




Spatial analysis of covid-19 disease based on demographic and geographic indicators in dry areas, a case study of Qom metropolis

Abolfazl Moarrefi¹ | Ali Reza Mohammadi² ² | Mohammad Aligol³

1. Department of Geography, Faculty of Social Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. moarrefy@gmail.com
2. Corresponding Author, Department of Geography, Faculty of Social Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. alirezamohammadi20142014@gmail.com
3. Department of Health Education and Health Promotion, Faculty of health, medical sciences and health care services University, Qom, Iran. aligol1389@gmail.com

Article Information

Research Paper

Vol:	15
No:	57
P:	101-121
Received:	2023-10-16
Revised:	2023-12-24
Accepted:	2024-01-25
Published:	2024-11-01

Keywords:

- Spatial analysis
- Covid 19 pandemic
- Urban areas of Qom
- Dry areas
- Geographic information system

Cite this Article:

Moarrefi, Abolfazl., Mohammadi, Alireza & Aligol, Mohammad. (2024). Spatial analysis of covid-19 disease based on demographic and geographic indicators in dry areas, a case study of Qom metropolis. *Journal of Arid Regions Geographic Studies* 15(57): 101-121.
doi: 10.22034/jargs.2024.421005.1066

Publisher: Hakim Sabzevari University

© The Author(s)



Abstract

Aim: The aim of this research is to analyze the COVID-19 virus spatially based on demographic and geographic indicators in dry areas (in Qom metropolis).

Material & Method: The data for this research was obtained through the available data from Qom University of Medical Sciences during the years 2018-1400. This information is based on the location of each person in the GIS software environment, and the methods of nearest neighbor index (NNI), global Moran's test, and general G statistic were used to measure spatial autocorrelation statistics.

Findings: This research showed that the spread and pandemic of COVID-19 in some dry areas (Shahreqom) have more acute conditions than other localities.

Conclusion: Based on the research findings, it can be said that the distribution pattern of this disease in the neighborhoods of Qom city is clustered and cluster type with high intensity. This relationship is stronger and with the highest frequency in the localities of Bajak Ik, Khakfaraj, Nirogah, and Shahrpardisan and in the localities of Hozovi and University and Fatemieh towns, which are the watery localities with the lowest frequency in terms of demographic and geographical indicators.

Innovation: Among the most important innovative and practical aspects of research, we can mention the use of GIS in the distribution and spread of COVID-19 in different urban areas of dry regions. In fact, among the applications of this research, it is possible to mention the field of behavior and spatiotemporal function of viruses similar to the type of COVID-19 virus, which provides a coherent intellectual framework for controlling and preventing its epidemic.

Extended Abstract

1. Introduction

With the emergence of the COVID-19 virus in 2019 and the toll surpassing 1,000 victims, national and international organizations have increasingly focused on the issue of health and disease in cities and residential areas. They believe that if this crisis is left unchecked, millions could become infected, and millions might lose their lives to the extent that they likened this crisis to wartime conditions. As one of the cities situated in arid regions and among the first cities in the country to officially declare the existence of this disease, Qom, like other cities worldwide, is grappling with the impact of this disease on its social, cultural, economic, and other aspects. The current research also aims to present models for controlling and reducing the rate of disease transmission in urban areas in arid regions (in the metropolis of Qom) through the spatial analysis of the COVID-19 virus based on demographic and geographic indicators in arid regions.

2. Materials and Methods

The research type in the present study, in terms of purpose, is practical, and in nature, it is based on descriptive-analytical methods. In this research, information on individuals infected with the COVID-19 virus from 2019 to 2021 was extracted from the University of Medical Sciences database in Qom Province. By reviewing global and national experiences and studies in the field of spatial analysis of diseases, the relevant variables for this research were identified. Methods such as the Nearest Neighbour Index (NNI) and Moran's test were employed in this study. The Global Moran's model and the general G-statistic were utilized to measure spatial autocorrelation statistics.

3. Results and Discussion

The findings indicate a significant relationship between the population of neighborhoods in Qom city and the number of individuals infected with COVID-19, with the disease following a cluster pattern across the city. In the cluster pattern, the eastern part of Qom was identified as red dots, while the western part was identified as clean dots. Additionally, based on Moran's test, it was determined that the data related to COVID-19 in the neighborhoods of Qom city exhibit spatial autocorrelation. Therefore, it can be concluded that the infection rate with COVID-19 among citizens in the neighborhoods of Qom city follows a cluster pattern.

The general G-statistic was employed to identify the classification of spatial patterns. It was determined that those infected with the COVID-19 virus in the neighborhoods of Qom exhibit a cluster type with high concentration points, indicating a high concentration of infection near each other. Furthermore, Getis-Ord's Gi statistic was used to illustrate the spatial distribution of the infection pattern, revealing that 10 neighborhoods show positive spatial autocorrelation with a higher infection rate at a 99% confidence level.

4. Conclusions

In this study, similar to Mengyang Liu et al. (2020), it was found that the spatial and temporal distribution of COVID-19 exhibits a clustering pattern. Furthermore, by examining indicators such as gender, age, nationality, population density, infection rate, year of infection and death, as well as the season of infection, it was determined that the results of this study align with researchers such as Alberto-Mateo-Urdiales et al. (2021), Sumona Mondal et al. (2022), Whanhee Lee et al. (2021), Hamit Coşkun et al. (2021), Yi Han et al. (2021), Nigel Stephen Walford (2020), Yang Ye, Hongfei Qiu (2021), Kianfar & Mesgari (2022), Yang et al. (2021), Ki-Jung Kim and Youngbin Lym (2022), Claudio S. Quilodrán (2021), Álvaro Briz-Redón, Ángel Serrano-Aroca (2020), Russell S. Kirby (2017), Mengyang Liu (2021), and Diego F. Cuadros et al. (2020). In other words, similar to the work of Alberto-Mateo-Urdiales et al. (2021), it is concluded that the number of households in a neighborhood is consistent with the rate of COVID-19 infection. Also, like Sumona Mondal et al. (2022), Whanhee Lee (2021), Hamit Coşkun et al. (2021), Yi Han (2021), Alberto Mateo-Urdiales et al. (2021), as well as Nigel Stephen Walford's research (2020) and Yang Ye, Hongfei Qiu Q (2021), is consistent with the fact that population density is related to the rate of COVID-19 infection in the neighborhoods of Qom city. It is also consistent with the research of Yang (2021) and Whanhee Lee (2021) and their colleagues regarding the relationship between nationality and COVID-19 infection in urban areas. Considering that the average temperature in different seasons of the year has a significant change, this difference in temperature and change of season is directly related to COVID-19. In fact, this

research is in line with that of people such as Ki-Jung Kim and Youngbin Lym (2022) and Álvaro Briz-Redón, Ángel Serrano-Aroca (2020), Sumona-Mondal et al. (2022), and Whanhee Lee et al. (2021), who found that people living in areas with higher population density were more susceptible to the spread of COVID-19. This was confirmed in the present study. In fact, the central areas of the city and places with high population density have the highest number of people infected with COVID-19 and deaths from the disease. This research, like Walford (2021), concludes that mortality is higher in certain occupational and age groups and residents of high-density areas. The results of this research can be used to extend and advance knowledge of medical geography at the city level and as a systematic analysis and research for use by decision-makers and urban planners in the field of safe cities.

In other words, similar to the study by Alberto Mateo-Urdiales et al. (2021), we have concluded that the number of households in neighborhoods is in line with the rate of COVID-19 infection. Similarly, researchers such as Sumona Mondal (2022), Whanhee Lee (2021), Hamit Coşkun (2021), Yi Han (2021), Alberto Mateo-Urdiales and colleagues (2021), and also in line with the research of Nigel Stephen Walford (2020) and Yang Ye, Hongfei Qiu (2021), it is consistent with the finding that population density is related to the rate of COVID-19 infection in the neighborhoods of Qom city. Furthermore, the relationship between nationality and COVID-19 infection in urban areas aligns with the research of Yang (2021) and Whanhee Lee (2021) and their colleagues. Considering that the average temperature varies significantly in different seasons of the year, and this temperature difference and seasonal change are directly related to COVID-19, this research aligns with the studies of individuals such as Ki-Jung Kim and Youngbin Lym (2022) and Álvaro Briz-Redón, Ángel Serrano-Aroca (2020).

Sumona Mondal and colleagues (2022) and Whanhee Lee and colleagues (2021) have identified that individuals living in areas with higher population density are more vulnerable to the spread of COVID-19. This finding is also confirmed in the present study. In fact, central neighborhoods of the city and areas with high population density have the highest number of individuals infected with COVID-19 and deaths resulting from this infection. This research, similar to Walford (2021), concludes that mortality is higher in specific occupational and age groups and in residents of areas with high population density. The findings of this study can be utilized to expand and advance the knowledge of medical geography at the city level and serve as a systematic analysis and research for use by decision-makers and urban planners in the field of creating safe cities.

5. Acknowledgment & Funding

- Authors are thankful to all interview participants for supporting this research.
- The manuscript did not receive a grant from any organization.

6. Conflict of Interest

- The authors declare no conflict of interest.

مطالعات جغرافیایی مناطق خشک

تحلیل فضایی بیماری کووید ۱۹ بر اساس شاخص‌های جمعیتی و جغرافیایی در

مناطق خشک، نمونه موردی کلانشهر قم

ابوالفضل معرفی^۱، علیرضا محمدی^۲✉، محمد علی گل^۳

- ۱- گروه برنامه‌ریزی شهری و روستایی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران moarrefy@gmail.com
- ۲- نویسنده مسئول، گروه برنامه‌ریزی شهری و روستایی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران alirezamohammadi20142014@gmail.com
- ۳- گروه آموزش بهداشت و ارتقا سلامت، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی، قم، ایران aligol1389@gmail.com

چکیده:

هدف: هدف این پژوهش تحلیل فضایی ویروس کووید ۱۹ بر اساس شاخص‌های جمعیتی و جغرافیایی در مناطق خشک (در کلانشهر قم) است.

روش و داده: داده‌های این پژوهش از طریق داده‌های در دسترس دانشگاه علوم پزشکی قم طی سال‌های ۱۳۹۸ الی ۱۴۰۰ به دست آمده است. این اطلاعات بر اساس موقعیت مکانی هر فرد در محیط نرم‌افزار GIS قرار گرفته و از روش‌های شاخص نزدیک‌ترین همسایه (NNI) و آزمون موران جهانی و آماره عمومی G جهت اندازه‌گیری آماره‌های خودهمبستگی فضایی استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج این پژوهش نشان داد که شیوع و همه‌گیری کووید ۱۹ در برخی از محلات مناطق خشک (شهر قم) نسبت به دیگر محلات شرایط حادث‌تری دارند.

نتیجه‌گیری: بر مبنای یافته‌های تحقیق می‌توان عنوان کرد که الگوی پخش این بیماری در محلات شهر قم به صورت خوشه‌ای و از نوع خوشه‌ای با شدت بالا است. این رابطه در محلات باجک یک، خاکفرج، نیروگاه و شهرپرديسان قوی‌تر و با بیشترین فراوانی و در محلات شهرک حوزوی و دانشگاهی و شهرک فاطمیه به عنوان محلات آبی با کمترین فراوانی از نظر شاخص‌های جمعیتی و جغرافیایی گزارش شده است.

نوآوری، کاربرد نتایج: از مهم‌ترین جنبه‌های نوآورانه و کاربردی تحقیق می‌توان به کاربرد GIS در توزیع و انتشار کووید ۱۹ در محلات مختلف شهری مناطق خشک اشاره کرد. در واقع از جمله کاربردهای این پژوهش می‌توان به ساخت از رفتارشناسی و عملکرد فضازمانی ویروس‌های مشابه با نوع ویروس کووید ۱۹ اشاره کرد که چارچوب فکری منسجم در کنترل و پیشگیری از همه‌گیری آن ارائه می‌دهد.

اطلاعات مقاله

مقاله پژوهشی

شماره:	۱۵
دوره:	۵۷
صفحه:	۱۰۱-۱۲۱
تاریخ دریافت:	۱۴۰۲/۰۷/۲۴
تاریخ ویرایش:	۱۴۰۲/۱۰/۰۳
تاریخ پذیرش:	۱۴۰۲/۱۱/۰۵
تاریخ انتشار:	۱۴۰۳/۰۸/۱۱

کلیدواژه‌ها:

- تحلیل فضایی
- پاندمی کووید ۱۹
- محلات شهری قم
- مناطق خشک
- سامانه اطلاعات جغرافیایی

نحوه ارجاع به این مقاله:

معرفی، ابوالفضل، محمدی، علیرضا، و علی گل، محمد. (۱۴۰۳). تحلیل فضایی بیماری کووید ۱۹ بر اساس شاخص‌های جمعیتی و جغرافیایی در مناطق خشک، نمونه موردی کلانشهر قم. مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۱۵(۵۷): ۱۰۱-۱۲۱. doi: 10.22034/jargs.2024.421005.1066

ناشر: دانشگاه حکیم سبزواری



© نویسنده(گان).

۱ - مقدمه

با شیوع ویروس کووید ۱۹ در سال ۲۰۱۹ و گذر شمار قربانیان آن از مرز ۱۰۰۰ نفر، سازمان‌های ملی و بین‌المللی مسئله بهداشت و بیماری در شهرها و نقاط مسکونی را بیش از پیش مورد توجه قرار دادند (worldometers, 2021). این سازمان‌ها بر این باورند که شهرنشینی خطر ابتلا به بیماری‌های عفونی را به شدت افزایش داده است (Hamidi et al, 2020). این عوامل بیماری‌زا می‌توانند موجب ویرانگری شده و پیامدهای مختلفی در حوزه سلامت و اقتصاد داشته باشند (Álvaro Briz-Redón a & Ángel Serrano-Aroca, 2020). تاکنون (سال ۲۰۲۳) هفت میلیون نفر در دنیا و ۱۵۰ هزار نفر در ایران بر اثر ابتلا به بیماری کووید ۱۹، جان خود را از دست داده‌اند (worldometers, 2023). سازمان ملل متحد بر این باور است که بحران به وجود آمده به دنبال شیوع ویروس جدید کرونا شباهتی با دیگر بحران‌هایی که این سازمان در عمر ۷۵ ساله‌اش با آن روبرو شده است، ندارد و اگر رها شود میلیون‌ها نفر به آن‌ها مبتلا و ممکن است میلیون‌ها نفر نیز جان خود را از دست بدهند. تا جایی که این بحران را با شرایط جنگی مقایسه کرده است (guterres, 2020).

اپیدمیولوژی^۱ یا همه‌گیرشناسی از اواسط قرن نوزدهم، به عنوان یک ابزار قدرتمند در مهار همه‌گیری‌ها، افزایش طول عمر و نجات جان انسان‌ها به کار گرفته شده است (Déglin et al., 2021). این علم به مطالعه نحوه انتشار بیماری‌ها و عوامل بیماری‌زا، توزیع بیماری‌ها در زمان‌ها، مکان‌ها، نژادها یا فرهنگ‌های خاص یا هر عاملی که به سلامت مربوط باشد می‌پردازد. این علم معمولاً برای شناسایی و نظارت بر مناطق به کار می‌رود که یکی از نخستین مثال‌های به‌کارگیری اپیدمیولوژی فضایی، مربوط به شیوع گسترده عفونت ویروس انسفالیت لوئیس^۲ در هاستن تکزاس در سال ۱۹۶۴ است. تحلیل‌های فضایی نشان داد که شیوع بیماری در مرکز شهر نسبت به حومه بیشتر است. بررسی‌های بیشتر نشان داد که مرکز شهر به دلایلی چون حضور اقشار اقتصادی ضعیف، وجود پنجره‌های بی پرده، نبود سیستم تهویه هوا و حوضچه‌های آب، شرایط مساعدی برای انتقال ویروس دارند (Rainwater, et al., 2016). در این راستا تحلیل فضازمانی می‌تواند با شناسایی عوامل انتقال در سال‌های گذشته، پیش‌بینی بار احتمالی بیماری در آینده را ارائه دهد. به عنوان مثال زمانی که نقشه‌ی شیوع و توزیع فضایی چندین گروه مهم بیماری که علت‌های ناشناخته و نمایش نامطمئن دارند، ترسیم شود، تفاوت‌های حایز اهمیتی از یک نقطه به نقطه‌ی دیگر مشاهده می‌شود که در علت‌یابی و درمان کمک زیادی به برنامه‌ریزی و مدیریت شهری می‌نماید (Shaw & McGuire, 2017).

از پیدایش علوم مبتنی بر جمعیت در قرن هفدهم، می‌توانیم میان طاعون و کشف تفکر جمعیت، وبا و مقایسه گروهی مبتنی بر جمعیت، سل و رسمی شدن مطالعات کوهورت، آنفولانزای بزرگ ۱۹۱۸ و ایجاد یک همتای اپیدمیولوژیک دانشگاهی برای خدمات بهداشت عمومی، اپیدمی‌ایدز و رسمی سازی مفاهیم استنتاج علی همبستگی زمانی نزدیکی مشاهده کنیم (Morabia, 2020). شیوع اپیدمی عالم‌گیر کرونا در شهرها، نخستین بیماری همه‌گیر نبوده و آخرین نیز نخواهد بود. شهرها به خاطر تمرکز جمعیتی و تراکم بالای ساختمان‌ها و تعاملات انسانی، بیش از نقاط روستایی در معرض عوامل خطر آفرین بهداشتی، درمانی و اجتماعی است. مفهوم همجواری زمانی-فضایی ارتباط عمیقی با انتقال بیماری‌های عفونی دارد، چرا که نرخ انتقال زمانی که مردم به یکدیگر نزدیک‌اند، بیشتر است (Fatima M, et al., 2021). از جمعیت به عنوان عامل مؤثر در انتقال بیماری‌ها در فضاهای جغرافیایی یاد می‌شود (Hu et al., 2013)، به طوری که در تحقیقات مختلف مشخص شده است که میان تراکم جمعیت و نرخ مرگ‌ومیر کووید ۱۹ ارتباط معناداری وجود دارد (Bray et al., 2020). در این راستا اقدامات پیشگیرانه اتخاذ شده تاکنون جهت مهار شیوع این گونه بیماری‌ها شامل تشخیص و جداسازی زودهنگام؛ ردیابی تماس و در نهایت استفاده مناسب از تجهیزات حفاظت فردی معرفی شده است (SurindraSuthar et al., 2020).

به عنوان نخستین تلاش در زمینه همه‌گیری بیماری‌ها، ۴۰۰ سال قبل از میلاد مسیح (ع) بقراط حکیم در کتاب درباره هواها، آب‌ها و مکان‌ها^۳ به نقش عوامل مرتبط با شیوه زندگی و عوامل خارجی در ایجاد بیماری در انسان اشاره کرده است. بعدها ونیزی‌ها برای محافظت مردم از اپیدمی‌های طاعون، قرنطینه^۴ را مطرح کردند. جوزف مالگاین^۵ در سال ۱۸۳۹ میلادی ارتباط میان بیماری فتق^۶ و جغرافیا را مورد بررسی قرار داد. زمانی که اپیدمی سوم وبا (۱۸۵۳-۱۸۵۵) به انگلستان رسید، دکتر جان اسنو^۷ دو مطالعه

1. Epidemiology

2. St. Louis encephalitis virus

3. On aires, waters, and places

4. Quarantine

5. Joseph François Malgaigne

6. Hernia

7. John Snow

ارزشمند در این زمینه انجام داد که منجر به شهرت جهانی وی نیز شد. نخستین مطالعه دکتر اسنو مربوط به شیوع پمپ در برواد استریت در سال ۱۸۵۴ بود که منجر به کشته شدن افراد زیادی در محله سوهو شد. او از استدلال، نمودارها و نقشه برای نشان دادن تأثیر آب آلوده ناشی از پمپ برآورد استریت استفاده کرد. همچنین در سال ۱۸۵۴ محله‌های لندن را که از دو شرکت مختلف آب دریافت می‌کردند، مقایسه نمود. یکی از این شرکت‌ها متصل به سرچشمه‌های رودخانه تیمز و به دور از آلودگی شهر بود و دیگری به ورودی‌های مرکز شهر و جایی که امکان آلودگی آب با فاضلاب رایج بود، ارتباط داشت. ایده‌ها و مشاهدات اسنو، شامل نقشه‌های ابتکاری بیماری‌ها در سال ۱۸۵۵ در کتاب وی با عنوان در مورد نحوه ارتباط وبا^۱ منتشر شد (Frerichs, 2021).

هاوی لند در سال ۱۸۷۵ نخستین کتاب توزیع جغرافیایی بیماری‌ها در انگلستان را منتشر می‌کند. مباحث جغرافیایی در تمام مراحل سیر اکتشافات علمی در زمینه اپیدمیولوژی و پزشکی مطرح بوده است. به عنوان مثال زمانی که کاشفان آفریقا در روستاهایی که به نام دهکده کورها معروف هستند، می‌رسند، نام بیماری را کوری رودخانه انتخاب می‌کنند؛ چرا که در کل شیوع بیماری دارای مطابقت جغرافیایی با لایه رودخانه‌های محلی داشته است، بعدها هم مشخص شد که ناقل این بیماری در آب‌های خروشان تخم‌ریزی می‌کند. به طور طبیعی با افزایش داده‌های انسان از جغرافیا و اطلاع از ماهیت بیماری‌ها، قدرت انسان در پیش‌بینی رفتار بیماری‌ها بیشتر شد.

با توجه به هدف پژوهش حاضر مبنی بر تحلیل فضایی بیماری کووید ۱۹ بر اساس شاخص‌های جمعیتی و جغرافیایی در محلات شهری، می‌توان این مطالعات را در دو دسته تقسیم بندی کرد.

دسته نخست مطالعاتی هستند که بیماری کووید را مورد مطالعه قرار داده‌اند. همان‌طور که جدول شماره یک نیز نشان می‌دهد، پژوهش‌های چون پوراکال و همکاران در سال ۲۰۲۱، نیگل استفان والفورد در سال ۲۰۲۰، و از محققین ایرانی نیز افرادی چون کیانفر و مسگری، شاهپوری و دیگران شاخص‌های مختلفی را در حوزه‌های فرهنگی-اجتماعی و محیطی برای مبتلایان به ویروس کووید ۱۹ را مورد بررسی قرار داده‌اند که در این جدول نتیجه‌های مورد بررسی و نتایج پژوهش این افراد ذکر شده است:

جدول ۱. شاخص‌های مورد بررسی و نتایج پژوهش‌ها در مطالعات جهانی پیرامون کووید ۱۹

مطالعات مرتبط	نتیجه پژوهش	سنجه	شاخص
Purakal et al., 2021 Nigel Stephen Walford, 2020	طبقه اجتماعی یا شدت و نرخ ابتلا به کووید ۱۹ رابطه معناداری دارد	طبقات اجتماعی	فرهنگی- اجتماعی
Alberto Mateo-Urdiales et al., 2021	جمعیت خانوار و تراکم واحد مسکونی بر ابتلا به کووید اثر معناداری دارد.	تعداد جمعیت خانوار	
Kianfar & Mesgari, 2022	امیدبه زندگی در بدو تولد و نرخ ابتلا به کووید ۱۹ رابطه معناداری دارد	امیدبه زندگی در بدو تولد	
Sumona Mondal et al., 2022 Whanhee Lee et al., 2021 Hamit Coşkun et al., 2021 Yi Han et al., 2021 Alberto Mateo-Urdiales et al., 2021 Nigel Stephen Walford, 2020 Yang Ye & Hongfei Qiu, 2021	جمعیت خانوار و تراکم واحد مسکونی بر ابتلا به کووید اثر معناداری دارد.	تراکم جمعیت	
Sumona Mondal et al., 2022 Kianfar & Mesgari., 2022	سن افراد و جنسیت افراد بر ابتلا به کووید اثر معناداری دارد.	ویژگی‌های جمعیتی (سن، جنس و...)	
Yang et al., 2021 Lee et al., 2021	اقلیت‌های قومی و نژادی با ابتلا به کووید رابطه معناداری دارد.	اقلیت‌های قومی و نژادی و ملیت	
Alberto Mateo-Urdiales et al., 2021	میان میزان تحصیلات و نرخ ابتلا به کووید ۱۹ رابطه معناداری وجود دارد.	تحصیلات	
Yang et al., 2021 Russell s. Kirby, 2017 Mengyang Liu, 2021 Diego F. Cuadros et al., 2020	جابجایی و تحرک جمعیت در شدت ابتلا و شیوع کووید ۱۹ تأثیر گذار است.	جابجایی و تحرک جمعیت	

شاخص	سنجه	نتیجه پژوهش	مطالعات مرتبط
	-نرخ ابتلا و میزان مرگ و میز تجمع	رابطه معناداری میان نرخ ابتلا و میزان مرگ و میر ناشی از ابتلا به کووید ۱۹ وجود دارد.	Shariati et al., 2020
	اشتغال و بیکاری	رابطه مستقیمی با اشتغال افراد و ابتلا به کووید ۱۹ وجود دارد.	AlbertoMateo-Urdiales et al., 2021 Kianfar & Mesgari, 2022
	درآمد خانوار	میان درآمد خانوار با نرخ ابتلا به کووید ۱۹ رابطه منفی وجود دارد.	Byoungjun Kim, 2021 Kianfar & Mesgari, 2022
اقتصادی	تورم سالانه	تورم سالانه و نرخ ابتلا به کووید با هم ارتباط معناداری دارند	Kianfar & Mesgari, 2022
	پوشش خدمات بیمه ای	میان پوشش خدمات بیمه ای با نرخ ابتلا به کووید ۱۹ رابطه منفی وجود دارد.	Lee et al., 2021
	نوع و گروه های شغل	نوع و گروه های شغلی با نرخ ابتلا به کووید ۱۹ رابطه وجود دارد.	Coco Yin Tung Kwok et al., 2021 Kianfar & Mesgari, 2022 Nigel StephenWalford, 2020
	شرایط اقتصادی خانوار	شرایط اقتصادی خانوار و نرخ ابتلا به کووید با هم ارتباط معناداری دارند	Yang et al., 2021 AlbertoMateo-Urdiales et al., 2021
کابردی- محیطی	فضاهای عمومی	فضاهای عمومی در نرخ ابتلا به کووید اثر گذار است	Yi Han et al., 2021
	آلودگی هوا	آلودگی هوا با شیوع کووید ارتباط دارد.	Ki-Jung Kim and Youngbin Lym, 2022 Sanjoy Roy, 2021 Mengyang Liu, 2021 Surindra Suthar et al., 2021
	دما و فصل	دمای هوا و فصل با شیوع کووید ارتباط دارد.	Ki-Jung Kim and Youngbin Lym, 2022 Claudio S. Quilodrán ÁlvaroBriz-Redón, ÁngelSerrano- Aroca, 2020
	رطوبت و بارندگی	رطوبت و بارندگی با شیوع کووید ارتباط دارد.	Mengyang Liu, 2021 Claudio S. Quilodrán
	سرعت باد	ارتفاع ساختمان ها و سرعت باد با شیوع کووید ارتباط دارد.	Mengyang Liu, 2021 HamitCoşkun et al., 2021
	شاخص UV	شاخص UV با شیوع کووید ارتباط دارد.	Claudio S. Quilodrán
	ارتفاع ساختمان	ارتفاع ساختمان ها و سرعت باد با شیوع کووید ارتباط دارد.	Coco Yin Tung Kwok et al., 2021
	کاربری زمین / پوشش (LULC)	کاربری زمین در نرخ ابتلا به کووید ۱۹ تأثیر گذار است	YangYe, HongfeiQiu, 2021

مأخذ: یافته‌های پژوهش

دسته دوم مطالعاتی هستند که از روش‌های فضایی در تحلیل‌های خود استفاده نموده‌اند. با توجه به اینکه تحلیل‌های فضایی، یکی از نگرش‌های اصلی جغرافیا است. این نگرش پس از جنگ جهانی دوم و به دنبال تمایل جغرافیدانان به استخراج و کشف نظریه‌ها و قوانین جهانی به همراه جغرافیای کمی ایجاد شد. در پژوهش‌های جهانی در این زمینه پژوهشگران زیادی کار کرده‌اند؛ اما بر اساس مطالعات صورت گرفته در خصوص پیشینه پژوهش به ویژه در حوزه مطالعات کاربردی خارجی و داخلی که طی سال‌های گذشته در خصوص موضوع پژوهش انجام شده است، می‌توان ادعان نمود که موضوع کاملاً مشابهی در این ارتباط یافت نشد. بر این اساس تحلیل فضایی بیماری کووید ۱۹ بر اساس شاخص‌های جمعیتی و جغرافیایی در محلات کلانشهر قم، می‌توان به درک مناسبی از رفتارشناسی عملکرد ویروس کووید ۱۹ در کلانشهرها رسید.

از سوی دیگر همه می‌دانیم که در حال حاضر بیش از سه سال از اولین گزارش رسمی از مشاهده بیماری کووید ۱۹ می‌گذرد و هنوز هم درمان رسمی و مطمئنی بر آن شناسایی نشده است، شهر قم به عنوان یکی از شهرهای واقع در مناطق خشک و یکی از اولین شهرهای کشور که وجود این بیماری را به صورت رسمی اعلام کرد، مانند دیگر شهرهای جهان درگیر این بیماری بوده و

شرایط اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و... از آن متأثر است. بی‌شک این بیماری نخستین بیماری همه‌گیر در جهان و شهر قم (به عنوان یکی از مراکز اصلی تمرکز جمعیت کشور) نبوده و آخرین نیز نخواهد بود. پیشرفت در حوزه‌های مختلف پزشکی، زمانی کاربردی و مفید خواهد بود که حوزه‌های دیگر نیز به کمک آید و با یک سیستم واحد و همه‌جانبه‌نگر، برای خدمت به نوع بشر آماده شد. در این راستا تحلیل اپیدمیولوژیک بیماری به صورت محله محور در نقاط مختلف جمعیتی می‌تواند کمک شایانی به جلوگیری از آسیب‌های ناشی از شیوع امثال این ویروس نمود.

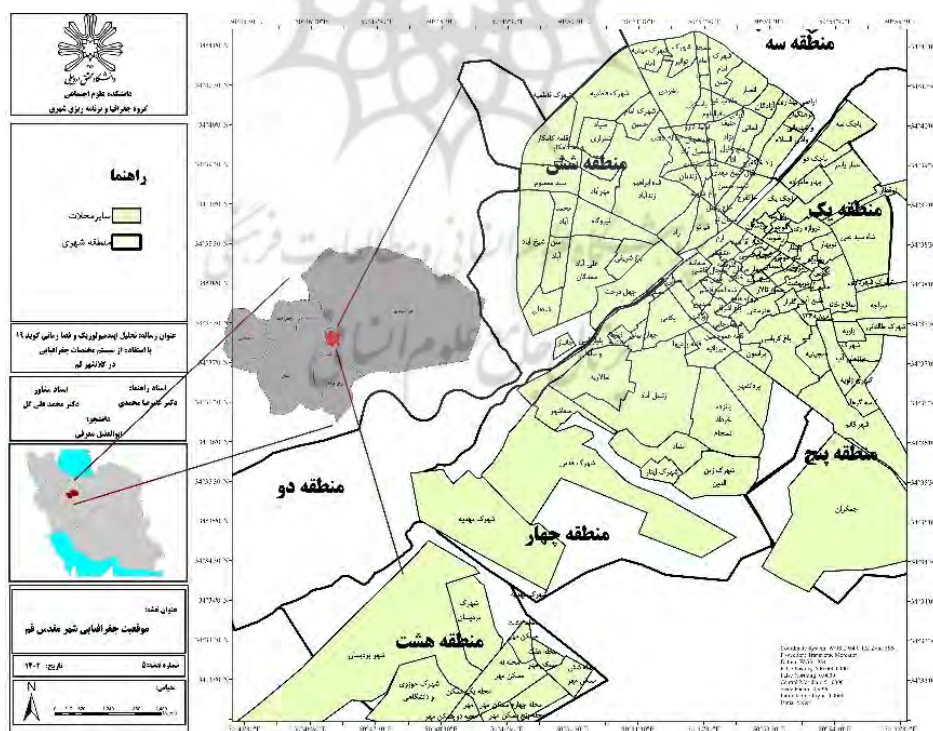
هدف اساسی این نوع نگرش و تحلیل از بیماری، ارائه الگوهایی جهت کنترل و کاهش سرعت سرایت بیماری در فضای شهری در مناطق خشک است. در واقع رفتارشناسی بیماری می‌تواند، سیاست‌های صحیح را مطرح کند. پژوهش حاضر نیز برای نخستین بار در کشور به موضوع گسترش بیماری در محلات شهری واقع در مناطق خشک پرداخته است. از این روی، مطالعه پیش روی را می‌توان به عنوان یکی از پژوهش‌های دارای نوآوری دانست.

یافته‌های این پژوهش می‌تواند در گسترش و پیشبرد دانش جغرافیای پزشکی در سطح شهرها مورد استفاده قرار گیرد و به عنوان یک تحلیل و پژوهش نظام‌مند مورد استفاده تصمیم‌گیران و برنامه‌ریزان شهری در حوزه شهر ایمن و شهر سالم قرار گیرد.

۲- مواد و روش

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

قلمرو مطالعاتی پژوهش حاضر، یکی از مناطق خشک کشور است. هر چند از نظر عرض جغرافیایی به دلیل قرارگیری در عرض‌های میانی نیم‌کره شمالی می‌بایست آب و هوای معتدل داشته باشد؛ اما به دلیل دخالت عواملی چون نزدیکی به کویر و عامل ارتفاع این استان و کلانشهر قم، آب و هوای خشک و نیمه‌خشک داشته باشد. کلانشهر مقدس قم به عنوان مرکز این استان، بر اساس آخرین سرشماری نفوس و مسکن کشور در سال ۱۳۹۵، ۱۲۰۱۱۵۸ نفر جمعیت و ۳۵۶۹۷۶ خانوار داشته است که از این تعداد ۵۰.۷ درصد مرد و ۴۹.۳ درصد زن هستند. این کلانشهر مستقر در منطقه خشک جغرافیایی، دارای هشت منطقه شهری و ۱۳۶ محله شهری است. تصویر نقشه شماره (۱) موقعیت جغرافیایی شهر مقدس قم را در تقسیمات سیاسی کشور نشان می‌دهد.

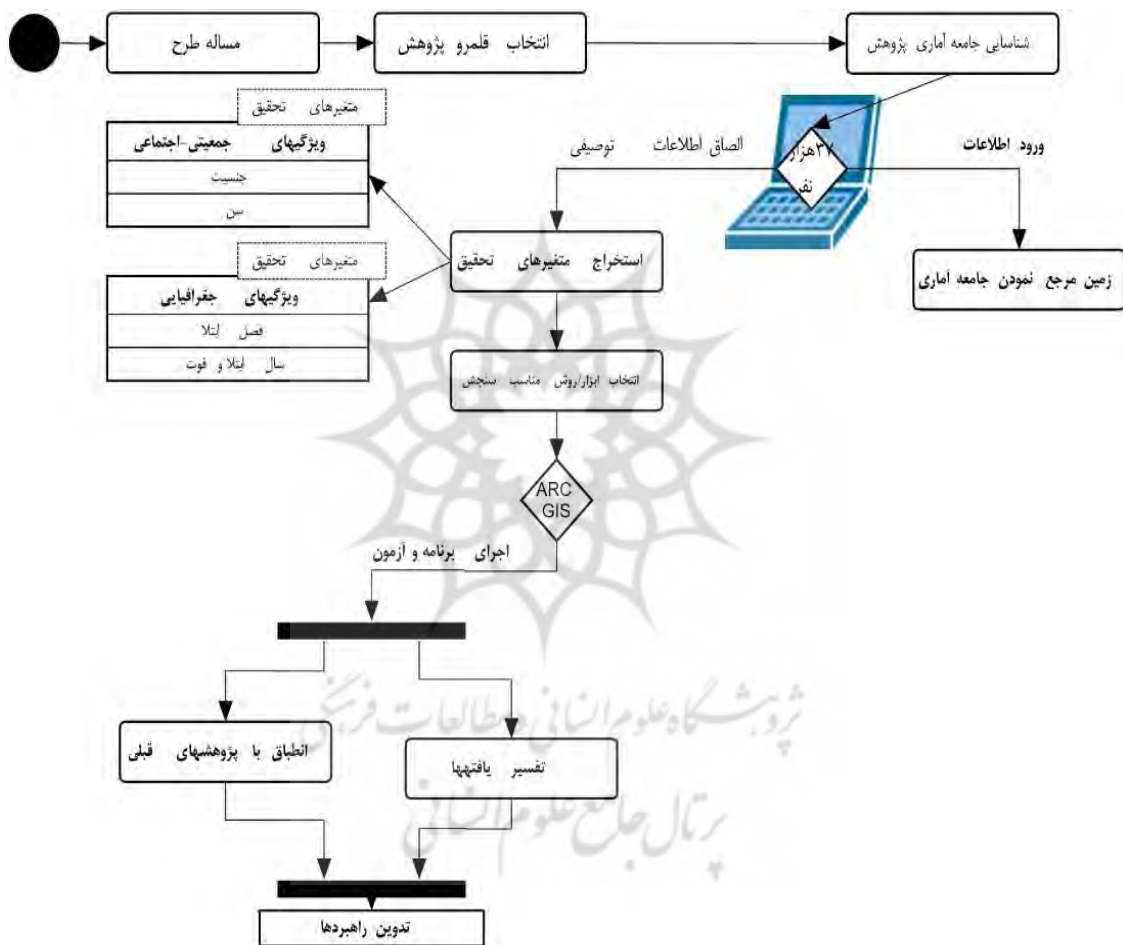


نقشه ۱. موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

۲-۲- روش پژوهش

نوع پژوهش در مطالعه حاضر به لحاظ هدف، کاربردی و از نظر ماهیت، مبتنی بر روش‌های توصیفی-تحلیلی است. همان‌طور که در تصویر شماره یک فرایند و متدولوژی تحقیق نیز نشان داده شده است جهت جمع‌آوری داده و اطلاعات افراد شناسایی شده و مبتلا به ویروس کووید ۱۹ طی بازه زمانی ۱۳۹۸ الی ۱۴۰۰، از پایگاه داده دانشگاه علوم پزشکی استان استفاده شد. در گام بعدی برای تعیین مختصات جغرافیایی این افراد، موقعیت مکانی هر فرد شناسایی شده در محیط نرم‌افزاری GIS^۲ بر روی بلوک‌های شهری تعیین شد. با بررسی تجارب و مطالعات جهانی و ملی در حوزه مطالعات مرتبط با تحلیل فضازمانی بیماری، متغیرهای مرتبط جهت بررسی این پژوهش مشخص شد. روش‌های شاخص نزدیک‌ترین همسایه (NNI) و آزمون موران از جمله روش‌های مورد استفاده در این پژوهش است. مدل موران جهانی و آماره عمومی G جهت اندازه‌گیری آماره‌های خودهمبستگی فضایی استفاده شد. این مدل نسبت به دیگر آماره‌ها جهت اندازه‌گیری خود همبستگی دقیق‌تر است (Mohammadi et al., 2022).



شکل ۱. فلوچارت فرایند و متدولوژی تحقیق

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

با بررسی مطالعات پیشین و اهداف پژوهش، شاخص‌های مورد نظر پژوهش در دو بعد اجتماعی-جمعیتی و جغرافیایی تفکیک شد. جدول شماره ۲ ابعاد و شاخص‌های مورد استفاده در پژوهش را نشان می‌دهد.

۱. پرونده افراد مبتلا به کوید ۱۹ از دانشگاه علوم پزشکی دریافت شده است و پژوهش بر اساس این اطلاعات انجام شده است.

جدول ۲. ابعاد و شاخص‌های مورد استفاده در پژوهش

ابعاد	شاخص	سنجه
ویژگی‌های اجتماعی-جمعیتی	جنسیت	جنسیت مرد و زن افراد مبتلا به کووید ۱۹ در هر محله
	سن	گروه‌های سنی زیر ۱۵ سال، بین ۱۵ تا ۶۵ سال و بیشتر از ۶۵ سال در هر محله را شامل می‌شود
	ملیت	شامل ملیت ایرانی و غیر ایرانی در هر محله است
	تراکم جمعیتی	نسبت جمعیت هر محله به مساحت هر محله
ویژگی‌های جغرافیایی	نرخ ابتلا	تعداد بیماران شناسایی شده تقسیم بر تعداد جمعیت محله ضربدر صد هزار نفر
	سال ابتلا	شامل سال‌های ۱۳۹۸، ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ است.
	سال فوت	شامل سال‌های ۱۳۹۸، ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ است.
	فصل ابتلا	شامل فصل‌های بهار، تابستان، پاییز و زمستان سال‌های ۱۳۹۸ الی ۱۴۰۰ است

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

۳- یافته‌ها

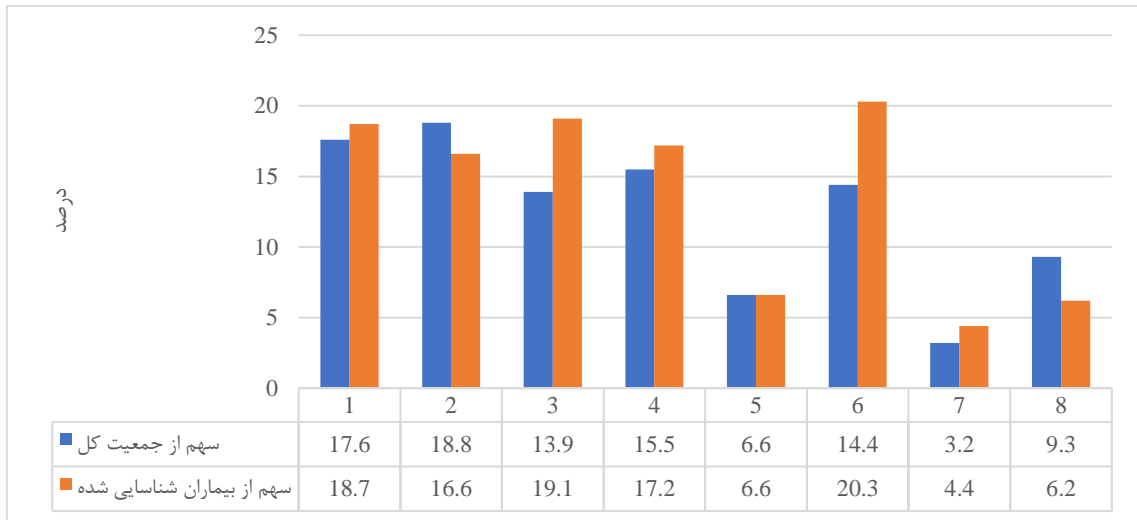
۳-۱- یافته‌های توصیفی

برای نخستین بار به صورت رسمی در سی بهمن ۱۳۹۸، مشاور وزیر بهداشت در گفت و گو با خبرنگاری فارس از فوت دو نفر به دلیل ابتلا به کرونا در قم خبر داد (خبرگزاری فارس، ۱۳۹۸). از این تاریخ تا آبان ماه ۱۴۰۰ در شهر مقدس قم بر اساس اعلام رسمی دانشگاه علوم پزشکی قم، بیش از ۳۹ هزار مورد بود که با توجه به خارج از محدوده‌ی شهری بودن تعدادی از آن‌ها، در نهایت و پس از حذف موارد بیرون از شهر قم، تعداد ۳۶ هزار نفر بیمار مبتلا به ویروس کووید ۱۹ مورد بررسی قرار گرفت. همان‌طور که جدول شماره ۳ و نمودار شماره نیز نشان می‌دهد، منطقه ۲ و ۷ به ترتیب بیشتری و کمترین سهم از جمعیت شهر مقدس قم را دارد، این در حالی است که میزان افراد مبتلا به کووید ۱۹ در مناطق ۶ و ۷ به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار است.

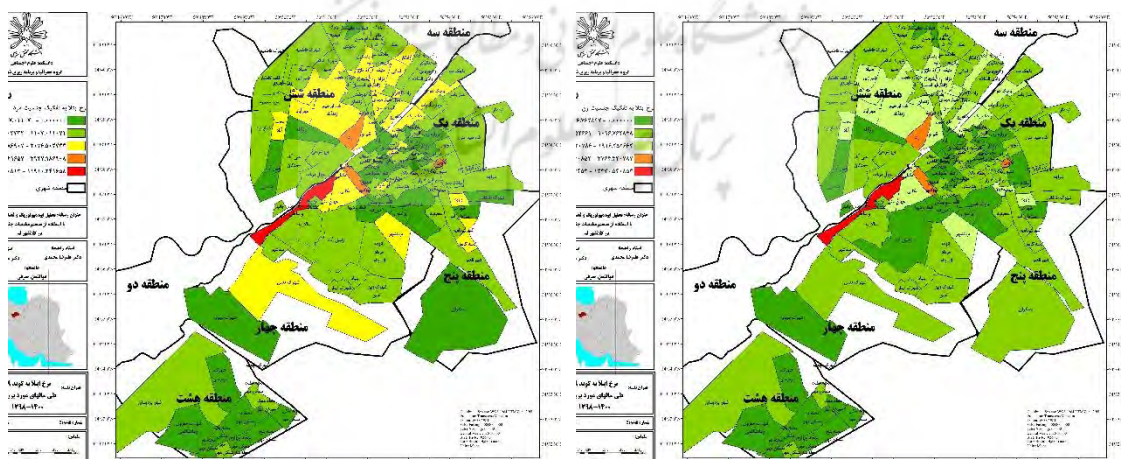
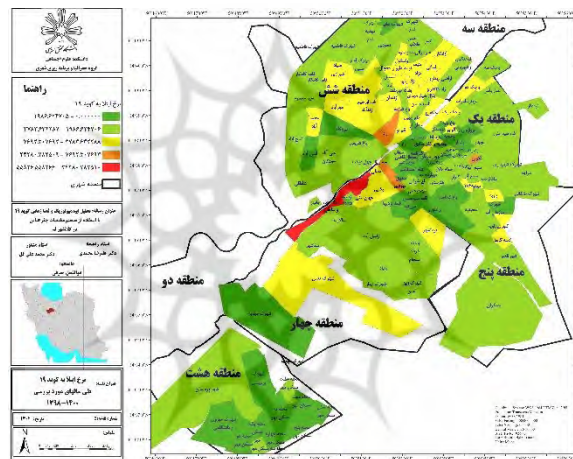
جدول ۳. تعداد جامعه آماری پژوهش به تفکیک منطقه شهری

منطقه	جمعیت کل		جمعیت کل بیماران		بیماران زن		تعداد فوت‌شدگان	
	نفر	درصد	نفر	درصد	بیماران مرد	بیماران زن	نفر	درصد
۱	۲۱۵۷۸۲	۱۷.۶	۶۱۲۱	۱۸.۷	۳۲۶۱	۲۸۵۹	۶۲۰	۱۶.۵
۲	۲۲۹۹۵۶	۱۸.۸	۵۴۲۱	۱۶.۶	۲۶۹۷	۲۷۲۳	۵۲۹	۱۴.۱۱
۳	۱۷۰۷۳۴	۱۳.۹	۶۲۳۸	۱۹.۱	۳۲۵۶	۲۹۸۲	۸۱۵	۲۱.۷۵
۴	۱۹۰۴۵۴	۱۵.۵	۵۶۴۲	۱۷.۲	۲۹۸۵	۲۶۵۷	۵۱۴	۱۳.۷۱
۵	۸۰۸۹۱	۶.۶	۳۱۶۸	۶.۶	۱۰۷۶	۱۰۹۲	۲۰۷	۵.۵۲
۶	۱۷۶۹۲۰	۱۴.۴	۶۶۵۸	۲۰.۳	۳۳۴۸	۳۳۱۰	۷۸۴	۲۰.۹۲
۷	۳۸۷۷۱	۳.۲	۱۴۳۸	۴.۴	۷۳۲	۷۰۶	۱۶۹	۴.۵۱
۸	۱۲۱۲۹۸	۹.۳	۲۰۴۳	۶.۲	۱۰۹۸	۹۴۴	۱۰۹	۲.۹۰
مجموع	۱۲۲۴۸۰۶	۱۰۰	۳۲۷۲۹	۱۰۰	۱۸۴۵۳	۱۷۲۷۳	۳۷۴۷	۱۰۰

مأخذ: سرشماری ۱۳۹۵ و دانشگاه علوم پزشکی استان قم



شکل ۲. سهم مناطق مختلف شهر قم از کل جمعیت شهر و افراد مبتلا به کووید ۱۹
 مأخذ: سرشماری ۱۳۹۵ و دانشگاه علوم پزشکی استان قم



نقشه ۲. نرخ بیماران شناسایی شده محلات شهر قم به تفکیک جنسیت
 مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

بر اساس اطلاعات اخذ شده از دانشگاه علوم پزشکی و تفکیک بیماران شناسایی شده برحسب محلات شهری قم، ۲۰ محله از ۱۳۶ محله شهر قم، بیش از ۵۰ درصد جمعیت شهر قم و بیماران شناسایی شده را به خود اختصاص داده‌اند. در این میان، هفت محله

شاه ابراهیم زندآباد، نیروگاه، زنبیل آباد، علی‌آباد سعدگان، شیخ‌آباد، شهر قائم و نخودی، نزدیک به ۳۰ درصد جمعیت را به خود اختصاص داده‌اند که در این میان، ۳۰ درصد از بیماران کرونایی نیز مربوط به همین محلات است. بر اساس نرخ بیماران شناسایی شده، محلات در پنج گروه قابل تقسیم‌بندی است. محلات با نرخ بالای بیماری که شامل محلات مصلی و بلوار امین و ساحلی است که در نقشه شماره ۲ به رنگ قرمز نمایش داده شده است. محله نکویی با رنگ نارنجی و محلات خاکفرج، حنیف نژاد، باجک دو، هنرستان، دورشهر، رضویه، حاج زینل به عنوان محلات زرد مشخص شده است. نقشه شماره ۲ نرخ بیماران شناسایی شده محلات شهر قم را به تفکیک جنسیت (مرد و زن) نشان می‌دهد.

۳-۲- یافته‌های تحلیلی

تحلیل الگوی ابتلا به کووید ۱۹ در محلات شهر قم

این پژوهش بر مبنای دو فرضیه تدوین شده است. به این صورت که آیا توزیع جغرافیایی کووید ۱۹ در میان شهروندان قمی، از الگوی خوشه‌ای و متمرکز پیروی می‌کند و یا خیر و دومین فرضیه نیز به دنبال این پاسخ است که آیا میان ویژگی‌های مرتبط جمعیتی و جغرافیایی در محلات شهری و تعداد مبتلایان به کووید ۱۹ ارتباط معناداری وجود دارد یا خیر. فرضیه اول به این موضوع می‌پردازد که توزیع جغرافیایی نقاط شناسایی بیماری کووید ۱۹ در میان شهروندان قمی از الگوی خوشه‌ای و متمرکز پیروی می‌کند یا خیر. بنا بر ماهیت جغرافیایی این فرضیه، فرض بر وجود و شکل‌گیری کانون یا کانون‌های متمرکز افراد مبتلا به کووید ۱۹ است. جهت شناسایی و تحلیل الگوهای فضایی مرتبط با بیماران مبتلا به کووید ۱۹ از آزمون خوشه‌بندی استفاده شده است. روش‌های مختلفی برای آزمون و سنجش خوشه‌بندی به کار می‌رود که شاخص نزدیک‌ترین همسایه (NNI) یکی از بهترین موارد این آزمون‌هاست. این آماره روشی مناسب جهت آزمون تمرکز افراد مبتلا به کووید ۱۹ در یک محدوده جغرافیایی است. این آزمون در واقع پاسخ به این پرسش است که آیا داده‌های مبتلایان به کووید ۱۹، توزیع خوشه‌ای دارند؟ به بیان دیگر آیا توزیع مبتلایان در شهر به صورت تصادفی و یکنواخت است و یا به صورت کانون درآمده است؟ اگر توزیع داده‌ها خوشه‌ای نباشد، کانون مبتلایان به بیماری شکل نگرفته و دیگر نیازی نیست که محقق به شناسایی کانون بپردازد.

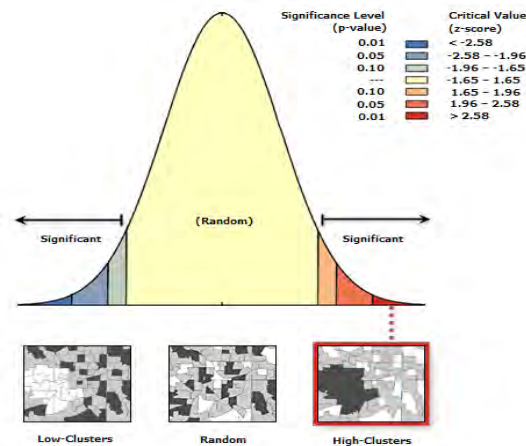
جدول ۳. شاخص نزدیک‌ترین همسایه

مبتلایان به کووید ۱۹	NNRatio	Z-Score	P-Value	مقدار مورد انتظار	مقدار مشاهده	نوع توزیع فضایی
مبتلایان به کووید ۱۹	۰.۶۶۰۴۴۷	-۱۲۲.۷۸۴	۰.۰۰۰۰۰	۳۵.۶۲۴۵	۲۳.۵۲۸۱	خوشه‌ای

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

اگر مقدار آماره نزدیک‌ترین همسایه از یک کمتر باشد، خوشه‌ای بودن ابتلا به بیماری کووید را نشان می‌دهد. نمره Z نیز جهت اطمینان از صحت آزمون شاخص نزدیک‌ترین همسایه به کار می‌رود. نتیجه آزمون شاخص نزدیک‌ترین همسایه برای ابتلا به کووید ۱۹ در شهر قم برابر با ۰.۶۶۰۴ است. همان‌طور که جدول شماره ۳ نیز نشان می‌دهد، می‌توان گفت که توزیع نقاط مربوطه از نظر آماری خوشه‌ای بوده و از الگوی متمرکز پیروی می‌کند. مقدار Z برای صحت آزمون شاخص نزدیک‌ترین همسایه به کار می‌رود. نتیجه مقدار Z شدت و احتمال خوشه‌ای بودن و تصادفی بودن را نشان می‌دهد. با توجه به عدد ۰.۱۲۲- با سطح اطمینان ۹۹ درصد می‌توان خوشه‌ای بودن ابتلا به کووید ۱۹ در شهر قم را تأیید کرد. میزان بزرگی و منفی بودن این عدد نیز شدت قوی‌تر بودن رابطه را نشان می‌دهد. این مقدار خوشه‌ای بودن کامل ابتلا به کووید ۱۹ در شهر قم را نشان می‌دهد. خوشه‌ای بودن و تمرکز ابتلا به کووید ۱۹ در برخی محدوده‌های جغرافیایی شهر حکایت از پاک بودن محدوده‌های دیگر در سطح شهر دارد. مقدار مورد انتظار ۳۵.۶۲ و مقدار مشاهده شده ۲۳.۵۲ است که به این معنی است که انتظار می‌رفت به فاصله هر ۳۵.۶۲ متر یک فرد به بیماری کووید مبتلا شود، اما این میزان به فاصله هر ۲۳.۵۲ متر است (جدول شماره ۳).

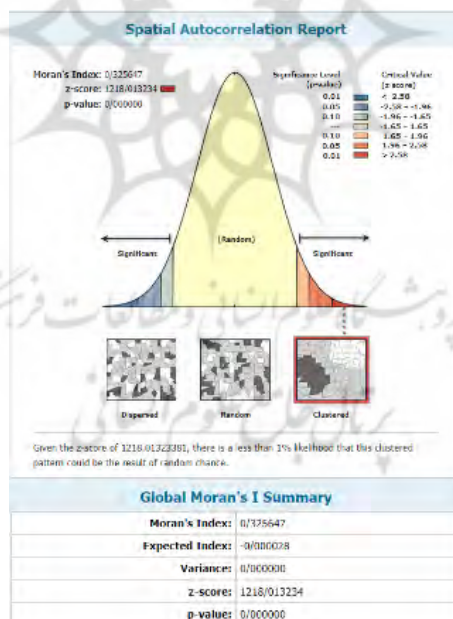
در گام دوم از ابزار خوشه‌بندی زیاد/کم استفاده شد. با توجه به نتایج این تحلیل و مقدار امتیاز استاندارد Z و مقدار p-Value، نتیجه می‌گیریم که خوشه‌بندی قوی میان افراد مبتلا به کووید ۱۹ در محلات شهر قم وجود دارد (شکل شماره ۳).



شکل ۳. خروجی آزمون خوشه‌بندی زیاد/کم در محیط نرم‌افزار ARCGIS

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

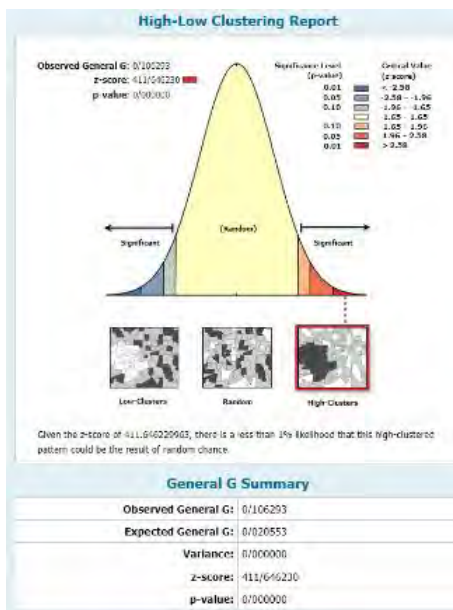
از سوی دیگر جهت تحلیل فضایی توزیع مشخصی از شاخص‌ها و اتکا بر ارزش‌های همسایگی از مدل موران استفاده شد. نتایج حاصل از کاربرد شاخص موران در توزیع نرخ ابتلا به کووید ۱۹ در محلات شهر قم برابر با ۰.۳۲۵۶ است. با توجه به مقدار به دست آمده، می‌توان گفت داده‌ها خودهمبستگی فضایی دارند. همچنین آماره Z-score محاسبه شده برابر با ۱۲۱۸.۰۱۳۲۳ و سطح معناداری ۰.۰۰۰۰، بزرگ‌تر از مقدار مورد انتظار ۰.۰۰۰۰۲۸ است. لذا بنا بر اجرای آزمون موران جهانی می‌توان استنباط کرد که نرخ ابتلا به کووید ۱۹ در میان شهروندان در محلات شهر قم از الگوی خوشه‌ای تبعیت می‌کند؛ یعنی محلات با تعداد بالا و پایین نرخ ابتلا به کووید ۱۹ در مجاورت یکدیگر و همسایگی هم قرار دارند. شکل شماره ۴ خلاصه آماری موران را نشان می‌دهد.



شکل ۴. گزارش تصویری اجرای آزمون خودهمبستگی فضایی موران در محیط ARCGIS

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

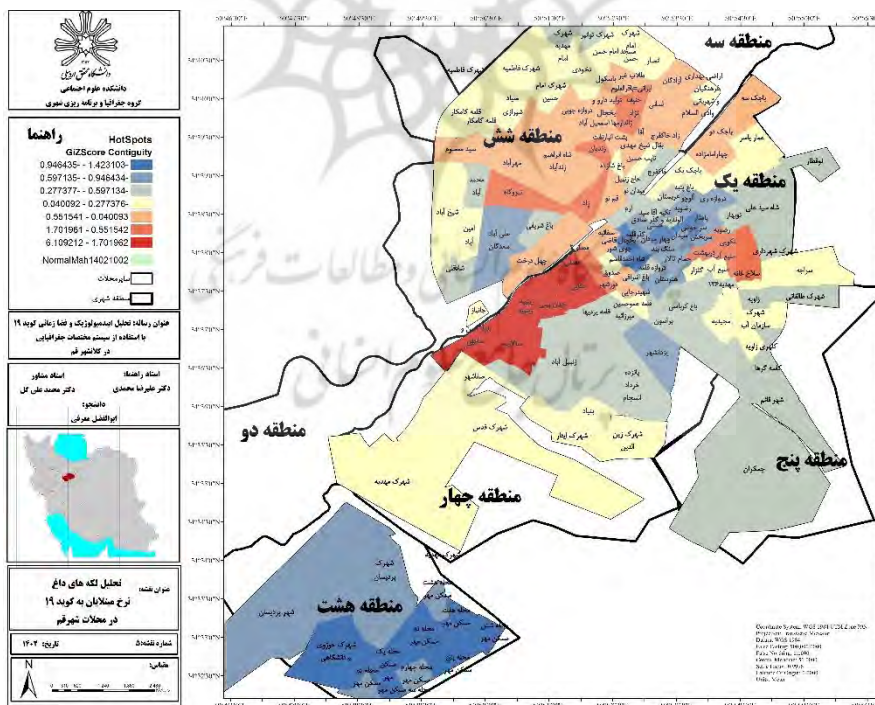
از نتایج حاصل از تحلیل موران نمی‌توان به شناسایی انواعی از طبقه‌بندی الگوهای فضایی پرداخت؛ لذا تحلیل آماره عمومی G برای این منظور مورد استفاده قرار گرفت. مقدار G برابر با ۰.۱۰۶۲۹۳ و امتیاز Z آن برابر با ۴۱۱.۶۴۶۲۳۰ که در سطح معنادار ۰.۰۰۰۰ است. مثبت بودن مقدار Z، حکایت از این دارد که مبتلایان به ویروس کووید ۱۹ در محلات شهر قم از نوع خوشه‌ای با نقاط تمرکز بالا است؛ که نشانگر این است که تمرکز بالایی ابتلا به بیماری در مجاورت یکدیگر قرار دارند (شکل شماره ۵).



شکل ۵. نتایج آماره آزمون G در ارزیابی الگوی فضایی ابتلا به کووید ۱۹ در محلات شهر قم

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

خودهمبستگی فضایی موران جهانی و آماره عمومی G، نوع الگو را مشخص می‌کند. جهت نمایش توزیع فضایی الگوی ابتلا به کووید ۱۹ در محلات شهر قم، از آماره گتیس-آردجی^۱ استفاده شد تا از محله‌های دارای خوشه‌هایی با میزان ابتلای بالا و پایین اطمینان حاصل شود. این آماره در واقع نوعی امتیاز Z است. در امتیاز Z مثبت و معنادار از نظر آماری، هر چه این امتیاز بزرگ‌تر باشد، مقادیر بالا به میزان زیادی خوشه‌بندی و لکه داغ تشکیل می‌شود و برعکس.



نقشه ۳. تحلیل لکه‌های داغ مبتلایان به کووید ۱۹ در محلات شهر قم

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

همان‌طور که نقشه شماره ۳ نیز نشان می‌دهد، محلات امین‌آباد، علی‌آباد سعدگان، باغ شریفی، نیروگاه، مهرآباد، شاه ابراهیم زندآباد، نخودی و زنبیل آباد دارایی خودهمبستگی فضایی مثبت و با میزان ابتلای بالاتر در سطح اطمینان ۹۹ درصد است. در مقابل محلات زندیان، شیخ مهدی نایب، آقابقال، زاندارها در منطقه سه شهرداری و محلات رضویه، پامنار، چهل اختران، دروازه کاشان، دربهبشت، با کمترین میزان نقاط داغ در سطح اطمینان ۹۹ درصد قرار دارند. محلات شهر پردیسان، شهرک قدس، پانزده خرداد (انسجام)، شهر قائم، شیخ‌آباد و شهرک امام حسین با میزان بالای ابتلا در سطح اطمینان ۹۵ درصد است.

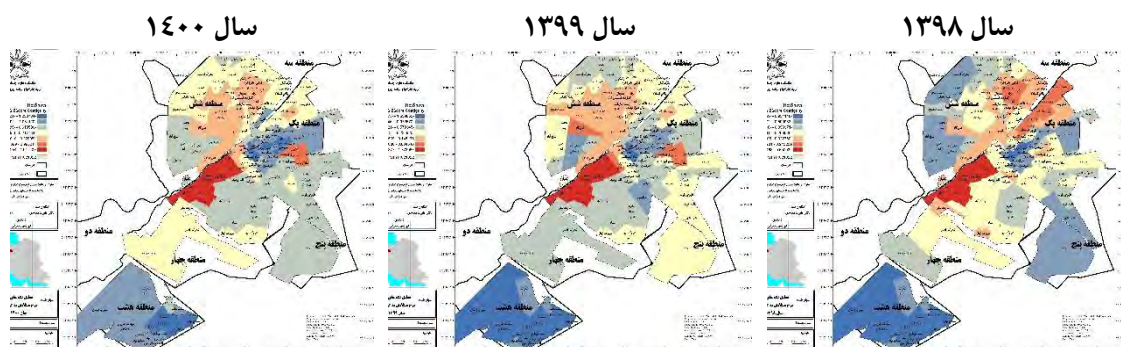
۳-۳- مدل‌سازی عوامل مؤثر در ابتلا و مرگ‌ومیر ناشی از ابتلا به ویروس کووید ۱۹ در محلات شهر قم
همان‌طور که جدول شماره ۴ نیز نشان می‌دهد ۲۳ شاخص مورد بررسی، الگوی فضایی خوشه‌ای دارند؛ لذا فرض صفر مبنی بر خودهمبستگی فضایی تأیید می‌گردد. در نتیجه می‌توان از شاخص‌های مذکور جهت آنالیز فضایی (مکانی) استفاده کرد.

جدول ۴. نتایج آزمون موران برای ۲۳ شاخص مورد بررسی

pattern	p-Value	Z-score	Expected I	Moran SI	نوع متغیر	نام متغیر
Clustered	۰.۰۰۰	۶.۳۸۷۴۸۸	-۰.۰۰۷۴۰۷	۰.۱۴۴۲۱۶	وابسته	تعداد افراد مبتلا به کووید ۱۹
Clustered	۰.۰۰۰	۶.۳۷۱۳۶۸	-۰.۰۰۷۴۰۷	۰.۱۴۳۵۳۹	مستقل	تعداد ابتلا زنان
Clustered	۰.۰۰۰	۷.۶۹۱۳۷۴	-۰.۰۰۷۴۰۷	۰.۱۷۷۷۰۷	مستقل	تعداد ابتلا مردان
Clustered	۰.۰۰۰	۱۲۱۸.۰۱۳۲۳	۰.۰۰۰۰۲۸	۰.۳۲۵۶۴۷	وابسته	نرخ ابتلا
Clustered	۰.۰۰۰	۱۳.۸۶۵۵۲	-۰.۰۰۷۴۰۷	۰.۳۳۷۳۸۵	مستقل	تراکم جمعیتی
Clustered	۰.۰۰۰	۱۹.۷۶۱۳۶	-۰.۰۰۰۰۲۸	۰.۰۰۵۲۶۰	مستقل	ملیت ایرانی
Clustered	۰.۰۰۰	۱۹.۷۶۴۴۳	-۰.۰۰۰۰۲۸	۰.۰۰۵۲۶۱	مستقل	ملیت غیر ایرانی
Clustered	۰.۰۰۰	۱۷۵.۱۹۶۶۹	-۰.۰۰۰۰۲۸	۰.۰۴۶۸۹۲	مستقل	ملیت
Clustered	۰.۰۰۰	۱۵.۲۶۸۸۴	-۰.۰۰۰۰۲۸	۰.۰۰۴۰۶۱	مستقل	سن مبتلایان زیر ۱۵ سال
Clustered	۰.۰۰۰	۵۶.۱۳۹۹۶۸	-۰.۰۰۰۰۲۸	۰.۰۱۵۰۰۹	مستقل	۱۵ تا ۶۵ سال
Clustered	۰.۰۰۰	۷۳.۱۲۳۱۰۸	-۰.۰۰۰۰۲۸	۰.۰۱۹۵۵۸	مستقل	بالاتر از ۶۵ سال
Clustered	۰.۰۰۰	۱۶.۷۱۵۰۲۳	-۰.۰۰۰۰۲۸	۰.۰۰۴۴۴۸	مستقل	سال ابتلا ۱۳۹۸
Clustered	۰.۰۰۰	۲۳.۰۵۲۷۷۵	-۰.۰۰۰۰۲۸	۰.۰۰۶۱۴۵	مستقل	۱۳۹۹
Clustered	۰.۰۰۰	۱۵.۲۲۶۲۳۳	-۰.۰۰۰۰۲۸	۰.۰۰۴۰۵۰	مستقل	۱۴۰۰
Clustered	۰.۰۰۰	۱۶.۴۱۴۷۳۵	-۰.۰۰۰۰۲۸	۰.۰۰۴۳۶۸	مستقل	زمستان ۱۳۹۸
random	۰.۷۰۶۰۱۶	۰.۳۷۷۲۱۲	-۰.۰۰۰۰۲۸	۰.۰۰۰۰۷۳	مستقل	زمستان ۱۳۹۹
random	۰.۳۴۷۵۴۹	-۰.۹۳۹۳۵۴	-۰.۰۰۰۰۲۸	-۰.۰۰۰۰۲۶۷	مستقل	زمستان ۱۴۰۰
Clustered	۰.۰۰۰	۵.۸۴۰۱۶۹	-۰.۰۰۰۰۲۸	۰.۰۰۱۵۳۶	مستقل	بهار ۱۳۹۹
Clustered	۰.۰۰۰	۴.۹۴۸۶۳۰	-۰.۰۰۰۰۲۸	۰.۰۰۱۲۹۷	مستقل	بهار ۱۴۰۰
Clustered	۰.۰۰۰	۴.۸۰۳۰۹۷	-۰.۰۰۰۰۲۸	۰.۰۰۱۲۵۸	مستقل	پاییز ۱۳۹۹
Clustered	۰.۰۰۰	۸.۹۷۱۹۷۲	-۰.۰۰۰۰۲۸	۰.۰۰۲۳۷۵	مستقل	پاییز ۱۴۰۰
Clustered	۰.۰۰۰	۱۲.۲۴۸۹۴۵	-۰.۰۰۰۰۲۸	۰.۰۰۳۲۵۳	مستقل	تابستان ۱۳۹۹
Clustered	۰.۰۰۰	۱۵.۲۲۶۲۳۳	-۰.۰۰۰۰۲۸	۰.۰۰۴۰۵۰	مستقل	تابستان ۱۴۰۰
Clustered	۰.۰۰۰	۱۳.۴۸۹۷۵۹	-۰.۰۰۰۰۲۸	۰.۰۰۳۵۸۵	مستقل	سال
Clustered	۰.۰۰۰	۶.۳۶۵۹۸۹	-۰.۰۰۷۴۰۷	۰.۱۲۶۵۶۲	مستقل	فوت بیماران مبتلا تعداد

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

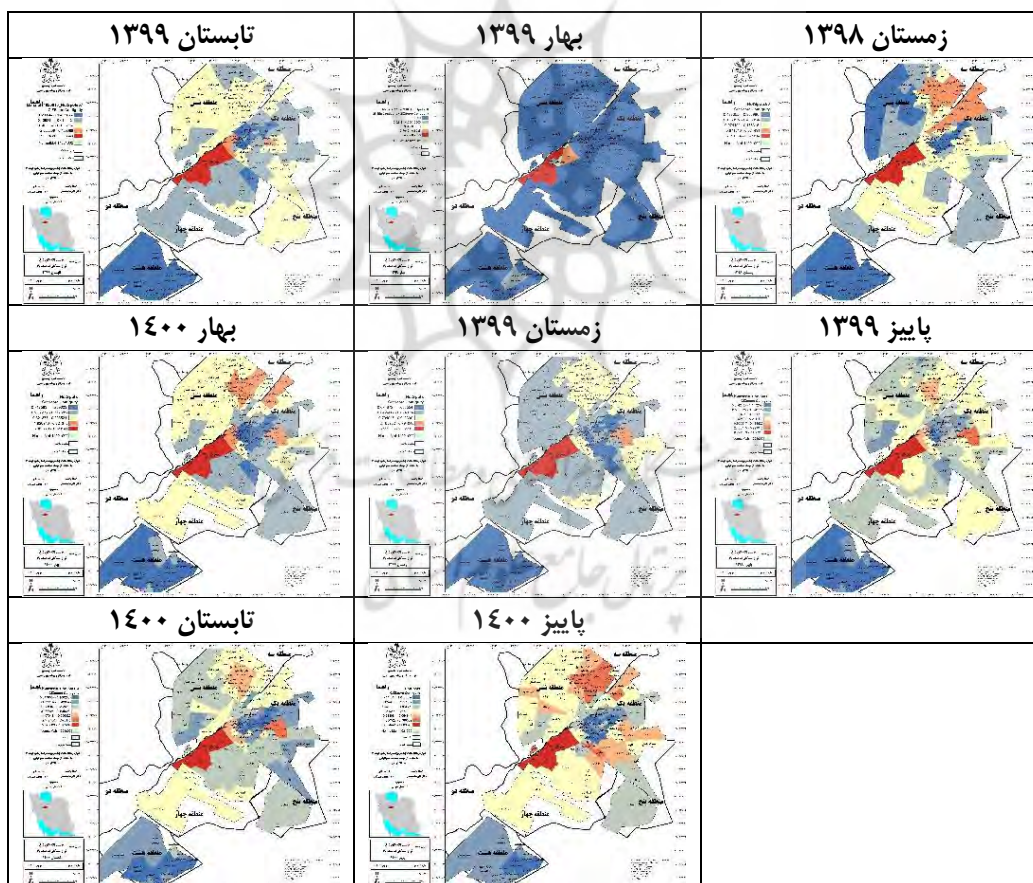
همان‌طور که نقشه شماره ۴، تحلیل نقاط داغ مبتلایان به کووید ۱۹ طی سال‌های ۱۳۹۸، ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ نشان می‌دهد، تعداد محلات درگیر به ویروس کووید ۱۹ سالانه افزایش داشته است. آنچه از تحلیل نقاط داغ محلات طی سال‌های مورد بررسی حاصل می‌شود این است که محلات با شرایط حاد ابتلا به بیماری کووید ۱۹ طی سال‌های مختلف تغییر می‌کند.



نقشه ۴. تحلیل نقاط داغ ابتلا به کووید ۱۹ در محلات شهر قم طی سال‌های مورد بررسی

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

همچنین همان‌طور که تحلیل نقاط داغ کووید ۱۹ در فصول مختلف سال طی سال‌های گسترش این ویروس در استان قم در نقشه شماره ۵ نیز نشان می‌دهد، طی سه زمستان ۱۳۹۸، ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ نقاط داغ به میزان قابل توجهی کاهش پیدا می‌کند. حرکت نقاط داغ در محلات مختلف شهر و تغییر آن در محلات قابل توجه است. به نظر می‌رسد سیاست‌های پیشگیرانه و مراقبتی و بهداشتی در محلاتی که وضعیت نامناسبی داشته است موجب شده است تا در فصول مختلف این محلات، وضعیت متفاوتی داشته باشند.



نقشه ۵. تحلیل نقاط داغ ابتلا به کووید ۱۹ در محلات شهر قم طی سال‌های مورد بررسی به تفکیک فصول سال

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

۴- بحث و نتیجه‌گیری

یکی از چالش‌ها و مخاطراتی که در طول تاریخ، حیات شهرها به‌ویژه شهرهای واقع در مناطق خشک را با خطر مواجه می‌نمود، شیوع بیماری‌های همه‌گیر است. این مسئله زمانی حاد می‌گردد که دیگر شرایط جغرافیایی و اقلیمی روند سکونت در شهر را با مشکل مواجه می‌نماید. این پدیده مختص به زمان و مکان خاص نبوده و همواره برای مدیران و تصمیم‌گیران شهری، چالش‌های مختلفی را ایجاد کرده است. با پیدایش ویروس عالم‌گیر کووید ۱۹ و سویه‌های مختلف آن، مباحث مختلفی در خصوص نظم نوین شهرها مطرح شد.

پژوهش حاضر با دو فرضیه شناخت رابطه جمعیت و تعداد مبتلایان به کووید در سطح محلات شهری مناطق خشک و یافتن الگوی پراکنش این بیماری در سطح شهر قم، بیماران مبتلا به کووید ۱۹ و سویه‌های مختلف آن را طی سال‌های ۱۳۹۸-۱۴۰۰ را با استفاده از آزمون‌های GI و NNI در محیط نرم‌افزار ARC GIS مورد بررسی قرار داده است. نتایج نشان داد که میان جمعیت محلات شهر قم و تعداد مبتلایان به کووید ۱۹ رابطه معناداری وجود دارد و این بیماری در سطح شهر قم از الگوی خوشه‌ای پیروی می‌کند. در الگوی خوشه‌ای، قسمت شرق قم به عنوان نقاط قرمز و قسمت غرب شهر قم به عنوان نقاط پاک شناسایی شد. همچنین بر اساس آزمون موران مشخص شد که داده‌های مرتبط با بیماری کووید ۱۹ در محلات شهر قم، خودهمبستگی فضایی دارند و بر این اساس می‌توان استنباط کرد که نرخ ابتلا به کووید ۱۹ در میان شهروندان در محلات شهر قم از الگوی خوشه‌ای تبعیت می‌کند؛ یعنی محلات با تعداد بالا و پایین نرخ ابتلا به کووید ۱۹ در مجاورت یکدیگر و همسایگی هم قرار دارند.

در گام دیگر از آماره عمومی G برای شناسایی طبقه‌بندی الگوهای فضایی استفاده شد که بر این اساس مشخص شد مبتلایان به ویروس کووید ۱۹ در محلات شهر قم از نوع خوشه‌ای، با نقاط تمرکز بالا است که نشانگر این است که تمرکز بالای ابتلا به بیماری در مجاورت یکدیگر قرار دارند. در ادامه از آماره گتیس آردجی، جهت نمایش توزیع فضایی الگوی ابتلا استفاده شد و بر این اساس مشخص شد که محلات امین‌آباد، علی‌آباد سعدگان، باغ شریفی، نیروگاه، مهرآباد، شاه ابراهیم زندآباد، نخودی و زنبیل آباد دارای خودهمبستگی فضایی مثبت و با میزان ابتلای بالاتر در سطح اطمینان ۹۹ درصد است.

متغیرهای تراکم جمعیتی، ملیت، سن مبتلایان، سال ابتلا و فصل ابتلا به بیماری مورد آزمون قرار گرفت که مشخص شد این شاخص‌ها در محلات شهر قم، از الگوی خوشه‌ای تبعیت می‌کنند. در این میان شاخص موران برای تراکم جمعیتی و نرخ ابتلا به کووید ۱۹ بیشترین میزان را دارند. با بررسی و تحلیل نقاط داغ مبتلایان به کووید ۱۹ طی سال‌های ۱۳۹۸، ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ مشخص گردید که این مورد برای محلات، طی سال‌های مختلف تغییر کرده است. همچنین برای فصول مختلف سال، مشخص گردید که طی سه زمستان مورد بررسی، نقاط داغ به میزان قابل توجهی کاهش و در فصول تابستان افزایش پیدا کرده است.

در این میان هفت محله شاه ابراهیم زندآباد، نیروگاه، زنبیل آباد، علی‌آباد سعدگان، شیخ‌آباد، شهر قائم و نخودی، نزدیک به ۳۰ درصد جمعیت را به خود اختصاص داده‌اند که در این میان، ۳۰ درصد از بیماران کرونایی نیز مربوط به همین محلات است. بر اساس اجرای آزمون Gi در محیط ARC GIS محلات باجک یک، خاکفرج، نیروگاه و شهر پردیسان به عنوان محلات قرمز (دارای بیشترین فراوانی گزارش شده) و محلات شهرک حوزوی و دانشگاهی و شهرک فاطمیه به عنوان محلات آبی (دارای کمترین فراوانی گزارش شده) شناخته شد.

طی سال‌های اخیر مطالعات زیادی در حوزه بیماری کووید و شهرها انجام شده است که در ادامه به مقایسه نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های دیگر پژوهشگران پرداخته می‌شود. در این پژوهش نیز همانند پژوهش انجام گرفته توسط لیو و همکاران (Liu et al., 2020)، مشخص گردید که توزیع مکانی و زمانی کووید ۱۹، الگوی خوشه‌ای دارد. از سوی دیگر با بررسی شاخص‌های جنسیت، سن، ملیت، تراکم جمعیتی، نرخ ابتلا، سال ابتلا و سال فوت و همچنین فصل ابتلا مشخص گردید که نتایج این پژوهش همسو با پژوهشگرانی چون البرتومنتو-اردیالیز و همکاران (AlbertoMateo-Urdiales et al., 2021)، ماندال و همکاران (Mondal et al., 2022)، لی و همکاران (Lee et al., 2021)، کاشکان و همکاران (Coşkun et al., 2021)، هان و همکاران (Han et al., 2021)، والفورد (Walford, 2020)، یه و کیو (Ye & Qiu, 2021)، کیانفر و مسگری (Kianfar & Mesgari, 2022)، یانگ و همکاران (Yang et al., 2021)، کیم و لیم (Kim & Lym, 2022)، کیلودران (Claudio S. Quilodrán, 2021)، الواروبریز ردن و انجل سرانو اراکا (ÁlvaroBriz-Redón & ÁngelSerrano-Aroca, 2022)، کربی (Kirby, 2017)، لیو (Liu, 2021) و کوادرس و همکاران (Cuadros et al., 2020) است.

به بیان دیگر همانند پژوهش البرتومتو-اردیالیز و همکاران (AlbertoMateo-Urdiales et al., 2021) به این نتیجه رسیده‌ایم که تعداد جمعیت خانوار محلات با میزان ابتلا به کووید ۱۹ همخوانی دارد. همچنین همانند افرادی چون سامونا ماندال (SumonaMondal, 2022) وانهی لی (Whanhee Lee, 2021)، یی و همکاران (Yi et al., 2021)، البرتومتو اردیالیز و همکارانشان (AlbertoMateo-Urdiales et al., 2021) و همچنین با پژوهش والفورد (Walford, 2020) و یه و کیو (Ye & Qiu, 2021)، در این خصوص که تراکم جمعیت با میزان ابتلا به کووید ۱۹ در محلات شهر قم ارتباط دارد، همسو است. همچنین از نظر ارتباط ملیت با ابتلا به کووید ۱۹ در محلات شهری نیز همسو با پژوهش یانگ (Yang, 2021) و وانهی لی و همکارانش (Whanhee Lee et al., 2021) و همکارانشان است. با توجه به اینکه در فصول مختلف سال، میانگین دما تغییر محسوسی دارد و این اختلاف دما و تغییر فصل با کووید ۱۹ ارتباط مستقیم دارد. در واقع این پژوهش با تحقیقات افرادی چون لیم و همکاران (Lym et al., 2022) و الواروبریز ردن و انجل سرانو آروکا (Álvaro Briz-Redón & Ángel Serrano-Aroca, 2020) همسو است.

سومانا ماندال و همکاران خوشه‌بندی شهرستان‌های نیویورک را در ارتباط با جمعیت و محیط بر اساس آلودگی یا مرگ ناشی از کووید ۱۹ بررسی کرده و به این نتیجه می‌رسد که خوشه‌هایی که دورتر از نیویورک قرار داشتند، میزان ابتلا و مرگ کمتری داشته‌اند (Mondal et al., 2022). وانهی لی و همکاران مشخص کرده است (Whanhee Lee, 2021) که افرادی که در مناطق جمعیتی با تراکم بالاتر زندگی می‌کنند در برابر شیوع کووید ۱۹ آسیب‌پذیری بیشتری دارند. این موضوع نیز در پژوهش حاضر تأیید شد. در واقع محلات مرکزی شهر و نقاط با تراکم جمعیتی بالا، بیشترین افراد مبتلا به کووید ۱۹ و فوت ناشی از این ابتلا را دارند. در تحقیقی با عنوان زمینه جمعیتی و اجتماعی مرگ‌ومیر در طول زمان شیوع وبا در سال ۱۸۵۴ در سوهو، لندن، ارزیابی مجدد تحقیقات دکتر جان اسنو، با دریافت اطلاعات سرشماری جمعیت سال ۱۸۵۴ و پایگاه داده توپوگرافی و داده‌های مرگ‌ومیر به این نتیجه می‌رسد که مرگ‌ومیر در گروه‌های شغلی و سنی خاص و ساکنین مناطق با تراکم بالای مسکونی بیشتر است (Walford, 2021).

بررسی پژوهش حاضر با دیگر پژوهش‌های مشابه نشان می‌دهد که شیوع و همه‌گیری کووید ۱۹ در برخی از محلات شهر قم نسبت به دیگر محلات شرایط حادث‌تری دارند. در واقع قسمت غربی شهر قم که بیشتر محلات قدیمی شهر را نیز شامل می‌شود؛ به عنوان کانون تجمع نهادهای عمومی و مراکز خرید و دیگر کاربری‌های عمومی شناخته می‌شود، در شرایط نامناسبی قرار دارند و لازم است در برنامه‌ریزی شهری و سیاست‌گذاری‌های شهری به آن توجه ویژه شود.

با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر و نتایج حاصل از شاخص‌های مطالعه شده می‌توان بسته‌های سیاستی متناسب با همه‌گیری را در سه سطح محله محور، سرمایه اجتماعی و مدیریت واحد شهری پیشنهاد داد. این بسته سیاستی می‌تواند سیاست‌گذاری‌های واحد در مدیریت شهری را دنبال کند. در واقع عملکرد محله محوری مدیریت شهری، سرمایه اجتماعی را نیز افزایش می‌دهد. از سوی دیگر افزایش سرمایه اجتماعی در سطح محلات، نظام بهداشت و مراقبت شهر را نیز بهبود می‌بخشد.

در حال حاضر نظام مدیریت در شهرهای کشور، از سیستم مدیریت یکپارچه تبعیت نمی‌کند و سازمان‌ها و نهادها در تصمیم‌گیری‌های خود بی‌توجه به سرمایه اجتماعی و نقطه زنی، برنامه‌های دستوری از سطوح بالا را پیگیری و اجرا می‌کنند. این موضوع در نظام شهری در حوزه‌های مختلف به‌ویژه در موضوع بهداشت و بیماری‌ها نمود بیشتری دارد. همانند حفاری‌های متعدد در معابر شهری توسط نهادهای مختلف، موضوع بهداشت نیز با نمایش واضح‌تری خود را نشان می‌دهد. حتی مراکز بهداشت محلات نیز بی‌توجه به نظام سرمایه اجتماعی محلات و الگوهای موفقیت‌آمیز عملکرد محله محوری، در حال فعالیت هستند. لذا به نظر می‌رسد با توجه به تجربه موفقیت‌آمیز کشورهای مختلف نظیر چین، سنگاپور و حتی ایران در زمینه عملکرد محله محوری در کنترل و پیشگیری از اپیدمی کووید ۱۹، لازم است طرح محله محوری در حوزه سلامت نیز به صورت نظام‌مند پیگیری و اجرا شود.

۵- سپاس‌گزاری

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه دکتری تخصصی با عنوان «تحلیل اپیدمیولوژیک و فضا زمانی همه‌گیری کووید ۱۹ با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی؛ مطالعه موردی: کلانشهر قم» است که با حمایت‌های مادی و معنوی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شده است.

۶- فهرست منابع

References

- Alberto Mateo-Urdiales, Massimo Fabiani, Aldo Rosano, Maria Fenicia Vescio, Martina Del Manso, Antonino Bella, Flavia Riccardo, Patrizio Pezzotti, Enrique Regidor, Xanthi Andrianou, Socioeconomic patterns and COVID-19 outcomes before, during and after the lockdown in Italy (2020), *Health & Place*, Volume 71, 2021, 102642, ISSN 1353-8292, <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2021.102642>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1353829221001386>)
- Álvaro Briz-Redón, Ángel Serrano-Aroca,(2020) A spatio-temporal analysis for exploring the effect of emperature on COVID-19 early evolution in Spain, *Science of The Total Environment*, Volume 728, 2020, 138811, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138811>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720323287>)
- Álvaro Briz-Redón, Ángel Serrano-Aroca,A spatio-temporal analysis for exploring the effect of temperature on COVID-19 early evolution in Spain,*Science of The Total Environment*,Volume 728,2020,138811,ISSN 0048-9697,<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138811>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720323287>)
- Bray, A. Gibson, J. White(2020), Coronavirus disease 2019 mortality: a multivariate ecological analysis in relation to ethnicity, population density, obesity, deprivation and pollution, *Public Health* 185 (2020) 261e263, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7340023/>
- Claudio S. Quilodrán, Mathias Currat, Juan I. Montoya-Burgos,(2021) Air temperature influences early Covid-19 outbreak as indicated by worldwide mortality, *Science of The Total Environment*, Volume 792, 2021, 148312, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148312>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721033830>)
- Coco Yin Tung Kwok, Man Sing Wong, Ka Long Chan, Mei-Po Kwan, Janet Elizabeth Nichol, Chun Ho Liu, Janet (2021)Yuen Ha Wong, Abraham Ka Chung Wai, Lawrence Wing Chi Chan, Yang Xu, Hon Li, Jianwei Huang, Zihan Kan, Spatial analysis of the impact of urban geometry and socio-demographic characteristics on COVID-19, a study in Hong Kong, *Science of The Total Environment*, Volume 764, 2021, 144455, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144455>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720379869>)
- Coşkun Hamit, Yıldırım Nazmiye, Samettin Gündüz, The spread of COVID-19 virus through population density and wind in Turkey cities, *Science of The Total Environment*, Volume 751, 2021, 141663, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141663>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720351925>)
- Diego F. Cuadros, Yanyu Xiao, Zindoga Mukandavire, Esteban Correa-Agudelo, Andrés Hernández, Hana Kim, Neil J. MacKinnon,Spatiotemporal transmission dynamics of the COVID-19 pandemic and its impact on critical healthcare capacity,*Health & Place*,Volume 64, 2020,102404,ISSN 1353-8292,<https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2020.102404>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1353829220309400>)
- Fatima. M, O'keefe. K, Wei W, Arshad. S, Gruebner(2021) Geospatial Analysis of COVID-19: A Scoping Review, *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18, 2336. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052336>
- Frerichs, R. (2021, June 14). John Snow. *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/biography/John-Snow-British-physician> Copy Citation
- Gomes DS, Andrade LA, Ribeiro CJN, Peixoto MVS, Lima SVMA, Duque AM, Cirilo TM, Góes MAO, Lima AGCF, Santos MB, Araújo KCGM, Santos AD. Risk clusters of COVID-19 transmission in northeastern Brazil: prospective space-time modelling. *Epidemiol Infect.* 2020 Aug 24;148:e188. doi: 10.1017/S0950268820001843. PMID: 32829732; PMCID: PMC7468689.
- Guterres A(2020), <https://per.euronews.com/2020/03/26/guterres-to-euronews-we-are-in-a-state-of-war-against-the-coronavirus>
- Hao Hu, Karima Nigmatulina, Philip Eckhoff,(2013) The scaling of contact rates with population density for the infectious disease models, *Mathematical Biosciences*, Volume 244, Issue 2, Pages 125-134, ISSN 0025-5564, <https://doi.org/10.1016/j.mbs.2013.04.013>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025556413001235>)
- <https://per.euronews.com/2020/03/26/guterres-to-euronews-we-are-in-a-state-of-war-against-the-coronavirus>
- <https://www.mporg.ir/Portal/View/Page.aspx?PageId=5ae909d0-2ab1-4f12-8215-1ad3ffec351&t=0>
- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان قم
- <https://www.worldometers.info/coronavirus/>

- Hu, H, Nigmatulina K, Eckhoff P(2013) the scaling of contact rates with population density for the infectious disease models, *Mathematical Biosciences* <https://doi.org/10.1016/j.mbs.2013.04.013>
- Jahangiri Mehdi, Jahangiri Milad, Najafgholipour Mohammadamir, The sensitivity and specificity analyses of ambient temperature and population size on the transmission rate of the novel coronavirus (COVID-19) in different provinces of Iran, *Science of The Total Environment*, Volume 728, 2020, 138872, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138872>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720323895>)
- Juhn, Y. J., Wheeler, P., Wi, C.-I., Bublitz, J., Ryu, E., Ristagno, E., & Patten, C. (2021). Role of Geographic Risk Factors in COVID-19 Epidemiology: Longitudinal Geospatial Analysis. *Mayo Clinic Proceedings: Innovations, Quality & Outcomes*. doi:10.1016/j.mayocpiqo.2021.06.011
- Kaitlin Rainwater-Lovett, Isabel Rodriguez-Barraquer, William J. Moss,(2016)Chapter 18 - Viral Epidemiology: Tracking Viruses with Smartphones and Social Media, Editor(s): Michael G. Katze, Marcus J. Korth, G. Lynn Law, Neal Nathanson, *Viral Pathogenesis (Third Edition)*, Academic Press, Pages 241-252, ISBN 9780128009642, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800964-2.00018-5>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128009642000185>)
- Kianfar, Nima. Mesgari, Mohammad Saadi, Abolfazl Mollalo, Mehrdad Kaveh(202), Spatio-temporal modeling of COVID-19 prevalence and mortality using artificial neural network algorithms, *Spatial and Spatio-temporal Epidemiology*, Volume 40, 100471,ISSN 1877-5845, <https://doi.org/10.1016/j.sste.2021.100471>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877584521000691>)
- Lym Y, Kim KJ. Exploring the effects of PM_{2.5} and temperature on COVID-19 transmission in Seoul, South Korea. *Environ Res*. 2022 Jan;203:111810. doi: 10.1016/j.envres.2021.111810. Epub 2021 Jul 31. PMID: 34343550; PMCID: PMC8324501.
- Mengyang Liu, Mengmeng Liu, Zhiwei Li, Yingxuan Zhu, Yue Liu, Xiaonan Wang, Lixin Tao, Xiuhua Guo(2021), The spatial clustering analysis of COVID-19 and its associated factors in mainland China at the prefecture level, *Science of The Total Environment*, Volume 777, 145992, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145992>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721010597>)
- MohammadEbrahimi. Shahab, Mohammadi Alireza, Bergquist Robert, Dolatkah Fatemeh, Olia Mahsa, Mohammadi A, Pishgar E, Salari Z, Kiani B. Geospatial analysis of cesarean section in Iran (2016-2020): exploring clustered patterns and measuring spatial interactions of available health services. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2022 Jul 21;22(1):582. doi: 10.1186/s12884-022-04856-z. PMID: 35864462; PMCID: PMC9302231.
- Mohammadi, Alireza & Bergquist, Robert & Fathi Kramshahlou, Ghasem & Pishgar, Elahe & Melo, Silas & Sharifi, Ayyoob & Kiani, Behzad. (2022). Homicide rates are spatially associated with built environment and socio-economic factors: a study in the neighbourhoods of Toronto, Canada. *BMC Public Health*. 22. <https://doi.org/10.1186/s12889-022.10.1186/s12889-022-13807-4>.
- Mollalo A, Mohammadi A, Mavaddati S, Kiani B. Spatial Analysis of COVID-19 Vaccination: A Scoping Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Nov 16;18(22):12024. doi: 10.3390/ijerph182212024. PMID: 34831801; PMCID: PMC8624385.
- Purakal, J. D., Silva, L., Tupetz, A., Seidenfeld, J., Limkakeng, A., Staton, C., & Vissoci, J. (2021). 27EMF Social Determinants of Health and COVID-19 Infection in North Carolina: A Geospatial Analysis. *Annals of Emergency Medicine*, 78(2), S13–S14. doi:10.1016/j.annemergmed.2021.07.028
- Rader, B., Nande, A., Adlam, B., Hill, A. L., Reiner, R. C., ... Pigott, D. M. (2020). Crowding and the epidemic intensity of COVID-19 transmission. doi:10.1101/2020.04.15.20064980
- Rainwater-Lovett, K., Rodriguez-Barraquer, I., & Moss, W. J. (2016). Viral Epidemiology: Tracking Viruses with Smartphones and Social Media. *Viral Pathogenesis*, 241–252. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800964-2.00018-5>
- Russell S. Kirby, Eric Delmelle, Jan M. Eberth(2017), Advances in spatial epidemiology and geographic information systems, *Annals of Epidemiology*, Volume 27, Issue 1, 2017, Pages 1-9, ISSN 1047-2797, <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2016.12.001>.
- Sandrine E. Déglin, Connie L. Chen, David J. Miller, R. Jeffrey Lewis, Ellen T. Chang, Ali K. Hamade, Heidi S. Erickson(2021), Environmental epidemiology and risk assessment: Exploring a path to increased confidence in public health decision-making, *Global Epidemiology*, Volume 3, 2021, 100048, ISSN 2590-1133, <https://doi.org/10.1016/j.gloepi.2021.100048>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590113321000018>)

- Shahparvari, S., Hasanizadeh, B., Mohammadi, A., Kiani, B., Lau, K. H., Chhetri, P., & Abbasi, B. (2021). A Decision Support System for Prioritised COVID-19 Two-dosage Vaccination Allocation and Distribution. SSRN Electronic Journal. doi:10.2139/ssrn.3762826
- Shahparvari, Shahrooz & Hassanizadeh, Behnam & Mohammadi, Alireza & Kiani, Behzad & Lau, Charles & Chhetri, Prem & Abbasi, Babak. (2022). A decision support system for prioritised COVID-19 two-dosage vaccination allocation and distribution. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. 159. 102598. 10.1016/j.tre.2021.102598.
- Shariati, M., Mesgari, T., Kasraee, M., & Jahangiri-rad, M. (2020). Spatiotemporal analysis and hotspots detection of COVID-19 using geographic information system (March and April, 2020). *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 18(2), 1499–1507. doi:10.1007/s40201-020-00565-x
- Shaw, N., & McGuire, S. (2017). Understanding the use of geographical information systems (GIS) in health informatics research: A review. *Journal of Innovation in Health Informatics*, 24(2), 228. doi:10.14236/jhi.v24i2.940
- Sumona Mondal, Chaya Chaipitakporn, Vijay Kumar, Bridget Wangler, Supraja Gurajala, Suresh Dhaniyala(2022), Shantanu Sur, COVID-19 in New York state: Effects of demographics and air quality on infection and fatality, *Science of The Total Environment*, Volume 807, Part 1, 2022, 150536, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150536>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721056138>)
- Suthar S, Das S, Nagpure A, Madhurantakam C, Tiwari SB, Gahlot P, Tyagi VK. Epidemiology and diagnosis, environmental resources quality and socio-economic perspectives for COVID-19 pandemic. *J Environ Manage*. 2021 Feb 15;280:111700. doi: 10.1016/j.jenvman.2020.111700. Epub 2020 Nov 25. PMID: 33261988; PMCID: PMC7687413.
- Walford, Nigel Stephen (2020) Demographic and social context of deaths during the 1854 cholera outbreak in Soho, London : a reappraisal of Dr John Snow's investigation. *Health & Place*, 65, p. 102402. ISSN (print) 1353-8292, Official URL: <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2020.102402>
- Whanhee Lee, Honghyok Kim, Hayon Michelle Choi, Seulkee Heo, Kelvin C. Fong, Jooyeon Yang, Chaerin Park, Ho Kim, Michelle L. Bell, Urban environments and COVID-19 in three Eastern states of the United States, *Science of The Total Environment*, Volume 779, 2021, 146334, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146334>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721014029>)
- Yang Ye, Hongfei Qiu, 2021, Using urban landscape pattern to understand and evaluate infectious disease risk, *Urban Forestry & Urban Greening*, Volume 62, 2021, 127126, ISSN 1618-8667, <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127126>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866721001515>)
- Yi Han, Lan Yang, Kun Jia, Jie Li, Siyuan Feng, Wei Chen, Wenwu Zhao, Paulo Pereira, Spatial distribution characteristics of the COVID-19 pandemic in Beijing and its relationship with environmental factors, *Science of The Total Environment*, Volume 761, 2021, 144257, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144257>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720377883>)