Journal of Geographical Urban Planning Research

Journal Hopepage: www.jurbangeo.ut.ac.ir

Research Paper

Spatial analysis of the effect of city form on fuel consumption in karaj metropolis

Kiyan Shakarami [a], Mohammad Rahim Rahnama [a *], Mohammad Ajza Shokouhi [a]

[a] *Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Literature and Human Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran*

A R T I C L E I N F O

Keywords:
Spatial Analysis,
City form,
Gasoline Consumption,
Geographically Weighted Regression,
Karaj city.

Received:
27 December 2021
Received in revised form:
1 March 2022
Accepted:
27 April 2022
pp.143-163

A B S T R A C T

Today, as the population of cities increases, environmental issues have surrounded the city and its citizens, so that experts seek to use the best solutions to deal with this problem. One of the effective strategies is to design the optimal form of cities. Therefore, the purpose of this study is to analyze the effect of city form on fuel consumption in the Karaj metropolis. In order to analyze the data, General G statistical test, and the Moran model have been used to determine the pattern of gasoline consumption in Karaj, and Geographically Weighted Regression (GWR) has been used to determine the spatial variation between city form variables (mixed-use, accessibility) and gasoline consumption. The results show that central neighborhoods 5,1,7,8,9; such as Dehghanvila 1 and 2, Hyderabad, Weast Golshahr 1 and 2, Movahedan town, East Golshahr, Mehrvila, and Kuye Karmandan have the highest accessibility index, and Mehrshahr suburbs, districts 10 and 6 have the lowest accessibility index to services, administrative, commercial, educational. Also, according to the value; Scorse = and value 0 = P-Value, it has been found that the pattern of gasoline consumption in Karaj is clustered. The accessibility index in the central areas of the city has the most appropriate average distance (less than 8 km) and these neighborhoods have the highest level of accessibility. Also, according to the obtained R2value, there is a high spatial relationship between the mixed-use index and gasoline consumption. That is, according to these two variables, the city form index justifies 95% of gasoline consumption at the level of confidence.

Citation: Shakarami, K., Rahnama, M. R., & Shokouhi, M. A. (2022). Spatial analysis of the effect of city form on fuel consumption in karaj metropolis. *Journal of Geographical Urban Planning Research, 10* (1), 143-163.

http://doi.org/10.22059/JURBANGEO.2022.328696.1569

* . Corresponding author (Email: monsefmahmoud@yahoo.com)

Copyright © 2022 The Authors. Published by University of Tehran. This is an open access article under the CC BY license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Extended Abstract

Introduction

Today, the increasing urban population, along with unsustainable consumption patterns, is putting increasing pressure on land, water, energy, and other essential land resources. This situation can be beyond the limits of natural and economic resources and the bearing capacity of cities and endanger its ability to manage life in the long run. However, in the current situation, it can make fundamental changes in cities and human settlements due to the availability of knowledge and technology to human beings, and provide the best strategies for improving cities according to environmental conditions and the needs of citizens. One of the most important strategies in this field is to reduce the fuel of urban machinery. In fact, the main problem is that statistics show that about 19 percent of energy consumption and more than a quarter of the world's carbon dioxide emissions come from transportation. According to the forecasts, fuel consumption in the transportation sector will increase by 50% from 2005 to 2030 and by 80% by 2050. Today, most of the conferences and seminars held around the world on global warming and national energy security place great emphasis on reducing fuel consumption, especially fuels that produce high levels of environmental pollutants. Also in many types of research that have been done in the field of fuel consumption and reduction of its pollution around the world, most researchers emphasize that in the current situation, the most important solution is to reduce urban fuel consumption. And today, many countries are looking to reduce gasoline consumption to reduce dependence on oil as well as air pollution. For example, in a country like; The United States, passenger vehicles make 16% of total greenhouse gas emissions. In Iran, the transportation sector is one of the largest energy-consuming sectors, so that in the last 10 years, energy consumption in the transport sector has grown by 6.67 percent annually, while the growth rate of final energy consumption in other sectors has been 5.47 percent faster. According to the International Energy Agency, Iran is among the top ten countries with 521 million tons of carbon dioxide emissions in the world in 2015. Karaj metropolis is no exception to this rule and factors such as: proximity to the capital, the exhaustion of the public transport fleet, the lack of subway lines, and the lack of BRT have led to the excessive use of personal vehicles for intra-city traffic, which has led to increased fuel consumption in the metropolis. Thus, on a 3-year average, the metropolis of Karaj consumed about 490 million liters of gasoline per year. Which shows a high figure.

Methodology

The research method is descriptive-analytical, and the purpose is applied. The data and information required for the research have been collected in two ways: library (study of documents, plans, articles, etc.) and referring to related organizations (municipality, National Company for Distribution of Petroleum Products, etc.). The statistical sample of the research is 173 neighborhoods of Karaj city and 35 refueling stations (gasoline) that have been used for spatial analysis. For spatial analysis, there are different models for measuring spatial autocorrelation statistics, which in the present study used the Moran model and G / Clustering (Getis-Ord General G) High / Low statistics in GIS software. Also, in order to show the spatial distribution of the pattern governing energy consumption (gasoline consumption), Hot Spot Analysis of Amartgis-Ard Gi has been used to show that where the data are clustered high or low. Finally, the Geographic Weight Regression (GWR) tool is used to determine the spatial variation between the independent and dependent variables.

Results and discussion

Using local weight regression, the effect of accessibility index as an important index of city form on gasoline consumption has been estimated. The value of R2 of the accessibility variable is equal to 0.88. That is, the city form index justifies 88% of gasoline consumption according to this variable at the 95% confidence level. Also, the value of AICc2 indicates a low number, which indicates better compliance of the model with observational data. The descriptive statistic Pridicted shows significant changes in that it clearly shows

the spatial variation between the independent variable and the dependent variable towards the marginal regions and to some extent the center of the regions (1,10,8,8,7). In other words, contrary to the current practice, the relationship between accessibility and gasoline consumption in these areas and neighborhoods is expected to change spatially towards these areas. Also, the user mixing index, the value of R2 of the user mixing variable is equal to 0.87. That is, the city form index justifies 87% of gasoline consumption according to this variable at the 95% confidence level.

Conclusion

According to the final conclusion of the spatial analysis of this research it can be said in the current situation, there is a spatial correlation of over 70% between the form of Karaj city and gasoline consumption. Thus, the obtained R2 in both indicators of the city form is above 75% and in fact, shows a high level of significance. Also in the analysis of gasoline consumption pattern, Moran statistic and G statistic confirm that gasoline consumption follows a cluster pattern. In fact, according to the results of these two statistics, it can be said that the data have a high spatial correlation. Thus, 462 / 10Z-Scorse = is significant at the level of 0.01 And the value of 0 = P-Value is rejected based on the null hypothesis. The value of these two parameters indicates the pattern of the spatial distribution of clusters of gasoline consumption data in the neighborhoods of Karaj. Also, the value of Pridicted obtained in both indicators (accessibility and user mixing) shows a high spatial correlation with gasoline consumption, and of course, spatial changes can be expected from urban areas: 8, 9, 1, and 5 to suburban areas and neighborhoods of the city. Finally, it can be said that a significant relationship has been confirmed between the city form variable and gasoline consumption.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved thecontent 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.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مجله پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری

Journal Hopepage: www.jurbangeo.ut.ac.ir

مقاله پژوهشی

تحلیل فضایی تأثیر فرم شهر بر مصرف سوخت کلان‌شهر کرج

کیان شاکرمی – گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

محمد رحیم رهنما [۱]– گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

محمداجزاء شکوهی – گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

اطلاعات مقاله

واژگان کلیدی:
تحلیل فضایی، فرم شهر، مصرف بنزین، رگرسیون جغرافیایی وزنی، شهر کرج.

تاریخ دریافت:
۱۴۰۰/۱۰/۰۷
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۰/۱۲/۱۰
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۱/۰۲/۰۷
صص. ۱۶۳-۱۴۳

چکیده

امروزه با افزایش جمعیت شهرها مسائل زیست‌محیطی شهر و شهروندان را احاطه کرده است، به‌طوری‌که کارشناسان به دنبال استفاده از بهترین راهکارها جهت مقابله با این مسئله هستند، و یکی از استراتژی‌ها موثر طراحی فرم بهینه شهرها است. لذا هدف تحقیق حاضر تحلیل فضایی تأثیر فرم شهر بر مصرف سوخت کلان‌شهر کرج است. در جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از آزمون آماری عمومی G و مدل Moran عمومی جهت تعیین الگوی مصرف بنزین شهر کرج، و از ابزار رگرسیون وزنی جغرافیا (GWR) برای تعیین تغییرات فضایی بین متغیر فرم شهر(اختلاط کاربری، دسترسی‌پذیری) و مصرف بنزین استفاده‌شده است. نتایج نشان داد؛ محلات مرکزی مناطق ۵،۱،۷،۸،۹ مانند؛ دهقان ویلای اول و دوم، حیدرآباد، گلشهر غربی ۱ و ۲، شهرک موحدان، گلشهر شرقی، مهرویلا و کوی کارمندان دارای بالاترین شاخص دسترسی‌پذیری و محلات حاشیه مهرشهر، منطقه ۱۰ و ۶ دارای کمترین شاخص دسترسی‌پذیری به خدمات، امور اداری، تجاری، آموزشی هستند. همچنین با توجه مقدار Scorse=؛ و مقدار P-Value =۰ مشخص شد که الگوی مصرف بنزین شهر کرج خوشه‌ای است. شاخص دسترسی پذیری در مناطق مرکزی شهر دارای مناسبترین میانگین فاصله(کمتر از ۸ کیلیومتر) است و این محلات دارای بالاترین سطح دسترسی پذیری هستند. همچنین با توجه به مقدار R2 به دست آمده بین شاخص اختلاط کاربری و مصرف بنزین رابطه فضایی بالایی برقرار است: یعنی شاخص فرم شهر با توجه به این دو متغیر در سطح اطمینان ۹۵٪ مصرف بنزین را توجیه می‌کند.

استناد: شاکرمی، کیان؛ رهنما، محمدرحیم و شکوهی، محمد اجزاء (۱۴۰۱). تحلیل فضایی تأثیر فرم شهر بر مصرف سوخت کلان‌شهر کرج. *مجله پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری*، ۱۰ (۱)، ۱۶۳-۱۴۳.

http://doi.org/10.22059/JURBANGEO.2022.328696.1569

۱. نویسنده مسئول

Email: rahnama@um.ac.ir

مقدمه

امروزه شهرها، مکان اصلی کار وزندگی بخش عمده نسل بشر شده‌اند. و متعاقباً در سطح جهان ، جمعیت شهرها در حال رشـــد اســـت و پیش‌بینی می‌شـــود که تا ســـال ۲۰۳۰ بیش از ۶۰٪ از جمع یت ج هان در شـــهر ها ز ندگی کنند (Akande,2019:476). تداوم این‌گونه رشـد شـهرنشـینی با مشـکلات اجتماعی، اقتصـادی و محیطزیسـتی، بحران‌آفرین و هشـــداری بر ناپایداری شـــهرها اســـت (غفاریان بهرمان و همکاران، ۱۳۹۵: ۴۶). درواقع افزایش جمعیت شهری به همراه الگوی مصرف ناپایدار، فشار فزاینده‌ای را بر زمین، آب، انرژی و سایر منابع ضروری زمین وارد می‌کند. این وضعیت می‌تواند فراسوی حدود منابع طبیعی و اقتصادی و ظرفیت تحمل شهرها باشد و توانایی اداره‌ی زندگی آن را در درازمدت به مخاطره بیندازد (شاهینی فر و حبیبی، ۱۳۹۴: ۴۲).

در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته نیز علی‌رغم وضعیت اجتماعی و اقتصادی پایدار، نرخ شهری بسیار زیاد را نشان می‌دهند؛ و اخیراً، زندگی در مناطق شهری این کشورها به دلیل افزایش دمای شهری و آلودگی هوا همراه با گرم شدن کره زمین، به‌طور فزاینده‌ای ناراحت‌کننده است (Kim ,2019:41). این مسئله در کشورهای درحال‌توسعه اهمیت بالاتری دارد زیرا که کمبود و ناقص بودن اطلاعات در زمینه مصـرف انرژی در شـهرهای این کشـورها باعث شـده بهینه‌سـازی ساخت شهر و برنامه‌ریزی شهری دراین‌ارتباط محدود با شد (Sikder ,2018:11). باوجوداین شرایط، امروزه به‌وا سطه وجود دانش و تکنولوژی در د سترس بشر می‌تواند تغییراتی ا سا سی در شهرها و محل سکونت ان سانی ایجاد نماید و با توجه به شـرایط محیطزیسـت و نیازهای شـهروندان، بهترین اسـتراتژی‌ها را در جهت به‌روزرسـانی شـهرها ارائه نماید (Surkyn,2004:56). یکی از مهم‌ترین استراتژی‌های کلیدی در این زمینه کم کردن سوخت ماشین‌آلات شهری است. درواقع مسئله اصلی اینجاست که آمارها نشان می‌دهد، حدود ۱۹ درصد از مصرف انرژی و بیش از یک‌چهارم دی‌اکسید کربن انتشاریافته در جهان، ناشی از حمل‌ونقل می‌باشد؛ و بر اساس پیش‌بینی‌های صورت گرفته مصرف سوخت در بخش حمل‌ونقل از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۳۰ به میزان ۵۰ درصد و تا سال ۲۰۵۰ به میزان ۸۰ درصد افزایش خواهد یافت (عبادی نیا و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۱۶).

به‌طوری‌که امروزه در اکثر همایش‌ها و کنفرانس‌هایی که در ســـراســـر جهان در ارتباط با گرمایش جهانی و امنیت ملی انرژی برگزار می شود، تأکید بسیاری بر کاهش مصرف سوخت و بخصوص سوخت‌هایی که آلاینده‌های محیطی زیاد تولید می‌کنند انجام می‌گیرد (Jhang et al, 2020: 2). همچنین در تحقیقات بسـیاری که در زمینه مصـرف سـوخت و کاهش آلودگی‌های ناشی از آن در سراسر دنیا انجام‌گرفته اکثر محققان تأکیددارند که در شرایط کنونی مهم‌ترین راهکار کاهش مصرف سوخت شهری است (Barakat, 2016: 3110; Ceviz, 2005: 920; Martin, 2019). و امروزه برای کاهش وابستگی به نفت و هم برای کاهش آلودگی هوا ، بسیاری از کشورها به دنبال کاهش مصرف بنزین هستند. به‌طور مثال در کشوری مانند؛ ایالات‌متحده ، و سایل نقلیه مسافربری ۱۶٪ از کل انتشار گازهای گلخانه‌ای را تشکیل می‌دهند (Banzhaf & Kasim, 2019: 1).

سـیاسـت‌های کاهش مصـرف بنزین به‌طورکلی به دودسـته اصـلی تقسـیم می‌شـوند: سـیاسـت‌های مبتنی بر قیمت و سیاست‌های عملکردی، سیاست‌های مبتنی بر قیمت مانند مالیات بر بنزین که در کشورهای مختلف متفاوت است به‌طور مثال در میان کشورهای OECD ، آمریکا به مقدار ۰,۵۴کمترین مقدار مالیات را بر سوخت پس‌انداز می‌کند، ژاپن۲,۰۶، آلمان ۳,۶۴ و انگلســتان بیشــترین میزان مالیات به مقدار ۴,۳۹ می‌باشــد (OECD, 2016). اما یکی از ســیاســت‌های عملکردی، جهت دستیابی به توسعه پایدار، کاهش مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای که در دو دهه اخیر بیشتر

موردتوجه محققان و سیاست‌مداران قرارگرفته، اصلاح فرم شهر می‌باشد (حاجی پور و فروزان، ۱۳۹۳: ۱۸) لذا باوجوداین پیامدها و شدّت گرفتن مشکلات زیست‌محیطی در شهرها، در راستای چاره‌اندیشی برای بحران‌های به وجود آمده، تلاش‌ها به شناخت الگوهای رشد و توسعه‌ی شهری و تحقّق فرم شهری پایدار معطوف شده است (رضازاده، ۱۳۹۵: ۳). در این میان گروهی از برنامه ریزان، طرفدار پخش وسیع‌تر و پراکنده‌تر شهرها بوده و گروه دیگر در مقابلِ گروه اوّل، به تجمّع و تمرکز بیشتر شهرها اعتقاد داشته و بیان می‌کنند که مسائل و مشکلات شهری را بایستی از راه بالا بردن تراکم در مناطق شـــهری و متمرکز کردن کاربری‌های شـــهری در کنار یکدیگر از بین برد (رهنما و عباس زاده، ۱۳۸۷: ۲۱). به‌طوری‌که معتقدند، فرم شهری جمع‌وجور و فشرده یکی از شاخصه‌های مهم مطرح شده درزمینه کاهش مصرف انرژی می‌باشد (Resch,2016: 801). بر طبق گزارش سازمان ملل متحد، فرم شهر دارای تأثیر مستقیم بر مصرف انرژی (و دستیابی به توسعه پایدار) می‌باشد. دراین‌بین بعضی از زوایای ارتباط بین فرم شهر و میزان مصرف انرژی به‌خوبی توصیف‌شده‌اند ولی چنین مطالعاتی عمدتاً یا بر روی بخش حمل‌ونقل تمرکز می‌کنند و یا مدل‌های موجود مصرف انرژی در بخش ساختمانی بر ساختمان‌های منفرد تمرکز می‌کنند و درنتیجه اهمیت پدیده‌های بزرگ‌مقیاس تر نادیده گرفته می‌شود (Marique & Reiter, 2011). فرم شهری و طراحی محلات نقش مهمی را در انتخاب وسیله سفر و مسافت طی شده بازی می‌کنند به‌طوری‌که تراکم جمعیتی، کاربری زمین و حمل‌ونقل گسترده ارتباط مستقیم با سفر به‌وسیله اتومبیل دارند (Hankey & Marshal, 2010: 2884).

لذا انتخاب فرم کالبدی شـهر متناسـب با الگوی مصـرف انرژی، به یکی از مهم‌ترین موضـوعات و مسـائل برنامه‌ریزی شهری تبدیل‌شده است. زیرا غلبه الگوی شهر ماشینی بر سایر الگوهای شهری باعث ترویج و تشویق فرم کالبدی شهر پراکنده، حومه‌نشینی و عواقب ناشی از آن، ازجمله افزایش مصرف انرژی، جدایی محل کار و زندگی، تفکیک کاربری‌ها و آلودگی زیست‌محیطی شده است (قربانی، ۱۳۸۴: ۱۱). و با توجه به اینکه مشخص‌شده است که شهرسازی و برنامه‌ریزی شهری (فرم شهر) چگونه بر مصرف انرژی اثرگذار است. لذا مهم است که ویژگی‌ها و میزان مصرف انرژی ساکنان را برای ارائه پیشنهادات مؤثری برای بهینه سازی مصرف انرژی در آینده اهمیت دهیم (Yang et al, 2019:171). بخش حمل‌ونقل امروزه یکی از بزرگ‌ترین بخش‌های مصرف‌کننده انرژی در ایران است، به‌طوری‌که در ۱۰ سال اخیر مصرف انرژی در بخش حمل‌ونقل سالیانه ۶/۶۷ درصد رشد داشته است، که میزان رشد مصرف نهایی انرژی در سایر بخش‌ها ۵/۴۷ درصد سریع‌تر بوده است(عبادی نیا، ۱۳۹۶: ۹).

طبق گزارش آژانس بین‌المللی انرژی، ایران در سال ۲۰۱۵ با انتشار ۵۲۱ میلیون تن گاز دی‌اکسید کربن جز ده کشور اول جهان است (آمارنامه فرآورده‌های نفتی، ۱۳۹۵). ادامه چنین وضعیتی در آینده پیامدهای سیاسی، اقتصادی، محیط زیستی زیادی را برای کشور در پی خواهد داشت که باید بدان توجه خاص شود. در این میان کلانشهر کرج، در بحث فرم شهری، تراکم جمعیتی و توسعه فضایی، در طی دوره‌های زمانی ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۵ روند متفاوتی طی کرده است. به‌طوری‌که آمارها نشان می‌دهد؛ در سال ۱۳۳۵ تراکم جمعیتی این شهر ۷۲/۶۳ نفر در هکتار بوده است اما در سال ۱۳۹۵ به ۱۱۱ نفر در هکتار رسیده است. به‌طورکلی تغییرات زمانی تراکم شهر منجر به تغییراتی در فرم شهری کرج شده است به‌طوری‌که؛ تراکم شهری بین سال ۱۳۳۵–۱۳۴۵ روند نزولی داشته است و شهر در این دوره زمانی دچار پراکنده رویی شده است. در ادامه بین سال‌های ۱۳۴۵– ۱۳۷۵ تراکم شهر روندی صعودی داشته است، لذا شهر به صورت فشرده رشد کرده است (شماعی و همکاران،۱۳۹۵: ۴۹). در زمینه مصرف سوختکلان شهر کرج عواملی از قبیل؛ نزدیکی به پایتخت ، فرسودگی ناوگان حمل‌ونقل عمومی، نداشـتن خطوط مترو داخل شـهری و نداشـتن بی آر تی، باعث اسـتفاده بیش‌ازحد از وسـایل

شخصی برای عبور و مرور درون شهری شده است که این مسئله باعث بالا رفتن میزان مصرف سوخت در سطح این کلان شهر شده است. به‌طوری در یک میانگین ۳ ساله کلان شهر کرج حدود ۴۹۰ میلیون لیتر بنزین در سال مصرف داشته است. که رقم بالایی را نشان می‌دهد. لذا با توجه به موضوعات و مسائل مطرح شده هدف اصلی تحقیق حاضر، تحلیل و ارزیابی تأثیر فرم شهر بر مصرف سوخت کلان شهر کرج است. و در راستای این هدف پاسخگویی به سؤالات زیر ضروری است؛ ۱- فرم شهر کرج با توجه به شاخص‌های فرم شهری(دستر سی پذیری، اختلاط کاربری) در چه وضعیتی قرار دارد؟ ۲- الگوی مصرف بنزین در سطح شهر کرج در چه وضعیتی قرار دارد؟ ۳- بین فرم شهر و مصرف بنزین چه رابطه معناداری برقرار است؟

طبق مطالعات و بررسی‌های انجام شده توسط پیتر نیوتن[1] بر روی شهرهای استرالیا، همراه با بررسی الگو سازی زمین- کاربری اراضی- حمل‌ونقل- محیط‌زیست و غیره، نتایج زیر در رابطه با شکل شهری و مصرف انرژی حاصل‌شده است. شهر متراکم کارآمدترین مصرف سوخت در تمام اشکال شهری را پدیدار می سازد. این شکل شهری نسبت به وضع موجود سایر فرم‌های شهری ۴۳ درصد کم‌تر سوخت مصرف می‌کند (مرتضوی، ۱۳۹۶: ۶). تأثیرات تراکم شهری بر روی مصرف انرژی پیچیده است. مراکز مصرفی انرژی بسیار متمرکز و فشردگی الگوهای کاربری دانه‌های شهری، فواید زیادی را برای توزیع انرژی و طراحی سامانه‌ی حمل‌ونقل به همراه دارند (Hui & sam, 2001). نتایج تحقیق سردره (۱۳۹۲)، در ارتباط با فرم شهر و مصرف انرژی نتایج داد که؛ میزان تأثیر شاخص‌های فرم شهری بر مصرف انرژی در کلان‌شهرهای ایران بیش از ۱۰ درصد است. همچنین نتایج تحقیق رستگاری (۱۳۹۵) در زمینه فرم شهر و مصرف انرژی نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد: میزان رضایتمندی از سفرهای شهری در محلاتی که به مرکز شهر نزدیک‌تر هستند، مانند محله ۲۰۲ و ۲۰۳ که دارای فرم‌های متراکم‌تر، اختلاط کاربری و سطح دسترسی بالاتر بودند. عبادی نیا (۱۳۹۶) در پژوهشی در ارتباط با فرم شهر از شاخص‌های چون تراکم، طراحی، دسترسی‌پذیری و فاصله تا حمل‌ونقل عمومی استفاده است. درنهایت نتایج به‌دست‌آمده نشان داد: در فاز اول نتایج حاصل از مدل‌هایی چون دسترسی هنسن، آنتروپی شانون و تحلیل شبکه در GIS و همچنین روابط همبستگی و رگرسیون چند متغیره میان ۵ متغیر پایدار فرم شهر و VKT[2] حاصل از تردد خودروها نشان داد که بیش از همه شاخص دسترسی‌پذیری به مراکز اشتغال می‌تواند باعث کاهش VKT گردد. نتایج تحقیق جیمز و همکاران[3] (۲۰۱۶) نشان داد؛ از دهه‌ی ۱۹۸۰، بسیاری از توسعه شهرهای جدید در چین به‌طور چشمگیری از شکل شهری سنتی به عابر پیاده دوچرخه محور تغییر رویکرد دادند. همچنین در تحقیق کنت[4] و همکاران (۲۰۱۲) چند شهر به‌عنوان مطالعه موردی انتخاب شده است و تأثیر شکل شهر بر مصرف انرژی در سطح محلات مورد آنالیز و ارزیابی قرارگرفته شده است. یافته‌های تحقیق اسرو و همکاران[5] (۲۰۱۲) که بر روی یک شهر متوسط اندام در کشور اسپانیا انجام‌شده و اثرات PM10, NCO مورد آنالیز قرارگرفته شده است. نتایج نشان داد: به‌کارگیری سیستم‌های جدید در وسایل نقلیه جهت کم کردن آلاینده‌های شهری فقط می‌توان بخش اندک و ناچیزی از شدت آلاینده‌ها را کاهش دهد. از طرف دیگر طراحی شهری محلی و در مقیاس کوچک و متوسط می‌تواند تأثیر بسزایی در کاهش آلودگی‌های محیطی و آلاینده‌ها داشته باشد. همچنین یافته‌های تحقیق حسیه[6] و همکاران(۲۰۱۷) در ارتباط با تراکم فرم

1 . Peter newton
2 .vehicle Kilometer Travel
3 . James etal
4 . Kenneth
5 . Acero
6 . Hsieh

شهری و کاربری زمین نشان داد؛ استفاده از فرم متراکم شهری می‌تواند تاثیرگذاری بالایی در زمینه استفاده مناسب‌تر از کاربریهای شـهری داشـته باشـد. یونگلینگ[1] و همکاران(۲۱۰۷) به بررسـی ابعاد مختلف فرم شـهر از جمله اثرگذاری بر مصـرف انرژی پرداختند که نتایج تحقیق موید این مطالب بود؛ که بین فرم شـهر و مصـرف انرژی رابطه معناداری وجود دارد. لذا باید ابعاد فرم شهر بازبینی تازه صورت گیرد. جوانرودی[2] و همکاران (۲۰۱۸) به برر سی فرم شهر و بعد بلندمرتبه سازی آن پرداختند؛ نتایج تحقیق ن شان داد که بلند مرتبه سازی شهرها در صورتی که مبتنی بر برنامه‌ریزی فرم ف شرده شـــهری باشـــد نتایج بهتری در زمینه صـــرفه جویی در حامل‌های مختلف انرژی خواهد داشـــت. نتایج تحقیق، لیو[3] و شین(۲۰۱۱)، در زمینه فرم شهری ن شان داد؛ فرم شهر تاثیرگذاری بالایی بر حمل ونقل و سفر خانوارها دارد و در واقع شکل پراکنده شهر منجر به هزینه های بالا و صرف زمان بیشتری بر خانوارها می شود که قاعدتا تعداد سفرها را کاهش می‌دهد. آلوبیدی[4](۲۰۱۶)، در زمینه ارتباط بین فرم شهر و گرمایش شهر بغداد به این نتیجه ر سید که؛ تراکم بیش از حد در نقاطی از شهر منجر به ایجاد جزایر گرمایی می‌شود. شجاع و همکاران (۱۳۹۸)، فراتحلیلی بر تحقیقات صورت گرفته در زمینه فرم شهر انجام دادند که نتایج ن شان داد؛ ب سیاری از تحقیقاتی که در این حوزه انجام شده ا ست در زمینه تاثیر فرم شهر بر م صرف انرژی بوده ا ست. همچنین م صرف انرژی در حوزه حمل و نقل و سوخت، م صرف برق وگاز، آب و فاضلاب شهری در تحقیقات فرم شهرها بیشتر مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

مبانی نظری

فرم شهر به‌طورکلی به مفهوم الگوی فضایی عناصر کالبدی بزرگ، بی‌حرکت و دائمی در شهر نظیر ساختمان‌ها، خیابان‌ها، تجهیزات، تپه‌ها، رودخانه‌ها و شاید هم درختان می‌باشد. به این عنا صر واژه‌های م شخص‌کننده گوناگونی که تعیین‌کننده نوع کاربری، کیفیت و یا چگونگی مالکیت آن‌ها باشد ضمیمه می‌شود. معمولاً فرم شهری را توزیع فضایی کاربری اراضی و ویژگی‌های جمعیتی (کل جمعیت، تعداد خانوار، اشـــتغال و غیره) تعریف می‌کنند (Zhang et al,2016: 139). به‌طور اختصاصی ساختار شهری با رویکردها و روش‌های مختلف نظیر شهر فشرده، چندمرکزی و فرم‌های شهری اسپرال، شهر حا شیه‌ای، شهر لبه‌ای و شهر اقماری بررسی و تحلیل شده است (دیوسالار و همکاران،۱۳۹۸: ۴۱). اسیکدر و همکارانش نیز در معرفی ویژگی‌های فرم شهر، اعتقاددارند؛ که م صرف انرژی و تولید به‌عنوان دو پارامتر ا صلی تأثیرگذار بر پایداری شهرها هستند که برنامه ریزان و شهر سازان در تدوین و طراحی فرم شهرها باید به این پارامترها توجه ویژه داشته باشند (Skider et al, 2018:11). فرم شهری رابطه بین یک شهر و مناطق اطراف آن را نشان داده و تأثیر اقدامات انسانی را بر محیط درون و بیرون آن به نمایش می‌گذارد با توجه به نحوه توزیع فعالیت‌ها، فرم شهر شاید مهم‌ترین وسیله‌ای باشد که یک شهر به‌وا سطه آن خودش را عر ضه می‌کند (Grimm et al, 2008: 757) فرم شهر ظرفی ا ست که امکان می‌دهد فعالیت‌های شـهری در آن به وقوع بپیوندد. با توجه به ماهیت پیچیده فرم شـهر، متخصـصـان مختلفی از دیدگاه خاص به آن پرداخته‌اند (نیک پور، ۱۳۹۴: ۱۲). در واقع، در نیمه دوم قرن بی‌ستم فرم شهرها تغییرات چ شمگیری به خود دیده ا ست و اکثر برنامه ریزان شهری، برنامه‌های ر شد شهرها را در ابعاد اقت صادی، اجتماعی، کالبدی و زی ست‌محیطی مدنظر قراردادند (Ogel, 2017:2)؛ زیرا که در نتایج بسیاری از تحقیقاتی که درزمینه فرم شهرها انجام‌گرفته نتایج به‌طور

1 . Yongling
2 . Javanroodi
3 . Liu & Shen
4 . Han & Jia

گسترده‌ای نشان می‌دهد که فرم شهر با توسعه پایدار شهر دارای ارتباطی مستقیم و دوسویه است (Emekci, 2017; Zhang et al, 2016). همچنین امروزه بحث اصلی در زمینه کاهش مصرف انرژی به شکل شهر برمی‌گردد زیرا که با یک طرح مناسب می‌توان از زمین‌های شهری بیشترین استفاده را نمود و خطوط ارتباطی حمل‌ونقل، شبکه آب و فاضلاب، شبکه برق شهری و گازرسانی را با کمترین هزینه ممکن و کمترین مساحت به‌کارگیری شده را در سطح شهر طراحی و پیاده نمود (Lam, 2000:648).

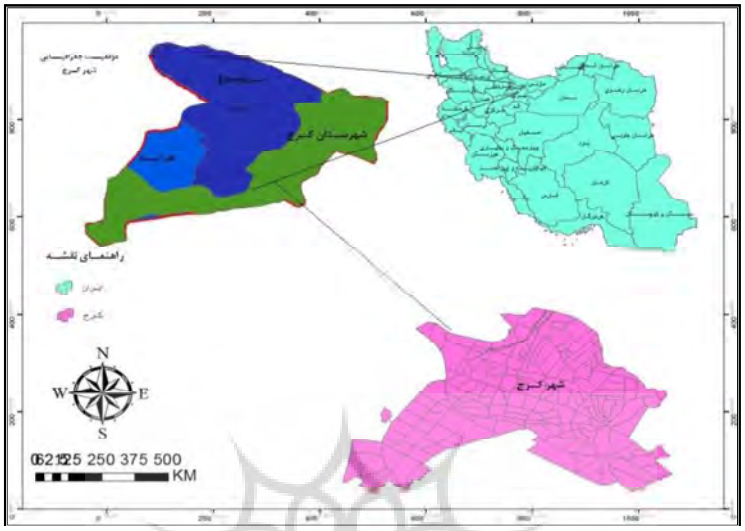
روش پژوهش

روش تحقیق توصیفی_تحلیلی و هدف کاربردی است. داده‌ها و اطلاعات موردنیاز تحقیق به دو روش کتابخانه‌ای(مطالعه اسناد، طرح‌ها، مقالات و غیره) و مراجعه به سازمان‌های مرتبط(شهرداری، شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی وغیره) جمع‌آوری‌شده است. برای تهیه نقشه علاوه بر لایه جی ای اسی محلات و مناطق شهر کرج با استفاده از داده‌ها و اطلاعات جمع‌آوری شده شاخص های فرم شهر محاسبه گردید (به این صورت که برای محاسبه شاخص اختلاط کاربری مساخت هرکدام از این کاربری‌ها نسبت به سایر کاربری‌ها با استفاده از آنتروپی شانون سنجیده شده و عدد نهایی به‌دست‌آمده نشان‌دهنده میزان اختلاط کاربری هر محله است) و وارد جدول GIS گردید. همچنین داده‌های مصرف بنزین شهر یرای دوره ۳ ساله (۱۳۹۷-۱۳۹۹) میانگین گیری گردید و عدد به دست آمده برای هر نقطه وارد GIS شد. نمونه آماری تحقیق ۱۷۳ محله شهر کرج و ۳۵ ایستگاه سوخت‌گیری(بنزین) هستند که جهت تحلیل فضایی مورداستفاده قرارگرفته شده است. در بخش تحلیل فضایی ایستگاه‌های پمپ‌بنزین از مدل IDW استفاده‌شده است. برای پوشش دهی نقاط مجهول (نقاطی که دارای ایستگاه‌های سوخت نمی‌باشند) از روش پوشش دهی فضایی IDW استفاده‌شده است. در این روش عموماً از نقاط معلوم یک میانگین وزن‌دار می‌گیریم و نتیجه را برای نقطه مجهول ثبت می‌کنیم. درروش درون‌یابی IDW فرض ما بر این است که تأثیر هر پدیده متناسب با توانی از معکوس فاصله آن است، بنابراین تأثیر پدیده‌ی موردنظر با افزایش فاصله، کاهش می‌یابد. برای محاسبه این شاخص اختلاط کاربری از مد آنتروپی شانون در قالب ۵ کاربری اصلی (آموزشی، تجاری، اشتغال، اداری و خدمات) استفاده‌شده است. مقدار صفر نشان‌دهنده همگونی و تک کاربری بودن محلات و مقدار ۱ نشان‌دهنده تنوع و اختلاط کاربری‌ها است. برای محاسبه شاخص دسترسی‌پذیری از ابزار GIS استفاده‌شده است. جهت تحلیل فضایی، مدل‌های متفاوتی برای اندازه‌گیری آماره‌های خودهمبستگی فضایی وجود دارد که در تحقیق حاضر از مدل Moran عمومی و آماره G عمومی (Getis-Ord General G) Clustering High/Low در نرم‌افزار GIS استفاده شده است؛ و همچنین به‌منظور نشان دادن توزیع فضایی الگوی حاکم بر مصرف انرژی (مصرف بنزین) از تحلیل لکه‌های داغ (Hot Spot Analysis) آمارگتیس- آرد جی (Getis-Ord Gi) استفاده‌شده است؛ که در کجای داده‌ها مقادیر زیاد و یا کم خوشه‌بندی شده‌اند؛ و درنهایت از ابزار رگرسیون وزنی جغرافیا (GWR) برای تعیین تغییرات فضایی بین متغیر مستقل و وابسته استفاده‌شده است.

مطالعه مورد مطالعه

با تصویب قانون تاسیس استان البرز در سال ۱۳۸۹ ، براساس آخرین تقسیمات سیاسی استان البرز، شهرستان کرج با مساحت ۱۴۰۶ کیلومتر مربع به مرکزیت شهر کرج، دارای دو بخش، ۶ دهستان، ۶ شهر و ۷۴ آبادی دارای سکنه است. ۹۹,۹۶ درصد جمعیت شهرنشین شهرستان کرج در بخش مرکزی سکونت دارند؛ زمانی که استان البرز تأسیس شد، اشتهارد و فردیس نیز بخشی از شهرستان بودند، اما شهرستان اشتهارد در سال ۱۳۹۱ و شهرستان فردیس در خرداد

سال ۱۳۹۲ از این شهرستان جدا شدند. هم اکنون کرج مرکز استان البرز، مرکز شهرستان کرج و یکی از کلان‌شهرهای ایران است. این شهر با ۱۳۹۲۴۹۲ تن جمعیت چهارمین شهر پرجمعیت ایران است. کرج دارای ده منطقه شهری و ۱۷۳ محله است. موقعیت جغرافیایی کرج در کشور و استان البرز در شکل ۱، ترسیم شده است.



شکل شماره ۱. موقعیت جغرافیایی شهر کرج

بحث و یافته‌ها

در این بخش یافته های پژوهش اطلاعات و داده های گردآوری شـــده با اســـتفاده از آزمون های آماری یا روش های تحلیل داده ها بررسی شده است. لذا برای این منظور جداول آزمون های آماری یا نقشه ها و نمودارها ذکر شده و هرکدام به طور جداگانه تحلیل و تفسیر شده است. ابتدا وضعیت موجود شاخص‌های فرم شهر(دسترسی پذیری و اختلاط کاربری) موردسنجش و ارزیابی قرار گرفت که نتایج به‌دست‌آمده به شرح زیر است:

مروری بر ادبیات دســترســی و پایداری در ســال ۱۹۵۹ تا ۲۰۱۱ میلادی فرصــت خوبی را برای گزینش مدل ســنجش شــاخص دســترســی‌پذیری فراهم کرد که ســرانجام مدل زیر با توجه به اطلاعات در دســترس انتخاب شــد.(رهنما و آقاجانی،۱۳۹۲: ۴۸). فرمول به شرح زیر است:

$$Aij = \sum_{i=1}^{n} Sj \quad dij$$

Aij = معیار نسبی دسترسی منطقهI به فعالیت منطقه J

Sj =اندازه فعالیت در منطقهJ، به‌عنوان نمونه تعداد مشاغل، جمعیت و غیره

Dij= فاصله زمانی، مکانی و یا هزینه بین منطقه I و J. (نیک‌پور و همکاران،۱۳۹۶: ۹۸).

برای محاسبه شاخص دسترسی پذیر ابتدا لازم است که لایه پولیگونی محلات شهر تبدیل به لایه نقطه ای شود بنابراین ابتدا با استفاده از دستور Feature to point یک خروجی بصورت لایه نقطه ای از پلیگون محلات گرفته شد. سپس با استفاده از دستور Generate near table فاصله جغرافیایی نقاط نسبت به همدیگر سنجیده می‌شود. در واقع با استفاده از این دستور می‌توان هم فاصله محله را نسبت به محله مجاور سنجش کرد و هم فاصله محله را نسبت به همه محلات

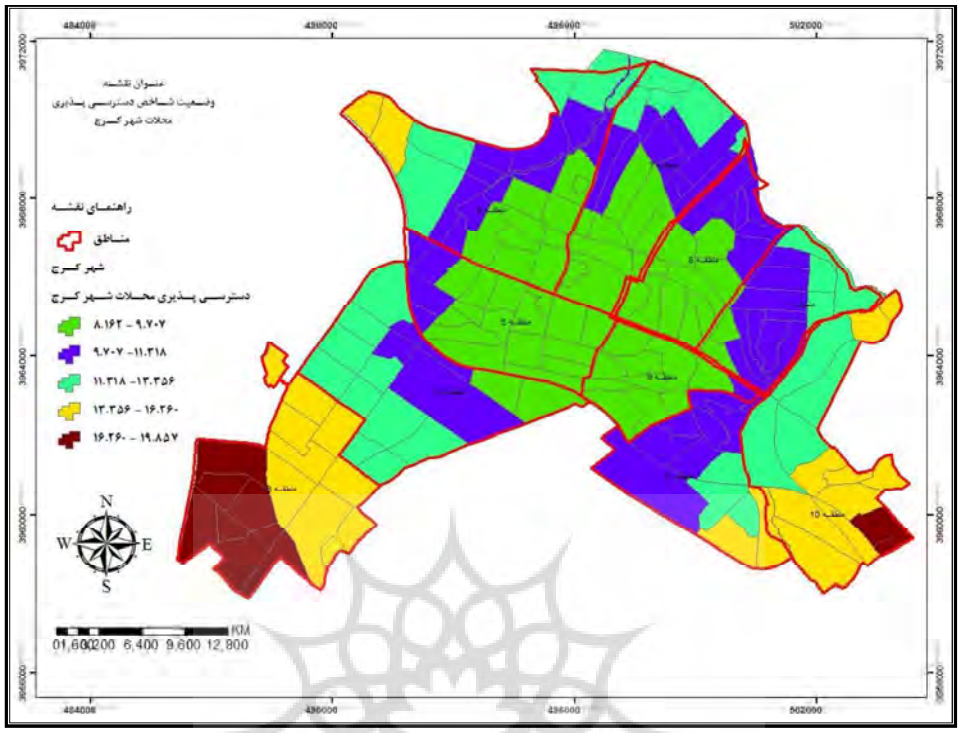
که در اینجا فاصله جغرافیایی هر محله نسبت به همه محلات محاسبه شده است. در مرحله بعد جدول خروجی به شکل ماتریس وارد Excel گردید و عدد فاصله جغرافیایی هر محله جمع گردید. سپس در این مرحله با بهره گیری از فرمول بالا و استفاده از عدد میانگین فاصله دسترسی پذیری به کاربریها در هر یک از محلات ۱۷۳ گانه شهر کرج به عنوان عامل جاذبه (Sj)، و همچنین اندازه گیری فاصله بین محلات به عنوان عامل فاصله (dij) شاخص دسترسی پذیری بین محلات شهر کرج محاسبه گردید.

جدول شماره ۱. ضریب شاخص دسترسی‌پذیری محلات شهر کرج

ردیف	محلات	دسترسی پذیری(کیلومتر)	محلات	دسترسی پذیری(کیلومتر)	محلات	دسترسی پذیری(کیلومتر)	محلات	دسترسی پذیری(کیلومتر)	محلات	دسترسی پذیری(کیلومتر)	محلات	دسترسی پذیری(کیلومتر)	محلات	دسترسی پذیری(کیلومتر)	محلات	دسترسی پذیری(کیلومتر)	محلات	دسترسی پذیری(کیلومتر)
۱	زیبق شرقی	۱۸/۲۵۸	سهرابیه	۱۵/۱۱۸	شهرک احسانی نژاد	۱۲/۲۲۶	تهر دلمیر	۱۰/۹۳۷	دانشگاه	۱۰/۳۸۹	فاز۴ غربی	۹/۵۴۱	مرکز شهر	۱۰/۲۸۴	بیلقان	۱۴/۴۱۲		
۲	کیانمهر ۳	۱۹/۲۴۳	باغ سیب	۱۱/۴۸۶	دانشگاه خوارزمی	۱۱/۱۵۹	تهر دلمیر	۱۱/۱۲۶	دانشگاه هنر	۱۰/۲۸۰	مهرویلای غربی	۸/۸۸۳	دانشکده کشاورزی	۱۰/۶۲۹	سرجوب وسیه	۱۳/۶۰۷		
۳	زیبق غربی	۱۷/۷۱۹	مهردشت	۱۱/۱۵۲	حصارک بالا۱	۱۰/۵۲۹	باغستان غربی۱	۱۲/۵۱۲	دانشگاه	۹/۹۸۵	گلشهرویلا	۸/۶۴۲	مصباح	۱۰/۳۶۴	حصار	۱۱/۸۷۸		
۴	کیانمهر۲	۱۸/۸۲۹	حسن اباد	۱۱/۱۹۲	حصارک بالا۲	۱۰/۷۰۷	بیدار چشمه	۱۲/۲۸۳	شهرک بهداری	۹/۸۲۷	طرحکتی	۸/۲۲۰	ذوب آهن خورویزآباد- شیخ آباد	۱۱/۲۱۲	مرادآب شرقی	۱۱/۰۵۶		
۵	کیانمهر۱	۱۹/۸۵۷	اکبرآباد	۱۲/۰۶۷	سرم سازی رازی	۹/۴۹۸	اراضی بین النهرین	۱۲/۵۲۰	فاز۱ گیوه‌دشت	۸/۹۲۰	گلزار شرقی	۸/۷۶۳	حسین آباد راه آهن	۱۳/۷۰۵	کاج	۱۰/۵۵۲		
۶	شهرک مروارید	۱۷/۱۶۱	اخگرآباد	۱۲/۶۴۴	باغ دهستانی	۸/۸۲۲	بهارستان	۱۲/۸۷۰	شهرک مطهری	۸/۹۶۲	گلشهر شرقی	۸/۵۱۷	شهرک بنفشه	۱۳/۱۴۹	مرادآب حوزه عمومی	۱۰/۵۲۸		
۷	شهرک تور	۱۸/۴۱۳	فاز۵	۱۰/۷۷۰	ماهان	۹/۰۱۵	الغدیر	۱۲/۱۲۹	شهرک اوج	۹/۶۴۳	دهقان پیاش دوم	۸/۲۴۶	اکبرآباد	۱۲/۲۴۰	مراد آب غربی	۱۰/۰۹۰		
۸	فازل ل حصار	۱۱/۵۴۰	ریحانه	۱۱/۲۴۰	حصارک بالا۳	۱۰/۰۸۲	فرهنگیان و علیکبوتر سازی	۱۱/۲۴۴	تبریت مربی	۱۰/۲۰۶	دهقان پیاش اول	۸/۲۰۵	ترک آباد	۱۱/۵۱۹	شریعتی	۹/۹۷۴		
۹	کوی مهر	۱۰/۱۹۱	شهیدایرانی	۱۰/۲۹۸	باغ ارتش	۱۰/۶۴۱	اشتراکی	۱۱/۶۱۱	چنگیلاتی	۱۰/۶۴۶	شهرک موهنان	۸/۳۷۴	شکرآباد	۱۰/۸۶۱	طالقانی	۹/۲۴۱		
۱۰	کاخ مروارید	۱۶/۲۶۰	شهرک پرنیسان	۱۰/۲۹۵	یاس جنوبی	۱۰/۷۱۹	باغستان	۹/۹۷۲	ده حسن آباد	۱۰/۸۷۶	کوی کارمندان جنوبی	۸/۳۲۶	سرخدآباد کرج	۱۴/۰۶۲	برقان	۱۰/۰۶		
۱۱	گلستان یکم	۱۵/۶۹۲	گلزار شمالی	۹/۵۴۵	یاس شمالی	۱۰/۹۶۰	انقلاب	۹/۷۷۱	کوی حسن آباد	۱۰/۱۱۲	کوی انصاری	۸/۶۰۰	خلج آباد - پارک چمران	۱۱/۸۰۱	بهار	۹/۲۶۴		
۱۲	فاز سه	۱۴/۳۴۰	گلزار جنوبی	۹/۵۴۵	باغستان غربی۲	۱۰/۵۹۵	ورزشگاه انقلاب	۸/۲۴۷	جوادآباد	۹/۴۰۲	چهارصد دستگاه	۸/۵۵۶	کلاک پائین	۱۴/۱۶۱	عظیمیه ۱	۱۰/۴۹۳		
۱۳	آزادی	۱۵/۱۲۸	شهرک چمران	۹/۷۰۷	ظفر	۹/۸۶۸	اوقافی ها	۸/۶۱۸	حاجی آباد	۸/۷۸۰	کوی قائم	۸/۸۷۲	همت آباد	۱۵/۱۴۷	عظیمیه ۲	۱۰/۸۱۰		
۱۴	آق تپه ۱	۱۴/۹۸۵	بهاران	۹/۲۵۸	بنیاد	۹/۵۵۲	فاز۳ گیوه‌دشت	۹/۴۹۹	جهان شهر۲	۸/۹۰۴	مهرویلای شرقی	۸/۷۸۸	شهرک خاتم	۱۷/۴۰۱	عظیمیه ۳	۱۱/۱۸۱		
۱۵	فاز۲شرقی	۱۱/۱۶۹	گلشهر غربی۲	۸/۹۱۴	شهرک ۲۲ بهمن	۱۰/۰۹۶	فاز۲ گیوه‌دشت	۹/۱۵۴	جهان شهر۱	۸/۵۵۵	مهرویلا	۸/۵۵۶	موسسه تحقیقات جهاد	۱۶/۱۴۷	عظیمیه بام کرج	۱۱/۹۴۴		
۱۶	فاز دو غربی	۱۳/۳۱۶	گلشهر غربی۱	۸/۷۴۵	جهاد آباد	۹/۱۵۹	شهرک سپهر	۱۰/۲۸۰	باغ فاتح	۸/۲۴۲	بذر و تهال	۹/۲۲۱	کلاک احمدیه	۱۵/۹۷۴	عظیمیه ۴	۱۲/۰۱۹		
۱۷	فاز یک غربی	۱۲/۰۷۵	حصارک پایین	۹/۱۷۵	کوی گوهر	۸/۶۴۴	زندان رجایی شهر	۱۰/۷۶۰	کوی کارمندان شمالی	۸/۲۴۵	زیبیه	۱۰/۱۸۵	شهرک جهان تما	۱۵/۱۷۱	عظیمیه ۵	۱۱/۸۷۸		
۱۸	فاز یک شرقی	۱۱/۲۴۰	رضاشهر	۹/۶۴۴	شاهین پیاش جنوبی	۸/۹۵۶	شهرک کوثر	۱۱/۲۱۰	کوی اتحاد	۸/۴۶۴	آسیاب برهی	۹/۹۲۷	کلاک بالا	۱۵/۷۷۷	کوی بهشت	۱۳/۰۶۵		
۱۹	رجب آباد	۱۲/۵۴۵	مالک شهر	۱۰/۲۲۴	حیدرآباد غربی	۸/۴۱۵	معراج	۱۲/۲۵۹	کوی داریوش	۸/۷۷۳	کارخانه قند	۹/۴۲۲	مجتمع فرهنگی امام	۱۴/۵۲۶	شهرک دریا	۱۰/۰۱۹		
۲۰	آق تپه ۲	۱۳/۶۲۲	شهرک رازی	۱۰/۸۸۴	صوفی آباد	۹/۴۴۹	شهرک فراز	۱۱/۲۲۴	دامپروری حیدرآباد	۸/۱۶۴	دولت آباد	۹/۲۹۷	کلاک نو	۱۳/۶۲۵	چهار شهر ۲	۸/۸۴۲		
۲۱	آق تپه ۲	۱۴/۱۵۶	طالقانی	۱۴/۹۸۷	شاهین پیاش شمالی	۹/۶۱۹	فاز۲ معراج	۱۲/۱۴۱	حیدرآبدشرقی	۸/۲۶۰	کوی اصفهانی ها و کمالی	۹/۵۱۶	کلاک	۱۲/۴۲۷	بیلقان	۱۴/۴۱۲		
۲۲	شعبان آباد	۱۲/۳۴۸	گلدشت	۱۳/۷۱۰	باغستان شرقی	۱۰/۵۹۱	انرژی اتمی	۱۱/۲۱۸	فاز۴ شرقی	۹/۲۷۱	دانشکده و شاه عباسی	۱۰/۰۲۸	حصار بالا	۱۲/۳۴۹	سرجوب وسیه	۱۳/۶۰۷		

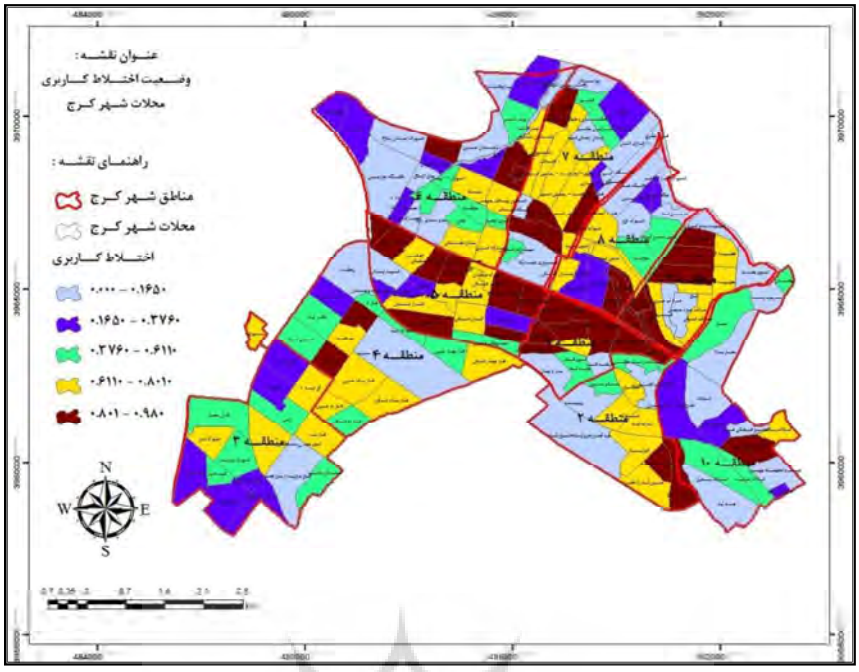
در این مرحله و بعدازاینکه شاخص دسترسی‌پذیری محلات ۱۷۳ گانه شهر کرج محاسبه گردید و در قالب (جدول۱) ارائه گردید. همچنین توزیع فضایی این شاخص در قالب نقشه زیر ارائه گردید(شکل۲). و با توجه به نقشه زیر مشخص است که مناطق مرکزی شهر دارای بالاترین سطح دسترسی پذیری هستند(میانگین فاصله دسترسی پذیری به کاربریها) همچنین منطقه ۳، قسمتهایی از منطقه ۱۰ دارای کمترین میزان دسترسی پذیری هستند که البته از دلایل این موضوع

وجود باغات و فضای سبز بیشتر در منطقه ۱۰ و تجمع کاربریها در مناطق مرکزی شهر است.



شکل شماره ۲. توزیع فضایی شاخص دسترسی‌پذیری در سطح محلات شهر کرج

در این مرحله شاخص اختلاط کاربری به‌عنوان یکی از متغیرهای تعیین‌کننده فرم شهر برای کلان‌شهر کرج محاسبه گردید. برای تعیین این شاخص از کوچک‌ترین سطح فضایی شهر (محله) به‌عنوان نمونه آماری کار استفاده شده است، زیرا که در محاسبه این شاخص و ارائه توزیع فضایی آن هر چه سطح فضایی کوچک‌تر باشد، نتیجه تحلیل فضایی بهتر ارائه می‌گردد. به همین منظور محلات ۱۷۳ گانه شهر کرج ازنظر شاخص اختلاط کاربری موردبررسی و محاسبه قرار گرفت. برای محاسبه این شاخص از مدل آنتروپی شانون استفاده‌شده است برای تعیین میزان اختلاط کاربری محلات از ۵ کاربری: اداری، آموزشی، خدماتی، تجاری و درمانی استفاده شده است. نتایج به‌دست‌آمده مؤید این مطلب است که در زمینه اختلاط کاربری محلاتی مانند؛ گلشهر غربی ۱، دهقان ویلای ۱، دهقان ویلای دو، کوی کارمندان جنوبی، گلزار جنوبی، رجب آباد، عظیمه یک، عظیمه دو دارای بیشترین اختلاط کاربری هستند. درواقع با توجه به نقشه اختلاط کاربری مشخص است که مناطق مرکزی شهر دارای اختلاط کاربری بالاتری هستند؛ و مناطق حاشیه‌ای شهر دارای اختلاط کاربری ضعیفی هستند. با توجه به نقشه شماره ۳ مشخص است که محلاتی که دارای عدد نزدیک به صفر هستند دارای اختلاط کاربری پایین و محلات که عدد نزدیک به ۱ را دارند اختلاط کاربری بالاتری دارا هستند. و همانطور که مشخص است محلات مناطق ۱۰و ۶ دارای کمترین میزان اختلاط کاربری هستند.



شکل شماره ۳. میزان اختلاط کاربری محلات شهر کرج

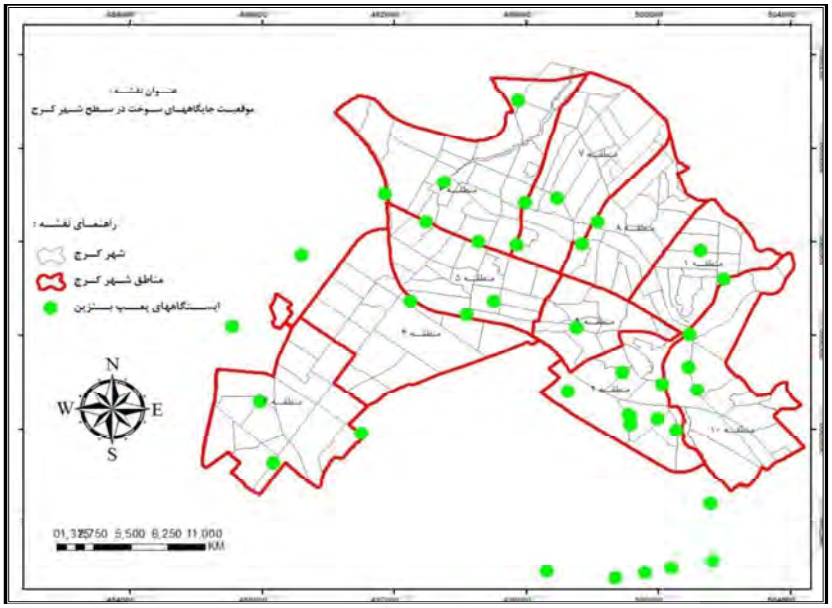
در این بخش از تحقیق آمار میزان مصرف بنزین در طی ۳ سال گذشته ۳۵ ایستگاه سوخت‌گیری شهر کرج میانگین‌گیری و ارائه گردید. ذکر این نکته ضروری ا ست که در سال سوم (۱۳۹۹) با توجه به داده‌های موجود فقط ده‌ماهه اول سال استفاده‌شده است.

جدول شماره ۲. میانگین مصرف سوخت بنزین در ایستگاه‌های مختلف شهر کرج در طی دوره سه ساله

ایستگاه	میانگین مصرف ۳ ساله بر حسب میلیون لیتر	ایستگاه	میانگین مصرف ۳ ساله بر حسب میلیون لیتر	ایستگاه	میانگین مصرف ۳ ساله بر حسب میلیون لیتر	ایستگاه	میانگین مصرف ۳ ساله بر حسب میلیون لیتر	ایستگاه	میانگین مصرف ۳ ساله بر حسب میلیون لیتر
A1	۲۷/۱	A8	۱۸/۴۷	A15	۲۰/۱۱	A22	۱۳/۱۲	A29	۱۴/۶۷
A2	۳۰/۱	A9	۲۵/۲	A16	۱۷/۵۶	A23	۳۶/۱۲	A30	۱۸/۲۳
A3	۲۱/۴۴	A10	۳۶/۹۱	A17	۲۰/۴۳	A24	۲۴/۲۱	A31	۲۵/۱۲
A4	۷/۷۹	A11	۲۴/۵۸	A18	۲۷/۱۲	A25	۳۳/۳۲	A32	۲۲/۱۶
A5	۳۲/۱۲	A12	۲۸/۳۴	A19	۱۲/۴۸	A26	۱/۶۵	A33	---
A6	۲۰/۴۳	A13	۱۷/۰۳	A20	۱۵/۲۳	A27	۳۴/۸۹	A34	---
A7	۲۵/۳۰	A14	۲۵/۷۵	A21	۱۴/۷۶	A28	۲۴/۶۷	A35	---

۴۹۰۶۶۳۵۶۶٫۶۶

مجموع میانگین مصرف ۳ ساله شهر کرج



شکل شماره ۴. موقعیت ایستگاه‌های سوخت گیری(بنزین) شهر کرج

در اینجا با توجه به اینکه تعداد ایستگاه‌های سوخت‌گیری کمتر از محلات شهر کرج است برای پوشش دهی نقاط مجهول (نقاطی که دارای ایستگاه‌های سوخت نمی‌باشند) از روش پوشش دهی فضایی IDW استفاده شده است. در این روش عموماً از نقاط معلوم یک میانگین وزن‌دار می‌گیریم و نتیجه را برای نقطه مجهول ثبت می‌کنیم. درروش درون‌یابی IDW فرض ما براین است که تأثیر هر پدیده متناسب با توانی از معکوس فاصله آن است، بنابراین تأثیر پدیده‌ی موردنظر با افزایش فاصله، کاهش می‌یابد.

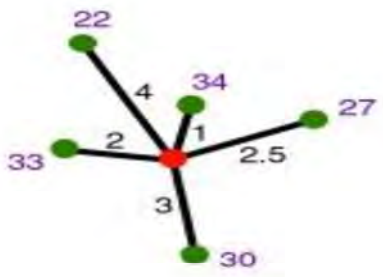
در این مدل محدوده‌ی موردنظر تبدیل به ماتریسی با سلول‌های هم‌اندازه می شود. مختصات مکانی ماتریس و اندازه هر پیکسل آن روشن بوده و دارای واحد اندازگیری است.

در این شبکه سلول‌ها به دو صورت‌اند:

سلول‌های با مقدار متغیر معلوم(اندازه‌گیری شده)

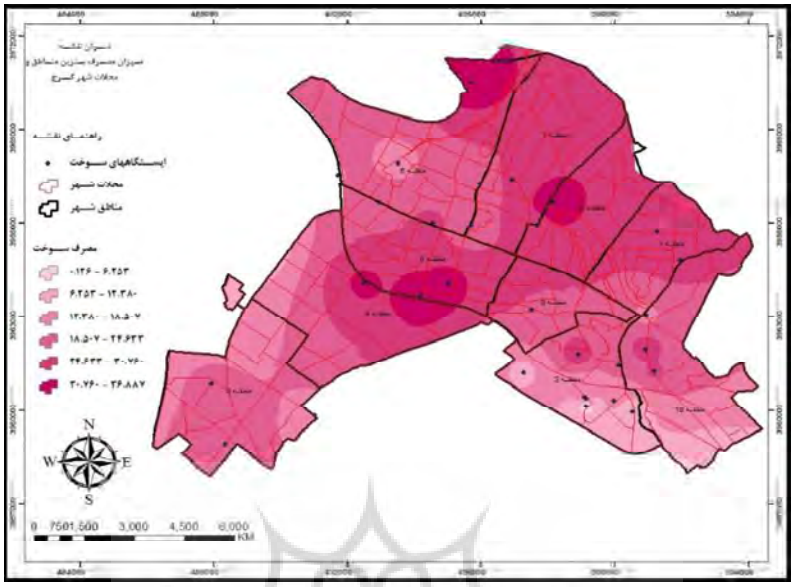
سلول‌های با مقدار نامعلوم(اندازه‌گیری نشده)

برای برآورد ارزش سلول‌هایی که ارزش نامعلوم دارند، با استفاده از سلول‌های اطراف در یک شعاع مشخص، مطابق شکل زیر، عددی محاسبه می‌گردد.



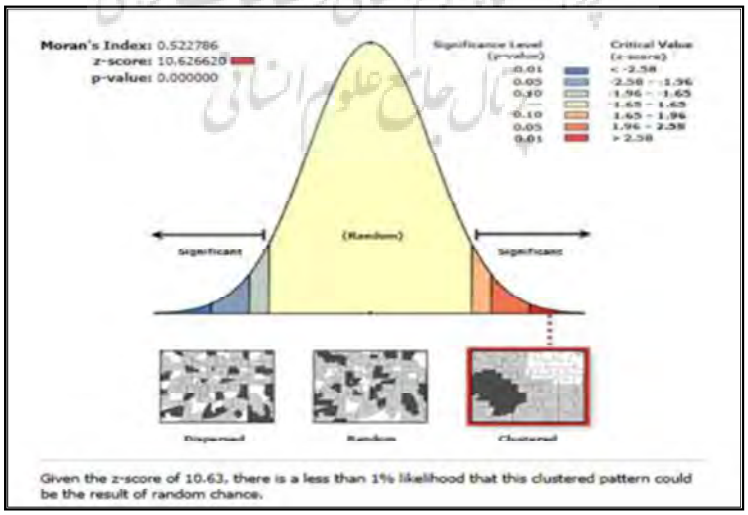
شکل شماره ۵. نمودار فرضی محاسبات نقاط مجهول با استفاده از نقاط معلوم با استفاده از مدل IDW

همان‌طور که از نقشه IDW به‌دست‌آمده از پراکندگی مصرف بنزین کلان‌شهر کرج به‌دست‌آمده میزان مصرف در محلات حاشیه‌ای در مناطق ۶،۷،۸،۳ و محلات مناطق مرکزی ۵ و۱ و ۸ دارای مقدار بیشتری است.



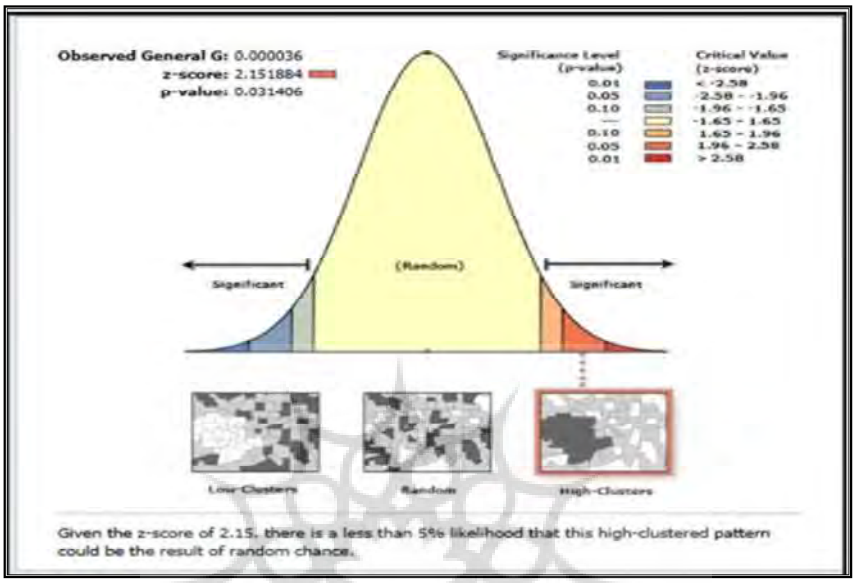
شکل شماره ۶. نقشه IDW مصرف بنزین شهر کرج

در این مرحله برای تحلیل الگوی مصرف بنزین شهر کرج از مدل موران استفاده شده است. مدل موران، یکی از شاخص‌های تحلیل فضایی است که بر دو اصل مهم توزیع مشخصی از شاخص‌ها، و متکی بودن بر ارزش‌های همسایگی دارد. نتایج حا صل از کاربرد شاخص موران در توزیع ف ضایی فر سودگی این شاخص،Morans Index=0/522 ا ست. ازآنجاکه مقدار آن مثبت و نزدیک به یک است، می‌توان گفت داده‌ها خودهمبستگی فضایی دارند همچنین. ؛Z-۱۰/۴۶۲ Scorse= که در سطح ۰/۰۱ معنادار ا ست؛ و مقدار۰= P-Value بنابراین فر ضیه صفر رد می شود و این مقدار از این دو پارامتر نشان‌دهنده الگوی توزیع فضایی خوشه‌ای داده‌های مصرف بنزین در سطح محلات شهر کرج هستند.



شکل شماره ۷. الگوی توزیع فضایی مصرف بنزین شهر کرج براساس مدل موران

ازآنجاکه در تحلیل موران نمی‌توان به شـناسـایی انواعی از طبقه‌بندی الگوهای فضـایی پرداخت، ازاین‌رو برای رفع این نقص از تحلیل آماره عمومی G اسـتفاده می‌شـود. لذا در اینجا مقدار00036 =G و امتیاز۲/۱۵۱ =Z-Scorse اسـت. بنابراین با توجه به اینکه مقدار Z مثبت اسـت، می‌توان گفت الگوی مصـرف بنزین از نوع خوشـه‌ای با نقاط تمرکز بالا است. که نشان می‌دهد که نقاط مصرفی با تمرکز بالا در مجاورت یکدیگر قرار دارند.



شکل شماره ۸. آماره G مصرف بنزین در سطح شهر کرج

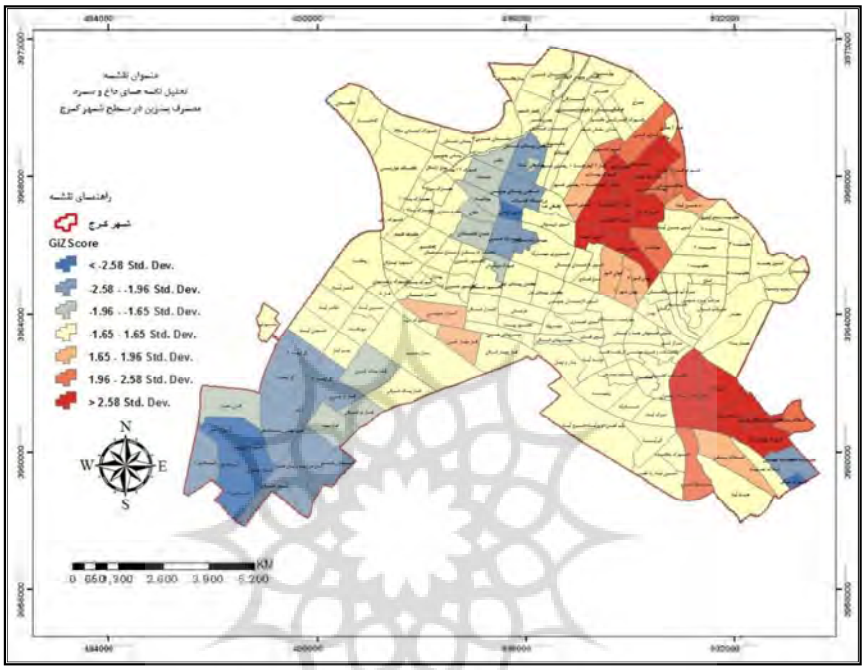
در مرحله بعدی و تحلیل لکه‌های داغ و سـرد مصـرف بنزین شـهر کرج باید به این نکته توجه کرد که؛ برای اینکه یک عارضـه لکه داغ تلقی شـود و ازنظر آماری معنادار باشـد باید هم خودش و هم عوارضـی که در همسـایگی‌اش قرار دارند دارای مقادیر بالا باشند (عسگری، ۱۳۹۰: ۷۶). فرمول آن به شرح زیر است:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n} x_j^2}{n} - (\overline{X})^2} \quad \overline{X} = \frac{\sum_{j=1}^{n} x_j}{n}$$

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^{n} w_{ij}x_j - \overline{X}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}}{s\sqrt{\frac{\left[n\sum_{j=1}^{n} w_{ij}^2 - \left(\sum_{j=1}^{n} w_{ij}\right)^2\right]}{n-1}}}$$

در این فرمول xj مقدار خصـیصـه برای عارضـه Wij,j وزن فضـایی بین عارضـه i و j و n برابر با تعداد کل عارضـه‌ها می‌با شد. بنابراین با توجه به نتایج به‌د ست‌آمده از تحلیل این د ستور در ابزارGIS و همان‌طور که از (شکل ۸) م شخص است؛ بیشتر محلات شهر کرج ازلحاظ مصرف بنزین دارای آماره Z بالاتر و مساوی از سطح معناداری هستند و در طیف دامنه‌ای ۱- تا ۲+ قرارگرفته‌اند. درواقع محلات مناطقِ ۸ که شـامل محلاتی مانند؛ فاز۱ و ۲ گوهردشـت، دانشـگاه هنر، کوی بعثت، شـهرک اوج، شـهرک مطهری، کوی اتحاد، شـهرک بهداری، جوادآباد دارای لکه‌های قرمز و طیف آماره Z بالاتر از ۲ هسـتند. و در منطقه ۱۰ محلاتی مانند؛ شـهرک جهان‌نما، مجتمع فرهنگی امام، کلاک، کلاک نو، خلج آباد و

کلاک بالا دارای آماره Z بالاتر از ۱ هستند. و مناطقی مانند: موسسه تحقیقات و شهرک خاتم در منطقه ۱۰ و محلاتی مانند؛ کیانمهر۱، کیانمهر۲، باغ مروارید، زنبق شرقی، زنبق غربی، قزل حصار، کوی مهر و شهرک مروارید در منطقه۳ شهر کرج دارای آماره Z منفی هستند و ازلحاظ معناداری شاخص دارای اختلاف بالایی با سایر محلات شهر هستند. و همچنین با توجه به نتایج آزمون مناطقی مانند منطقه ده و سه شهر کرج که دارای وضعیت اسپرال و پراکندگی بالاتری هستند مصرف بنزین بیشتری دارند.



شکل شماره ۹. تحلیل لکه‌های داغ و سرد مصرف بنزین در سطح شهر کرج

در این مرحله با استفاده از آزمون رگرسیون وزنی جغرافیایی به‌عنوان یکی از آزمون‌های تحلیل آمار فضایی، ارتباط فضایی بین فرم محلات شهر کرج به‌عنوان متغیر مستقل با متغیر وابسته (میزان مصرف بنزین) محاسبه‌شده است.GWR تکنیک آماری فضایی محلی است. هنگامی‌که واحد سنجش متغیر موردبررسی از مکانی به مکان دیگر متفاوت می‌شود، این رگرسیون برای تحلیل ناهمسانی فضایی به کار می‌رود فرمول رگرسیون وزنی به شرح زیر است:

$$\hat{y} = \beta_0(\mu_i, v_i) + \sum_k \beta_k(\mu_i, v_i)x_{ik} + \varepsilon_i \qquad \beta_0(\mu_i, v_i)\beta_k(\mu_i, v_i)N(0, \sigma^2)$$

در این رابطه $(\mu_i . V_t)$ مختلف هر موقعیتی از i است. $\beta_0(\mu_i . V_t)$ محل تقاطع برای موفقیت i، $\beta_k(\mu_i . V_t)$ پارامتری محلی ا ست که متغیر م ستقل x_k را در موقعیت i تخمین می زند و ε_i خطای ت صادفی با فرض $N(0, \sigma 2)$ (فرض نرمال بودن) است. برای مجموعه داده‌های پارامتری محلی، $\beta_k(\mu_i . V_t)$ با استفاده از مراحل حداقل مربعات وزنی تخمین زده می‌شود. وزن‌های w_{it} برای n,…, 2,I=1 در هر موقعیت $(\mu_i . V_t)$ به‌عنوان تابع پیوسته‌ای از فواصل میان موقعیت i و موقعیت دیگر به دست می‌آید. (رفیعیان و زاهد،۱۳۹۷: ۳۷۱). درواقع تحلیل رگرسیون وزنی جغرافیا خروجی‌های مختلفی را ارائه می‌دهد که در بین خروجی‌های ارائه‌شده، مقادیر R و R2 تعدیل‌شده(Adjusted R2) مهم‌ترین مقادیر هستند که نشان‌دهنده خوبی و دقت مدل مورداستفاده هستند و هرچه این اعداد به ۱ نزدیک‌تر

باشد نشان‌دهنده این است که متغیر مستقل مورداستفاده به‌خوبی تغییرات متغیر وابسته را شرح می‌دهد. لذا با استفاده از رگرسیون وزنی محلی میزان تأثیر شاخص دسترسی‌پذیری به‌عنوان شاخص مهم فرم شهر بر مصرف بنزین برآورد شده است، مقدار R2 متغیر دسترسی‌پذیری برابر با ۰/۸۸ است: یعنی شاخص فرم شهر با توجه به این متغیر در سطح اطمینان ۹۵٪ به میزان ۸۸ در صد از مصرف بنزین را توجیه می‌کند. همچنین مقدار AICc2 عدد پایینی را نشان می‌دهد که این موضوع نشان‌دهنده انطباق بهتر مدل با داده‌های مشاهداتی است. آماره تو صیفی Pridicted (مقدار قابل پیش بینی) تغییرات چشمگیری را نشان می‌دهد به‌طوری‌که مشخصاً تغییرات فضایی بین متغیر مستقل و متغیر وابسته را به سمت مناطق حاشیه‌ای و تا حدودی مرکز مناطق(۱،۱۰،۸،۷،۶) نشان می‌دهد. یعنی انتظار می‌رود برخلاف رویه کنونی ارتباط بین دسترسی‌پذیری و مصرف بنزین در این مناطق و محلات به سمت این مناطق ازلحاظ فضایی تغییر پیدا کند.

جدول شماره ۳. رگرسیون وزنی شاخص دسترسی‌پذیری

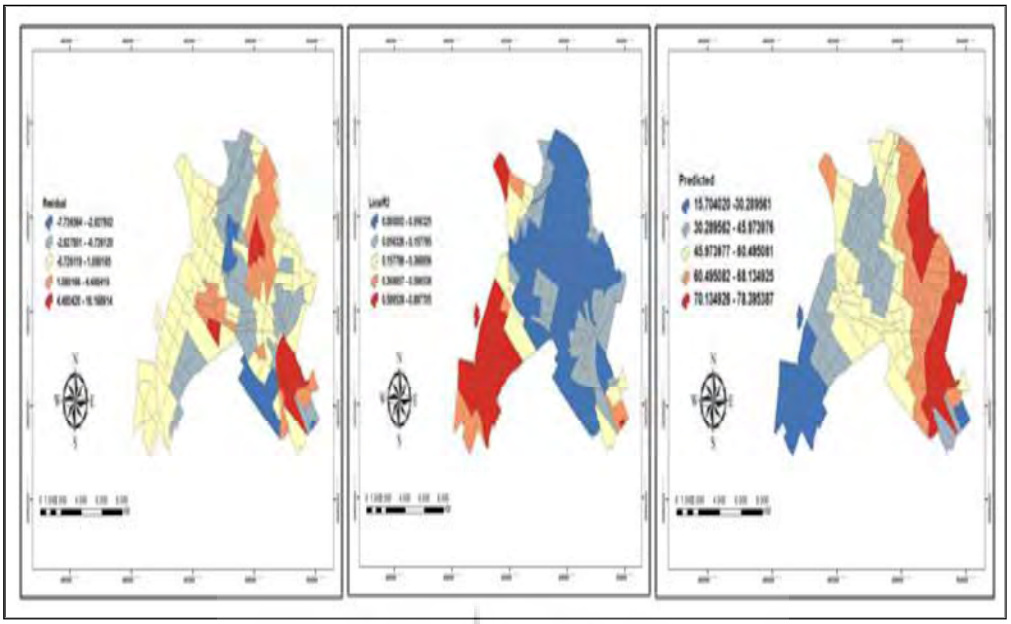
متغیر	R^2	$AICc^2$	Sigma[1]	AdjustedR^2	Squares Residual	Pridicted
دسترسی‌پذیری	۰/۸۸	۶۶۶/۰۹	۱/۲۵	۰/۷۶	۱۵۲/۹۵	۰/۷۰

همان‌طور که از نقشه شماره ۱۰ مشخص است همبستگی فضای بین شاخص دسترسی‌پذیری و مصرف بنزین در سطح شهر کرج بیش از۵۰٪ است و این همبستگی در محلات حاشیه شهر و مناطق ۳ و ۴ (مهرشهر) بیشتر است به‌طوری‌که در محلات؛ گلستان یکم، باغ مروارید، کیانمهر۱،۲و۳ شهرک مروارید، کوی مهر، مهرد شت، رجب آباد، اخگرآباد، شعبان آباد، آق تپه ، فاز یک غربی و فاز یک شرقی، طالقانی و گلدشت به اوج خود می‌رسد که از دلایل این موضوع، فاصله زیاد با مرکز شهر، کمبود خدمات و امکانات در این قسمت‌های شهر و تجمع در مراکز شهر و کمبود ایستگاه‌های سوخت‌گیری اشاره کرد. همچنین مطابق با نقشه predect به‌دست‌آمده این میزان ضریب همبستگی در سطح ۷۰٪ معنادار است و تغییرات فضایی به سمت مناطق شرقی شهر مناطق ۱،۱۰ پیش‌بینی‌شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱. سیگما: شاخص انحراف معیار باقی مانده‌هاست و کوچکتر بودن آن نشانه برتری مدل است.

۲. آکاییک: یکی از شاخص های بسیار مفید برای مقایسه مدل های رگرسیون است که مقدار پایین آن نشان دهنده انطباق بهتر مدل با داده های مشاهداتی است.



شکل شماره ۱۰. آماره‌های توصیفی (StdResid, R2, Pridicted,) شاخص دسترسی پذیری

مقدار R2 متغیر اختلاط کاربری برابر با ۰/۸۷ است: یعنی شاخص فرم شهر با توجه به این متغیر در سطح اطمینان ۹۵٪ به میزان ۸۷ درصد از مصرف بنزین را توجیه می‌کند. همچنین مقدار AICc2 عدد پایینی را نشان می‌دهد که این موضوع نشان‌دهنده انطباق بهتر مدل با داده‌های مشاهداتی است. آماره توصیفی Pridicted تغییرات فضایی بین متغیر مستقل و متغیر وابسته را به سمت محلات حاشیه‌ای مناطق(۱و۱۰) نشان می‌دهد. یعنی انتظار می‌رود برخلاف رویه کنونی ارتباط بین اختلاط کاربری و مصرف بنزین در این مناطق و محلات به سمت این مناطق ازلحاظ فضایی تغییر پیدا کند.

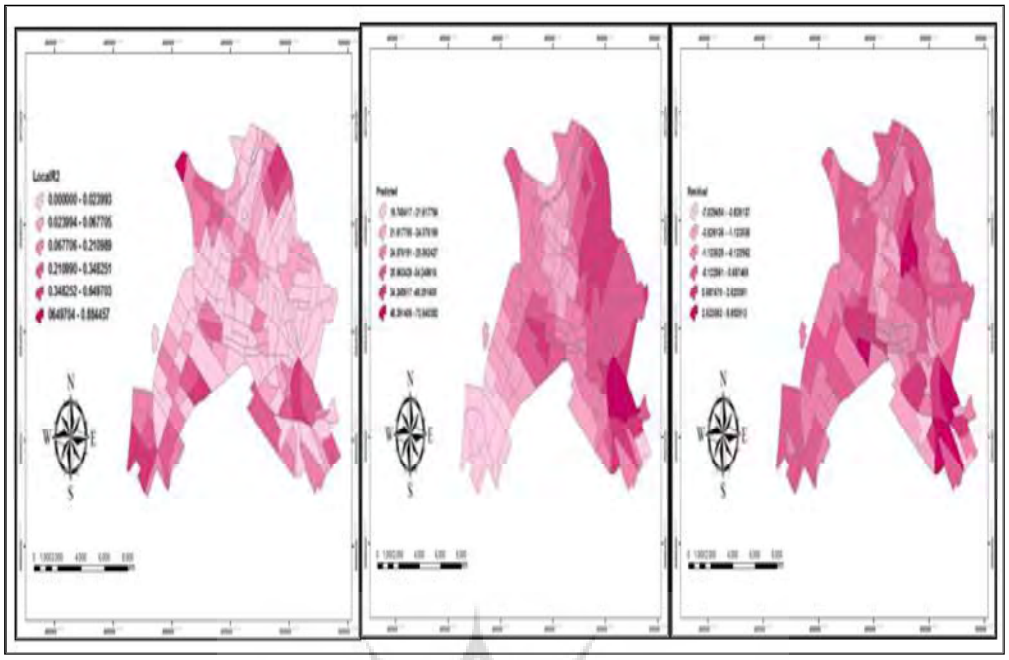
جدول شماره ۴. رگرسیون وزنی شاخص اختلاط کاربری

متغیر	R2	AICc2	Sigma۱	AdjustedR2	Squares Residual	Pridicted
اختلاط کاربری	۰/۸۷	۷۸۵/۰۹	۱/۹۲	۰/۷۸	۳۸۴/۹۵	۰/۷۰

با توجه به نقشه‌های خروجی شکل۱۱ شاخص اختلاط کاربری با مصرف بنزین دارای همبستگی فضایی بالایی است یعنی فرم شهر با مصرف بنزین دارای ارتباط فضایی بیش از ۸۰٪ است. البته این موضوع در مناطق ۸، ۱۰ و ۵ دارای ارتباط بیشتری است. در خروجی Pridicted این ارتباط فضایی دارای ۷۰٪ است و تغییرات فضایی در مناطق ۱،۹ و حاشیه ۸ و ۷ قابل‌انتظار است.

۱ سیگما: شاخص انحراف معیار باقی مانده‌هاست و کوچکتر بودن آن نشانه برتری مدل است.

2- آکاییک:یکی از شاخص های بسیار مفید برای مقایسه مدل های رگرسیون است که مقدار پایین آن نشان دهنده انطباق بهتر مدل با داده های مشاهداتی است.



شکل شماره ۱۱. آماره‌های توصیفی (StdResid, R2, Pridicted,) متغیر اختلاط کاربری

نتیجه‌گیری

همچنین نتایج تحقیقات عرفانیان و همکاران در سال (۱۳۹۲) نشان داد؛ که مدلGWR یک ابزار ساده و مفید در تشخیص میزان همبستگی مختلف مکانی می‌باشد؛ بنابراین با نتایج تحقیق حاضر در بعد تحلیل مکان همخوانی دارد. نتایج پژوهش ژیان–شیانگ لی[1](۲۰۱۸)، درنهایت راهکارهایی ازجمله فشرده‌سازی را برای کاهش مصرف مفید دانستند. همچنین نتایج تحقیق جلای و همکاران(۱۳۹۰) نشان داد؛ مناسبترین راهکارها کاهش مصرف سوخت شهری نیز عبارتاند از: ۱ –گسترش شبکه حمل ونقل عمومی؛ ۲ –تدوین و اجرای استانداردهای کارایی مصرف سوخت ناوگان؛ ۳ – آگاه کردن کاربران از روشهای گوناگون حمل ونقل . همچنین روش تحقیق هادی پور و شراره پور در زمینه مصرف سوخت شهری اراک از نظر بکارگیری ابزار تحلیل در GIS و نتایج تحقیق با پژوهش حاضر همخوانی دارد. لذا با توجه به نتایج تحقیقات فوق نوآوری تحقیق حاضر را می توان در زمینه تحلیل فضایی در سطح کوچکترین سطح فضایی شهر یعنی محلات شهر کرج(۱۷۳)، تهیه نقشه مقدار پیش بینی شده Pridicted که برای برنامه ریزی اینده شهر مهم است ذکر نمود. انتخاب فرم کالبدی شهر متناسب با الگوی مصرف انرژی، به یکی از مهم‌ترین موضوعات و مسائل برنامه‌ریزی شهری تبدیل‌شده است. زیرا غلبه الگوی شهر ماشینی بر سایر الگوهای شهری باعث ترویج و تشویق فرم کالبدی شهر پراکنده، حومه‌نشینی و عواقب ناشی از آن، ازجمله افزایش مصرف انرژی، جدایی محل کار وزندگی، تفکیک کاربری‌ها و آلودگی زیست‌محیطی شده است. با توجه به اهمیت این موضوع، هدف تحقیق حاضر تحلیل تأثیر فرم شهر بر مصرف بنزین کلان شهر کرج است، متغیر مستقل تحقیق فرم شهر با شاخص‌های (دسترسی‌پذیر، اختلاط کاربری) و متغیر وابسته مصرف بنزین بوده است. در زمینه شاخص دسترسی پذیری محلات جنوبی تر منطقه ۱، ۷ ،۸ و محلات مناطق ۵ و۶ دارای وضعیت مناسبی هستند و محلات مناطق ۳، ۱۰ و قسمتهای غربی منطقه ۶ از وضعیت مناسبی در زمینه

1 . Xian-Xiang Li

دسترسی پذیری برخوردار نیستند. همچنین در بحث اختلاط کاربری منطاق حاشیه شهر وضعیت مطلوبی دارا نیستند و محلات مرکزی دارای اختلاط کاربری بالا و تقریبا نزدیک به یک هستند. دربحث تحلیل فضایی می‌توان گفت؛ در شرایط کنونی یک همبستگی فضایی بالای ۷۰٪ بین فرم شهر کرج و مصرف بنزین وجود دارد. به‌طوری‌که R2 به‌دست‌آمده در هر دو شاخص فرم شهر بالای ۷۵٪ درصد بوده و درواقع سطح معناداری بالا را نشان می‌دهد. همچنین در تحلیل الگوی مصرف بنزین، آماره موران و آماره G مؤید این مطلب هستند که مصرف بنزین از یک الگوی خوشه‌ای تبعیت می‌کند. درواقع با توجه نتایج این دو آماره می‌توان گفتت داده‌ها دارای خودهمبستگی فضایی بالایی هستند. به‌طوری‌که با این نتایج فرضیه صفر رد می‌شود و این مقدار از این دو پارامتر نشان‌دهنده الگوی توزیع فضایی خوشه‌ای داده‌های مصرف بنزین در سطح محلات شهر کرج هستند. همچنین مقدار Pridicted به‌دست‌آمده در هر دو شاخص (دسترسی‌پذیری و اختلاط کاربری) همبستگی فضایی بالایی را با مصرف بنزین نشان می‌دهد و البته تغییرات فضایی از مناطق شهری؛۸،۹،۱ و ۵ را به سمت مناطق و محلات حاشیه‌ای شهر قابل‌انتظار است. درنهایت می‌توان گفت با توجه به اینکه بین متغیر فرم شهر و مصرف بنزین رابطه معنادار تائید شده است، لذا پیشنهادهای زیر ارائه می‌گردد:

- برنامه‌ریزی در زمینه توسعه جایگاه‌های سوخت در مناطق ۳ و۴ مهرشهر و محلات حاشیه شهر
- برنامه‌ریزی در جهت توزیع مناسب خدمات آموزشی، اداری و مکان‌های تجاری جهت دسترسی‌پذیری مناسب اکثر مناطق و محلات شهر به آن‌ها جهت کاهش مصرف سوخت بخصوص در مناطق ۶ و۳.
- توسعه حمل‌ونقل عمومی جهت کاهش استفاده از اتومبیل شخصی و مصرف بنزین در سطح شهر به خصوص در مناطق ۱،۸،۹ و۵.
- برنامه‌ریزی در جهت افزایش اختلاط کاربری در سطح محلات حاشیه شهر جهت کاهش سفر و متعاقباً مصرف بنزین؛ مناطق ۶ و۳.
- فشرده‌سازی گام‌به‌گام محلات و مناطق شهر
- پیاده محوری سازی مناطق و محلات شهر جهت دسترسی به خدمات و امکانات موردنیاز شهروندان.

تقدیر و تشکر

بنا به اظهار نویسنده مسئول، این مقاله حامی مالی نداشته است.

منابع

۱) حاجی پور، خلیل و فروزان، نرجس. (۱۳۹۳). بررسی تاثیر فرم شهر بر میزان مصرف انرژی عملکردی در بخش مسکونی، نمونه موردی: شهر شیراز. *نشریه هنرهای زیبا – معماری و شهرسازی*، ۱۹ (۴)، ۲۶-۱۷.

۲) دیوسالار، اسداله؛ کیانژاد تجنکی، سید قاسم و عبدی بورا، محمد. (۱۳۹۸). تحلیل تطبیقی و سنجش ساخت و شکل شهری (مطالعه موردی: شهر بابل). *مطالعات محیطی هفت حصار*، ۸(۲۹)، ۳۹-۵۰.

۳) رستگاری، حمزه. (۱۳۹۵). بررسی تطبیقی تأثیر فرم شهر بر رفتار سفر شهری و مصرف سوخت وسایل نقلیه. *مطالعات محیطی هفت حصار*، ۶ (۱۹)،۳۰-۱۹.

۴) رضازاده، مرتضی. (۱۳۹۵). *تاثیر فرم شهر بر الگوی مصرف انرژی*. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه مازندران.

۵) رفیعیان، مجتبی؛ فتح جلالی، آرمان و داداشپور هاشم. (۱۳۹۰). بررسی و امکان سنجی تأثیر فرم و تراکم بلوک های مسکونی بر مصرف انرژی شهر، نمونه موردی شهر جدید هشتگرد. *مجله آرمان شهر*، ۴ (۶)، ۱۱۶-۱۰۷.

۶) رهنما، محمدرحیم و آقاجانی، حسین. (۱۳۹۲). تحلیل شاخص دسترسی در کلان شهر مشهد. *جغرافیاوتوسعه ناحیه‌ای*،

۱۱(۲۰)، ۵۸ –۴۳.

۷) رهنما، محمدرحیم و عباس زاده، غلامر ضا. (۱۳۸۷) *ا صول، مبانی و مدل های سنجش فرم کالبدی شهر*. م شهد: انت شارات جهاددانشگاهی.

۸) سردره، علی اکبر. (۱۳۹۵). *سنجش تاثیر شاخص های فرم شهری بر رفتارهای ترافیکی و میزان مصرف انرژی ساکنین مطالعه موردی مناطق شهر تهران*. رساله دکترا، دانشگاه مازندران.

۹) شاهینی فر، مصطفی و حبیبی، میرسالار. (۱۳۹۵). کاربرد روش جای پای اکولوژیک در ارزیابی پایداری جغرافیای ناحیه ای (مطالعه موردی: شهرستان کرمانشاه). *آمایش محیط*، ۹(۳۲)، ۶۲–۴۱.

۱۰) پورجعفر، شجاع و طبیبیان، منوچهر. (۱۳۹۸). فراتحلیل رابطه فرم شهر و انرژی: مروری برروبکردها، روش ها، مقیاس ها و متغیرها. *دانش شهرسازی*، ۳(۱)، ۱۰۷–۸۵.

۱۱) عبادی نیا، فهیمه؛ اجزاء شکوهی، محمد؛ رهنما، محمدرحیم و خوارزمی، امیدعلی. (۱۳۹۵). ارزیابی سناریوهای حملونقل کم کربن شهر مشهد با استفاده از رویکرد جاپای بومشناختی. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، ۱۹، ۱۲۹–۱۱۵.

۱۲) عسگری، علی. (۱۳۸۹). *تحلیل امار فضایی با GIS*. سازمان فناوری اطلاعات شهرداری کرج ۱۳۹۰.

۱۳) غفاریان بهرمان، محمد؛ پریزادی، طاهر؛ شماعی، علی؛ خطیبی زاده، محمدرضا و شهسوار، امین. (۱۳۹۵). تحلیل فضایی زیست پذیری محلات شهری مورد مطالعه :منطقه ۱۸ تهران. *پژوهش‌های محیطزیست*، ۷ (۴۱)، ۴۳–۵۸.

۱۴) قربانی، رسول. (۱۳۸۴). *تراکم و ساماندهی فضاهای شهری (مورد مطالعه: تبریز)*. پایان نامه دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تبریز.

۱۵) عرفانیان، مهدی؛ حسین خواه، مریم و علیجانپور، احمد. (۱۳۹۲). مقدمه ای بر روشهای رگرسیون چند متغیره OLS و GWR در مدلسازی مکانی اثرات کاربری اراضی بر کیفیت آب. *نشریه ترویج و توسعه آبخیزداری*، ۱ (۱)، ۵۷۳–۵۵۳.

۱۶) جلالی نائینی، احمدرضا؛ ممدوحی، امیررضا؛ علیمرادی، مهرداد و مجتهدزاده، مینا. (۱۳۹۰). راهبردها و راهکارهای مدیریت مصرف سوخت در حمل ونقل شهری: اولویت بندی بر اساس روش نمودار هسه. *فصلنامه برنامه ریزی و بودجه*، ۱۶(۱)، ۷۵–۹۶.

۱۷) نیک پور، عامر؛ لطفی، صدیقه و ر ضازاده، مرتضی. (۱۳۹۴). تحلیل رابطه میان فرم شهر و شاخص دسترسی (مورد مطالعه: شهر بابلسر). *برنامه ریزی فضایی*، ۷(۳)، ۱۰۶–۸۵.

References

1) Akande, A., Cabral, P., Gomes, P., & Casteleyn, S. (2019). The Lisbon ranking for smart sustainable cities in Europe. *Sustainable Cities and Society, 44*, 475-487.

2) Alobaydi, D., Bakarman, M. A., & Obeidat, B. (2016). The Impact of Urban Form Configuration on the Urban Heat Island: The Case Study of Baghdad, Iraq. *Procedia Engineering, 145*, 820-827.

3) Asgari, A. (2011). *Spatial statistics analysis with GIS*. Karaj Municipality Information Technology Organization. [in Persian].

4) Banzhaf, H. S., & Kasim, M. T. (2019). Fuel consumption and gasoline prices: The role of assortative matching between households and automobiles. *Journal of environmental economics and management, 95*, 1-25.

5) Barakat, Y., Awad, E. N., & Ibrahim, V. (2016). Fuel consumption of gasoline ethanol blends at different engine rotational speeds. *Egyptian Journal of Petroleum, 25*(3), 309-315.

6) Divasalar, A., Kianjad, S., & Abdi Bora, M, (2020). Comparative analysis and measurement of urban construction and shape (Case study: City of Babylon). *Environmental Studies Seven Fences, 8* (29), 39-50. [in Persian].

7) Ebadi Nia, F., Ajzashokuhi, M., Rahnama, M., & Kharazmi, M.A. (2015). Evaluation of low carbon transportation scenarios in Mashhad using the approach of ecological footprint. *geography and environmental hazards, 19*, 129-115. [in Persian].

8) Emekci, S, & Kayasü, S. (2017). Urban Form and Sustainability: The Case Study of Gaziantep in Turkey. *International Conference on Advances on Sustainable Cities*, Porto, Portugal, 15 - 17 November 2017, 95-110

9) Erfanian, M., Hosseinkhah, M., & Alijanpour, A. (2013). Introduction to multivariate regression

methods OLS and GWR in spatial modeling of land use effects on water quality. *Journal of Watershed Management Promotion and Development, 1* (1), 553-573.[in Persian].

10) Ghaffarian, B., Mohammad, P., Taher, S., Khatibizadeh, A., Mohammad, R., & Shahsavar, A. (2016). Spatial analysis of livability of urban areas studied: District 18 of Tehran. *Environmental Research, 7* (41), 45 -58. [in Persian].
11) Gorbani. R. (2014). *Density and organization of urban spaces (Case study: Tabriz)*. PhD thesis in Geography and Urban Planning, University of Tabriz. [in Persian].
12) Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X., & Briggs, J. M. (2008). Global change and the ecology of cities. *science, 319* (5864), 756-760.
13) Hajipour, K., & Forouzan, N. (2014). The effect of city form on the amount of functional energy consumption in the residential sector, case study: Shiraz. *Journal of Fine Arts - Architecture and Urban Planning , 19* (4), 17-26. [in Persian].
14) Hsieh, S., Schüler, N., Shi, Z., Fonseca, J. A., Maréchal, F., & Schlueter, A. (2017). Defining density and land uses under energy performance targets at the early stage of urban planning processes. *Energy Procedia, 122*, 301-306.
15) Hui, S. C. (2001). Low energy building design in high density urban cities. *Renewable energy, 24*(3-4), 627-640
16) Jalali, N., Mamdouhi, A., & Alimoradi, M. (2012). Strategies and strategies for fuel consumption management in urban transportation: Prioritization based on Hesse diagram method. *Journal of Planning and Budgeting, 16* (1), 75-96. [in Persian].
17) Javanroodi, K., Nik, V. M., & Mahdavinejad, M. (2019). A novel design-based optimization framework for enhancing the energy efficiency of high-rise office buildings in urban areas. *Sustainable Cities and Society, 49*, 101597.
18) Jhang, S. R., Lin, Y. C., Chen, K. S., Lin, S. L., & Batterman, S. (2020). Evaluation of fuel consumption, pollutant emissions and well-to-wheel GHGs assessment from a vehicle operation fueled with bioethanol, gasoline and hydrogen. *Energy, 209*, 118436.
19) Kim, K., Yi, C., & Lee, S. (2019). Impact of urban characteristics on cooling energy consumption before and after construction of an urban park: The case of Gyeongui line forest in Seoul. *Energy & Buildings, 191*, 42–51
20) Lam, JC. (2000). Shading effects due to nearby buildings and energy implications. *Energy Conversion and Management, 47* (7):647–59
21) Li, X. X. (2018). Linking residential electricity consumption and outdoor climate in a tropical city. *Energy, 157*, 734-743.
22) Marique, A. F., & Reiter, S. (2011). A method to evaluate the energy consumption of suburban neighborhoods. *HVAC & R Research, 18* (1-2), pp 88-99.
23) Martin, JC., Millington, P., Campbell, B., Barron, L., & Fisher, S. (2019). On-board generation of hydrogen to improve in-cylinder combustion and after-treatment efficiency and emissions performance of a hybrid hydrogen-gasoline engine. *Int J Hydrogen Energy, 44*(25),12880-12889.
24) Mörtberg, U., Goldenberg, R., Kalantari, Z., Kordas, O., Deal, B., Balfors, B., & Cvetkovic, V. (2017). Integrating ecosystem services in the assessment of urban energy trajectories – A study of the Stockholm Region. *Energy Policy, 100*, 338-349.
25) Nikpour, A., Lotfi, S., & Rezazadeh, M. (2015). Analysis of the relationship between city form and access index (Case study: Babolsar city). *Spatial Planning, 7* (3), 85-106. [in Persian].
26) OECD., (2016). *Consumption Tax Trends 2016*. https://read.oecd-ilibrary.org/taxation/consumption-tax-trends-2016_ctt-2016-en.
27) Ogle, J., Delparte, D., & Sanger, H. (2017). Quantifying the sustainability of urban growth and form through time: An algorithmic analysis of a city's development. *Applied Geography, 88*, 1-14.
28) Pourjafar,S. and Tabibian.M (2018). Meta-analysis of the relationship between city form and energy: An overview of approaches, methods, scales and variables. *Urban Planning Knowledge, 3* (1), 85-107. [in Persian].
29) Rafieian, M., Fath, J., & Dadashpour, H. (2011). Investigation and Feasibility Study of the Effect of Form and Density of Residential Blocks on Energy Consumption of the City, Case Study of Hashtgerd New City. *Armanshahr Magazine, 4* (6), 107-116. [in Persian].
30) Rahnama, M., & Abbaszadeh, G. (2008). *Principles, Foundations and Models of Measuring the Physical Form of the City*. Mashhad: Jihaddaneshgahi Publications. [in Persian].
31) Rastegari, H. (2016). A Comparative Study of the Effect of City Form on Urban Travel Behavior and Vehicle Fuel Consumption. *Haft Hesar Environmental Studies, 6* (19), 19-30. [in Persian].
32) Resch, E., Bohan, R., Kvamsdal, T., & Lohne, J. (2016). Impact of urban density and building height

on energy use in cities. *SBE16 Tallinn and Helsinki Conference; Build Green and Renovate Deep*, 5-7 October 2016.
33) Rezazadeh, M. (2016). *The effect of city form on energy consumption pattern*. Master Thesis, University of Mazandaran. [in Persian].
34) Sallee, James M., West, Sarah E., & Fan, Wei. (2016). Do consumers recognize the value of fuel economy? Evidence from used car prices and gasoline price fluctuations. *J. Publ. Econ. 135*, 61-73.
35) Sardreh, A. (2016). *Measuring the effect of urban form indicators on traffic behaviors and energy consumption of residents, a case study of Tehran*. PhD thesis, University of Mazandaran. [in Persian].
36) Shahinifar, M., & Habibi, M. (2016). Application of ecological footprint method in assessing the stability of regional geography (Case study: Kermanshah city). *Environmental Management, 9* (32), 41-62 . [in Persian].
37) Sikder, S. K., Nagarajan, M., Kar, S., & Koetter, T. (2018). A geospatial approach of downscaling urban energy consumption density in mega-city Dhaka, Bangladesh. *Urban climate, 26*, 10-30.
38) Small, Kenneth A., & Van Dender, K. (2007). Fuel efficiency and motor vehicle travel: the declining rebound effect. *Energy J. 28,* (1), 25-52.
39) Surkyn, J., & Lesthaege, R. (2004).Value orientations and the second demographic transition in Northern, Western and Southern Europe: anmupdate. *Demographic Research, 3* (3), 45–99.
40) Yang, Y., Liu, J., Lin, Y., & Lin, Q. (2019). The impact of urbanization on China's residential energy consumption. *Structural Change and Economic Dynamics, 49,* 170–182
41) Yin, C., Yuan, M., Lu, Y., Huang, Y., & Liu, Y. (2018). Effects of urban form on the urban heat island effect based on spatial regression model. *Science of The Total Environment, 634*, 696-704.
42) Zhang, Y., Bert, G., & Krista S., (2016). Exploring the link between urban form and work related transportation using combined satellite image and census information: Case of the Great lakes region. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation,number, 47,* 139–159.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی