاه‌های شهری اساسی و ضروری است. عدم توزیع پارک‌ها و فضای سبز یکی از مهم‌ترین مسائل مطرح در بیشتر شهرهاست. اهمیت فضای سبز در شهرها به گونه‌ای است که به‌عنوان شاخص توسعه‌یافتگی یاد می‌شود (درسخوان و پاشاچینی، ۱۳۹۹: ۹). بنابراین در این مرحله تمام کاربری‌های فضای سبز و طبیعی جهت بررسی وضعیت دسترسی لحاظ شده است. شعاع دسترسی به این نواحی برای سه حالت سفر پیاده، اتوبوس و تاکسی به ترتیب برابر با ۸۰۰، ۱۶۰۰ و ۲۴۰۰ متر است. شکل ۸ نتایج دسترسی به مراکز فضای سبز و پارک‌ها را برای هر سه حالت سفر نشان می‌دهد.

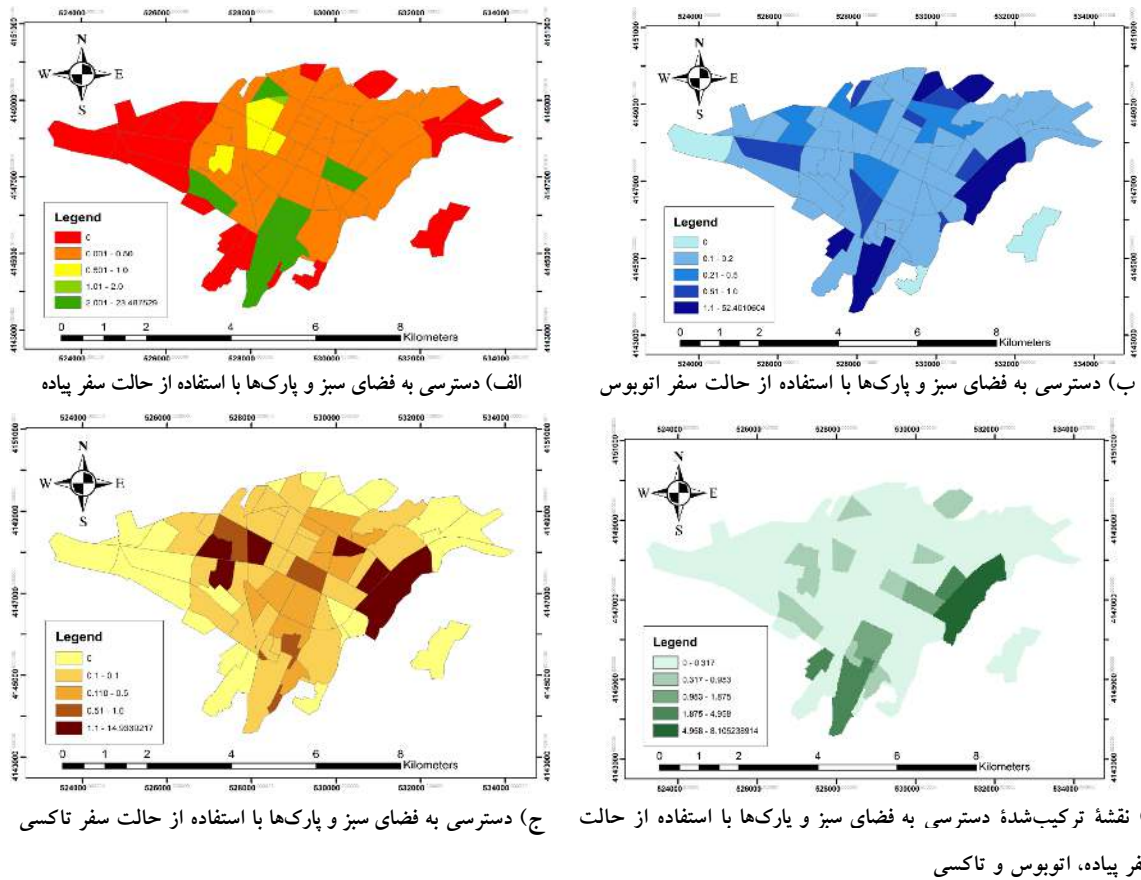


Figure 8. Accessibility to green spaces and parks

به‌طور کلی، روندهای نسبتاً مشابهی در دسترسی به مراکز پارک‌ها و فضای سبز براساس هر سه حالت سفر وجود دارد. حداکثر مقدار دسترسی به مراکز فضای سبز و پارک‌ها با حالت سفر پیاده مربوط به محله دباغ‌خانه، حداکثر مقدار دسترسی به مراکز فضای سبز و پارک‌ها با حالت سفر اتوبوس برابر مربوط به محله شهرک الغدیر و حداکثر مقدار دسترسی به مراکز فضای سبز و پارک‌ها

فصلنامه برنامه‌ریزی و آمایش فضا

برای حالت سفر تاکسی مربوط به کوی پردیس است. محلات شرقی و غربی از دسترسی کمتری به کاربری فضای سبز و پارک برخوردارند. مطابق شکل ۸-۵ تنها قسمت‌هایی از بخش شرقی و جنوبی شهر بجنورد از نظر دسترسی در وضعیت مطلوب قرار دارد که شامل ۱۵ درصد از منطقه است. سایر مناطق شهر بجنورد، شامل بخش‌های شمال شرقی، شمالی، شمال غرب شهر بجنورد از نظر دسترسی جزو مناطق کم‌برخوردار شهر هستند.

۳-۴. محاسبه دسترسی نهایی و اولویت‌بندی محلات

برای محاسبه دسترسی نهایی در شهر بجنورد، اوزان برای دسترسی به هر کاربری جهت تلفیق و محاسبه دسترسی در جدول ۲ ارائه شده است. در نهایت نقشه استاندارد شده دسترسی تلفیق یافته براساس اوزان در نظر گرفته شده با روش دنپ در شکل ۹ ارائه شده است. براساس آن امتیاز نهایی هر محله به دست آمده است و محلات رتبه‌بندی شده‌اند.

جدول ۲. اوزان برای دسترسی به هر کاربری جهت تلفیق و محاسبه دسترسی نهایی

وزن دسترسی به کاربری فرهنگی	وزن دسترسی به کاربری مذهبی	وزن دسترسی به کاربری ورزشی	وزن دسترسی به کاربری بهداشتی - درمانی	وزن دسترسی به کاربری آموزشی	وزن دسترسی به کاربری فضای سبز و پارک
۰/۱۶	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۶	۰/۲۲	۰/۲۲

Table 2. Weights for accessibility to each land use to combine and calculate the final accessibility

براساس جدول ۲، دسترسی به کاربری فضای سبز و کاربری آموزشی بیشترین اهمیت را داشته است.

شکل ۹. نقشه نهایی دسترسی

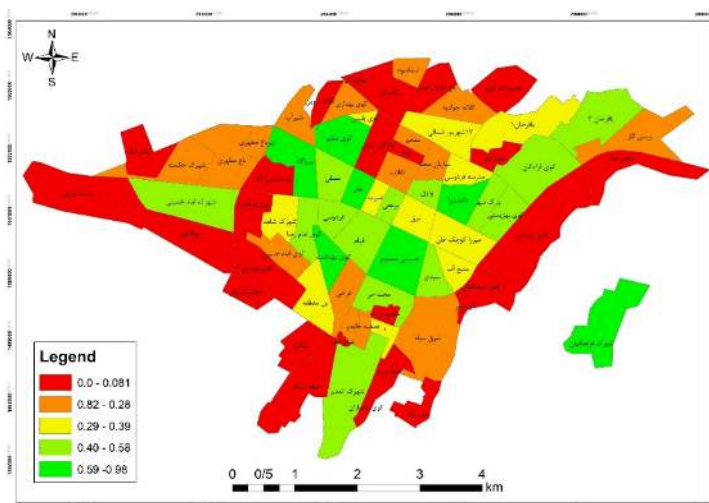


Figure 8. The final Accessibility map

براساس شکل ۹، قسمت مرکزی و جنوب شهر و شهرک واقع در شرق شهر دسترسی مطلوب و سایر مناطق شهر، دسترسی نامطلوب داشته‌اند. امتیاز دسترسی نهایی برای هر محله در جدول ۳ ارائه شده است.

فصلنامه برنامه‌ریزی و آمایش فضا

جدول ۳. امتیاز نهایی دسترسی برای هر محله

ردیف	نام محله	دسترسی نهایی	ردیف	نام محله	دسترسی نهایی
۱	شهرک فرهنگیان	۰/۹۸۰	۳۹	شیرآب	۰/۲۸۱
۲	کوی بهداشت	۰/۹۲۲	۴۰	کوی بهداری	۰/۲۸۱
۳	نیروگاه	۰/۷۹۶	۴۱	ساربان محله	۰/۲۶۵
۴	نادر	۰/۷۷۵	۴۲	انقلاب	۰/۲۶۵
۵	کوی معلم	۰/۷۷۵	۴۳	کوی امام حسین	۰/۲۵۷
۶	حسینی معصوم	۰/۷۶۲	۴۴	شرق سپاه	۰/۲۳۸
۷	دانشسرا	۰/۷۲۰	۴۵	کلاته جوادیه	۰/۲۳۸
۸	شهرک امام خمینی	۰/۵۸۰	۴۶	محمدآباد ۲	۰/۲۳۱
۹	شهرک گلستان	۰/۵۸۰	۴۷	تصفیه خانه	۰/۲۱۷
۱۰	سیدی	۰/۵۷۶	۴۸	مفخم	۰/۱۹۹
۱۱	کوی امام رضا	۰/۵۷۶	۴۹	استادیوم	۰/۱۹۷
۱۲	برنجی	۰/۵۶۵	۵۰	کوی فرهنگیان	۰/۰۸۱
۱۳	کوی آزادگان	۰/۵۴۹	۵۱	محمدآباد کوره	۰/۰۷۱
۱۴	کوی بهزیستی	۰/۵۴۶	۵۲	کلاته آروین	۰/۰۶۱
۱۵	فردوسی	۰/۵۳۱	۵۳	قلعه عزیز	۰/۰۵۷
۱۶	وثوق	۰/۵۲۲	۵۴	ناظرآباد	۰/۰۵۷
۱۷	پارک شهر	۰/۵۱۲	۵۵	حلقه سنگ	۰/۰۵۳
۱۸	محله حر	۰/۴۹۸	۵۶	پادگان ارتش	۰/۰۵۳
۱۹	مصلی	۰/۴۸۸	۵۷	ملکش	۰/۰۵۲
۲۰	شهرک الغدیر	۰/۴۸۶	۵۸	کوی صادقیه	۰/۰۴۷
۲۱	شهرک شاهد	۰/۴۶۹	۵۹	ویلاشهر	۰/۰۴۷
۲۲	قیام	۰/۴۶۹	۶۰	کوی پردیس	۰/۰۴۷
۲۳	باقرخان ۲	۰/۴۴۵	۶۱	پشت نیروگاه	۰/۰۳۴
۲۴	میرزا کوچک خان	۰/۳۸۶	۶۲	صفا	۰/۰۳۴
۲۵	پل منطقه	۰/۳۶۲	۶۳	حصار شیرعلی	۰/۰۲۸
۲۶	۱۷ شهریور شمالی	۰/۳۵۸	۶۴	طاهر غلام	۰/۰۲۷
۲۷	باقرخان ۱	۰/۳۵۲	۶۵	گلستان	۰/۰۲۷
۲۸	مدرسه فردوسی	۰/۳۳۴	۶۶	باغ حاج رحمان	۰/۰۲۴
۲۹	منبع آب	۰/۳۲۳	۶۷	سایت اداری	۰/۰۱۹
۳۰	امیریه	۰/۳۲۳	۶۸	کوی جانبازان	۰
۳۱	محمد آباد ۱	۰/۳۰۴	۶۹	احمدآباد	۰
۳۲	فرخی	۰/۳۰۰	۷۰	دباغ خانه	۰
۳۳	کوی پلیس	۰/۳۰۰	۷۱	معصوم زاده	۰
۳۴	برق	۰/۲۹۶	۷۲	باغ عزیز	۰
۳۵	شهرک حکمت	۰/۲۸۱	۷۳	کوی بهداری ۲	۰
۳۶	زیرباغ مطهری	۰/۲۸۱	۷۴	جعفرآباد	۰
۳۷	باغ مطهری	۰/۲۸۱	۷۵	بهارستان	۰
۳۸	پرسی گاز	۰/۲۸۱			

Table 3. Final accessibility score for each neighborhood

فصلنامه برنامه ریزی و آمایش فضا

براساس جدول ۳ محلات شهرک فرهنگیان، کوی بهداشت، نیروگاه، نادر و کوی معلم بیشترین دسترسی و محلات، کوی جانبازان، احمدآباد، دباغ‌خانه، معصوم زاده، باغ عزیز، کوی بهداری ۲، جعفرآباد و بهارستان کم‌ترین دسترسی را داشته‌اند.

۵. بحث

در این تحقیق ارزیابی دسترسی به کاربری‌ها شش‌گانه کلیدی براساس روش حوزه نفوذ شناور دومرحله‌ای با در نظر گرفتن سه حالت سفر پیاده، تاکسی و اتوبوس انجام شده است. به‌طور کلی، روندهای مشابهی در دسترسی به مراکز فرهنگی براساس هر سه حالت سفر وجود دارد. مناطق مرکزی شهر بجنورد از نظر دسترسی به مراکز فرهنگی در وضعیت مطلوبی قرار دارد و نواحی حومه شهر از نظر دسترسی به مراکز فرهنگی جزو مناطق کم‌برخوردارند. برای کاربری مذهبی بخشی از شرق، شمال‌غربی، مرکز و جنوب شهر بجنورد از دسترسی مطلوبی برخوردارند و سایر مناطق شهر بجنورد در وضعیت نامطلوبی قرار دارد و جزو مناطق کم‌برخوردار شهر هستند. برای کاربری بهداشتی - درمانی قسمتی از بخش مرکزی و جنوبی شهر بجنورد از نظر دسترسی به مراکز درمانی در وضعیت مطلوب و سایر مناطق شهر از نظر دسترسی به مراکز درمانی در وضعیت نامطلوب قرار داشته است. برای کاربری ورزشی محلات شمالی و جنوبی از سطح دسترسی بالا و محلات شرقی و غربی از سطح دسترسی پایینی برخوردارند، زیرا این مناطق دارای شبکه حمل‌ونقل و معابر کم و مراکز خدماتی ورزشی کم‌تر هستند. برای کاربری‌های آموزشی نیز دسترسی در مرکز شهر مطلوب بوده است، ولی در حومه شهر دسترسی نامطلوب بوده است. برای کاربری فضای سبز تنها قسمت‌هایی از بخش شرقی و جنوبی شهر بجنورد از نظر دسترسی در وضعیت مطلوب قرار دارد. سایر مناطق شهر بجنورد، شامل بخش‌های شمال شرقی، شمالی، شمال غرب شهر بجنورد از نظر دسترسی جزو مناطق کم‌برخوردار شهر هستند.

براساس نتایج این تحقیق به‌طور کلی سطح دسترسی با اتوبوس پایین‌تر از سطح دسترسی با خودرو است که در تحقیق لنگفورد^۱ و همکاران (۲۰۱۶) نیز سطح دسترسی با اتوبوس بسیار پایین‌تر از سطح دسترسی با خودرو عنوان شده است. همچنین مدل پیشنهادی با مشخص کردن محدوده سرویس‌دهی متناسب با حالت سفر امکان بررسی شیوه‌های مختلف سفر برای دسترسی به خدمات را فراهم می‌کند.

دسترسی نهایی از تلفیق میزان دسترسی به کاربری‌های مختلف به‌دست آمد. در این راستا با استفاده از روش دنپ، وزن هرکدام از کاربری‌ها به‌دست‌آمده و نقشه دسترسی تلفیق‌یافته با استفاده روش ترکیب خطی وزن‌دار، به‌دست آمده است. براساس نتایج وزن‌دهی، کاربری‌های فضای سبز و آموزشی بیشترین اهمیت را داشته‌اند. براساس دسترسی نهایی قسمت مرکزی و جنوب شهر و شهرک واقع در شرق شهر دسترسی مطلوب و سایر مناطق شهر، دسترسی نامطلوب داشته‌اند. همچنین محلات کوی جانبازان، احمدآباد، دباغ‌خانه، معصوم‌زاده، باغ عزیز، کوی بهداری ۲، جعفرآباد و بهارستان کم‌ترین دسترسی را داشته‌اند که از محلات حاشیه شهر هستند. پس به‌طور کلی مناطق حاشیه شهر از سایر مناطق شهری از دسترسی کم‌تری برخوردارند که این موضوع در

1. Langford

فصلنامه برنامه‌ریزی و آمایش فضا

راستای نتایج تحقیقات هو^۱ و همکاران (۲۰۱۹) و کلویونیه و همکاران (۲۰۱۹) بوده است، اما برخلاف نتایج تحقیق لطفی و کوهساری (۲۰۰۹) بوده است، چراکه نتایج تحقیق آن‌ها حاکی از آن بوده است که فرض این‌که مناطق محروم دسترسی پایین‌تری به خدمات عمومی داشته‌اند، نادرست بوده است.

به‌عنوان یک روش رایج دسترسی برای رفع کردن مشکل مربوط به در نظر گرفتن تنها هزینه (زمان، فاصله و غیره) بین نقاط خدمت و نقاط تقاضا، روش حوزه‌شناور دومرحله‌ای ارائه شده است. اما این روش تمام نقاط عرضه و تقاضا را که درون حوزه نفوذ واقع شده‌اند یکسان در نظر می‌گیرد و مهم نیست که چه میزان نقطه عرضه از تقاضا فاصله دارد. بنابراین با در نظر گرفتن تابع بازدارندگی که اثر فاصله را در درون محدوده خدمات‌رسانی مشخص می‌کند، تصویر مناسب‌تری از دسترسی می‌توان ارائه داد. همچنین رقابت بین نقاط عرضه را نیز می‌توان در نظر گرفت.

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

تعیین توزیع بهینه مراکز خدماتی مسئله‌ای است که اغلب اوقات برنامه‌ریزان با آن سروکار دارند. توزیع متعادل این فضاها مستلزم تعیین مکان منابع و تسهیلات به‌گونه‌ای است که همه اقشار جامعه به‌صورت متعادل به آن‌ها دسترسی پیدا کنند (رعایت اصل اعتدال در دسترسی به مراکز خدماتی). به‌دلیل رشد پرشتاب جمعیت و کالبد شهرها مشکلاتی مانند عدم توزیع فضایی مناسب کاربری‌ها به‌وجود آمده است. با توجه به ساختار توسعه شهری و متغیر بودن پوشش خدمات مختلف در سطح یک شهر، ارزیابی عدالت فضایی در سطح یک شهر، نیازمند بررسی سطح دسترسی به کاربری‌های کلیدی در سطح نواحی شهر است. این امر سبب می‌شود عدالت فضایی جامع‌تر و همه‌جانبه مورد ارزیابی قرار گیرد. از طرفی دسترسی به هر کاربری تحت تأثیر حالت سفر قرار می‌گیرد؛ براساس نتایج این تحقیق محلات کوی جانبازان، احمدآباد، دباغ‌خانه، معصوم‌زاده، باغ عزیز، کوی بهداری ۲، جعفرآباد و بهارستان کم‌ترین دسترسی را داشته‌اند که از محلات حاشیه شهر هستند. این موضوع نشان‌دهنده آن است که عدالت فضایی عمودی در شهر بجنورد رعایت نشده است، چراکه محلات حاشیه‌نشین که سطح اجتماعی و اقتصادی مناسبی ندارند، از سطح دسترسی مطلوبی نیز برخوردار نیستند. با توجه به این‌که حومه شهر از دسترسی پایینی برخوردار بوده است، در این راستا تدابیری که برنامه‌ریزان شهری باید اتخاذ کنند این است که براساس شاخص اقتصادی - اجتماعی، سطح ویژگی‌های اقتصادی و اجتماعی هر محله از شهر به دست بیاید و محلاتی که از سطح شاخص اقتصادی و اجتماعی کم‌تری برخوردارند، بتوانند در اولویت قرار بگیرند.

پیشنهاد می‌شود از روش‌های دیگر همچون روش انتخاب گسسته که به رفتار سفر افراد نزدیک‌تر است برای محاسبه دسترسی استفاده شود و نتایج آن با روش حوزه‌شناور دومرحله‌ای مقایسه شود. همچنین پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده از روش حوزه‌شناور سه مرحله‌ای - که هم بحث تابع بازدارندگی در محدوده خدمات‌رسانی و هم رقابت بین نقاط عرضه را در نظر

^۱. Hu

می‌گیرد - استفاده شود. همچنین پیشنهاد می‌شود که بحث زمان در ارزیابی دسترسی مدنظر قرار گیرد، چراکه برخی خدمات کارکرد زمانی دارند و ممکن است که در بازه‌های زمانی مختلف بنا بر ساعت بازگشایی آن خدمات و یا مسائل دیگر همچون ترافیک شبکه حمل و نقل، دسترسی محاسبه شده در بازه‌های زمانی مختلف، متفاوت باشد. همچنین در بحث تقاضا، ویژگی‌های اقتصادی و اجتماعی مختلف که در میزان تقاضا تأثیرگذار است، در نظر گرفته شود.

منابع

- آقایی هیر، م.، ظاهری، م.، و رحیم‌زاده، ن. (۱۴۰۱). مدل‌سازی فضایی جریان سفر روستایی و تحویل عوامل مؤثر بر تقاضای سفر (مطالعه موردی: روستاهای شهرستان تبریز). *برنامه‌ریزی و آمایش فضا*، ۲۶ (۱)، ۶۳-۸۸. Doi: <https://doi.org/HSMSP.26.1.63>
- امیرفخریان، م.، و کامل‌فر، م. (۱۴۰۰). بررسی الگوی حاکم بر پراکنش فضایی متخصص در شهر مشهد. *برنامه‌ریزی و آمایش فضا*، ۲۵ (۳)، ۱-۳۰. <http://hsmmp.modares.ac.ir/article-fa.html-۴۴۴۲۴-۲۱>
- حیدری چپانه، ر.، محمدی ترکمانی، ح.، و واعظی، م. (۱۳۹۶). تحلیلی بر عدالت فضایی و کاربردهای درمانی مبتنی بر GIS مطالعه موردی: کلان‌شهر تبریز. *بیمارستان*، ۳ (۶۲)، ۱۹-۲۹. <http://jhosp.tums.ac.ir/article-1-5708-fa.html>
- درسوخان، ر.، و پاشاچینی، ه. (۱۳۹۹). مکان‌یابی و تحلیل پراکنش فضای سبز با رویکرد عدالت فضایی نمونه موردی: کلان‌شهر تبریز. *جغرافیا و مطالعات محیطی*، ۹ (۳۶)، ۷-۲۰. http://ges.iaun.ac.ir/m/article_679212.html
- طالعی، م.، صفرپور، م.، و جوادی، ق. (۱۳۹۸). ارزیابی پتانسیل تأسیس نیروگاه خورشیدی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری OWA و TOPSIS (مطالعه موردی: استان قزوین). *برنامه‌ریزی و آمایش فضا*، ۲۲ (۴)، ۱-۲۸. <http://hsmmp.modares.ac.ir/article-21-19417-fa.html>
- محمدی، ک.، آل‌شیخ، ع. ا.، و طالعی، م. (۱۳۹۸). مکان‌یابی مراکز بیمارستانی با تلفیق روش‌های بهترین - بدترین، دنپ، ویکور و کوپراس مطالعه موردی منطقه ۱ شهر تهران. *مهندسی فناوری اطلاعات مکانی*، ۷ (۳)، ۱۷-۴۲. <http://jgit.kntu.ac.ir/article-1-739-fa.html>
- Aghaari Heer, M., Zahiri, M., & Rahim Zadeh, N. (1401). Spatial modeling of rural travel flow and delivery of factors affecting travel demand (case study: villages of Tabriz city). *Spatial Planning and Design Journal*, 26 (1), 63-88. Doi: <https://doi.org/HSMSP.26.1.63> (In Persian).
- Amirfakhrian, M., & Kamelfar, M. (1400). Examining the pattern governing the spatial distribution of experts in Mashhad. *Journal of Space Planning and Planning*, 25 (3), 1-30. <http://hsmmp.modares.ac.ir/article-21-44424-fa.html> (In Persian).
- Ashik, F. R., Mim, S. A., & Neema, M. N. (2020). Towards vertical spatial equity of urban facilities: An integration of spatial and aspatial accessibility. *Journal of Urban Management*, 9(1), 77-92. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2019.11.004>.

- Chang, Z., Chen, J., Li, W., & Li, X. (2019). Public transportation and the spatial inequality of urban park accessibility: New evidence from Hong Kong. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 76, 111-122. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.09.012>.
- Chen, M., Chen, Y., Wang, X., Tan, H., & Luo, F. (2019). Spatial difference of transit-based accessibility to hospitals by regions using spatially adjusted ANOVA. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(11), 1923. doi: 10.3390/ijerph16111923.
- Darskhan, R., & Pashachini, H. (2019). Locating and analyzing the distribution of green space with the approach of spatial justice, a case example: Tabriz metropolis. *Geography and Environmental Studies*, 9 (36), 20-7. http://ges.iaun.ac.ir/m/article_679212.html (In Persian).
- Dony, C. C., Delmelle, E. M., & Delmelle, E. C. (2015). Re-conceptualizing accessibility to parks in multi-modal cities: A Variable-width Floating Catchment Area (VFCA) method. *Landscape and Urban Planning*, 143, 90-99. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.06.011>.
- Heydari Chianeh, R., Mohammadi Turkmani, Hojjat., & Waezhi, M. (2016). An analysis of spatial justice and therapeutic applications based on GIS, a case study: Tabriz metropolis. *Hospital Quarterly*, 3 (62), 19-29. <http://jhosp.tums.ac.ir/article-1-5708-fa.html> (In Persian).
- Hsu, C. H., Wang, F. K., & Tzeng, G. H. (2012). The best vendor selection for conducting the recycled material based on a hybrid MCDM model combining DANP with VIKOR. *Resources, Conservation and Recycling*, 66, 95-111. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.02.009>.
- Hu, S., Song, W., Li, C., & Lu, J. (2019). The spatial equity of nursing homes in Changchun: A multi-trip modes analysis. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(5), 223. <https://doi.org/10.3390/ijgi8050223>
- Kelobonye, K., McCarney, G., Xia, J. C., Swapan, M. S. H., Mao, F., & Zhou, H. (2019). Relative accessibility analysis for key land uses: A spatial equity perspective. *Journal of Transport Geography*, 75, 82-93. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.01.015>.
- Kelobonye, K., Zhou, H., McCarney, G., & Xia, J. C. (2020). Measuring the accessibility and spatial equity of urban services under competition using the cumulative opportunities measure. *Journal of Transport Geography*, 85, 102706. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102706>
- Kucukali, A., Pjeternikaj, R., Egin, Z. E. K. A., & Artan, H. Y. S. A. (2022). Evaluating the pedestrian accessibility to public services using open-source geospatial data and QGIS software. *Nova Geodesia*, 2(2), 42-42. DOI: <https://doi.org/10.55779/ng2242>.

- Langford, M., Higgs, G., & Fry, R. (2016). Multi-modal two-step floating catchment area analysis of primary health care accessibility. *Health & Place*, 38, 70-81. DOI: 10.1016/j.healthplace.2015.11.007.
- Li, Y., Lin, Y., Geertman, S., Hooimeijer, P., & Xu, W. A. (2021). Accessibility-based equity of public facilities: A case study in Xiamen, China. *Applied Spatial Analysis and Policy*, 14(4), 947-968. <https://doi.org/10.1007/s12061-021-09387-2>
- Liu, S., & Zhu, X. (2004). Accessibility Analyst: an integrated GIS tool for accessibility analysis in urban transportation planning. *Environment and Planning*, 31, 105 -124. DOI:10.1068/b305.
- Lotfi, S., & Koohsari, M. J. (2009). Measuring objective accessibility to neighborhood facilities in the city (A case study: Zone 6 in Tehran, Iran). *Cities*, 26(3), 133-140. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2009.02.006>.
- Luo, W., & Wang, F. (2003). Measures of spatial accessibility to health care in a GIS environment: synthesis and a case study in the Chicago region. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 30(6), 865-884. <https://doi.org/10.1068/b29120>
- Ma, X., Ren, F., Du, Q., Liu, P., Li, L., Xi, Y., & Jia, P. (2019). Incorporating multiple travel modes into a floating catchment area framework to analyse patterns of accessibility to hierarchical healthcare facilities. *Journal of Transport & Health*, 15, 100675. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2019.100675>.
- McAllister, D. M. (1976). Equity and efficiency in public facility location. *Geographical Analysis*, 8(1), 47-63. DOI:10.1111/j.1538-4632.1976.tb00528.x.
- Mohammadi, K., Al Sheikh, A. A., & Talei, M. (2018). Locating hospital centers by combining the best-worst, DENAP, VIKOR and KUPRAS methods, a case study of the 1st district of Tehran. *Geospatial Information Technology Engineering*, 7 (3), 17-42. <http://jgit.kntu.ac.ir/article-1-739-fa.html> (In Persian).
- Morrill, R. L., & Symons, J. (1977). Efficiency and equity aspects of optimum location. *Geographical Analysis*, 9(3), 215-225. DOI:10.1111/j.1538-4632.1977.tb00575.x.
- Talei, M., Safarpour, M., & Javadi, Q. (2018). Evaluating the potential of establishing a solar power plant using OWA and TOPSIS decision-making methods (case study: Qazvin province). *Journal of Space Planning and Design*, 22 (4), 1-28. <http://hmsmp.modares.ac.ir/article-21-19417-fa.html> (In Persian).
- Talen, E., & Anselin, L. (1998). Assessing spatial equity: an evaluation of measures of accessibility to public playgrounds. *Environment and planning A*, 30(4), 595-613. <https://doi.org/10.1068/a300595>.
- Tsou, K. W., Hung, Y. T., & Chang, Y. L. (2005). An accessibility-based integrated measure of relative spatial equity in urban public facilities. *Cities*, 22(6), 424-435. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2005.07.004>.