



Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

Journal of Geography and Urban Space Development Vol. 12, No.3 (Autumn 2025) – Serial Number 30

A Geographical Analysis of the Distribution of Educational Facilities in Urban Neighborhoods from the Perspective of Spatial Justice (Case Study: The City of Ardabil)

Behnam Bagheri¹

Assistant Professor in Geography, Payam-e Noor University, Tehran, Iran

Mohammad Taqi Mosoumi

Assistant Professor in Geography and Urban Planning, Branch Ardabil, University Azad Islamic, Ardabil, Iran

Received: 15 November 2023

Accepted: 5 February 2024

PP. 74-96

Abstract

Spatial justice in the spatial distribution of schools is one of the important issues for planners. This research was conducted with the aim of analyzing the geographic differences of school placement and its research method is descriptive-analytical. In this research The average nearest neighbor, the coefficient of variation and the Lorenz curve were used to analyze the spatial pattern of the distribution of schools. the standard deviation ellipse was used to measure the directional distribution of schools. the hot spot analysis was used to prepare a cluster map and finally Kernel density was used to estimate the density of the spatial distribution of schools. The results of the analysis show that the distribution of schools in Ardabil city follows the cluster spatial distribution pattern and spatial inequality prevails in access to schools in the city. The center of gravity of the distribution of schools is located in the neighborhoods of district 1 of the municipality. The map of school clusters shows the presence of hot spots in the city center and cold spots in two neighborhoods of District 3 of the municipality. Kernel's density map of school distribution shows the deprivation of neighborhoods and suburban areas in having schools more clearly. In order to achieve spatial justice and manage the problems resulting from spatial inequalities caused by human decisions, locating and building new schools in the peripheral areas of the city such as JaamJam, BeheshtZahra, IranAbad, JinKandi and newly constructed towns such as Niayesh, Naderi, Kausar, nirouye entezaami, is recommended.

Keywords: Spatial Justice, Pattern Analysis, GIS, Schools, Ardabil.

¹. Corresponding author. Email: bagheribehnam@pnu.ac.ir

Extended Abstract

1. Introduction

Education is the fundamental component of development and the primary architect of a society's future human capital. Understanding the city as a “living organism” necessitates a rigorous comprehension of its morphology, in which the interplay of functions is articulated through form. Johnston's Dictionary of Human Geography defines the geography of education as a scientific discipline that studies spatial variations in the provision, uptake, and output of educational facilities and resources. Amongst the most vital public services demanded by urban inhabitants, educational infrastructure is of particular importance. Consequently, numerous nations have pondered strategies to achieve educational equity. Evaluating the efficiency of these services is a multifaceted mission covering quality, availability, and dispersion. The spatial accessibility of households to educational services directly influences the distribution patterns of schools, which ultimately dictates the degree of spatial justice regarding access to pedagogical environments. Since attaining provincial center status, Ardabil has experienced rapid demographic growth. Thus, this research analyzed the spatial distribution of schools across Ardabil's districts to identify existing inequalities in educational service provision. Specifically, this research examined the spatial distribution of schools in Ardabil. Moreover, it sought to identify which neighborhoods are marginalized in terms of educational accessibility.

2. Method

This applied study used a descriptive-analytical method. The objective was to identify the characteristics of the spatial distribution of schools in Ardabil's neighborhoods. Positional data for schools were extracted from the city's land-use maps and stored as point layers. To achieve the research objectives, the spatial analysis capabilities of Geographic Information Systems (GIS) were leveraged in two distinct phases: 1. Identification of spatial distribution patterns. This was conducted using a suite of spatial metrics, including average nearest neighbor, the coefficient of variation based on Thiessen polygons, the geographic concentration index, and hot spot analysis; 2. Analysis of dispersion characteristics and density. The intensity and directional trends of school distribution in this city were examined using kernel density estimation and the standard deviational ellipse.

3. Results

Access to public utilities in disparate locales is a fundamental prerequisite for the actualization of spatial and social justice. This study tried to analyze the spatial differentiation of school placement in the neighborhoods of Ardabil. To identify and clarify these disparities and expose the manifest lack of spatial equity, various metrics measuring the spatial distribution of phenomena in a Geographic Information System (GIS) were used. The empirical evidence clearly shows that neighborhoods in the urban core, corresponding to the city's oldest municipal district, have a significantly higher concentration of educational facilities than peripheral areas. The emergence of statistically significant hot spots in the central neighborhoods of District 1, just adjacent to cold spots in several outlying sectors, indicates a systemic imbalance that requires urgent scholarly and administrative attention. Moreover, high Kernel density values in central neighborhoods, in contrast to sparse values in distant locales, give a clear depiction of spatial injustice in educational access.

4. Discussion and Conclusion

This research was conducted to analyze the spatial differentiation of school establishment from the perspective of spatial justice. Analysis of the spatial distribution patterns using the average nearest neighbor index revealed a distinctive clustered pattern for educational facilities in Ardabil. This finding was shown by the coefficient of variation, which further substantiates the clustered nature of school distribution. Moreover, the Lorenz Curve analysis showed a profound disequilibrium over the neighborhoods, with the highest concentration of schools in District 1 of the municipality. Based on the outputs of Kernel density, the neighborhoods of District 1 show greater homogeneity in terms of educational provision and are predominantly categorized as well-served. Conversely, Districts 2 and 3 showed high variance, embracing a heterogeneous mix of neighborhood types. District 4 consists of moderately served neighborhoods, while District 5 is characterized by poor or deprived areas. The focus of school distribution lies in the neighborhoods of District 1, while the significant disparity between the major and minor axes of the standard-deviation ellipse showed a pronounced directional trend in the spatial layout of schools in this city.

Keywords: Spatial Justice, Pattern Analysis, GIS, Schools, Ardabil





Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

مجله جغرافیا و توسعه فضای شهری، سال دوازدهم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۴، شماره پیاپی ۳۰

تحلیل تمایزهای جغرافیایی استقرار مدارس در محلات شهری از منظر عدالت فضایی (مطالعه موردی: شهر اردبیل)

بهنام باقری (استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران، نویسنده مسئول)

bagheribehnam@pnu.ac.ir

محمدتقی معصومی (استادیار گروه جغرافیا برنامه‌ریزی شهری، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران)

taqi.masoumi@iauardabil.ac.ir

تاریخ تصویب: ۱۴۰۲/۱۱/۱۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۲۴

صص ۷۴-۹۶

چکیده

عدالت فضایی در پراکنش فضایی مدارس از مسائل مهم مورد توجه برنامه‌ریزان می‌باشد. این تحقیق با هدف تحلیل تمایزهای جغرافیایی استقرار مدارس از منظر عدالت فضایی انجام شده و روش تحقیق آن از نوع توصیفی - تحلیلی می‌باشد. در این تحقیق برای تحلیل الگوی فضایی توزیع مدارس از متوسط نزدیکترین همسایگی، ضریب تغییرات و منحنی لورنز، برای اندازه‌گیری توزیع جهتی مدارس از تحلیل بیضی انحراف استاندارد، برای تهیه نقشه خوشه‌ها از تحلیل لکه‌های داغ و برای برآورد تراکم توزیع فضایی مدارس از تابع تراکم کرنل استفاده شده است. نتایج حاصل از تحلیل‌ها نشان می‌دهد توزیع مدارس در شهر اردبیل از الگوی توزیع فضایی خوشه‌ای تبعیت می‌کند و بنابراین نابرابری فضایی در دسترسی به مدارس در شهر حاکم می‌باشد. مرکز ثقل توزیع مدارس در محلات منطقه یک شهرداری قرار دارد. نقشه خوشه‌های مدارس نمایانگر وجود لکه‌های داغ در مرکز شهر و لکه‌های سرد در دو محله از محلات منطقه سه شهرداری می‌باشد. نقشه تراکم کرنل توزیع مدارس، محرومیت محلات و نواحی حاشیه شهری در برخورداری از مدارس را با وضوح بیشتری به نمایش گذاشته است. برای دستیابی به عدالت فضایی و مدیریت مشکلات حاصل از نابرابری‌های فضایی ناشی از تصمیمات انسانی، مکانیابی و احداث مدارس جدید در نواحی پیرامونی شهر نظیر جام جم، بهشت زهرا، ایران آباد، جین کندی و شهرک‌های جدیدالاحداث نظیر شهرک‌های نیایش، نادری، کوثر، نیروی انتظامی، پیشنهاد می‌گردد.

کلیدواژه‌ها: عدالت فضایی، تحلیل الگو، GIS، مدارس، اردبیل.

۱. مقدمه

اصطلاح خاص «عدالت فضایی» تا همین اواخر به طور معمول مورد استفاده قرار نمی گرفت و حتی امروزه نیز در بین جغرافیدانان و برنامه‌ریزان تمایلاتی وجود دارد که از استفاده صریح از صفت «مکانی» در توصیف جستجوی عدالت و دموکراسی در جوامع معاصر اجتناب کنند. به نوعی فضایی بودن عدالت نادیده گرفته می‌شود یا در مفاهیم مرتبطی مانند عدالت سرزمینی، عدالت محیطی، شهرنشینی بی‌عدالتی، کاهش نابرابری‌های منطقه‌ای یا حتی به طور گسترده‌تر در جستجوی عمومی برای شهر عادلانه و جامعه عادلانه دیده می‌شود (سوجا، ۲۰۰۹، ص. ۲). کشف نمونه‌هایی از بی‌عدالتی فضایی به صورت توصیفی نسبتاً آسان است، اما شناسایی و درک فرآیندهای زیربنایی که جغرافیای ناعادلانه ایجاد می‌کنند بسیار دشوارتر است (کومار^۲ و همکاران، ۲۰۱۳، ص. ۱۲). برنامه‌ریزان می‌توانند با درک رابطه بین انسان، محیط زیست و کاربری‌های زمین در شهر یا منطقه، مناسب‌ترین مکان‌ها را برای خدمات عمومی انتخاب کنند. آموزش رکن اساسی توسعه و تامین‌کننده نیروی انسانی مورد نیاز برای آینده یک جامعه است (غضنفرپور و همکاران، ۱۴۰۰، ص. ۶۶). فرهنگ لغت جغرافیای انسانی-جانستون «جغرافیای آموزش و پرورش» را به عنوان یک رشته علمی متشکل از «مطالعه تغییرات فضایی در تأمین، جذب و خروجی امکانات و منابع آموزشی» تعریف می‌کند، (وزان^۳، ۲۰۱۷، ص. ۷۱) یکی از ضروری‌ترین و حیاتی‌ترین خدمات عمومی که ساکنین همیشه خواستار آن هستند بحث آموزش می‌باشد. بسیاری از کشورها راهبردها و روش‌هایی را برای دستیابی به عدالت آموزشی ایجاد کرده‌اند. ارزیابی کارایی خدمات آموزشی یک مأموریت چند وجهی است که جنبه‌های مختلفی مانند کیفیت، در دسترس بودن و پراکندگی را پوشش می‌دهد. (رمدان^۴ و همکاران، ۲۰۲۲، ص. ۲). آموزش با کیفیت یکی از مسائل مهم در کشورهای در حال توسعه است. از جمله عوامل آموزش، دسترسی و در دسترس بودن مدرسه است، زیرا دسترسی به آموزش رسمی با چشم‌انداز بهبود زندگی دانش‌آموزان مرتبط است. با این حال، در کشورهای در حال توسعه، آموزش رسمی با تعدادی چالش مواجه است که تدوین سیاست‌های مختلف را ضروری می‌کند. دسترسی و استفاده کامل از این امکانات آموزشی نه تنها برای ارتقای کیفیت آموزش، بلکه برای ایجاد فرهنگ سازمانی برای توسعه و تصمیم‌گیری بهتر ضروری است. شهر اردبیل در طول ۳۰ سال اخیر به واسطه عواملی مانند مرکز استان بودن و مهاجرت روستا - شهری، از لحاظ جمعیتی و کالبدی رشد چندین برابری را تجربه کرده است. بطوریکه احداث شهرک‌های جدید مسکونی و افزایش وسعت شهر، نیاز به عدالت فضایی و تحقق عدالت اجتماعی دارد، تا در سطح شهر توزیع یکسان خدمات عمومی بخصوص آموزشی را داشته باشیم. شهر اردبیل با توجه به اینکه شهر مهاجرپذیر می‌باشد در نتیجه تامین فرصت‌های برابر برای دسترسی همگانی به آموزش و پرورش از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. با توجه به رشد فیزیکی شهر اردبیل

1. Soja

2. Kumar

3. Wazzan

4. Ramadan

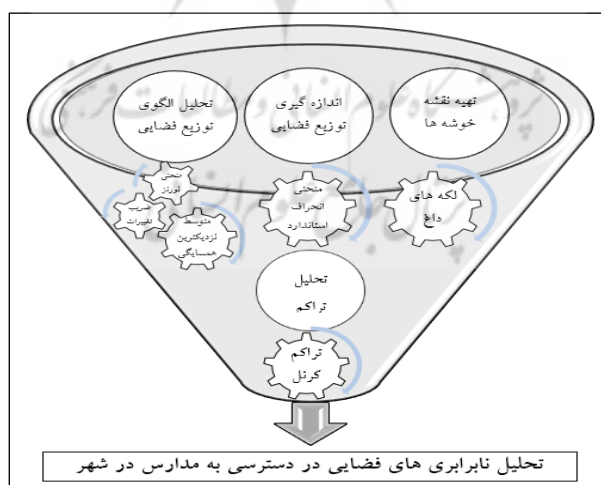
کمبود مدارس، عدم دسترسی و توزیع ناعادلانه آن در سطح شهر کاملاً ملموس می‌باشد. به صورتی که در برخی مناطق تمرکز مراکز آموزشی باعث ایجاد مشکلات عدیده‌ی حتی برای شهروندان شهر گردیده است، در نتیجه ارتقاء سطح خدمات رسانی به مردم در زمینه آموزشی مستلزم اتخاذ راهکارهای مناسب است تا این ناعدالتی آموزشی شهر اردبیل به کمترین حد خود برسد. در سال‌های اخیر در کشور مطالعاتی در مورد فضاهای آموزشی به صورت تئوری یا در چارچوب مدل مکان‌یابی صورت گرفته است که به چند مورد اشاره می‌شود: پورمحمدی و عساکره (۱۳۹۱)؛ با ارزیابی مکان‌یابی کاربری‌های آموزشی شهر شادگان با استفاده از GIS، به این نتیجه رسیده‌اند که مکان‌یابی مراکز آموزشی درست و صحیح در نظر گرفته نشده است. بافتی زاده و همکاران (۱۳۹۳) با استفاده از مدل FDAHP و GIS به تناسب مکانی کاربری آموزشی در دبیرستانهای مناطق ۲ و ۴ شهر اهواز پرداختند، نتیجه نهایی نشان می‌دهد که بیشتر مدارس منطقه ۲ در وضعیت نامناسب از نظر همجواری با کاربری‌ها دارد و منطقه ۴ در وضعیت مناسب قرار دارد. شجاعیان و همکاران (۱۳۹۴) در مکان‌یابی بهینه فضاهای آموزشی در منطقه ۶ شهرداری اهواز با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی به این نتیجه رسیده که کاربری مسکونی دارای اولویت برای همجواری با کاربری آموزشی می‌باشد. حدیدی و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره در محیط GIS به تحلیل الگوی بهینه پراکنش مدارس کرمانشاه پرداخته، نتیجه نشان می‌دهد که در تعیین محدوده بندی قواعد خاصی از لحاظ برنامه‌ریزی شهری رعایت نشده است. فصیحی (۱۳۹۸) در تحقیقی به تحلیل توزیع فضایی و دسترسی به مدارس در منطقه ۲۰ شهرداری تهران پرداخته و نتایج نشان می‌دهد که توزیع فضایی مدارس نامتوازن بوده است. سلیمی سبجان و منصوری (۱۳۹۹) به بررسی توزیع فضایی مراکز آموزشی و ساماندهی مناسب آن در شهر پیرانشهر با استفاده از GIS پرداخته‌اند. نتیجه تحقیق نشان می‌دهد که مراکز آموزشی از نظر سازگاری با سایر کاربری‌ها و همچنین دسترسی شهروندان دارای مشکل می‌باشد. ملکی و همکاران (۱۳۹۷)، در پژوهشی به آسیب‌شناسی محل استقرار مراکز آموزشی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در منطقه ۷ اهواز پرداخته و به این نتیجه رسیدند که بیش از نیمی از مراکز آموزشی در طیف نامناسب قرار دارند. درخشان‌زاده و دادرس (۱۳۹۷) در تحقیقی به تحلیل فضایی و مکان‌یابی مراکز آموزشی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی شهر دهدشت پرداخته، به این نتیجه رسیده‌اند که شهر با کمبود مراکز آموزشی و از لحاظ دسترسی و نزدیکی اماکن ورزشی و فضاهای سبز با محدودیت‌هایی مواجه است. حسین و ماحمد^۱ (۲۰۲۰) در پژوهش تحلیل فضایی مدارس با استفاده از سیستم اطلاعاتی (GIS) به مطالعه موردی الجهاد اسکاتر بغداد پرداخته است. امان‌پور و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهش سنجش آسیب‌پذیری مراکز آموزشی از منظر غیر عامل مطالعه موردی کلان شهر اهواز به این نتیجه رسیده است که مدارس ابتدایی شهر اهواز در وضعیت ناایمن قرار دارد. یزدانی و سعیدی زارنجی (۱۴۰۲) در تحقیقی برای تحلیل پراکنش فضایی مدارس در محلات منطقه ۲ اردبیل با استفاده از میانگین مرکزی، انحراف معیار، شاخص موران و کرنل پرداخته است، نتیجه نشان می‌دهد که

توزیع نامناسب مدارس در این منطقه کاملاً ملموس است. شهر اردبیل به عنوان مرکز استان اردبیل بعد از تبدیل شدن به مرکز استان افزایش شدید رشد جمعیت را به خود دیده است، بنابراین نحوه پراکنش مدارس آموزشی در مناطق مختلف شهر اردبیل و تحلیل توزیع فضایی خدمات آموزشی برای شناختن نابرابری‌های موجود در برخورداری از عدالت در خدمات آموزشی در سطح شهر اردبیل هدف این تحقیق می‌باشد. به عبارتی این تحقیق تلاش می‌کند به این سئوالات پاسخ دهد که الگوی فضایی توزیع مدارس در شهر اردبیل چگونه بوده است؟ و محلات محروم از نظر دسترسی به مدارس در شهر کدام‌ها هستند؟

۲. روش شناسی

۲.۱. روش پژوهش

تحقیق حاضر از نظر هدف از نوع تحقیقات کاربردی و از لحاظ روش از نوع تحقیقات توصیفی-تحلیلی است. هدف این تحقیق بررسی ویژگی‌های توزیع فضایی مدارس در مقیاس محله‌ای در شهر اردبیل بوده (۱۶۲) دبستان، ۸۷ مدرسه متوسطه ۱، ۱۳۶ مدرسه متوسطه ۲ و ۴۲ هنرستان) و برای نیل به این هدف کاربری مدارس در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی از سایر کاربری‌های اراضی شهری جدا شده و به عنوان یک لایه مستقل ذخیره و به لایه نقطه‌ای تبدیل شد. این تحقیق در چهار مرحله انجام شده است: ۱) تحلیل الگوی توزیع فضایی مدارس با استفاده از شاخص‌های متوسط نزدیکترین همسایگی، ضریب تغییرات مبتنی بر پلیگون‌های تائسن، منحنی لورنز (۲)



شکل ۱. تکنیک‌های آمار فضایی به کار رفته در تحقیق

اندازه‌گیری توزیع جهتی مدارس با استفاده از بیضی انحراف استاندارد (۳) تهیه نقشه خوشه‌ها با استفاده از تحلیل لکه‌های داغ (۴) بررسی تراکم توزیع فضایی مدارس با استفاده از تابع تراکم کرنل (شکل ۱).

مرحله اول: تحلیل الگوی توزیع فضایی مدارس

۱) شاخص متوسط نزدیکترین همسایگی: یک شاخص جغرافیایی است که برای بیان درجه مجاورت پدیده‌های جغرافیایی نقطه‌ای در فضای جغرافیایی به کار می‌رود (جان یوان^۲، ۲۰۱۸، ص. ۲). شاخص متوسط نزدیکترین همسایگی در واقع نسبت فاصله متوسط نزدیکترین همسایگی مشاهده شده به متوسط فاصله نزدیکترین همسایگی مورد انتظار است و با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه می‌شود (Chen Yang, et al.) :

$$R = \frac{\bar{r}_1}{\bar{r}_E} = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n d_{min}}{n}}{\frac{1}{2} \sqrt{n/A}}$$

که در آن R = متوسط نزدیکترین همسایه، $\bar{r}_1$ = نزدیکترین فاصله واقعی، $\bar{r}_E$ = نزدیکترین فاصله تئوریک، d_{min} = فاصله اندازه گیری شده بین هر نقطه و نزدیکترین همسایه اش، n = تعداد نقاط و A = مساحت منطقه مورد مطالعه می‌باشد. R برابر با یک نشان دهنده توزیع تصادفی، ارزشهای کمتر از یک نشان دهنده توزیع متراکم و فشرده (خوشه‌ای) و ارزشهای بالای یک نشان دهنده توزیع یکنواخت می‌باشند (بیان^۳ و همکاران، ۲۰۲۲، ص. ۳).

۲) ضریب تغییرات (CV)^۴ یک شاخص آماری است که میزان تغییرات مشاهدات در یک مجموعه داده را کمی می‌کند. هنگامی که واحد اندازه گیری با میانگین یکسان است، انحراف معیار می‌تواند مستقیماً برای اندازه‌گیری تغییرپذیری استفاده شود. با این حال، زمانی که واحد اندازه‌گیری با میانگین متفاوت است، باید از نسبت انحراف معیار به میانگین برای مقایسه درجه تغییرات استفاده شود (جیا^۵ و همکاران، ۲۰۲۳، ص. ۶).

فرمول محاسبه ضریب تغییرات به شرح زیر است

$$CV = S/M * 100\%$$

که در آن CV = ضریب تغییرات، S = انحراف معیار، M = میانگین می‌باشد. ضریب تغییرات بیشتر از ۶۴٪ نشان دهنده توزیع خوشه‌ای، ضریب تغییرات در بازه ۳۳٪ تا ۶۴٪، نشان دهنده توزیع تصادفی و ضریب تغییرات کمتر از ۳۳٪ نشان دهنده توزیع یکنواخت است (لی^۶ و همکاران، ۲۰۲۳، ص. ۴).

1. Average Nearest Neighbors

2. Jun-Yuan

3. Bian

4. Coefficient of Variation

5. Jia

6. Li

۳) منحنی لورنز توزیع یک متغیر خاص را با توزیع های یکسان همان متغیر که نمایانگر برابری است، مقایسه می کند. خط چهل و پنج درجه به خاطر نمایش توزیع کاملاً برابر، خط برابری نامیده می شود. هر قدر فاصله منحنی لورنز از این خط بیشتر باشد، نابرابری بیشتر است.

مرحله دوم: اندازه گیری توزیع فضایی مدارس

اندازه گیری نحوه توزیع فضایی مجموعه ای از عوارض در فضا این امکان را فراهم می آورد تا مقدار و اندازه ای محاسبه شود که نمایانگر برخی ویژگی های توزیع داده مانند مرکزیت، میزان تراکم بودن و جهت داده ها می باشد. در این تحقیق از بین ابزارهای مختلف از بیضی انحراف استاندارد برای بررسی میزان فشردگی و تعیین جهت توزیع مدارس در شهر اردبیل استفاده شده است.

بیضی انحراف استاندارد ^۱ به عنوان یک روش معمول برای اندازه گیری و بررسی ویژگی های توزیع فضایی نقاط، عمدتاً در خصوص چهار مولفه مرکز میانگین، قطر بزرگ، قطر کوچک و جهت بیضی اطلاعاتی ارائه می دهد. مرکز میانگین بیضی نشان می دهد که مرکز ثقل پدیده مورد مطالعه در کجای منطقه واقع شده است. قطر بزرگ جهت اصلی توزیع پدیده مورد مطالعه و قطر فرعی دومین جهت مهم توزیع پدیده مورد مطالعه را به نمایش می گذارد. تفاوت زیاد بین قطر بزرگ و کوچک نشان دهنده توزیع جهتی پدیده بوده و برابر بودن آن دو به معنی نبود توزیع جهتی است. فرمول محاسبه بیضی انحراف استاندارد به شرح زیر است (وانگ ^۲ و همکاران، ۲۰۲۳، ص. ۳):

$$SDE_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

$$SDE_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n}}$$

که در آن x_i و y_i مختصات پدیده i و $\bar{x}$ و $\bar{y}$ مرکز میانگین پدیده و n نیز تعداد کل پدیده مورد مطالعه را نشان می دهد.

مرحله سوم: تهیه نقشه خوشه ها

برای تهیه نقشه خوشه های مدارس که وجود آنها در مرحله اول تحقیق گزارش شده، می توان از ابزارهای تهیه نقشه خوشه ها نظیر تحلیل خوشه و تكدانه و تحلیل لکه های داغ استفاده نمود که در این تحقیق از تحلیل دوم (لکه های داغ) استفاده شده است.

تجزیه و تحلیل لکه‌های داغ^۱ از لایه‌های برداری (نه رستری) برای شناسایی مکان لکه‌های داغ و لکه‌های سرد معنادار از نظر آماری در داده‌ها استفاده می‌کند. به عبارتی از این شاخص برای شناسایی خوشه‌های لکه‌های داغ و سرد توزیع پدیده‌های جغرافیایی استفاده می‌شود. فرمول آماره گتیس - ارد که در این تحلیل محاسبه می‌شود، به شرح زیر است:

$$G_i^*(d) = \sum_{j=1}^n w_{ij}(d)x_j / \sum_{j=1}^n x_j$$

که در آن، n تعداد مراکز آموزشی و w_{ij} ماتریس وزن فضایی است. در این تحلیل برای هر عارضه یک Z_score محاسبه می‌شود. آماره گتیس-ارد تمرکز فضایی بین مقادیر پدیده مورد مطالعه را اندازه گیری می‌کند و امتیازهای Z و مقادیر p را برای هر ناحیه تولید کرده و از مقادیر Z برای گروه‌بندی منطقه به دسته‌های مختلف لکه‌های گرم و سرد و از P -value نیز برای متمایز کردن آن با فاصله اطمینان (به عنوان مثال، ۹۰٪، ۹۵٪ و ۹۹٪) از لکه‌های گرم و سرد استفاده می‌کند (راویچاندرا^۲، ۲۰۲۳، ص. ۶). امتیاز Z بالا و مقدار P کوچک برای یک عارضه نشان دهنده یک لکه داغ قابل توجه و نمره Z منفی پایین و مقدار P کوچک نشان دهنده یک لکه سرد قابل توجه است. هر چه امتیاز Z بالاتر (یا کمتر) باشد، خوشه بندی شدیدتر است. نمره Z نزدیک به صفر به معنای عدم خوشه بندی فضایی است.

مرحله چهارم: بررسی تراکم توزیع فضایی مدارس

برای بررسی تراکم توزیع پدیده‌ها و نمایش تغییرات فضایی پدیده‌ها در یک پهنه جغرافیایی می‌توان از تابع تراکم نقطه و تابع تراکم کرنل استفاده نمود که در این تحقیق از تابع تراکم کرنل استفاده شده است.

تراکم کرنل^۳ فرض می‌کند پدیده مورد مطالعه می‌تواند در هر جایی از فضای جغرافیایی و با احتمالات متفاوت در موقعیت‌های مختلف اتفاق بیافتد (جیا^۴ و همکاران، ۲۰۲۳، ص. ۵). از تراکم کرنل برای محاسبه تراکم پدیده‌ها در همسایگی‌های اطراف آنها استفاده می‌شود و این تراکم به طور واضح درجه تراکم فضایی پدیده مورد مطالعه را به نمایش می‌گذارد. تراکم کرنل با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود (ژایو^۵ و همکاران، ۲۰۲۳، ص. ۶۸)

$$f(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{x - x_i}{h}\right)$$

1. Hot Spot Analysis

2. Ravichandran

3. Kernel Density

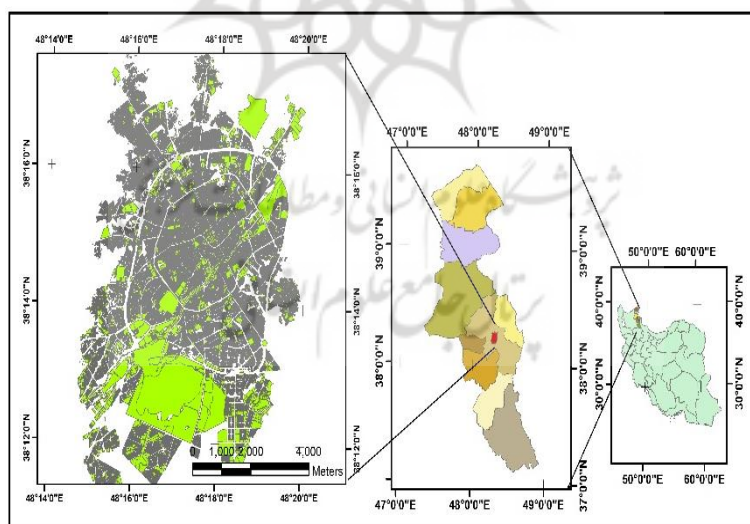
4. Jia

5. Zhao

که در آن $f(x)$ ارزش تخمین زده شده تراکم کرنل، n = تعداد عوارض مورد مطالعه، $X - X_i$ = فاصله نقطه تخمین زده شده x تا نمونه x_i ، h (که بزرگتر از صفر است) شعاع جستجو و k تابع وزن فضایی را نشان می‌دهد. مقدار $f(x)$ بالا نشان دهنده تراکم بالای عوارض مورد مطالعه است.

۲.۲. محدوده مورد مطالعه

شهر اردبیل به عنوان مرکز استان اردبیل در سال ۱۳۹۵ دارای ۶۲۸۹۰ هکتار مساحت و ۵۲۵۷۰۲ نفر جمعیت بوده است (شکل ۲). بررسی روند شهرنشینی شهر اردبیل نشان می‌دهد که جمعیت شهرنشین طی سال‌های اخیر افزایش چشمگیری داشته است. علاوه بر این، رشد فیزیکی شهر اردبیل در مرحله غیر ارگانیک بسیار سریع‌تر از رشد جمعیت و نیازهای واقعی شهر بوده و شهر را دچار گسترش افقی بی‌رویه‌ای ساخته است. نتایج حاصل از رشد جمعیت در شهر اردبیل نشان می‌دهد که این شهر، نسبت به سال ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۵ رشد جمعیتی ۸ برابری را تجربه کرده است (جمعیت سال ۱۳۳۵ شهر اردبیل برابر با ۶۵۷۶۲ نفر) این در حالی است که این شهر نسبت به دوره ابتدایی سرشماری سال ۱۳۳۵ (وسعت سال ۱۳۳۵ کمتر از ۸۰۰ هکتار) رشد فیزیکی ۹/۶ برابری را داشته است (یزدانی و همکاران، ۱۳۹۷، ص. ۵۷)



شکل ۲. نقشه محدوده مورد مطالعه

۳. یافته ها

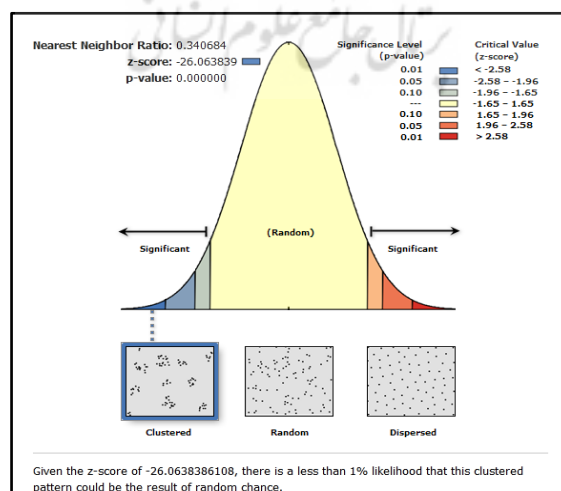
اولین مرحله تحقیق بررسی نوع توزیع فضایی مدارس در سطح شهر می باشد. شهر اردبیل دارای ۴۲۷ مدرسه، ۱۰۶۱۵۹ نفر دانش آموز می باشد. ویژگی های توزیع عناصر نقطه ای در سه نوع توزیع فضایی یکنواخت، تصادفی و خوشه ای در نظر گرفته می شود و نوع توزیع فضایی مدارس با استفاده از شاخص متوسط نزدیکترین همسایه، ضریب تغییرات مبتنی بر پلیگون های تایسن، منحنی لورنز و ضریب تمرکز جغرافیایی بررسی و الگوی توزیع فضایی آنها مشخص شد.

۱.۳. شاخص متوسط نزدیکترین همسایه

شاخص متوسط نزدیکترین همسایگی یک شاخص جغرافیایی است که درجه مجاورت فضایی عناصر نقطه ای (در این مطالعه مدارس) را کمی می نماید. در این تحلیل با در نظر گرفتن مساحت شهر اردبیل که ۶۲/۹ کیلومترمربع می باشد و تعداد ۴۲۷ مدرسه در سطح شهر محاسبات مربوط به این شاخص در مقیاس شهری و نتایج حاصل از آن در جدول (۱) ارائه شده است. بر مبنای آنچه که در خصوص نحوه تفسیر این شاخص بیان شد، به دلیل کوچکتر بودن شاخص متوسط نزدیکترین همسایگی به دست آمده از عدد یک، توزیع مدارس در شهر اردبیل از الگوی خوشه ای برخوردار است (شکل ۳ و جدول ۱).

جدول ۱. نتایج تحلیل متوسط نزدیکترین همسایه برای مدارس در شهر و مناطق پنجگانه شهرداری اردبیل

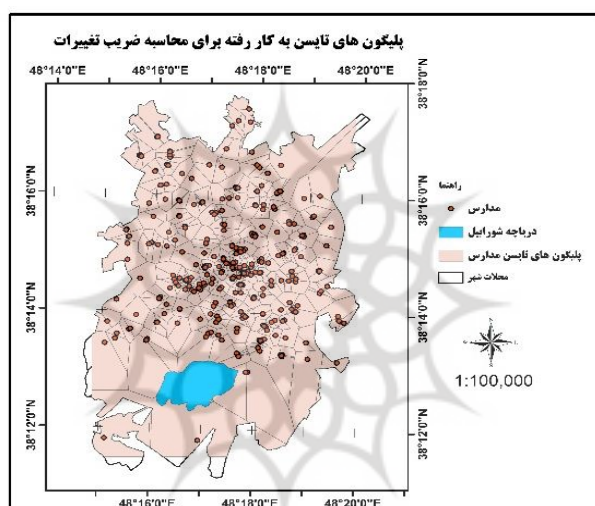
محدوده	فاصله متوسط مشاهده شده (متر)	فاصله متوسط مورد انتظار (متر)	نمره Z	ارزش P	متوسط نزدیکترین همسایه (ANN)
شهر اردبیل	۶۵/۳۷۳۴	۱۹۱/۸۸۸۶	-۲۶/۰۶۳۸	۰/۰۰۰	۰/۳۴۰۶۸



شکل ۳. نمودار توزیع خوشه ای مدارس در شهر اردبیل حاصل از تحلیل متوسط نزدیکترین همسایگی

۱.۱.۳. ضریب تغییرات

از ابزار تحلیل فضایی سیستم اطلاعات جغرافیایی برای ایجاد چند ضلعی‌های تائسن استفاده شد (شکل ۴). در صورتی که نقاط به طور یکنواخت توزیع شده باشند اندازه پلیگون‌های تائسن تولید شده برای نقاط هم اندازه خواهند بود و در صورت یکنواخت نبودن این توزیع، اندازه پلیگون‌ها در نواحی که نقاط از هم دور هستند بزرگ و در نواحی که نقاط در آنها متراکم‌تر هستند کوچک خواهد بود. این ویژگی پلیگون‌های تائسن کمک می‌کند تا بتوان با استفاده از آنها ضریب تغییرات را محاسبه نمود. در واقع ضریب تغییرات درجه‌نمایی تنوع مکانی یک عنصر یا پدیده جغرافیایی را اندازه‌گیری می‌کند به عبارت دیگر ضریب تغییرات یک شاخص آماری است که درجه تغییرات در مشاهدات در یک مجموعه داده را کمی‌سازی می‌کند



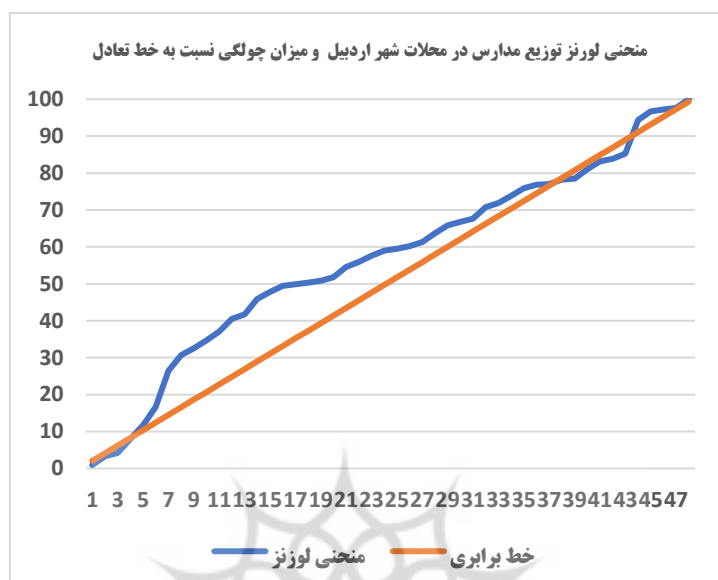
شکل ۴. پلیگون‌های تائسن برای محاسبه ضریب تغییرات توزیع مدارس در شهر اردبیل

نتایج محاسبات نشان داد که انحراف معیار مساحت پلیگون‌ها برابر $333364/5$ ، میانگین مساحت پلیگون‌های تائسن برابر $144575/8$ مترمربع و میزان CV برابر $230/58$ می‌باشد و بنابراین میزان ضریب تغییرات حاصله نیز بیانگر توزیع خوشه‌ای مدارس در شهر اردبیل است.

۲.۱.۳. منحنی لورنز

اطلاعات مربوط به تعداد مدارس شهر اردبیل در مقیاس محله‌ای از نقشه کاربری اراضی شهر استخراج شد. بیشترین تعداد مراکز آموزش در محله ۸ منطقه یک شهرداری قرار داشته و کمترین مقدار آن نیز مربوط به محلات ۶ و ۸ منطقه سه می‌باشد. با استفاده از داده‌های مذکور منحنی لورنز مربوط به توزیع مدارس در محلات شهر اردبیل محاسبه و ترسیم شد که نشان دهنده عدم تعادل در توزیع مدارس در محلات بوده که بیشترین

تمرکز مدارس نیز در محلات مربوط به منطقه یک شهرداری بوده و با افزایش شماره منطقه شهرداری از میزان تمرکز کاسته شده است (شکل ۵)

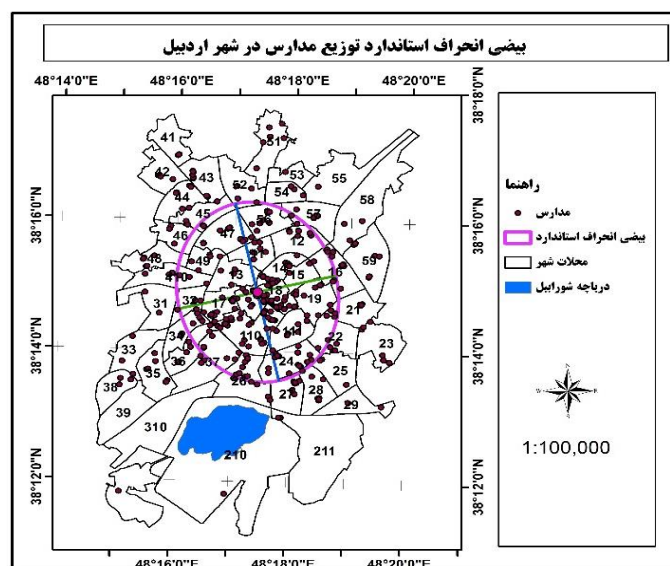


شکل ۵. نمودار منحنی لورنز توزیع مدارس در محلات شهر اردبیل

اندازه گیری توزیع جغرافیایی پدیده ها با استفاده از ابزارهای عارضه مرکزی، توزیع جهتی، میانگین جهت خطی، میانگین مرکزی یا مرکز ثقل و فاصله استاندارد امکان پذیر است که در این تحقیق از ابزار توزیع جهتی با استفاده از بیضی انحراف استاندارد استفاده شده است.

۲.۳. بررسی توزیع جهتی مدارس با استفاده از بیضی انحراف استاندارد

بیضی انحراف استاندارد با استفاده از داده های موقعیتی مدارس در شهر محاسبه گردید (شکل ۶). محل استقرار مرکز میانگین بیضی و به عبارتی مرکز ثقل توزیع مدارس در شهر در محلات منطقه یک شهرداری اردبیل قرار گرفته است. قطر بزرگ بیضی جهت اصلی توزیع مدارس را نشان می دهد که جهت جنوب شرقی - شمال غربی دارد و ۶۳ درصد از مدارس شهر در داخل بیضی انحراف استاندارد قرار دارد.

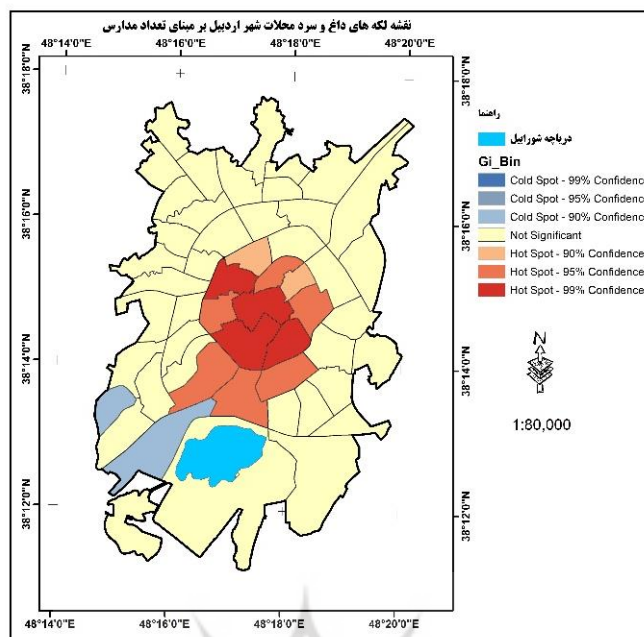


شکل ۶. نمایش توزیع جهتی مدارس در شهر اردبیل با پیشی انحراف استاندارد

نتایج حاصل از ابزارهای تحلیل الگو صرفاً اطلاعاتی در خصوص الگوی توزیع فضایی پدیده در اختیار قرار می دهند و نمی توانند موقعیت جغرافیایی خوشه های موجود در الگوی فضایی پدیده مورد مطالعه را به صورت نقشه نمایش دهند. در این تحقیق برای تهیه نقشه خوشه های محلات شهر اردبیل از لحاظ برخورداری از مدارس از ابزار و تحلیل لکه های داغ استفاده شده است.

۳.۳. تحلیل لکه های داغ محلات اردبیل از نظر برخورداری از مدارس

تحلیل لکه های داغ با داشتن عوارض وزن دهی شده (در این تحقیق محلات شهر اردبیل با تعداد مدارس موجود در آنها وزن دهی شده اند) لکه های داغ و سرد معنادار از نظر آماری را با استفاده از آماره گتیس-ارد شناسایی می نماید. یک عارضه دارای ارزش بالا جالب است ولی ضرورتاً لکه داغ نیست. برای اینکه یک عارضه یک لکه داغ معنادار از نظر آماری باشد باید ضمن دارا بودن ارزش بالا، توسط ارزشهای بالا نیز محاصره شده باشد. در این تحقیق محلات شهر اردبیل بر مبنای تعداد مدارس موجود در آنها مورد تحلیل قرار گرفته و با استفاده از آماره گتیس-ارد لکه های داغ و سرد شناسایی شده اند (شکل ۷). همانطوریکه در این شکل می توان دید لکه های داغ در سه سطح احتمال ۹۹، ۹۵ و ۹۰ درصد در بخش های مرکزی شهر اردبیل که عمدتاً منطبق بر منطقه یک شهرداری هستند، دیده می شوند. اکثر محلات شهر نمی توانند لکه های داغ یا سرد معنادار از نظر آماری تشکیل دهند و دو محله در جنوب غربی شهر لکه های سرد با احتمال ۹۰ درصد شکل داده اند.



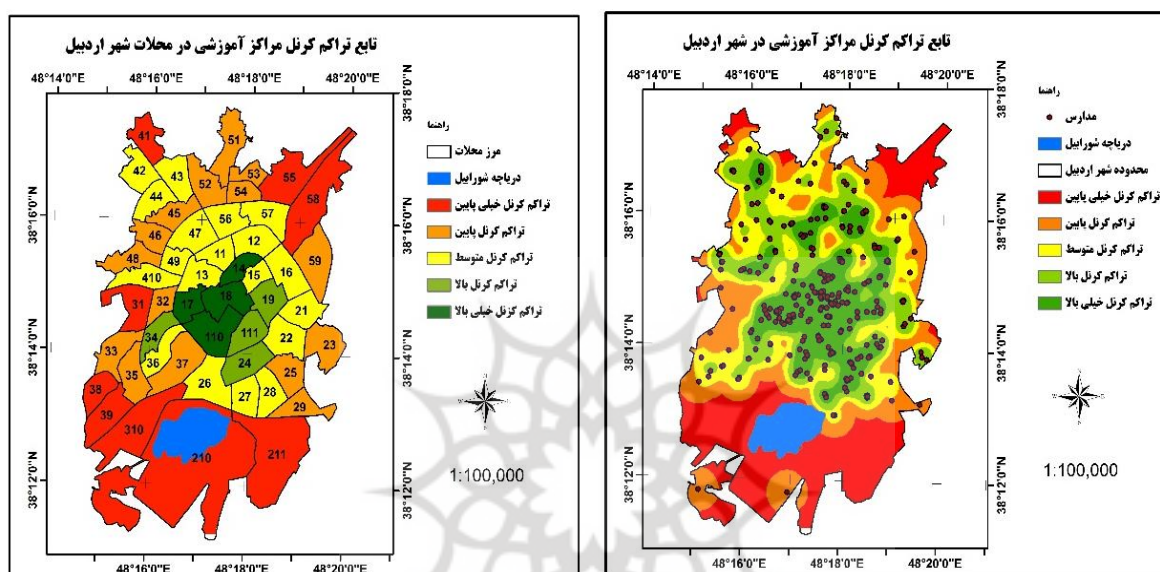
شکل ۷. نقشه لکه‌های داغ و سرد محلات شهر اردبیل

پس از تحلیل الگو و پی بردن به وجود نابرابری‌های فضایی در توزیع مدارس در شهر و اندازه‌گیری توزیع و سپس تهیه نقشه خوشه‌ها، برای بررسی سطح برخورداری هرکدام از محلات شهر اردبیل از مدارس و بررسی وضعیت عدالت فضایی در دسترسی به مدارس در محلات شهر لازم است تراکم توزیع مدارس در سطح شهر بررسی شده و وضعیت هرکدام از محلات از این منظر مشخص گردد. برای رسیدن به این هدف از تابع تراکم کرنل در این تحقیق استفاده شده است.

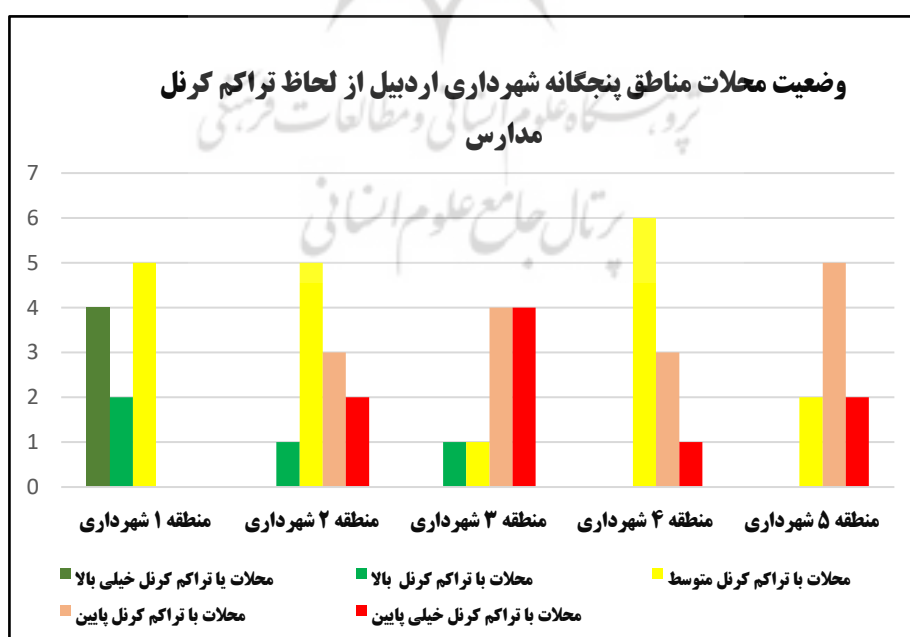
۴.۳. بررسی تراکم توزیع فضایی مدارس در شهر اردبیل با تابع تراکم کرنل

تابع تراکم کرنل برای نمایش بصری تمرکز و پراکندگی پدیده‌های جغرافیایی به کار می‌رود. توزیع مدارس در شهر اردبیل دارای عدم یکنواختی فضایی است. بنابراین ابزار تراکم کرنل در نرم افزار ArcGIS برای تحلیل تراکم ۴۲۷ مدرسه در شهر اردبیل به کار گرفته شد و الگوی توزیع تراکم کرنل مدارس به دست آمد (شکل ۸). همانطوریکه در شکل ۶ می‌توان دید، تراکم کرنل مدارس در شهر اردبیل دارای یک هسته بزرگ مرکزی در مرکز شهر است که بیشترین انطباق را با منطقه یک شهرداری دارد. چندین هسته کوچک نیز در دیگر قسمت‌های شهر قابل رویت هست. همچنین با استفاده از تابع zonal statistics در سیستم اطلاعات جغرافیایی وضعیت محلات از نظر میزان تراکم کرنل مدارس در آنها نیز مشخص شده است (شکل ۷).

محلات چهار، هفت، هشت و ده منطقه یک شهرداری اردبیل ایده‌آل‌ترین وضعیت را در شهر دارا بوده و محلات واقع در پیرامون این محلات در جایگاه بعدی قرار گرفته‌اند و هرچه به سمت بیرون شهر می‌رویم از میزان تراکم کرنل مراکز آموزشی کاسته می‌شود. نکته قابل توجه دیگر در این نقشه بهتر بودن وضعیت محلات قدیمی حاشیه شهر از وضعیت شهرک‌های جدید می‌باشد. وضعیت محلات مناطق پنجگانه شهرداری اردبیل نیز از نظر میزان تراکم کرنل مراکز آموزشی در شکل ۹ دیده می‌شود.

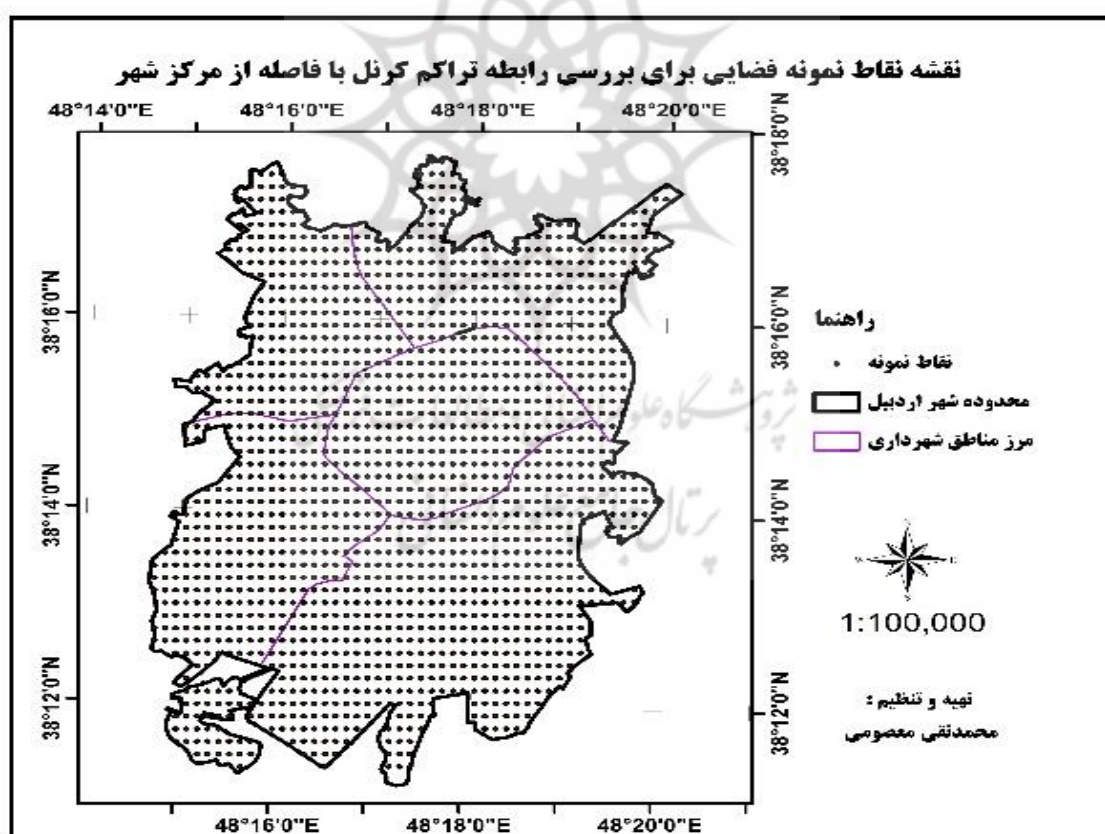


شکل ۸. الگوی توزیع تراکم کرنل مدارس در شهر اردبیل. شکل ۹. تابع تراکم کرنل مراکز آموزشی در شهر اردبیل

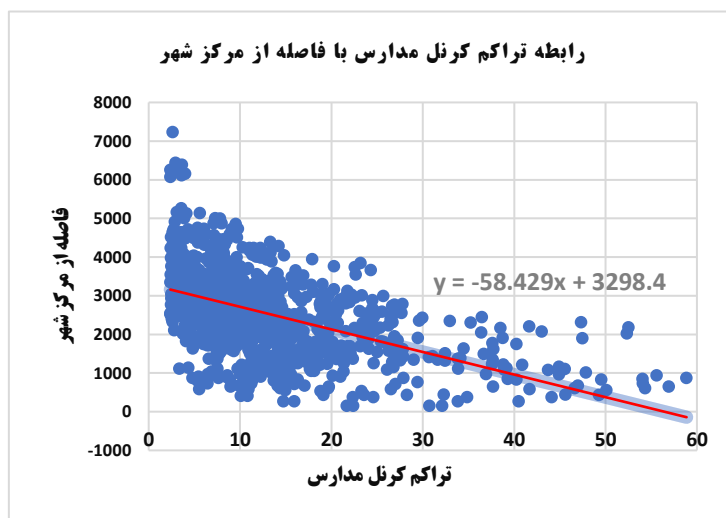


شکل ۱۰. وضعیت محلات مناطق پنجگانه شهرداری اردبیل از لحاظ تراکم کرنل مراکز آموزشی

همانطوری که در شکل ۱۰ می‌توان دید محلات منطقه یک شهرداری اردبیل که در مرکز شهر واقع شده اند، جزو محلات برخوردار می‌باشند. منطقه ۲ و ۳ شهرداری دارای واریانس بالایی بوده و از همه نوع محلات در آنها دیده می‌شود و منطقه چهار عمدتاً دارای محلات متوسط و منطقه پنج نیز عمدتاً دارای محلات محروم می‌باشد. با توجه به خروجی های حاصل از تحلیل تابع تراکم کرنل که در شکل های ۸ و ۹ و ۱۰ دیده می‌شوند، می‌توان گفت فاصله از مرکز شهر در توزیع فضایی مدارس در شهر اردبیل عامل موثری بوده است. برای بررسی بیشتر این موضوع در سطح شهر اردبیل نمونه برداری فضایی انجام شده و تعداد ۱۵۸۲ نقطه در محدوده شهر مشخص گردید (شکل ۱۱). نقشه فاصله اقلیدسی از مرکز تجارت شهر (CBD) نیز محاسبه گردید و در نهایت مقادیر فاصله از مرکز شهر و تراکم کرنل مدارس برای ۱۵۸۲ نقطه نمونه مورد اشاره، محاسبه گردید. اطلاعات استخراج شده مورد تجزیه تحلیل قرار گرفته است نمودار تولید شده از داده های به دست آمده نشان دهنده رابطه پارامترهای مورد بحث می‌باشد (شکل ۱۲).



شکل ۱۱. نقشه نقاط نمونه فضایی برای بررسی رابطه تراکم کرنل مدارس با فاصله از مرکز شهر



شکل ۱۲. نمودار رابطه بین تراکم کرنل مدارس با فاصله از مرکز شهر

همانطوریکه در شکل ۱۲ دیده می شود توزیع فضایی مدارس در شهر اردبیل رابطه معکوس با فاصله از CBD دارد و هرچه به نواحی پیرامونی شهر نزدیک می شویم، ساکنین محلات شهری در دسترسی به مدارس از محرومیت برخوردار هستند.

۴. بحث

عدالت فضایی که به بعد مکانی یا جغرافیایی عدالت و بی عدالتی اشاره دارد، از موضوعات مورد علاقه جغرافیدانان و تحلیلگران فضایی است. فضاهای آموزشی از جمله کاربری های استراتژیک و مهم شهری هستند و خدمات آموزشی یکی از اساسی ترین خدمات شهری است که توزیع نامتعادل فضایی مراکز ارائه دهنده آن ضمن تقلیل مطلوبیت و کارایی این فضاها، اصل عدالت در دسترسی به خدمات آموزشی را با شک و تردید مواجه می کند. یکی از راه های سنجش عدالت فضایی، محاسبه میزان توزیع عادلانه منابع ارزشمند و فرصتها برای استفاده در فضا است چرا که ارائه خدمات عمومی نقش مهمی در بهبود کیفیت زندگی انسانها دارد. تجربه حاصل از مطالعات صورت گرفته نشان می دهد فرصتهایی که برای استفاده از امکانات عمومی در شهر به وجود می آیند نسبتاً نایکخواخت هستند. در حالیکه دسترسی به امکانات خدمات عمومی در نقاط مختلف برای تحقق عدالت فضایی و اجتماعی در توزیع خدمات عمومی ضروری است. رعایت اصل عدالت در دسترسی به مراکز خدماتی به ویژه فضاهای آموزشی ایجاب می کند که در توزیع این کاربری ها شرایط و مقررات موجود رعایت شود. این پروسه به علت تاثیر گذاری بر فعالیت های روزمره شهری فرایندی پیچیده است و تاثیر پذیری و فاکتورهای متعدد در فعالیت کاربری های آموزشی بر پیچیدگی مساله می افزاید. در نتیجه

این پیچیدگی، به کارگیری هم‌زمان ابزارهای متعدد مانند GIS و تکنیک‌ها و مدل‌ها در فرایند تحلیل و بررسی پراکنش مدارس در جهت شناخت مسئله موجود کاملاً به چشم می‌خورد. با توجه به اهمیت موضوع در این تحقیق سعی شده است تا به تحلیل تمایز فضایی استقرار مدارس در محلات شهر اردبیل پرداخته شود و برای بررسی این تمایز و آشکارسازی نابرابری‌ها و به عبارتی نبود عدالت فضایی، از شاخص‌های مختلف اندازه‌گیری کننده توزیع فضایی پدیده‌ها در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی بهره گرفته شده است. نتیجه بررسی الگوی فضایی توزیع مدارس در اردبیل با استفاده از شاخص متوسط نزدیکترین همسایه، ضریب تغییرات مبتنی بر پلیگون‌های تایسن، شاخص عدم تعادل، منحنی لورنز، ضریب تمرکز جغرافیایی، تحلیل لکه‌های داغ، تابع تراکم کرنل و در نهایت بیضی انحراف استاندارد بوده است تا بتوان به طور دقیق از تمامی جهات پراکنش فضاهای مدارس را در شهر مورد نقد و بررسی قرار داد. نتایج این تحقیق با تحقیق یزدانی و همکاران (۱۴۰۲)، سلیمی سبحان و منصوری (۱۳۹۹) و حدیدی و همکاران (۱۳۹۶) که به بررسی نابرابری در استقرار مدارس در مناطق مختلف پرداخته اند، مطابقت دارد. هرچند که شاخص‌های به کار گرفته شده در این تحقیق با شاخص‌های مطالعات مذکور تفاوت‌هایی دارد.

۵. نتیجه گیری

تحقیق حاضر با هدف تحلیل تمایز فضایی استقرار مدارس از منظر عدالت فضایی انجام شد و بررسی الگوی فضایی توزیع مدارس در اردبیل با استفاده از شاخص متوسط نزدیکترین همسایه نشان داد که توزیع مدارس شهر اردبیل به شکل خوشه‌ای می‌باشد، همین نتیجه را شاخص ضریب تغییرات نیز نشان می‌دهد و حاکی از خوشه‌ای بودن توزیع مدارس در شهر است. منحنی لورنز نیز نشان دهنده عدم تعادل در توزیع مدارس در محلات بوده و بیشترین تمرکز مدارس در محلات مربوط به منطقه یک شهرداری می‌باشد. لکه‌های داغ توزیع مدارس عمدتاً در مرکز شهر متمرکز بوده و لکه‌های سردی نیز در محلات جنوب غربی شهر دیده می‌شوند و بقیه محلات برای لکه داغ یا سرد بودن از نظر آماری معنادار نیستند. میزان ضریب تمرکز جغرافیایی نشان می‌دهد مدارس در سطح برخی محلات متمرکز شده و درجه تمرکز بالاست و در نتیجه نابرابری در توزیع مدارس در شهر اتفاق افتاده است. تراکم کرنل مدارس در شهر اردبیل دارای یک هسته بزرگ مرکزی در مرکز شهر است و این هسته بزرگ بیشترین انطباق را با منطقه یک شهرداری دارد. هر چند چندین هسته کوچک نیز در دیگر قسمت‌های شهر قابل رویت هست. بهتر بودن وضعیت محلات قدیمی حاشیه شهر از شهرک‌های جدیدالاحداث نیز نکته قابل توجهی است و می‌تواند به معنی عدم موفقیت برنامه‌ریزان شهری در برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری در سالهای اخیر تفسیر شود. بر مبنای خروجی‌های حاصل از تحلیل تراکم کرنل، محلات منطقه یک شهرداری اردبیل از نظر برخورداری از مراکز آموزشی همگن‌تر بوده و اغلب جزو محلات برخوردار می‌باشند. منطقه ۲ و ۳ شهرداری دارای واریانس بالایی بوده و از همه نوع محلات در آنها

دیده می‌شود و منطقه چهار عمدتاً دارای محلات متوسط و منطقه پنج نیز عمدتاً دارای محلات محروم می‌باشند. مرکز ثقل توزیع مدارس در شهر در محلات منطقه یک شهرداری اردبیل قرار گرفته و در عین حال تفاوت زیاد بین قطر بزرگ و کوچک بیضی انحراف استاندارد نیز نشان دهنده توزیع جهتی مدارس در شهر اردبیل می‌باشد و به عبارتی نابرابری فضایی در توزیع مدارس در جهات مختلف جغرافیایی در شهر کاملاً مشهود است. با توجه به نتایج بدست آمده در جهت رفع عدم یکنواختی در توزیع و تراکم مدارس بین مناطق شهر اردبیل پیشنهادات زیر ارائه می‌گردد.

- مکان‌یابی و احداث مدارس جدید در محلات سنتی و کم برخوردار شهر نظیر جام جم، بهشت زهرا، ایران آباد، جین کندی
- مکان‌یابی و احداث مدارس در شهرک‌های جدیدالاحداث نظیر شهرک‌های نیایش، نادری، کوثر، نیروی انتظامی
- اجتناب از احداث مدارس در محلات قدیمی واقع در جنوب و جنوب غرب منطقه یک شهرداری به دلیل وجود لکه های داغ مدارس در آنها

کتاب نامه

۱. امان‌پور، س.، محمدی ده‌چشمه، م.، و پرویزیان، ع. (۱۳۹۷). سنجش آسیب‌پذیری مراکز آموزشی از منظر پدافند غیرعامل، (مطالعه موردی: مدارس ابتدائی کلان شهر اهواز). *جغرافیا و مطالعات شهری و منطقه‌ای*، ۷ (۲۷)، ۶۰-۴۳.
۲. بافقی‌زاده، م.، آبیاری، ش.، و شریفی، ع. (۱۳۹۳). ارزیابی تناسب مکانی کاربری آموزشی با استفاده از تلفیق مدل FDAHP در محیط GIS مطالعه موردی: دبیرستان‌های منطقه ۲ و ۴ شهر اهواز. *فصلنامه علمی پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری*، ۵ (۱۰)، ۲۸-۹.
۳. پورمحمدی، م.، عساکره، م. (۱۳۹۱). ارزیابی مکان‌یابی کاربری‌های آموزشی (مدارس ابتدایی) شهر شادگان. *فصلنامه علمی و پژوهشی پژوهش و برنامه ریزی شهری*، ۳ (۹)، ۲۰-۱.
۴. حدیدی، م.، نادری، ک.، مرآتی، ا.، و سوزنی، ب. (۱۳۹۶). بررسی و تحلیل الگوی بهینه پراکنش مراکز آموزشی با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره (MADM) در محیط GIS مورد شناسی: آموزش و پرورش ناحیه یک کرمانشاه. *جغرافیا و آمایش شهری منطقه‌ای*، ۷ (۲۲)، ۱۵۹-۱۷۸.
۵. درخشان‌زاده، م.، و دادرس، ب. (۱۳۹۷). تحلیل فضایی و مکان‌یابی مراکز آموزشی (مدارس متوسطه) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) شهر دهمدشت استان کهگیلویه و بویر احمد، *جغرافیا و روابط انسانی*، ۱۱ (۲)، ۱۸-۱.
۶. سلیمی سبحان، م.، و منصوری، ک. (۱۳۹۹). تحلیلی بر توزیع فضایی مراکز آموزشی و ساماندهی مناسب آن (مطالعه موردی: شهر پیرانشهر). *مهندسی جغرافیایی سرزمین*، ۴ (۲)، ۴۴۵-۴۵۹.
۷. شجاعیان، ع.، علیزاده، ه.، و نقیعی رکنی، س. ن. (۱۳۹۵). مکان‌یابی بهینه فضاهای آموزشی در منطقه ۶ شهرداری

- کلان شهر اهواز با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی دلفی فازی FDAHP و تحلیل Cut fill. آمایش محیط، ۹ (۲)، ۱۰۹-۱۲۴.
۸. غضنفرپور، ح.، کریمی، ص.، خبازی، م.، و پورخسروانی، م. (۱۴۰۰). تحلیل وضعیت فضاهای آموزشی مدارس ناحیه ۲ کرمان. *کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی*، ۹ (۱)، ۸۶-۵۶.
۹. فصیحی، ح. (۱۳۹۸). تحلیل توزیع فضایی و دسترسی به مدارس در منطقه ۲۰ شهرداری تهران. *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۱۹ (۵۵)، ۲۴۹-۲۶۴.
۱۰. ملکی، س.، پیوند، ن.، و اسدی کلمتی، ا. (۱۳۹۷). آسیب شناسی محل استقرار مراکز آموزشی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (نمونه موردی: مدارس ابتدایی منطقه ۷ شهر اهواز). *جغرافیا و مطالعات شهری و منطقه‌ای*، ۷ (۲۸)، ۱۹-۳۲.
۱۱. یزدانی، م. ح.، و سعیدی زارنجی، س. (۱۴۰۲). تحلیلی بر پراکنش فضایی مدارس در محلات منطقه ۲ شهرداری اردبیل. *جغرافیا و روابط انسانی*، ۵ (۴)، ۳۵۱-۳۲۹.
12. Al-Enazi, M., Mesbah, Saleh., & Amani, A. (2016). Schools' distribution planning using GIS in Jeddah City. *International Journal of Computer Applications*, 138(1), 33-36.
13. Bian, J., Chen, W., & Zeng, J. (2022). Spatial Distribution Characteristics and Influencing Factors of Traditional Villages in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(8), 4627.
14. Chen, W., Yang, Z., Yang, L., Wu, J., Bian, J., Zeng, J., & Liu, Z. (2023). Identifying the spatial differentiation factors of traditional villages in China. *Heritage Science*, 11(1), 149, 1-13.
15. Chen, Y., Jinguo, X., & Yang, Y. (2019). Geographical Distribution of Characteristic Towns in Zhejiang Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 300, (2), 1-7.
16. Cohen, B. (2006). Urbanization in Developing Countries: Current Trends, Future Projections, and Key Challenges for Sustainability *Technology in Society*, 28 (1-2), 63-80.
17. Hussein, A. M., & Mohameed, A. J. (2020). Spatial Analysis of School Using Geographic Information System (GIS) Case Study AL-JIHAD Scoter. *PalArch's Journal of Archaeology of Egypt/Egyptology*, 17(5), 1713-1729.
18. Jia, A., Liang, X., Wen, X., Yun, X., Ren, L., & Yun, Y. (2023). GIS-Based Analysis of the Spatial Distribution and Influencing Factors of Traditional Villages in Hebei Province, China. *Sustainability*, MDPI AG, 15(11), 9089.
19. Jun-Yuan, Zh. (2018). Research on Spatial Distribution Characteristics and Mechanism of 4A Level and Above Tourism Scenic Spots in Henan Province IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 186 012043.
20. Kumar, V., Kumaraswamy, K., Rudhravel, K., & Thiagarajan, D. (2013). Spatial Distribution of Schools and Identification of Unserved Spatial Gaps Using Geographic Information System: a case Study of Sivaganga District, Tamil Nadu. *Indian Geographical Journal*, 88(1), 12-24.
21. Li, M., Ouyang, W., & Zhang, D. (2022). Spatial Distribution Characteristics and Influencing Factors of Traditional Villages in Guangxi Zhuang Autonomous Region. *Sustainability*, MDPI AG, 15(10), 632.
22. Ramadan, M. S., Khairy, N., Alogayell, H. M., Alkadi, I. I., Ismail, I. Y., & Ramadan, R. H. (2022). Spatial Equity Priority Modeling of Elementary and Middle Schools through GIS Techniques, El-Taif City. Saudi Arabia. *Sustainability*, 14(19), 1-21.
23. Ravichandran, V., Kantamaneni, K., Singh, A., Nair, A., Janakiraman, A., Kumar, S. P., & Choudhury, S. D. (2023). Mapping hotspot clustering: An approach to study the spatial pattern of quality of living households in India, *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 31, 101007.
24. Soja, E. W. (2009). *The city and spatial justice. Justice spatiale*. Los Angeles: University of

- California.
25. Sumari, N., Tanveer, H., Shao, Zh., & Kira, E. (2019). Geospatial Distribution and Accessibility of Primary and Secondary Schools: A Case of Abbottabad City, Pakistan. *Proceedings of the ICA*, 2, 1-11
 26. Wang, M., Liu, S., & Wang, C. (2023). Spatial distribution and influencing factors of high-quality tourist attractions in Shandong Province. *China. PLoS ONE*, 18(7), e0288472.
 27. Wazzan, K. (2017). The Spatial Distribution of the Basic Education Schools in Lattakia City (Syria). *Journal of Educational and Social Research*, 7(1), 71-79
 28. Wedley, W. C. (2002). Qualitative and Quantitative Factors and Analytic Hierarchy Approach, Socio-Econ. *Sciences*, 24(1), 57-64
 29. Zhang, Z., Luan, W., Tian, C., Su, M., & Li, Z. (2021). Spatial Distribution Equilibrium and Relationship between Construction Land Expansion and Basic Education Schools in Shanghai Based on POI Data. *Land*, 10(10), 1-17
 30. Zhao, B., Wu, X., & Du, J. (2023). Study on the Spatial Pattern and Influencing Factors of Scenic Villages in Shandong Province. *Journal of Innovation and Development*, 3(3), 67-73.

