Geographical planning of space quarterly journal

Online ISSN: 2538-4821

Journal Homepage: gps.gu.ac.ir

Research Paper

Spatial Modeling of Local-MCDM the case study of evaluation of EMS stations in Fars province

Hassan Ali Faraji Sabokbar [a]

[a]. (Corresponding Author) *Department of Human Geography, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran*
Email: hfaraji@ut.ac.ir

ARTICLE INFO

Keywords:
Emergency medical services (EMS),
Local Weighted Linear Combination,
Global Weighted Linear Combination.

Article History:
Received:
28 May 2023
Received in revised form:
25 August 2023
Accepted:
28 September 2023
Available online:
1 November 2023
pp. 31-45

ABSTRACT

For choosing suitable place multiple methods are introduced, which examine the qualities, methods and patterns of location selection. The current methods use global approach and do not pay attention to spatial differences, environmental variation in variables, local changes modeled by local weighting indicators. It has been selected as a case study to evaluate the EMS center of Fars province and to evaluate the indicators of distance from the power plant, distance from logistics centers, industries, transportation terminals, hospitals, hotels and tourism, cities, rural areas and custom centers. has been used, using the AHP method to weight the qualities, and then for local weights, non-overlapping neighborhood filtering within a radius of 25 km are used and calculate the corresponding changes, quantity, ratio Presented in this article, the obtained weights, then the compute local weighted layers, and then local weight was multiplied in the normalized layers and the final layer were obtained. In the next step, it was combined and calculated to compare the data using the global method. The results of the two methods were transferred to the points of the EMS and the results were analyzed.

Citation: Faraji Sabokbar, H. A. (2023). Spatial Modeling of Local-MCDM the case study of evaluation of EMS stations in Fars province. *Geographical planning of space quarterly journal, 13* (3), 31-45.
http://doi.org/10.30488/GPS.2023.352722.3568

© The Author(s)
This is an open access article under the CC BY license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Publisher: Golestan University Press

Extended Abstract

Introduction

In geographical studies and spatial planning, there are different approaches to choosing the right place for all kinds of applications and uses, and a process is followed to choose the best places. This process includes stating the research problem (cognition), choosing the criteria and preferences of decision makers and how to determine the weight of indicators, combining criteria (design) and finally, choosing the best option. In the current methods of spatial decision, the criteria are given a fixed weight, while in geographical locations, the distribution of geographical phenomena is not uniform. In this case, attention should be paid to the spatial distribution pattern of geographical phenomena based on the principle of sensitivity of the range of changes, the size of the range of changes affects the outputs, and the data with a smaller range of changes also have a lesser effect on the output. The data with a larger range of changes will have a more significant effect on the output. Therefore, in spatial analysis, indicators that have small changes are less important. Local models have been presented to model local changes in spatial multi-criteria decision-making; in this research, the main issue is how to model the local changes that affect the expected outputs.

Methodology

The research process is based on multi-criteria spatial decision-making methods (national and local). First, spatial patterns of indicators were analyzed through exploratory analyzes of ESDA spatial data. Then based on the review of the research criteria, the direct weighting method was used to calculate the weight of the indicators, and the experts were asked to specify the weight of the criteria in the range of 1 to 10. The opinions were combined, and the final weight was obtained. First, the data were spatially modelled to model and calculate the local weights. Then Block Statistics spatial filter without overlap was used to determine the neighborhood. The range of local changes, maximum and minimum values, were calculated, and local weights were obtained based on that. Finally, the information layers were descaled. After that, the unscaled criterion layers were multiplied by the national weights and the final national scores were obtained. In the next step, the data of the evaluated information layers (local and national) were transferred to the points of emergency databases. Based on the analysis, the fit was done.

Results and discussion

General or global weights pay attention to the relative importance of indicators, which is the starting point for calculating local weights. Based on the research results, the most critical indicators are industries, cities and hospitals, which are more important in the location of road emergency stations. However, in order to achieve better results, it is necessary to build a local weight layer. The results of the research show that the indicators' weight and the difference in the criteria (general weight) are not equal in the entire geographical area, and the areas with a larger range of changes have a higher coefficient.

Because, unlike general weights that are obtained based on different methods, local weights are estimated based on the principle of sensitivity of the range of changes and are changed spatially, and a fixed value is not considered for all areas. According to the research findings, the highest level in the general and local evaluation method corresponds to 0.5 to 0.7. Based on the local (geographic) weight method, it is less than the national or general method in the range of 0.9 to 1. Furthermore, this is due to the more precise nature of this method, which models the effects of local changes. To evaluate the compliance of the emergency centers with the final maps of suitability assessment, the information on the suitability maps was transferred to the map of the emergency center points of Fars province. Based on the evaluation of 207 emergency stations, according to the general method, 14 percent are in the high group (0.9-1), and according to the local or geographical method (16.9), percent are in this group.

Conclusion

At the level of space and geographical regions, phenomena and geographical complications are not uniformly distributed, some phenomena have a homogeneous distribution, and some have a heterogeneous distribution. On the one hand, the phenomena and decision issues are affected by the context in which they are formed and evolve; on the other hand, these phenomena are placed in the network of mutual relations. Furthermore, the results of the set of phenomena may differ from the results of the phenomena individually and separately; in this article, an attempt has been made to address the issue that in spatial analysis and planning, it is necessary to pay attention to geographical differences in decision-making. Furthermore, it should not be evaluated in general terms of spatial decision problems; one of the methods of modelling these differences and spatial changes is to consider the local weight of the criteria. Based on the research findings, local (geographical) and national analysis results are different and can better show these changes. On the other hand, the pattern of spatial differences also has its spatial pattern, and paying attention to these differences in spatial differences can be the subject of further studies.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work declaration of competing interest none.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all the scientific consultants of this paper.

مجله آمایش جغرافیایی فضا

شاپا الکترونیکی: ۴۸۲۱-۲۵۳۸

Journal Homepage: gps.gu.ac.ir

مقاله پژوهشی

مدل‌سازی فضایی تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره محلی
مطالعه موردی ارزیابی پایگاه‌ها اورژانس جاده‌ای استان فارس

حسنعلی فرجی سبکبار [۱]

۱- نویسنده مسئول، گروه جغرافیای انسانی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران ، ایران. **Email:** hfaraji@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله

واژگان کلیدی:
پایگاه اورژانس،
تلفیق خطی وزنی محلی،
تلفیق خطی وزنی عمومی.

تاریخ دریافت:
۱۴۰۲/۰۳/۰۷
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۲/۰۶/۰۳
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۲/۰۷/۰۶
تاریخ چاپ:
۱۴۰۲/۰۸/۱۰
صص. ۴۵-۳۱

چکیده

برای انتخاب مکان مناسب فعالیت‌ها، روش‌های مختلفی توسط متخصصین علوم مکانی ارائه‌شده است که به بررسی معیارها، روش‌ها و الگوهای انتخاب مکان می‌پردازند. روش‌هایی که اغلب استفاده می‌شود روش‌های عمومی می‌باشد که تفاوت‌ها و اختلافات جغرافیایی و توزیع داده‌ها توجهی نمی‌شود، بر اساس اصل حساسیت دامنه تغییرات، تغییرات محلی داده‌ها در محاسبات وزن شاخص‌ها لحاظ می‌شود. سؤال محوری این است که چگونه تغییرات محلی را مدل و در مدل‌سازی فضایی لحاظ نمود. بر این اساس ارزیابی پایگاه‌های اورژانس استان فارس به‌عنوان مطالعه موردی انتخاب‌شده است و برای ارزیابی از معیارهای فاصله از نیروگاه، فاصله از مراکز لجستیک، صنایع، پایانه‌های حمل‌ونقل، بیمارستان، هتل و گردشگری، شهر، نقاط روستایی و مراکز بازارچه‌ای استفاده‌شده است، با استفاده از روش AHP به معیارها وزن دهی شده است و سپس برای وزن‌های محلی، از فیلترهای همسایگی بدون همپوشانی در شعاع ۲۵ کیلومتر استفاده‌شده و مقادیر مربوط به دامنه تغییرات، مقدار بیشینه، مقدار کمینه را محاسبه نموده و بر اساس رابطه ارائه‌شده در این مقاله وزن‌های محلی به دست آمد آنگاه لایه‌ها بی مقیاس شده و مقادیر وزن محلی در لایه‌های بی مقیاس شده ضرب شد و نمرات نهایی حاصل شد، در گام بعدی برای مقایسه داده‌ها با استفاده از روش عمومی نیز تلفیق و محاسبه شد نتایج دو روش به نقاط پایگاه‌های اورژانس منتقل شد و نتایج آن تحلیل شدند.

استناد: فرجی سبکبار، حسنعلی. (۱۴۰۲). مدل‌سازی فضایی تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره محلی مطالعه موردی ارزیابی پایگاه‌ها اورژانس جاده‌ای استان فارس. *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، ۱۳ (۳)، ۴۵-۳۱.

http://doi.org/10.30488/GPS.2023.352722.3568

© نویسندگان

ناشر: انتشارات دانشگاه گلستان

مقدمه

در مطالعات جغرافیایی و برنامه‌ریزی فضایی، با مسائل تصمیم مکانی مبتنی بر سه رویکرد رتبه‌بندی، درجه‌بندی، خوشه‌بندی می‌باشند و برحسب نوع گزینه‌ها می‌توان مسائل تصمیم مکانی را به دو دسته پیوسته و گسسته تقسیم‌بندی نمود (فرجی سبکبار و همکاران، ۱۳۸۸)، در حالت پیوسته هدف ممکن است غربالگری فضایی، ساخت گزینه و یا سنجش تناسب اراضی باشد، معیارهای تصمیم از نظر درجه اهمیت باهم متفاوت می‌باشند و لازم است بین آن‌ها تفاوت قائل شد، این موضوع به کمک تعیین ضریب اهمیت شاخص‌ها به دست می‌آید، روش‌های وزن دهی معمولاً به‌صورت عینی، ذهنی و یا تلفیقی صورت می‌گیرد (Sidhu,2022:1248; Amir et al.,2022:47; Ramandeep,2022:5).

در مسائل تصمیم مکانی، به معیارها وزنی ثابت داده می‌شود، درحالی‌که مکان‌های جغرافیایی، توزیع پدیده‌ها جغرافیایی یکنواخت نمی‌باشد، در این حالت باید به الگوی توزیع فضایی پدیده‌های جغرافیایی توجه نمود، بر اساس اصل حساسیت دامنه تغییرات (Boster,2022:12) اندازه دامنه تغییرات بر خروجی‌ها اثر دارند و داده‌هایی که دامنه تغییرات کمتری دارند اثر کمتری بر خروجی دارند و داده‌های با دامنه تغییرات بیشتر قطعاً اثر بیشتری بر خروجی خواهند داشت. بر این اساس در تحلیل‌های فضایی، شاخص‌هایی که دارای تغییرات کمی هستند، از اهمیت کمتری برخوردارند، مدل‌های محلی با هدف مدل‌سازی تغییرات محلی در تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی ارائه‌شده‌اند که در این تحقیق مسئله اصلی تحقیق این است که چگونه تغییرات محلی که در خروجی‌های مورد انتظار اثر دارند را می‌توان مدل کرد. برای توجه به اثر تغییرات محلی لازم است از مدل‌های مناسب استفاده کرد. راه‌حل آن در مدل‌های محلی باید جستجو کرد و در این تحقیق به دنبال پاسخ به این سؤال هستیم که چگونه وزن دهی محلی (در مقابل وزن دهی‌های سراسری) را مطالعات جغرافیایی لحاظ نمود تا نتایج واقع‌گرایانه‌تری یافت. تحقیقات زیادی در زمینه مکان‌یابی صورت گرفته است: میعاد فر و همکاران (۱۴۰۱) به مکان‌یابی پایگاه‌های اورژانس پرداخته‌اند، آن‌ها با به طراحی سیستم پشتیبانی تصمیم مکانی برای سنجش پتانسیل استقرار پایگاه‌های اورژانس پرداخته‌اند آن‌ها در مدل طراحی‌شده از روش‌های سراسری برای مکان‌یابی استفاده کرده‌اند، در پایگاه مدل شاخص‌ها طراحی شود که شاخص‌های پایگاه‌های اورژانس جاده‌ای می‌باشد و مجموعه‌ای ابزار برای مدل‌سازی و تلفیق شاخص‌ها بر اساس روش‌های سراسری استفاده کرده‌اند. در تحقیقی دیگر، خاکپور و همکاران (۱۳۹۱) به مکان‌یابی مراکز درمانی پرداخته‌اند آن‌ها از روش AHP برای تعیین وزن شاخص‌ها استفاده کرده‌اند. سمیه گلدوی و همکاران (۱۴۰۱:۱۲۱) آن‌ها از روش WLC که روشی سراسری است برای توسعه پارک‌ها و فضای سبز استفاده کرده‌اند، وجه تمایز تمام این تحقیقات و تحقیق حاضر در کاربرد روش محلی به‌جای روش‌های سراسری در ساخت لایه‌های معیار زون دارو تلفیق آن‌ها باهم می‌باشد که بخش نوآوری مقاله محسوب می‌شود.

با هدف مدل‌سازی محلی، ارزیابی پایگاه‌های اورژانس استان فارس به‌عنوان مطالعه موردی انتخاب‌شده است استان فارس تا نحوه مدل‌سازی و لحاظ نمودن وزن‌های محلی را تحلیل نمود. استان فارس حدود ۵ میلیون جمعیت دارد و یکی از استان‌های باسابقه تاریخی و فرهنگی است که دارای جاذبه‌های گردشگری می‌باشد و هرساله تعداد زیادی مسافر به استان فارس سفر می‌کنند و استان فارس یکی از استان‌های با آمار بالای حوادث جاده‌ای است مدیریت و کاهش اثرات ناشی از حوادث نیازمند به استقرار مناسب ایستگاه‌های اورژانس می‌باشد و لازم است تا تحلیل مناسبی برای تبیین الگوی استقرار ایستگاه‌های اورژانس جاده‌ای ارائه نمود. برای سهولت و کاربردی نمودن تحقیق نیز کدهای پایتون اجرای مدل نیز ارائه‌شده است که علاقه‌مندان با ویرایش ورودی‌های مدل می‌توانند از آن استفاده نمایند.

مبانی نظری

موضوع و مفهوم اصلی در ادبیات جغرافیایی و برنامه‌ریزی، تفاوت‌های فضایی است. در آمایش سرزمین و برنامه‌ریزی فضایی نیز همواره به الگوهای توزیع، تفاوت بین مکان‌های جغرافیایی باید توجه نمود. در روش‌های که به‌صورت معمول در تصمیم‌گیری‌های مکانی استفاده می‌شود اغلب به این تفاوت‌های محلی توجهی نمی‌شود و وزن معیارها در تمام منطقه موردمطالعه ثابت در نظر گرفته می‌شود. در مطالعات جغرافیایی با لحاظ نمودن، وزن‌های محلی می‌توان اثرات تغییرات محلی را در مدل وارد نمود. بر این اساس به تحلیل‌های فضایی سراسری و محلی پرداخته می‌شود و نحوه پیاده‌سازی آن تشریح می‌شود.

تحلیل‌های فضایی سراسری و محلی در مسائل تصمیم

تحلیل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی از مجموعه‌ای مدل و رویه تشکیل می‌شود که به الگویابی فضایی گزینه‌های تصمیم اشاره دارند. نتایج تحلیل‌های فضایی، نه‌تنها به الگوی فضایی گزینه‌های تصمیم (مکان تصمیم‌گیری و خصوصیات آن‌ها) بلکه به قضاوت‌های تصمیم‌گیرندگان در فرایند تصمیم‌گیری مکانی نیز بستگی خواهد داشت.

رویه‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی از مبانی فکری و تحلیل عمومی علم تصمیم مشتق می‌شوند. آن‌ها معمولاً به‌صورت ضمنی به تغییرپذیری فضایی از طریق ارزیابی معیارهای تصمیم بر اساس مفهوم روابط فضایی مانند مجاورت، نزدیکی، و ارتباط روش‌های مرسوم از میانگین یا کل اثر را برای کل منطقه موردمطالعه اشاره می‌کنند و فرض می‌کنند که ترجیحات تصمیم‌گیرندگان یا مقادیر قضاوت آن‌ها در منطقه موردمطالعه به‌صورت یکنواخت و متعادلی پخش‌شده است. به عبارتی دو مؤلفه اصلی تصمیم‌گیری یعنی وزن معیارها و تابع ارزش به‌صورت فضایی همگن می‌باشند. همچنین این رویه از یک تابع ارزش (یا رویه بی مقیاس سازی) برای کل منطقه استفاده می‌کند. این جنبه که تابع ارزش ممکن است به بسترهای محلی که تصمیم‌گیری در آن اتفاق می‌افتد بستگی داشته باشد، موردتوجه نیست (Malczewski, 2011:440). بستر جغرافیایی محلی برای بیان اثر محل جغرافیایی بر نحوه رفتار او در فضا اشاره دارد. به عبارتی، برای اندازه‌گیری اثرات بستر بر عملکرد فرد، به اثرات غیرقابل‌اندازه‌گیری مکان یک فرد بر ترجیحات او باید اشاره کرد. در برخی موارد ممکن است این ابعاد و زمینه‌ها ممکن است قابل‌اندازه‌گیری و شناسایی باشند که بر تغییرات شاخص‌های مدل اثر دارد (Silva-Gallegos et al., 2017:206; Stewart Fotheringham et al., 2021). در مدل‌سازی فضایی لازم است تا مقادیر و داده‌های لایه‌های مختلف اطلاعاتی به مقیاسی تبدیل شوند که قابل‌تلفیق و مقایسه با یکدیگر باشند. روش‌های تبدیل متنوعی وجود دارد که می‌توان از آن‌ها برای تبدیل داده‌های مکانی به مقیاس‌های واحد استفاده کرد در این روش‌ها اغلب داده‌ها در بازه صفر تا یک برازش می‌شوند و وزن معیارها در مقادیر بی مقیاس شده اعمال می‌شوند. (Malczewski 2000:5)

روش ترکیب خطی وزنی

روش ترکیب خطی وزنی سراسری یکی از روش‌های تصمیم‌گیری مکانی محسوب می‌شود که در آن از طریق فرایند تصمیم‌گیری مکانی، نقشه‌های معیار تولید و سپس باهم تلفیق می‌شوند تا بر اساس آن گزینه i ام تصمیم، مورد ارزیابی قرار گیرد. در ادبیات جغرافیایی و تحلیل فضایی دو رویکرد نسبت به این قبیل مسائل وجود دارد یک رویکرد سراسری است که فضا را یکدست در نظر می‌گیرد و رویکرد دوم محلی است که به تفاوت‌ها و افتراق‌های فضایی توجه جدی دارد

(Malczewski, 2011:441; Carter & Rinner, 2014; Silva-Gallegos et al,. 2017:207)

وزن دهی سراسری

برای تلفیق مجموعه‌ای از نقشه‌های معیار (اطلاعات توصیفی آن‌ها)، از روش وزن دهی سراسری استفاده می‌شود در این روش برای ترکیب نقشه‌های i امین گزینه تصمیم (مکان) مجموعه‌ای از وزن معیارها در نظر گرفته می‌شود و وزن‌ها$(0 \le w_k \le 1 \; and \; \sum_{k=1}^{n} w_k = 1, k = 1,2, \dots, n)$ با ارزش $(1 = a_1, a_2, \dots, a_m$ معیارها ترکیب می‌شوند.

$$V(A_i) = \sum_{k=1}^{n} w_k v(a_k) \quad (1)$$

$V(A_i)$ ارزش عمومی گزینه i ام در مکان s_i با مختصات $V(x_i, y_i)$ تعریف می‌شود (برای سهولت یک اندیس پایین i استفاده می‌شود تا مکان گزینه i ام را نشان دهد. $v(a_{ik})$ ارزش گزینه i ام با توجه به خصوصیت و ویژگی k ام اندازه‌گیری شده به‌وسیله تابع ارزش می‌باشد. گزینه مشخص‌شده با بالاترین مقدار $V(A_i)$ گزینه ارجح می‌باشد. (Malczewski, 2011)

تابع ارزش $v(a_{ik})$ نمایش ریاضی قضاوت انسانی است این تابع سطوح مختلف خصوصیت را به نمره تبدیل می‌کند. اگر a_{ik} سطح معیار k ام برای گزینه i ام است بنابراین تابع ارزش $v(a_{ik})$ ارزش یا میزان مطلوبیت گزینه‌ها با توجه به این معیار است. این تابع نتایج ممکن تصمیم را به مقیاس مرتبط می‌سازد. در اینجا چندین روش برای ارزیابی تابع ارزش وجود دارد. این روش‌ها اغلب موارد برای ارزیابی تابع ارزش در تحلیل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره جغرافیایی استفاده می‌شود. یکی از این روش‌ها به‌عنوان روش دامنه تغییرات نمره شناخته می‌شود. این روش نقشه معیار ورودی را به مقادیر استانداردشده $v(a_{ik})$ بر اساس رابطه زیر تبدیل می‌کند.

$$v(a_{ik}) = \begin{cases} \dfrac{a_{ik} - \min\limits_i\{a_{ik}\}}{r_k}, & \text{برای معیار } k \text{ ام بیشینه شود} \\ \dfrac{\max\limits_i\{a_{ik}\} - a_{ik}}{r_k}, & \text{برای معیار } k \text{ ام کمینه شود} \end{cases} \quad (2)$$

که در آن $\min\limits_i\{a_{ik}\}$ و $\max\limits_i\{a_{ik}\}$ به ترتیب مقادیر بیشینه و کمینه برای معیار k ام است.و $r_k = \max\limits_i\{a_{ik}\} - \min\limits_i\{a_{ik}\}$ دامنه تغییرات سراسری معیار k ام است. نمرات استانداردشده در بازه بین ۰ تا ۱ تغییر می‌یابند که مقدار ۱ حداکثر مطلوبیت و ۰ کمترین مقدار مطلوبیت می‌باشد. ازآنجایی‌که در معامله فوق تغییرات دامنه برای کل منطقه محاسبه می‌شود، مقدار r_k به‌عنوان دامنه تغییرات سراسری شناخته می‌شود. لذا $v(a_{ik})$ به‌عنوان تابع ارزش سراسری شناخته می‌شود. (Malczewski, 2011:442).

اصل حساسیت دامنه تغییرات و وزن دهی محلی معیارها

جنبه انتقادی روش ترکیب خطی وزنی سراسری این است که وزن معیارها به‌طور پیچیده‌ای با مقدار تابع آن مرتبط هستند. در نتیجه، تخمین معنادار وزن نیازمند این است که حداقل حدهای بالا و پایین تابع ارزش را بدانیم. یعنی دامنه تغییرات (داده‌ها) و وزن معیارها تابعی را برای توسعه روش ترکیب خطی وزنی محلی در اختیار قرار می‌دهد. این اصل نشان می‌دهد که، در صورت مساوی بودن سایر چیزها، هر چه دامنه مقادیر برای معیار k ام بیشتر باشد، وزنW_kکه به

معیار اختصاص می‌یابد به همان نسبت بیشتر خواهد شد. بنابراین وزن‌های معیار به‌عنوان تابعی از دامنه تغییرات r_kمعیار تغییر می‌یابد. شکل محلی دامنه تغییرات r_k^q می‌تواند به این صورت بیان شود:

$$r_k^q = \max_{i,q}\{a_{i,k}^q\} - \min_{i,q}\{a_{i,k}^q\} \quad (3)$$

که در آن$\{a_{i,k}^q\}$ $\max_{i,q}$ و$\{a_{i,k}^q\}$ $\min_{i,q}$ مقادیر بیشینه و کمینه معیار k ام در زیرمجموعه q ام مکان‌ها (گزینه‌های تصمیم) هستند.

زیرمجموعه $(q = 1,2, \dots, g)$ با استفاده از یکی از دو روش می‌توانند تعریف شوند:

۱-منطقه موردمطالعه به زیرمجموعه‌های گسسته‌ای (محلات، مناطق و یا نواحی) تقسیم شود. برای داده‌های برداری همسایگی می‌تواند با استفاده از زوج‌هایی که در داخل یک چندضلعی خاص قرار می‌گیرند تعریف شوند. (Cover & Hart 1967; Bezdek et al. 1986; Peterson 2009)

۲-زیرمجموعه با استفاده از مفهوم پنجره متحرک تعریف می‌شود. در این مورد شامل مکانی کانونی[1](گزینه) و مکان‌های پیرامون آن است. (Dale et al., 2002:558; Wagner & Fortin, 2005:1976; Wu et al., 2006:450; Demšar et al., 2013).

با در نظر گرفته فاصله معین (پنجره) اگر $d_{ij} \le d$ باشد q به‌صورت $j \in q$خواهد بود و در غیر این صورت $j \notin q$ خواهد بود. این روش می‌تواند برای داده‌های رستر و یا برداری (مرکز چندضلعی) کاربرد داشته باشد. با در نظر گرفتن مقدار اندازه آستانه، همه نقاط (به‌صورت چندضلعی یا رستر) در فاصله معین به‌عنوان همسایه در نظر گرفته می‌شوند. همچنین روش p نزدیک‌ترین همسایه می‌تواند برای تعریف مجموعه همسایگی در نظر گرفته شود. این روش بر اساس فاصله است که تعداد p همسایه، به‌عنوان نزدیک‌ترین همسایه مکانی i است. این روش از فاصله بین i امین مکان و تعداد p نزدیک‌ترین همسایه استفاده می‌کند و در آن مجموعه‌ای از همسایه انتخاب خواهد شد که تعداد معینی مکان را در بربگیرد که در نزدیکی مکان i قرار می‌گیرند. تعریف p امین همسایه، وزن معیارمحلی w_k^qبرای k امین معیار می‌تواند به‌عنوان تابعی از وزن سراسری w_kتعریف شود. دامنه تغییرات سراسری r_kو دامنه تغییراتی محلی r_k^qبه‌طور خاص می‌باشد:

$$w_k^q = \frac{\frac{w_k r_k^q}{r_k}}{\sum_{k=1}^{n}\frac{w_k r_k^q}{r_k}}, 0 \le w_k^q \le 1 \; and \; \sum_{k=1}^{n} w_k^q = 1 \quad (4)$$

ازآنجایی‌که تغییرپذیری فضایی وزن‌های محلی w_k^q تابعی از دامنه تغییرات وزن‌های محلی w_k^q است، ارزش و وزن محلی به‌عنوان طرح‌واره همسایگی استفاده می‌شود. تا در آن برای تقسیم‌بندی منطقه موردمطالعه به همسایگان (مناطق و نواحی) بکار رود. بنابراین، این نوع وزن دهی معیارها می‌تواند به‌عنوان وزن دهی معیارهای همسایه مبنا باشد.

روش ترکیب خطی وزنی محلی

وزن معیار محلی را در نظر بگیرید w_k^q که بر اساس اصل تحلیل حساسیت دامنه تعریف‌شده شکل ترکیب خطی محلی وزنی می‌تواند به‌صورت زیر نوشته شود:

1. Focal

$$V(A_i^q) = \sum_{k=1}^{n} w_k^q v(a_{ik}^q) \quad (5)$$

که در آن $V(A_i^q)$ ارزش عمومی گزینه i ام است که به‌صورت محلی تخمین زده می‌شود (در همسایگی q ام)، $v(a_{ik}^q)$ مقدار معیار k ام است که به‌وسیله تابع ارزش محلی در همسایه q ام اندازه‌گیری می‌شود و w_k^q وزن معیار محلی است. گزینه تصمیم با بالاترین ارزش $V(A_i^q)$ بهترین گزینه در همسایگی q ام است.

تابع ارزش محلی $v(a_i^q)$سطوح متفاوت ویژگی k ام مربوط به گزینه‌های واقع در همسایه q ام را تبدیل می‌کند. همانند تابع ارزش سراسری ارزش دامنه تغییرات نمرات برای تخمین تابع ارزش استفاده می‌شود.

این تابع لایه ورودی را به نمرات استانداردشده با استفاده از معادله زیر تبدیل می‌کند:

$$v(a_i^q) = \begin{cases} \dfrac{a_{ik}^q - \min\limits_{i,q}\{a_{ik}^q\}}{r_k^q} & \text{معیاربرای } k \text{ ام بیشینه شود} \\ \dfrac{\max\limits_{i,q}\{a_{ik}^q\} - a_{ik}^q}{r_k^q} & \text{برای معیار } k \text{ ام کمینه شود} \end{cases} \quad (6)$$

که در آن$\min\limits_{i,q}\{a_{ik}^q\}$ و$\max\limits_{i,q}\{a_{ik}^q\}$ مقادیر کمینه و بیشینه برای معیار k ام در همسایگی q ام هستند و r_k^q دامنه تغییرات محلی می‌باشند. مقادیر استانداردشده $v(a_i^q)$ ، از ۰ تا ۱ تغییر می‌یابد که ۰ نشان‌دهنده بیشترین مطلوبیت در همسایه q ام می‌باشند.

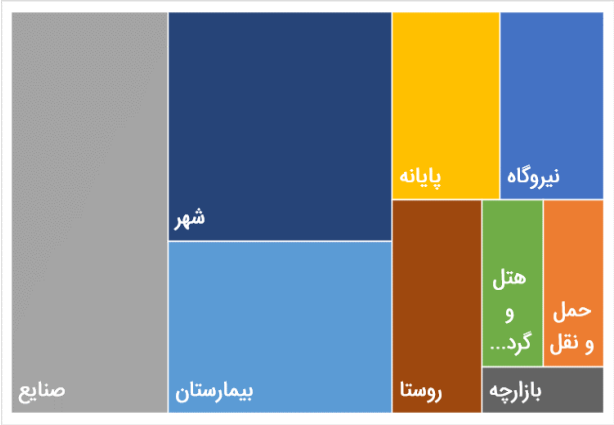
روش پژوهش

فرایند انجام تحقیق مبتنی بر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی (سراسری و محلی) می‌باشد. شکل شماره ۱ فرایند انجام تحقیق را نشان می‌دهد. ابزارها و روش‌های تحقیق به دو بخش تحلیل و مدل‌سازی فضایی و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره تقسیم‌شده است. مجموعه‌ای از ابزارهای تحلیلی که برای مدل‌سازی فضایی استفاده‌شده است شامل فاصله اقلیدسی، تراکم، روش‌های درون‌یابی است که در محیط ARCGIS PRO 2.8 انجام‌شده است. بخشی از کار نیز به تحلیل‌های اکتشافی داده‌های مکانی ESDA مرتبط می‌شود (Fischer & Getis, 2010; Scott & Janikas, 2010:27; Allen, 2011; Tripp Corbin, 2015; Anselin, 2019; Desktop, 2019; Law & Collins 2019). برای تحلیل و مدل‌سازی فضایی نیز از تحلیل‌های کانونی و نیز تلفیق فضایی استفاده‌شده است که در ادامه فرایند تشریح خواهد شد. برای محاسبه وزن شاخص‌ها روش‌های مختلفی وجود دارد که به‌طورکلی این روش‌ها به دو دسته عینی و ذهنی تقسیم می‌شوند (Singh & Pant, 2021). و در این تحقیق ما از روش وزن دهی مستقیم (Singh & Pant 2021; Gohari et al., 2022; Wang et al., 2022) در بازه ۱ تا ۱۰ توسط ۴ متخصص و محاسبه میانگین نظرات آن‌ها به‌عنوان وزن سراسری استفاده کرده‌ایم و البته این وزن‌ها بر اساس روش‌شناسی مورداشاره به‌صورت محلی محاسبه و تعدیل‌شده است.

بر اساس مرور منابع و مصاحبه با ۴ نفر از کارشناسان اورژانس کشور، فهرست شاخص‌های در دسترس استخراج شد، در نهایت وزن شاخص‌ها بر اساس نظرات متخصصین استخراج شد.

جدول ۱. فهرست معیارها و وزن آن‌ها (سراسری)

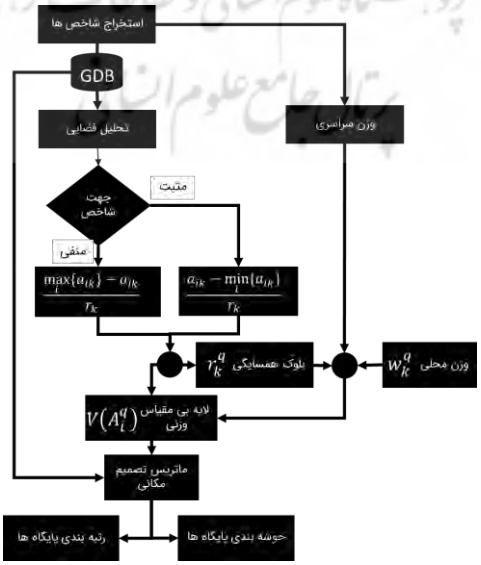
معیار	وزن سراسری
نیروگاه	0.08
حمل‌ونقل	0.04
صنایع	0.27
پایانه	0.09
بیمارستان	0.16
هتل و گردشگری	0.04
شهر	0.22
روستا	0.08
بازارچه	0.02



برای انجام تحقیق از داده‌های طرح آمایش سرزمین استان فارس استفاده‌شده است. اطلاعات مربوط به ایستگاه‌های اورژانس نیز از اورژانس کشور دریافت شده است.

برای انجام تحقیق بر اساس روابط مورداشاره در ادبیات تحقیق و مدل مالچفسکی، ابتدا داده‌ها با استفاده از ابزارهای تحلیلی *ArcGIS* مدل‌سازی شدند، سپس فیلتر فضایی *BlockStatistics* بدون همپوشانی استفاده شد، دامنه تغییرات محلی، مقادیر بیشنه و کمینه محاسبه شد، سپس با بر اساس رابطه‌های شماره ۵ و ۶ وزن‌های محلی به دست آمد، لایه‌های اطلاعاتی بر اساس رابطه $r_i = \frac{x_i}{\max_i x_i}$ بی‌مقیاس شده و بر اساس لایه‌های اطلاعاتی بی مقیاس شده در وزن‌های سراسری ضرب شدند و نمرات نهایی سراسری به دست آمد، در گام بعدی داده‌های لایه‌های اطلاعاتی ارزیابی‌شده (محلی و سراسری یا عمومی) به نقاط پایگاه‌های اورژانس منتقل شد، و بر اساس آن تحلیل‌ها تناسب انجام شد. این فرایند در شکل شماره ۱ به‌صورت فرایندی و در شکل شماره ۶ بر اساس خروجی‌های هر مرحله نشان داده‌شده است.

برای انجام تحقیق و استفاده کاربران کدهای پایتون در محیط نوت بوک *ArcGIS Pro 2.8* به کمک *ArcPy* نوشته‌شده که در موارد مشابه قابل‌استفاده می‌باشد و در پیوست ۱ ارائه‌شده است.



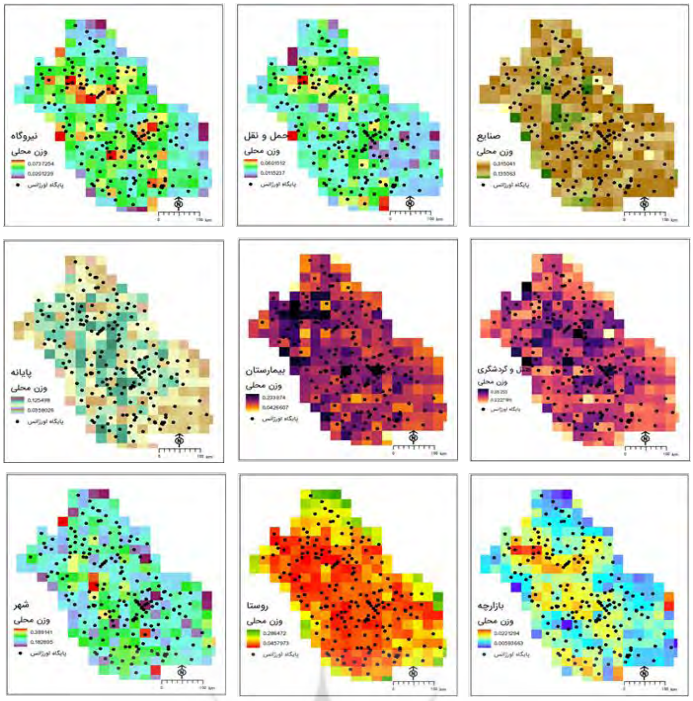
شکل ۱. مراحل پردازش اطلاعات

محدوده موردمطالعه

استان فارس با مساحت حدود ۱۲۲ هزار و ۶۰۸ کیلومترمربع و جمعیتی بالغبر ۴ میلیون و ۸۵۰ هزار نفر، چهارمین استان بزرگ و پر جمعیت کشور محسوب می‌شود. این استان به لحاظ موقعیت جغرافیایی و قرار گرفتن در کریدور ارتباطی جنوب با مرکز و شمال کشور یکی از پرترددترین جاده‌های کشور به شمار می‌آید، طول جاده‌های استان بالغبر ۷٫۸ هزار کیلومتر می‌باشد، فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی متنوعی در استان مستقر می‌باشد، علاوه بر آن استان فارس دارای سابقه تاریخی طولانی بوده و قطب گردشگری کشور می‌باشد و دارای شهرت جهانی می‌باشد، در این بستر شاهد حوادث و رخدادهای فراوانی می‌باشیم که گاهی اوقات خسارت‌های جانی و مالی جبران‌ناپذیری وارد می‌نمایند، ازاین‌رو استقرار بهینه پایگاه‌های اورژانس می‌تواند در بهبود و کاهش خسارات کمک نماید. در سطح استان ۲۰۷ پایگاه اورژانس مستقر می‌باشد و به ارائه خدمات مختلف درمانی و اورژانس می‌پردازند.

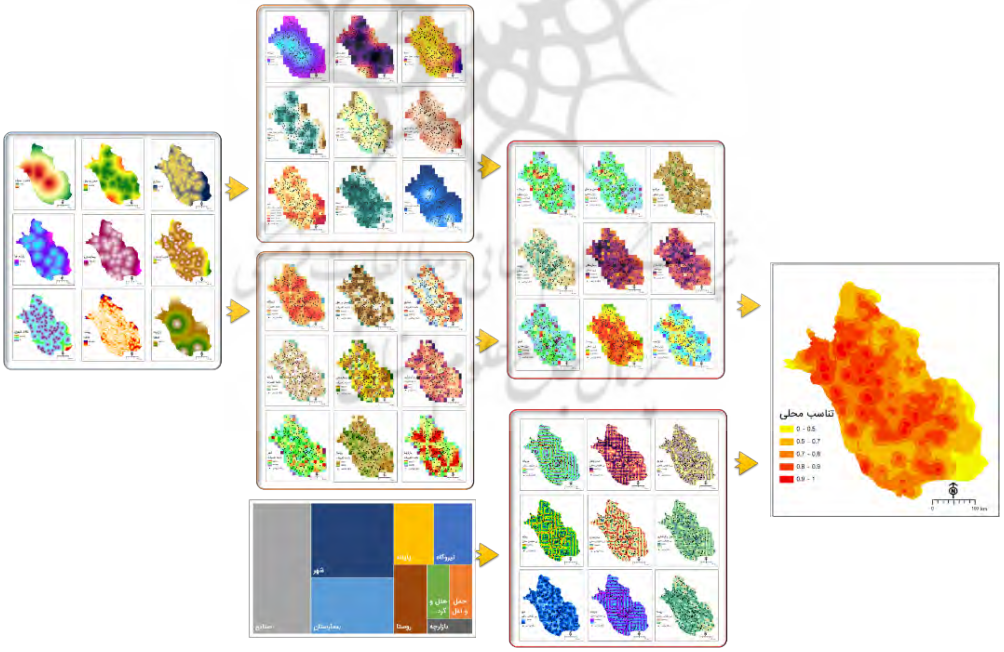
یافته‌ها

مسائل جغرافیایی، دارای خصوصیات و ویژگی‌های خاص خود می‌باشد یکی از آن‌ها توجه به افتراق‌ها و تفاوت‌های فضایی است. در روش‌های تصمیم‌گیری مکانی، به‌صورت سنتی از وزن‌های عمومی و یا سراسری استفاده می‌شود، اما همان‌طور که اشاره شد لازم است در تحقیقات جغرافیایی است به تفاوت‌ها و تغییرات محلی نیز توجه داشت، روش‌های متفاوتی برای مدل‌سازی فضایی تغییرات فضایی ارائه‌شده است که آن‌ها را در ذیل تحلیل‌های چند سطحی، تحلیل‌های وابسته به مقیاس فضایی و مانند آن‌ها قرار می‌دهد یکی از مسائل توجه به تغییرات در داده‌ها می‌باشد، داده‌هایی که دامنه تغییرات بیشتری دارند، دارای وزن و اهمیت بیشتری می‌باشند لذا لازم است بین مفاهیم و وزن‌های محلی و عمومی تفاوت قائل شد، موضوع اصلی در این زمینه توجه به وزن‌های محلی است. همان‌طوری که اشاره شد، وزن‌های عمومی یا سراسری، به اهمیت نسبی شاخص‌ها توجه دارد که نقطه شروع برای محاسبات وزن‌های محلی به شمار می‌آید، با توجه به جدول ۱ مهم‌ترین شاخص‌ها صنایع، شهر و بیمارستان می‌باشد که در مکان گزینی پایگاه‌های اورژانس اهمیت بیشتری دارند، اما برای دست‌یابی به نتایج بهتر برای هر شاخص به‌صورت جداگانه لازم است لایه وزن محلی ساخت، شکل شماره ۵ تغییرات مربوط به وزن محلی شاخص‌ها را نشان می‌دهد، همان‌طور که در تصاویر مشخص می‌شود، وزن شاخص‌ها علاوه بر تفاوت در معیار (وزن عمومی) در همه منطقه جغرافیایی برابر نمی‌باشد و مناطقی که دارای دامنه تغییرات بیشتری هستند ضریب بالاتری دریافت می‌کنند. زیرا برعکس وزن‌های عمومی که بر اساس روش‌های مختلف به دست می‌آید، وزن‌های محلی بر اساس اصل حساسیت دامنه تغییرات تخمین زده‌شده و به‌صورت فضایی تغییر می‌یابد و یک مقدار ثابت برای همه مناطق در نظر گرفته نمی‌شود.

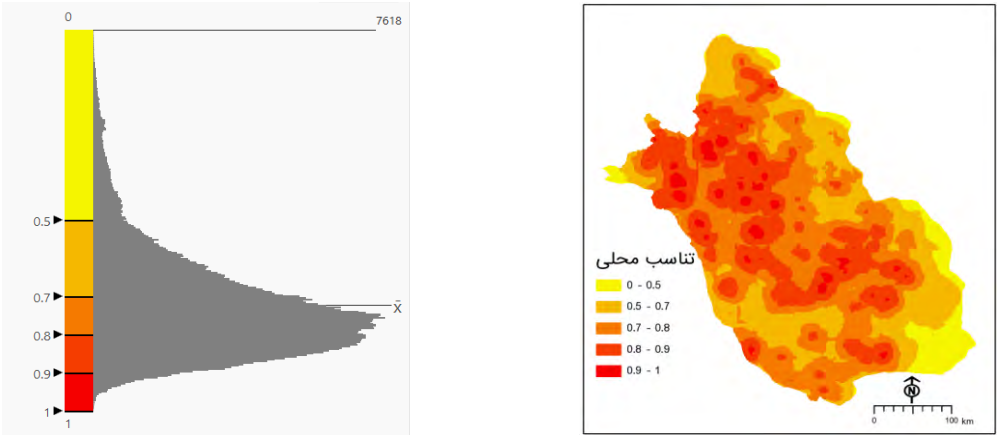


شکل ۲. وزن‌های محلی شاخص‌های ارزیابی

برای ارزیابی نتایج نقشه‌های معیار بی مقیاس شدند و سپس در نقشه وزن محلی (جغرافیایی) ضرب شدند نتایج این پردازش‌ها به‌صورت بصری در شکل شماره ۶ نشان داده‌شده است.

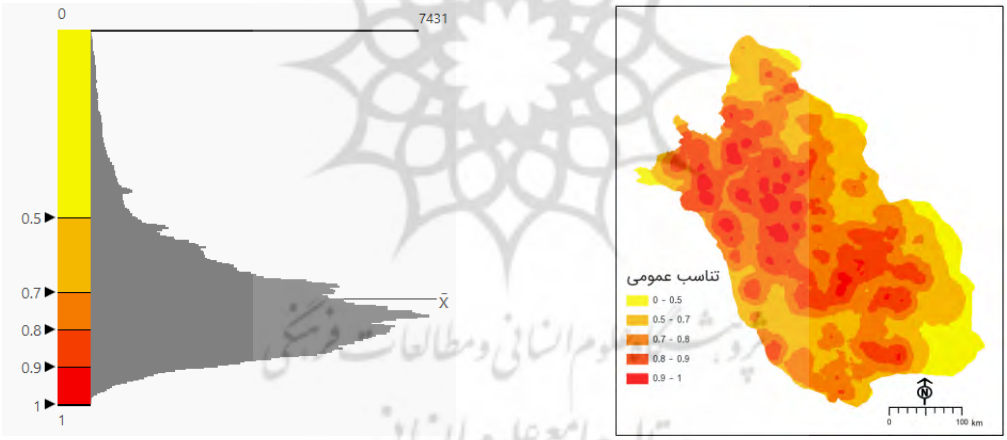


شکل ۳. مراحل بصری ساخت نقشه ارزیابی محلی



شکل ٤. نقشه تناسب اراضی برای استقرار پایگاه‌های اورژانس بر اساس روش وزن دهی محلی

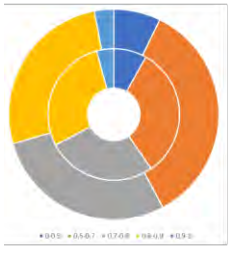
شکل شماره ۵ نقشه نهایی ارزیابی بر اساس وزن‌های محلی را نشان می‌دهد که نقشه‌های بی مقیاس شده در نقشه وزن‌های محلی (جغرافیایی) ضرب شدند و سپس لایه‌های معیار باهم تلفیق (جمع) شدند، نتیجه نهایی در تصویر شماره ۵ نشان داده‌شده است. با توجه به فیلتر بدون همپوشانی که برای محاسبه وزن محلی (جغرافیایی) استفاده‌شده است اثر آن را در شکل شماره ۵ نشان داده‌شده است در نمودار شکل ۵ الگوی توزیع فضایی نمرات ارزیابی را نشان می‌دهد بیشترین سطح تناسب بین ۰/۷ تا ۰/۸ واقع‌شده است.



شکل ۵. نقشه تناسب اراضی برای استقرار پایگاه‌های اورژانس بر اساس روش وزن دهی سراسری

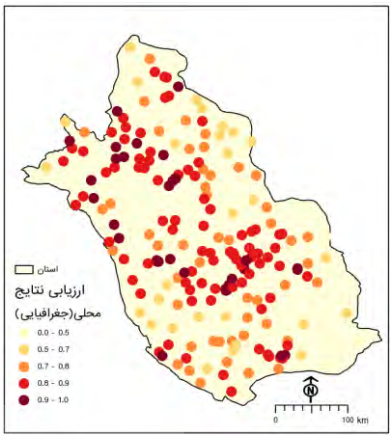
جدول ۲. سطوح استان از نظر تناسب محلی و عمومی (سراسری) برای استقرار پایگاه‌های اورژانس

ردیف	دامنه مقـادیر	مساحت		درصد	
		عمومی	محلی	عمومی	محلی
۱	۰–۰.۵	۹۹۶۸.۵	۸۸۵۳.۵	۸.۱	۷.۲
۲	۰.۵–۰.۷	۳۹۵۹۳.۵	۴۳۰۴۷.۳	۳۲.۲	۳۵.۱
۳	۰.۷–۰.۸	۳۳۱۱۰.۸	۳۴۶۶۳.۳	۲۷.۰	۲۸.۲
۴	۰.۸–۰.۹	۳۴۹۴۸.۸	۳۲۵۷۸.۳	۲۸.۵	۲۶.۵
۵	۰.۹–۱	۵۱۵۴.۵	۳۶۳۳.۷۵	۴.۲	۳.۰

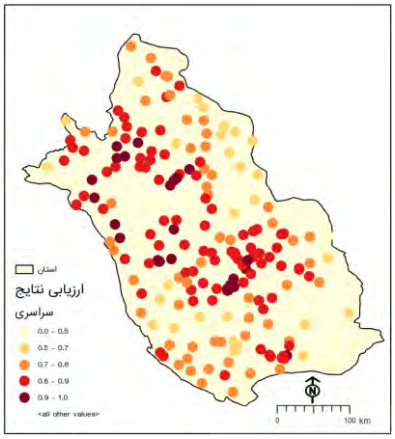


دایره بیرونی تناسب محلی،
دایره بیرونی تناسب عمومی

برای درک بهتر موضوع تفاوت جدول شماره ۲ وضعیت استان را از نظر تناسب برای استقرار پایگاه‌های اورژانس نشان می‌دهد همان‌طور که در جدول ۲ دیده می‌شود، بیشترین سطح در روش ارزیابی عمومی و محلی مربوط به دامنه ۰/۵ تا ۰/۷ است. بر اساس روش وزن محلی (جغرافیایی) در دامنه مقادیر ۰/۹ تا ۱ نسبت به روش سراسری یا عمومی کمتر می‌باشد و این به دلیل ماهیت دقیق‌تر این روش می‌باشد که اثرات تغییرات محلی را مدل می‌کند.



شکل ٦. ارزیابی بر اساس تناسب استقرار محلی

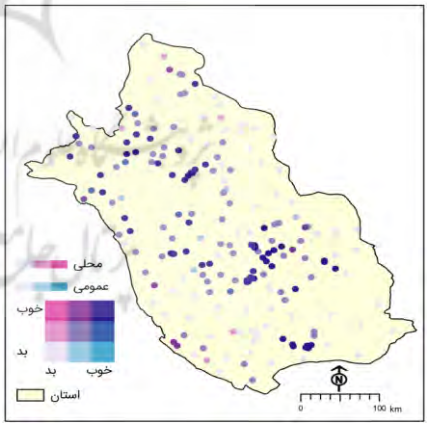


شکل ۷. ارزیابی بر اساس تناسب استقرار عمومی

برای ارزیابی میزان انطباق پایگاه‌های اورژانس با نقشه‌های نهایی سنجش تناسب، اطلاعات نقشه‌های تناسب به نقشه نقاط پایگاه اورژانس استان فارس منتقل شد (شکل ۶ و شکل ۷)، بر اساس ارزیابی صورت گرفته از ۲۰۷ ایستگاه اورژانس، بر اساس روش عمومی ۱۴ درصد در گروه عالی (۱–۰/۹) قرار دارد و بر اساس روش محلی یا جغرافیایی (۱۶/۹) درصد در این گروه واقع‌شده است.

ردیف	دامنه مقادیر	تعدادپایگاه		درصد	
		عمومی	محلی	عمومی	محلی
۱	۰–۰.۵	۴	۴	۱.۹٪	۱.۹٪
۲	۰.۵–۰.۷	۲۹	۲۹	۱۴.۰٪	۱۴.۰٪
۳	۰.۷–۰.۸	۵۵	۴۸	۲۶.۶٪	۲۳.۲٪
۴	۰.۸–۰.۹	۹۰	۹۱	۴۳.۵٪	۴۴.۰٪
۵	۰.۹–۱	۲۹	۳۵	۱۴.۰٪	۱۶.۹٪

جدول ۳. تعداد پایگاه اورژانس برحسب تناسب محلی و عمومی



شکل ۸. مقایسه روش وزن دهی محلی و روش وزن دهی سراسری

بحث

در این مقاله به بحث تحلیل و مدل‌سازی فضایی تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره محلی پرداخته شد، روش‌های جاری مدل‌سازی فضایی عمدتاً مبتنی بر روش‌های سراسری می‌باشند به عبارتی وزن شاخص‌ها در همه منابع یکسان فرض و در نظر گرفته می‌شوند درحالی‌که لازم است در تحلیل و مدل‌سازی تغییرات محلی را در نظر گرفته، تغییرات محلی همان‌طوری که اشاره شد از ابعاد مختلف لازم است موردتوجه قرار گیرد از جمله اصل حساسیت که در مقاله به آن اشاره

شد. همچنین بستر جغرافیایی عامل مهمی در مسائل تصمیم می‌باشد که لازم است موردتوجه قرار گیرد و تنوع جغرافیایی و عواملی که در شکل‌گیری پدیده‌های جغرافیایی (طبیعی و انسانی) دخالت داشته‌اند را لحاظ نمود. به عبارتی استفاده از معیارها و وزن‌های یکسان در مناطق به معنای عدم توجه به تفاوت‌های منطقه‌ای است برای نمونه خاکپور و همکاران (۱۳۹۱) برای مکان‌یابی مراکز درمانی از روش AHP استفاده نموده‌اند آن‌ها از وزن‌های ثابت در همه مناطق استفاده نموده‌اند و یا سمیه گلدوی و همکاران (۱۴۰۱:۱۲۱) که روش WLC که روشی سراسری است برای توسعه پارک‌ها و فضای سبز استفاده نموده‌اند آن‌ها نیز به طرز مشابه از روش WLC سراسری استفاده نموده‌اند شاخص‌هایی که استفاده کرده‌اند مانند فاصله از رودخانه، فاصله از اراضی بایر، فاصله از گسل، فاصله از پارک‌های موجود، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از مراکز درمانی را در نظر گرفته‌اند دارای وزن ثابت می‌باشند لذا بین مناطق مختلف گرگان تمایزی قائل نشده‌اند در مدل پیشنهادی که در مقاله استفاده‌شده است با توجه به دامنه تغییرات داده‌ها و شاخص‌ها در واحدهای فضایی، وزن‌ها متغیر می‌باشد لذا الگوی توزیع فضایی اهمیت می‌یابد و هر واحد فضایی وزن خاص خود را دارد موضوعی که با روش‌های جاری که به نمونه‌های آن اشاره شد متفاوت می‌باشد.

نتیجه‌گیری

در سطح فضا و مناطق جغرافیایی پدیده‌ها و عوارض جغرافیایی به‌صورت یکنواختی توزیع نیافته‌اند و برخی پدیده‌ها دارای توزیع همگن بوده و برخی توزیع ناهمگونی دارند از سویی پدیده‌ها و مسائل تصمیم تحت تأثیر زمینه و بستری قرار می‌گیرد که در آن شکل‌گرفته و تکامل می‌یابد از سویی این پدیده‌ها در شبکه از روابط متقابل قرار می‌گیرند و نتایج مجموعه پدیده‌ها ممکن است با نتایج حاصل از پدیده‌ها به‌صورت منفرد و جدا متفاوت باشد، در این مقاله تلاش شده است تا به این موضوع پرداخته شود که در تحلیل و برنامه‌ریزی‌های فضایی لازم است به تفاوت‌های جغرافیایی در تصمیم‌گیری‌ها توجه شود و صرفاً به‌صورت کلی مسائل تصمیم مکانی مورد ارزیابی قرار نگیرد، یکی از روش‌های مدل‌سازی این تفاوت‌ها و تغییرات فضایی، لحاظ نمودن وزن محلی معیارها می‌باشد، بر اساس یافته‌های تحقیق، نتایج حاصل از تحلیل‌های محلی (جغرافیایی) و تحلیل‌های سراسری متفاوت می‌باشد و بهتر می‌تواند این تغییرات را نشان دهد از سویی الگوی تفاوت‌های فضایی نیز دارای الگوی فضایی خاص خود می‌باشد که توجه به این تفاوت‌ها در تفاوت‌های فضایی [1] می‌تواند موضوع تحقیقات بعدی باشد که محققان در این زمینه می‌توانند ایده پردازی نمایند.

حامی مالی

این اثر حامی مالی نداشته است.

سهم نویسندگان در پژوهش

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

تضاد منافع

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

1. Spatial Difference in difference

تقدیر و تشکر

نویسنده از همه کسانی که در انجام این پژوهش به ما یاری رساندند، به ویژه کسانی که کار ارزیابی کیفیت مقالات را انجام دادند، تشکر و قدردانی می‌نماید.

منابع

خاک پور، براتعلی؛ خدابخشی، زهرا و ابراهیمی قوزلو، میرمعظم. (۱۳۹۱). مکان‌یابی مراکز درمانی با استفاده از GIS و روش ارزیابی چند معیاری AHP: ناحیه دو شهر نیشابور. *جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای*، ۱۰(۱۹)، ۱-۲۰.

فرجی سبکبار، حسنعلی و رضاعلی، منصور. (۱۳۸۸). مقایسه مدل‌های گسسته و پیوسته مکانی (مطالعه موردی: مکان‌یابی محل واحدهای تولید روستایی بخش طرقبه). *پژوهش‌های جغرافیای انسانی (پژوهش‌های جغرافیایی)*، ۴۱(۶۷)، ۶۹-۸۳.

گلدویی، سمیه؛ محمدزاده، مرجان؛ میرکریمی، سید حامد و سلمان ماهینی، عبدالرسول. (۱۴۰۱). مکان‌یابی مناطق مستعد توسعه پارک‌ها و فضای سبز شهری. *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، ۱۲ (۲)، ۱۱۷-۱۳۲. Doi: 10.30488/GPS.2022.309469.3459

مومن‌زاده، زهره؛ کلانتری، سعیده؛ تازه، مهدی و تقی‌زاده مهرجردی، روح الله. (۱۳۹۹). پهنه‌بندی و مکان‌یابی نیروگاه‌های خورشیدی با استفاده از AHP و GIS در استان یزد. *علوم و تکنولوژی محیط‌زیست*، ۲۲(۱۲)، ۲۵۹-۲۷۱. doi: 10.22034/jest.2020.37606.4373.271

میعادفر، جعفر، کشوری، فاطمه، آبش زاده، کارولین، کامران، حسن، نوری ساری، حسن، و بهمن‌آبادی، مهدی. (۱۴۰۱). سامانه هوشمند پیش‌بینی و جایابی مستمر پایگاه‌های اورژانس بر مبنای اصول آمایش سرزمین. جغرافیا، ۲۰(۷۵)، ۱۹۱-۲۰۱.

References

Addicott, Ethan T., & Eli P. Fenichel. (2019). Spatial aggregation and the value of natural capital. *Journal of Environmental Economics and Management*, *95*, 118-132 doi:10.1016/j.jeem.2019.03.00

Alemdar, K. D., Ömer, K., & Muhammed, Y. Ç. (2020). A GIS and microsimulation-based MCDA approach for evaluation of pedestrian crossings. *Accident Analysis & Prevention 148*, 105771. DOI: 10.1016/j.aap.2020.105771.

Allen, W. (2011). *GIS tutorial, for ArcGIS*, Spatial Analysis Workbook 2.

Amir, A. Y., Putri, Ai., & Rakhma, D. (2022). Penerapan Metode AHP dan SAW Dalam Pemilihan Beasiswa Anak Yatim Piatu Di Madrasah Ibtidaiyah. *Paradigma-Jurnal Komputer dan Informatika*, 24 (1), 47-58. DOI:10.36706/jsi.v12i1.9585

Anselin, L. (2019). *The Moran scatterplot as an ESDA tool to assess local instability in spatial association. Spatial analytical perspectives on GIS*. Routledge, 111-126.

Bezdek, J. C., Chuah, S. K., & Leep, D. (1986). Generalized k-nearest neighbor rules. *Fuzzy Sets and Systems*, *18*(3), 237-256. DOI: 10.1016/0165-0114(86)90004-7

Boroushaki, S., & Malczewski, J. (2010). Using the fuzzy majority approach for GIS-based multicriteria group decision-making. *Computers & Geosciences*, *36*(3), 302-312. DOI: 10.1016/j.cageo.2009.05.011

Boster, Kimberly AS, et al. (2022) Sensitivity analysis on a network model of glymphatic flow. *Journal of the Royal Society Interface*, 19 (191), 20220257. DOI: 10.1098/rsif.2022.0257

Carter, B. and C. Rinner (2014). Locally weighted linear combination in a vector geographic information system. *Journal of Geographical Systems*, *16*(3), 343-361. DOI: 10.1007/s10109-013-0194-3

Cover, T., & Hart, P. (1967). Nearest neighbor pattern classification. *IEEE transactions on information theory 13*(1), 21-27. DOI: 10.1109/TIT.1967.1053964

Dale, M. R., P. Dixon, M. J. Fortin, P. Legendre, D. E. Myers and M. S. Rosenberg (2002). Conceptual and mathematical relationships among methods for spatial analysis. Ecography 25(5), 558-577. DOI:10.1034/j.1600-0587.2002.250506.x

Demšar, U., Harris, P., Brunsdon, C., Fotheringham A. S., & McLoone, S. (2013). Principal

component analysis on spatial data: an overview. *Annals of the Association of American Geographers 103*(1), 106-128. DOI: 10.1080/00045608.2012.689236

Desktop, E. A. (2019). ArcGIS Pro. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

Faraji Sabokbar, H.A., & Rezaali, M. (2009). Comparison of discrete and continuous spatial models case study: site selection for rural industry in district of torghabeh. *Human geography research quarterly, (67),* 69-83. [in persian]

Fischer, M. M. & Getis, A. (2010). *Handbook of applied spatial analysis: software tools*. methods and applications, Springer.

Galdavi, S., Mohammadzadeh, M., Mirkarimi, S. H., & Salmanmahiny, A. (2022). Suitable site selection for urban parks and green spaces development based on mce and ahp approach. *Geographical planning of space*, *12*(2), 117-132. Doi:10.30488/gps.2022.309469.3459 [in persian]

Gohari, A., Ahmad, A. B., Balasbaneh, A. T., Gohari, A., Hasan, R., & Sholagberu, A. T. (2022). *Significance of intermodal freight modal choice criteria: MCDM-based decision support models and SP-based modal shift policies*. Transport Policy, DOI: 10.1016/j.tranpol.2022.03.015.

Law, M., & Collins, A. (2019). *Getting to know ArcGIS® Pro / Michael Law, Amy Collins*. (Second edition). Esri Press.

Liu, M., Qian, Zh., Song, G., & Jikun, H. (2020). The spatial aggregation of rural e-commerce in China: An empirical investigation into Taobao Villages. *Journal of Rural Studies, 80*, 403-417. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2020.10.016

Malczewski, J. (2000). On the use of weighted linear combination method in GIS: common and best practice approaches. Transactions in GIS 4(1), 5-22. DOI: 10.1111/1467-9671.00035

Malczewski, J. (2011). Local weighted linear combination. *Transactions in GIS, 15*(4), 439-455. DOI: 10.1111/j.1467-9671.2011.01275.x.

Malczewski, J., & Rinner, C. (2005). Exploring multicriteria decision strategies in GIS with linguistic quantifiers: A case study of residential quality evaluation. *Journal of Geographical Systems 7*(2), 249-268. DOI: 10.1007/s10109-005-0159-2.

Meng, Y., & Malczewski, J. (2015). A GIS-based multicriteria decision making approach for evaluating accessibility to public parks in Calgary, Alberta. *Human Geographies 9*(1), 29. DOI:10.5719/hgeo.2015.91.3

Miadfar, j., Keshvari, F., Abeshzadeh, K., Kamran, H., Noorisari, H., & Bahmanabadi, M. (2023). Intelligent system for location of the emergency site based on the principles of spatial planning. *Geography, 20(*75), 191-201. DOI: 20.1001.1.27833739.1401.20.75.10.2 [in persian].

Momenzadeh, Z., Lalantari, S., Tazeh, M., Taghizadeh, R. (2021). Zoning and locating solar power station using AHP and GIS in Yazd province. *Journal of Environmental Science and Technology*, *22*(12), 259-271. doi: 10.22034/jest.2020.37606.4373 [in persian]

Peterson, L. E. (2009). K-nearest neighbor. *Scholarpedia 4*(2), 1883.

Ramandeep, R. (2022) Simple Additive Weighting (Saw) Method In Decision Support System Of Service Center Location Using GIS. *Literacy: International Scientific Journals of Social, Education, Humanities 1.1,* 5-8. DOI 10.56910/literacy.v1i1.17

Rinner, C. & Heppleston, A. (2006). The spatial dimensions of multi-criteria evaluation–case study of a home buyer's spatial decision support system. *International Conference on Geographic Information Science, Springer.* DOI: 10.1007/1186393

Scott, L. M. & M. V. Janikas (2010). *Spatial statistics in ArcGIS*. Handbook of applied spatial analysis, Springer: 27-41.

Sidhu, A. S., Sehijpal. S., & Raman, K. (2022) Bibliometric analysis of entropy weights method for multi-objective optimization in machining operations. *Materials Today: Proceedings*, 50, 1248-1255. DOI: 10.1016/j.matpr.2021.08.132

Silva-Gallegos, J. J., Aguirre-Salado, C. A., Miranda-Aragón, L., Sánchez-Díaz, G., Valdez-Lazalde, J. R., Pedroza-Carneiro, J. W., & Flores-Cano, J. A. (2017). Locating potential zones for cultivating Stevia rebaudiana in Mexico: weighted linear combination approach. *Sugar Tech 19*(2), 206-218. DOI: 10.3390/land10020125

Singh, M. and M. Pant (2021). A review of selected weighing methods in MCDM with a case study. *International Journal of System Assurance Engineering and Management 12*(1), 126-144. DOI: 10.1007/s13198-020-01033-3.

Stewart Fotheringham, A., Li, Z., & Wolf, L. J. (2021). Scale, context, and heterogeneity: A spatial analytical perspective on the 2016 US presidential election. *Annals of the American Association of Geographers, 111*(6), 1602-1621. DOI: 10.1080/24694452.2020.1835459

Tkach, R. J. & Simonovic, S. P. (1997). A new approach to multi-criteria decision making in water resources. J. Geogr. Inf. Decis. *Anal, 1*(1), 25-43. DOI:10.3390/w11040805.

Tripp Corbin, G. (2015). *Learning ArcGIS Pro*. Packt Publishing Ltd.

Wagner, H. H. & M.-J. Fortin (2005). Spatial analysis of landscapes: concepts and statistics. *Ecology, 86*(8), 1975-1987. DOI: 10.1890/04-0914.

Wang, Z.-C., Ran, Y., Chen, Y., Yang, X., & Zhang, G. (2022). Group risk assessment in failure mode and effects analysis using a hybrid probabilistic hesitant fuzzy linguistic MCDM method. *Expert Systems with Applications, 188*, 116013. DOI: 10.1016/j.eswa.2021.116013

Wu, B., Subbarao, K., Ferrandino, F., Hao, J. (2006). Spatial analysis based on variance of moving window averages. *Journal of phytopathology, 154*(6), 349-360. DOI: 10.1111/j.1439-0434.2006.01105.x

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی