Volume 23, Issue 2 (March- April 2024)

PAYESH

Journal of the Iranian Institute for Health Sciences Research

Spatial Analysis of Covid-19 Disease in Hamadan Province

Ali Moradi[1], Mohammad Mirzaei[2], Pegah Ameri[2], Moharram Zangeneh[3], Abas Moradi[4], Fatemeh Darabi[5*]

1. Occupational Health and Safety Research Center, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
2. Department of Epidemiology, School of Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Hamadan, Iran
3. Health Services Management Department, School of Medical Management and Information Sciences, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
4. Department of community medicine, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
5. Department of Public Health, Asadabad school of Medical Sciences, Asadabad, Iran

Received: 31 March 2023
Accepted for publication: 5 December 2023
[EPub a head of print-3 January 2024]
Payesh: 2024; 23(2): 271- 287

Abstract

Objective(s): With the spread of COVID-19 pandemic, different countries have implemented various intervention to control the disease. Providing information on how the disease spreads and local risk factors can help policymakers and managers to control the disease. The aim of this study was to analyze the spatial factors of Covid-19 disease in Hamadan province, Iran.
Methods: All cases of Covid-19 in Hamadan province from the beginning of the epidemic (Jan 2020) to the end of March 2021 with a confirmed diagnosis of Covid-19 disease based on PCR test were included in the study. The required information was collected through the Covid-19 case registration system in Hamadan University of medical science, other provincial institutions and the Statistics Center of Iran. Statistical analyzes were performed in two parts: descriptive and analytical. Zoning maps were used to show the distribution of disease cases. Getis-Ord G statistic was used in the analytical analysis to analyze the hot spots.
Results: A total of 25197 patients suspected of Covid-19 were studied. Of these 10366 were positive based on PCR test. There were 1510 confirmed positive cases of the disease who died during the period of investigation. Population density, employment rate, development index, illiteracy rate, distance from the provincial center, air temperature, number of frosty days, average air humidity showed a significant relationship with the incidence of positive cases of Covid-19 in Hamadan province.
Conclusion: Based on the findings, the most important variables related to the increase in the death of covid-19 included the increase in population density and the level of development. The preparation of risk maps using GIS can help to plan a rapid response to the COVID-19 epidemic, focus on prevention programs in high-risk areas, and plan the necessary strategies appropriate to the epidemic trend to control COVID-19 and similar epidemics in the future.

Keywords: Covid-19, Geographic Information System, Spatial Analysis, Hamadan

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.61186/payesh.23.2.271]

* Corresponding author: Department of Public Health, Asadabad school of Medical Sciences, Asadabad, Iran
E-mail: f.darabi@asaums.ac.ir

سال بیست و سوم، شماره دوم، فروردین ـ اردیبهشت ۱۴۰۳

پایش

نشریه پژوهشکده علوم بهداشتی جهاددانشگاهی

تحلیل مکانی بیماری کووید-۱۹ در استان همدان

علی مرادی[۱]، محمد میرزائی[۲]، پگاه آمری[۲]، محرم زنگنه[۳]، عباس مرادی[۴]، فاطمه دارابی[۵]*

۱. مرکز تحقیقات سلامت و بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۲. گروه اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۳. گروه مدیریت خدمات بهداشتی درمانی دانشکده مدیریت و اطلاع رسانی پزشکی دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
۴. گروه پزشکی جامعه، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۵. گروه بهداشت عمومی، دانشکده علوم پزشکی اسدآباد، اسدآباد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۹/۱۴
[نشر الکترونیک پیش از انتشار- ۱۳ دی۱۴۰۲]
نشریه پایش: ۲۸۷- ۲۷۱ :(۲)۲۳؛ ۱۴۰۳

چکیده

مقدمه: با شروع و گسترش پاندمی COVID-19 کشورهای مختلف به منظور کنترل بیماری برنامه های مداخله ای مختلفی را به اجرا گذاشتند. ارائه اطلاعات مرتبط با نحوه انتشار بیماری و عوامل خطر مکانی می تواند، سیاست گذاران و مدیران را در کنترل بیماری کمک کند. این مطالعه با هدف تحلیل عوامل مکانی بیماری کووید-۱۹ در استان همدان انجام شد.

مواد و روش کار: مطالعه حاضر به صورت گروهی و با طرح اکولوژیک اجرا شد. کلیه موارد کووید-۱۹ در استان همدان از ابتدای شروع اپیدمی تا پایان سال ۱۳۹۹ با تشخیص قطعی بیماری کووید-۱۹ بر اساس آزمایش PCR وارد مطالعه شدند. اطلاعات مورد نیاز از طریق سامانه ثبت موارد کووید-۱۹ در استان همدان و سایر مؤسسات و سازمان های استانی و مرکز آمار ایران جمع آوری شد. تحلیل های آماری در دو بخش توصیفی و تحلیلی صورت گرفت. برای نمایش توزیع موارد بیماری و جهت تجزیه و تحلیل نقاط داغ (Hot Spots) از آماره Getis-Ord G استفاده شد.

یافته ها: یافته ها حاکی از آن بود که در مجموع ۲۵۱۹۷ بیمار مشکوک به کووید-۱۹ که ۱۰۳۶۶ نفر از آنها بر اساس نتایج آزمایش PCR مثبت قطعی بودند، وارد مطالعه شدند. ۱۵۱۰ نفر از موارد مثبت قطعی بیماری دچار مرگ شدند. شهرستان تویسرکان با ۱۷۵۶ مورد در ۱۰۰ هزار نفر دارای بیش ترین و شهرستان درگزین با ۱۱۲۶ مورد در ۱۰۰ هزار نفر دارای کم ترین میزان بروز موارد مشکوک بیماری از ابتدای شروع اپیدمی تا پایان سال ۱۳۹۹ بوده اند. تراکم جمعیت، میزان اشتغال، میزان توسعه یافتگی، میزان بی سوادی، فاصله از مرکز استان، متوسط دمای هوا، تعداد روزهای یخبندان، متوسط رطوبت هوا با میزان بروز موارد مثبت کووید-۱۹ در استان همدان ارتباط معنی دار نشان دادند.

نتیجه‌گیری: براساس نتایج این مطالعه، مهم ترین متغیرهای مرتبط با افزایش مرگ کووید-۱۹ شامل افزایش تراکم جمعیت و میزان توسعه یافتگی بودند. عوامل محیطی و موقعیت جغرافیائی شهرستان های استان در تعیین میزان بروز و مرگ و میر ناشی از بیماری موثر بوده اند. تهیه نقشه های خطر با استفاده از GIS، می‌تواند به برنامه‌ریزی پاسخ سریع به اپیدمی COVID-19، تمرکز برنامه‌های پیشگیری در مناطق پرخطر و ابداع راهبردهای لازم متناسب با روند اپیدمی برای کنترل COVID-19 و همه‌گیری‌های مشابه در آینده کمک کند.

واژگان کلیدی: کووید-۱۹، سیستم اطلاعات جغرافیائی، تحلیل مکانی، همدان

کد اخلاق: IR. UMSHA.REC.1399.886

* نویسنده پاسخگو: گروه بهداشت عمومی، دانشکده علوم پزشک اسدآباد، اسدآباد، ایران
E-mail: f.darabi@asaums.ac.ir

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.61186/payesh.23.2.271]

مقدمه

در اواخر دسامبر سال ۲۰۱۹، یک عامل بیماریزا ناشناخته به نام ویروس کرونا (SARS-CoV-2) در ووهان چین به سرعت از مرزهای ایران عبور کرده و به همه کشورهای جهان شیوع یافت، به طوری که تا ۲۵ مارس ۲۰۲۰، ۱۹۶ کشور جهان را تحت تأثیر قرار داده است [۱]. سازمان ملل متحد، بیماری ویروس کرونا را یک بحران عظیم اجتماعی، انسانی و اقتصادی توصیف کرده که عوارض ناشی از آن، حتی بر کشورهای توسعه یافته نیز تأثیر می گذارد به طوری که، ادامه روند شیوع این بیماری، سیستم جامعه بهداشت جهانی را با مشکل مواجه خواهد کرد که نتیجه آن به وجود آمدن بحران جمعیتی بر روی کره زمین خواهد بود [۲]. در اوایل فوریه ۲۰۲۰ مشخص شد که شیوع عفونت های کرونا ویروسی جدید به صورت نمائی در حال افزایش است [۳]. با توجه به شتاب امروزه رفت و آمد مسافران و انتقال کالا و خدمات در مناطق مختلف جهان، بیماری در سراسر دنیا و قاره های مختلف شامل؛ اروپا، آسیا، آمریکای شمالی و اقیانوسیه گسترش یافت [۴،۵]. اگر چه مدتی است، پاندمی کووید-۱۹ فروکش کرده، بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی تاکنون عامل بیماری کلیه کشورهای جهان را آلوده کرده و موجب بیش از ۷۷۰ میلیون مورد ابتلاء و حدود ۷ میلیون مورد مرگ شده است [۶]. با توجه به اینکه تمام جهان تحت تأثیر این بیماری همه گیر قرار گرفته است، انجام مطالعات در مورد تحلیل مکانی همه گیری کوید -۱۹ از اهمیت بالایی برخوردار است [۷]. در ایران نیز اپیدمی فروکش کرده است اما بر اساس گزارش های رسمی، دامنه اپیدمی همه استان های کشور را فرا گرفت و موجب ابتلاء بیش از ۷ میلیون و ۶۰۰ هزار و مرگ بیش از ۱۴۶ هزار نفرشده است [۸]. با شروع و گسترش اپیدمی COVID-19 کشورهای مختلف به منظور پیشگیری از انتقال عامل بیماری و کنترل بیماری برنامه های مداخله ای مختلفی را به اجرا گذاشتند. در این میان اقدامات برخی از کشورها در پیشگیری از گسترش بیماری و یا کنترل اپیدمی بسیار موثر بوده و تجارب آنها می تواند درس های آموزنده ای را در اختیار مسئولان قرار دهد. ارائه اطلاعات مرتبط با نحوه انتشار بیماری، عوامل خطر و راه های کنترل آن می تواند، سیاست گذاران و مدیران را در کنترل بیماری کمک کند. تاکنون مطالعات مختلفی از کشورهای درگیر اپیدمی منتشر شده است. برخی از مطالعات به بررسی روش‌های انتقال بیماری [۹]، دوره کمون بیماری [۱۰]، خصوصیات بیماران و علائم شایع [۱۱] عوامل خطر منجر به مرگ [۱۲]، سیر طبیعی این بیماری را در این بیماران گزارش کرده اند. مطالعاتی هم در خصوص ضریب نفوذ پایه این بیماری (R0) در جامعه انجام شده است که نتایج آنها نشان می‌دهد ضریب نفوذ پایه در جامعه کاملاً حساس حدود ۲/۱ تا ۳/۳ است [۱۳،۱۴].

علاوه بر این برخی از مطالعات هم به پیش‌بینی بروز این بیماری پرداخته اند و بروز بیماری را تحت سناریوهای مختلف پیشگیرانه پیش‌بینی کرده اند [۱۵]. اپیدمیولوژی جغرافیائی، بخشی از همه گیری شناسی توصیفی است که به بررسی توزیع جغرافیائی میزان های ابتلاء و مرگ و میر می پردازد [۱۶]. یکی از مهم ترین کاربردهای همه گیرشناسی جغرافیائی، دستیابی به سرنخ هایی جهت تعیین علل بیماری ها، آسیب ها یا مرگ و میرها است [۱۷]. نخستین مرحله در تجزیه و تحلیل داده های جغرافیائی، به تصویر کشیدن آن ها به ویژه در قالب نقشه های جغرافیائی است، که الگوی توزیع جغرافیائی بیماری ها، آسیب ها و مرگ و میرها را به نحو مشخصی نمایان کرده و راه را برای ایجاد فرضیه های سبب شناسی هموار می سازد. از آنجا که جداول آماری در مقایسه با نقشه ها، از چنین توانایی برخوردار نیستند، طی سالیان اخیر، استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیائی و نقشه ها در علوم بهداشتی و پزشکی افزایش چشمگیری داشته است [۱۸]. سال هاست که GIS در بخش های کشاورزی، اقتصادی، منابع طبیعی، طراحی شهری و بخش های دیگر مورد استفاده قرار می گیرد و با مشکلاتی که عمدتاً به دلیل کمبود اطلاعات دقیق در GIS و کافی است، روبرو است [۱۹]. با این حال استفاده از GIS در مدیریت بهداشت و درمان در حال طی کردن مرحله ابتدایی است. به دلیل گستردگی و فعال بودن خدمات بهداشتی و درمانی در ایران، تمرکز بخش مدیریتی بهداشت و درمان در کشور، مشکلات موجود در اختصاص خدمات درمانی و بهداشتی به مناطق شهری و روستایی و نیز توجه به توانایی های GIS در استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیائی برای مدیران این بخش ضروری است [۲۰].

سیستم اطلاعات جغرافیائی وسیله ای برای جمع آوری، ذخیره، انسجام، مدیریت، بازیافت، تجزیه و تحلیل و هم چنین نمائی اطلاعات مکانی است که در تحقیقات اپیدمیولوژیکی و سیاست گذاری های بهداشتی می توان از آن استفاده نمود [۲۱]. کاربرد این سیستم در حوزه سلامت، نسبتاً جدید بوده و زمینه ای اختصاصی برای کاربرد GIS نیست، ولی پیشرفت های اخیر حاکی از آن است

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-11]
[DOI: 10.61186/payesh.23.2.271]

که این سیستم در حوزه سلامت و حفاظت از محیط زیست، محیط شناسی بیماری ها و بهداشت جامعه یک ابزار ضروری و لازم الاجرا برای پردازش، تحلیل و قابل مشاهده کردن اطلاعات مکانی از طریق تولید نقشه ها است، به عبارتی تعیین موضع و مکان بیماری ها، تعیین حدود و مرزهای جغرافیائی جامعه از اجزای ضروری مطالعات اپیدمیولوژیکی و بهداشتی به شمار رفته که از طریق این سیستم قابل دستیابی شده اند [۲۲].

ظرفیت مدلسازی مکانی در GIS به طور مستقیم در درک تفاوت توزیع مکانی بیماری ها و ارتباط آن ها با عوامل محیطی و سیستم مراقبت های بهداشتی کاربرد دارد، به طوری که در حال حاضر فناوری سیستم اطلاعات جغرافیائی یک ابزار عمده در تحقیقات و مدیریت بهداشتی در آفریقا است و از این سیستم در تحقیقات بهداشتی در زمینه بیماری های عفونی استفاده می شود [۲۳]. سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS) به عنوان چارچوبی برای جمع آوری، مدیریت، تجزیه و تحلیل و تجسم داده های جغرافیایی و مبتنی بر مکان به طور گسترده در مطالعات بهداشت عمومی [۲۹-۲۴] و در طول پاندمی کووید-۱۹[۳۰، ۳۱] استفاده شده است و می تواند از برنامه‌ها و پروتکل‌های مختلف برای پیشگیری و کنترل شیوع COVID-19 پشتیبانی کند [۳۲]. لذا، این مطالعه با هدف تحلیل عوامل مکانی بیماری کووید-۱۹ در استان همدان انجام شد. با اجرای این مطالعه نقشه های خطر برای استان تهیه شد. هم چنین با تحلیل های فضائی نقش عوامل محیطی و محلی در توزیع بیماری مشخص شد.

مواد و روش کار

مطالعه حاضر به صورت گروهی با طرح اکولوژیک در استان همدان در سال ۱۳۹۹ اجرا شد. کلیه موارد کووید-۱۹ در استان همدان با تشخیص قطعی از ابتدای شروع اپیدمی تا پایان سال ۱۳۹۹ به روش سرشماری به عنوان نمونه وارد مطالعه شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل؛ تشخیص قطعی بیماری کووید-۱۹ بر اساس تست PCR مثبت و ساکن استان همدان بود.

در این مطالعه، اطلاعات مورد نیاز از طریق سامانه ثبت موارد کووید-۱۹ در استان همدان و سایر مؤسسات و سازمان های استانی و مرکز آمار ایران بر اساس متغیرهای شهرستان محل بروز بیماری کووید-۱۹، سطح توسعه یافتگی (درصد)، تراکم جمعیت (تعداد جمعیت در هر کیلومتر مربع)، میزان اشتغال (درصد افراد شاغل در سنین فعالیت)، وضعیت آب و هوا (تعداد روزهای بارانی و یخبندان در سال) میزان باسوادی (درصد افراد باسواد در جمعیت بالای ۱۲ سال) و فاصله از مرکز استان (کیلومتر) جمع آوری شد.

برای تحلیل اطلاعات؛ ابتدا داده‌ها وارد کامپیوتر شده سپس بوسیله نرم افزارهای STATA، ARC-GIS و GWR تحلیل اطلاعات در دو بخش توصیفی (میانگین و انحراف معیار، فراوانی مطلق و نسبی) و تحلیلی به شرح ذیل انجام شد.

تحلیل‌های مکانی: انجام این تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار Arc-GIS نسخه ۱۰/۲,۲ به ترتیب مراحل ذیل انجام شد:

۱) آماده سازی فایل داده‌های جغرافیائی: بر اساس آدرس محل موارد کووید-۱۹ مختصات جغرافیائی محل وقوع موارد را-برحسب سیستم مختصات شبکه جهانی مرکاتور (UTM) به دست آمده و وارد رایانه شدند.

۲) تهیه نقشه های پهنه بندی: با استفاده از نرم‌افزار Arc-Map لایه‌های مختلف اطلاعات جغرافیائی روی هم قرار گرفت و نقشه های پهنه بندی استخراج گردید.

۳) تعیین الگوی پراکنش موارد بیماری: با استفاده از شاخص موران (Moran's index) الگوی پراکنش موارد بیماری و مرگ ناشی از آن از نظر خوشه‌ای و یا پراکنده بودن مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. شایان ذکر است که شاخص موران متداول‌ترین شاخص مورد استفاده برای اندازه‌گیری خود همبستگی مکانی بین پدیده‌ها و وقایع است. خود همبستگی به رابطه بین مقادیر باقیمانده در طول خط رگرسیون مربوط می‌شود. خود همبستگی قوی زمانی رخ می‌دهد که مقادیر یک متغیر که از نظر جغرافیایی به هم نزدیک هستند باهم مرتبط باشند به عبارت دیگر تغییراتشان به صورت سامان مند رخ دهد. اگر عوارض و یا مقادیر متغیرهای مربوط به آنها به طور تصادفی در فضا توزیع شده باشند، ظاهراً نباید بین آنها ارتباطی وجود داشته باشد. شاخص موران الگوی پراکنش این عوارض را با در نظر گرفتن مقادیر خصیصه مورد مطالعه از نظر الگوی خوشه‌ای و یا پراکنده بودن مورد بررسی قرار می‌دهد. شاخص موران توسط رابطه زیر محاسبه می شود.

$$I = \frac{N\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}(x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{(\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij})\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}$$

که در آن N تعداد مشاهدات (نقاط یا پلی گون ها)، $\bar{X}$ میانگین متغیر، Xi اندازه متغیر در یک محل مورد نظر، Xj اندازه متغیر در

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-11]
[DOI: 10.61186/payesh.23.2.271]

محل دیگر و Wij شاخص وزن دهی محل **i** نسبت به محل **j** است. بر اساس توزیع نرمال استاندارد با رابطه زیر:

$$Z = \frac{I - E(I)}{S_{error(I)}}$$

که در آن I اندازه آماره موران است که از روی نمونه محاسبه شده، E(I) اندازه مورد انتظار I با فرض تصادفی بودن آن است و SI خطای معیار است، اندازه Z برای این آماره محاسبه می شود. بر این اساس می توان آزمون آماری نیز انجام داد. در این آزمون، فرض صفر عدم وجود خود همبستگی مکانی و فرض مقابل وجود همبستگی مکانی است. چنانچه اندازه Z محاسبه شده بیشتر از ۱/۹۶ یا کمتر از ۱/۹۶- باشد، با اطمینان ۹۵٪ فرض صفر رد می شود.

اندازه آماره موران بین مقادیر ۱- تا ۱+ متغیر است. مقدار ۱+ بیانگر الگوی کاملاً تک قطبی (خوشه‌ای)، مقدار صفر بیانگر الگوی تجمع تصادفی یا چندقطبی و مقدار ۱- بیانگر الگوی پراکنده است. هر چه این ضریب مقدار بالاتری داشته باشد، بیانگر تجمع زیاد و هر چه مقدار پایین‌تری داشته باشد، بیانگر پراکندگی است. به طور مثال برای تعیین نحوه پراکنش فضایی مدارس یک منطقه می‌توان از این مدل استفاده کرد. می‌توان مدل را برحسب فیلدهای مختلف (جمعیت، جنسیت و مانند این ها) اجرا نمود و نتیجه به صورت خوشه‌ای، تصادفی و یا پراکنده روی شکل خروجی مدل نشان داده می‌شود.

۴) تجزیه و تحلیل نقاط پرخطر: جهت انجام این تحلیل‌ها آماره Getis-Ord G*i برای موارد بیماری و مرگ های ناشی از آن محاسبه شد. هم چنین نقشه های مربوطه استخراج گردید. لازم به توضیح است که اندازه Z این آماره نشان می‌دهد که متغیر مورد نظر از نظر مکانی تا چه اندازه به‌صورت خوشه‌ای توزیع شده که ممکن است وضعیت خوشه‌ای بودن آن از نظر آماری معنی‌دار باشد. آماره Getis-Ord G*i توسط رابطه زیر محاسبه می شود:

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^{n} w_{i,j}x_j - \bar{X}\sum_{j=1}^{n} w_{i,j}}{S\sqrt{\frac{\left[n\sum_{j=1}^{n} w_{i,j}^2 - \left(\sum_{j=1}^{n} w_{i,j}\right)^2\right]}{n-1}}}$$

که در آن xj تعداد وقایع (تعداد موارد مشکوک، قطعی و مرگ کووید ۱۹) برای واحد جغرافیایی j ، wij وزن مکانی بین واحد جغرافیایی i و j ، n تعداد واحدهای جغرافیائی، $\bar{X}$ و S به ترتیب میانگین و انحراف معیار متغیر مورد نظر می باشند و بر اساس روابط زیر محاسبه می شوند:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^{n} x_j}{n}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n} x_j^2}{n} - \left(\bar{X}\right)^2}$$

در پژوهش حاضر این آماره برای نشان دادن نواحی که دارای وقوع بالا، پایین یا در حد میانگین کل جامعه از نظر موارد کووید-۱۹ و مرگ های ناشی از آنها هستند، به کار رفت. تفسیر مقادیر آماره G بر اساس مقایسه نسبت مقادیر مشاهده شده و منتظره صورت می‌گیرد. در صورتی که در یک ناحیه مقدار مشاهده شده آن از مقدار منتظره بیشتر باشد، آن ناحیه جزء نقاط داغ یا پرخطر و در صورتی که در یک ناحیه مقدار مشاهده شده آن از مقدار منتظره کمتر باشد، آن ناحیه جزء نقاط سرد یا کم خطر قرار می‌گیرد.

۵) تجزیه و تحلیل های چند متغیره: به منظور تحلیل‌های بیشتر در زمینه نقش عوامل محیطی و مکانی در میزان بروز موارد بیماری و مرگ ناشی از آن در واحدهای جغرافیائی از مدل های رگرسیونی نیز استفاده شد. با توجه به اینکه متغیر وابسته در این واحدها تعداد موارد می‌باشد، برای این منظور یکی از روش‌ها استفاده ار مدل‌های رگرسیون دو جمله‌ای منفی است.

لازم به ذکر است که در مدل رگرسیون دو جمله‌ای منفی احتمال **yi** یعنی مشاهده **i** –ام متغیر وابسته از رابطه زیر به دست می آید:

$$P(y_i) = \frac{\Gamma(y_i + r)}{y_i!\Gamma(r)}\left[\frac{\mu_i}{\mu_i + r}\right]^{y_i}\left[\frac{r}{\mu_i + r}\right]^{r}$$

میانگین شرطی yi برای متغیرهای مستقل مشاهده شده از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$E(y_i | x_i) = \mu_i = e^{x_i \beta}$$

در مدل توزیع دو جمله‌ای منفی تفاوت واریانس و میانگین توسط رابطه زیر بیان می‌شود.

$$V(Y) = \mu + \alpha\mu^2$$

که در آن V(Y) واریانس تعداد وقایع (تعداد موارد مشکوک، قطعی و مرگ کووید ۱۹)، **μ** میانگین تعداد وقایع و **α** ضریب پراکندگی است. درصورتی که **α** صفر باشد، می‌توان بجای مدل دو جمله‌ای منفی از مدل پواسن استفاده نمود. در رگرسیون دو

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-11]
[DOI: 10.61186/payesh.23.2.271]

جمله‌ای منفی علاوه بر ضرایب رگرسیون لازم است پارامتر پراکندگی ($\alpha=1/r$) نیز برآورد شود. برای برآورد ضرایب رگرسیون دو جمله‌ای منفی نیز از روش حداکثر درست نمائی استفاده می‌شود. در مدل‌های دوجمله‌ای منفی شمار پیش بینی شده موارد بیماری یا مرگ ها ($\mathbf{Y\hat{}i}$) میانگین شرطی یا شمار متوسط رخدادها به شرط Xi است [۳۳]. برازندگی مدل‌ها با استفاده از آماره های R2، AIC و BIC ارزیابی شد.

یافته ها

بر اساس اهداف مطالعه کلیه بیماران مشکوک به کووید-۱۹ از ابتدای شروع اپیدمی در استان همدان تا پایان سال ۱۳۹۹ مورد بررسی قرار گرفتند. بنابراین در مجموع ۲۵۱۹۷ بیمار مشکوک به کووید-۱۹ که ۱۰۳۶۶ نفر از آنها بر اساس نتایج آزمایشات PCR مثبت قطعی بودند، وارد مطالعه شدند. ۱۵۱۰ نفر از موارد مثبت قطعی بیماری دچار مرگ شدند. شکل ۱ میزان بروز موارد مشکوک به بیماری کووید-۱۹ در استان همدان برحسب شهرستان نشان می دهد. این شکل بیانگر آن است که شهرستان تویسرکان با ۱۷۵۶ مورد در ۱۰۰ هزار نفر دارای بیشترین و شهرستان درگزین با ۱۱۲۶ مورد در ۱۰۰ هزار نفر دارای کمترین میزان بروز موارد مشکوک بیماری از ابتدای شروع اپیدمی تا پایان سال ۱۳۹۹ بوده اند. شکل ۲ میزان بروز موارد مثبت قطعی بیماری کووید-۱۹ در استان همدان برحسب شهرستان را نشان می دهد. این شکل بیانگر آن است که شهرستان ملایر با ۶۷۱ مورد در ۱۰۰ هزار نفر دارای بیش ترین و شهرستان اسدآباد با ۳۸۲ مورد در ۱۰۰ هزار نفر دارای کم ترین میزان بروز موارد مثبت قطعی بیماری از ابتدای شروع اپیدمی تا پایان سال ۱۳۹۹ بوده اند.

شکل ۳ میزان بروز موارد مرگ ناشی از بیماری کووید-۱۹ در استان همدان برحسب شهرستان را نشان می دهد. این شکل بیانگر آن است که شهرستان رزن با ۱۰۸/۰ مورد در ۱۰۰ هزار نفر دارای بیش ترین و شهرستان اسدآباد با ۵۶/۵ مورد در ۱۰۰ هزار نفر دارای کم ترین میزان بروز مرگ ناشی از بیماری از ابتدای شروع اپیدمی تا پایان سال ۱۳۹۹ بوده اند.

شکل ۴ نشان می دهد که نقاط پرخطر در استان همدان از نظر بروز موارد مشکوک به کووید-۱۹ سال ۱۳۹۹ در تعدای از شهرستان های مرکزی و شمالی استان به ویژه شهرستان تویسرکان قرار داشته اند و نقاط کم خطر بیشتر در برخی از شهرستان های شمال شرقی و غربی استان به ویژه شهرستان اسدآباد قرار داشته اند. آماره Getis-Ord General G ($P<0.01$) نشان می دهد که توزیع نقاط پرخطر و کم خطر بروز موارد مشکوک به کووید-۱۹ از نظر آماری معنی دار بوده است.

شکل ۵ نشان می دهد که نقاط پرخطر در استان همدان از نظر بروز موارد مثبت به کووید-۱۹ سال ۱۳۹۹ در تعدای از شهرستان های مرکزی و جنوبی استان به ویژه شهرستان ملایر قرار داشته اند و نقاط کم خطر بیشتر در برخی از شهرستان های شمال شرقی و غربی استان به ویژه شهرستان اسدآباد قرار داشته اند. آماره Getis-Ord General G ($P<0.01$) نشان می دهد که توزیع نقاط پرخطر و کم خطر بروز موارد مثبت به کووید-۱۹ از نظر آماری معنی دار بوده است.

شکل ۶ نشان می دهد که نقاط پرخطر در استان همدان از نظر بروز مرگ ناشی از کووید-۱۹ سال ۱۳۹۹ در تعدای از شهرستان های مرکزی و شمالی استان به ویژه شهرستان رزن قرار داشته اند و نقاط کم خطر بیشتر در برخی از شهرستان های شمال شرقی، شمال غربی و غربی استان به ویژه شهرستان اسدآباد قرار داشته اند. آماره Getis-Ord General G ($P<0.01$) نشان می دهد که توزیع نقاط پرخطر و کم خطر بروز مرگ ناشی از کووید-۱۹ از نظر آماری معنی دار بوده است.

بر اساس مدل رگرسیون دوجمله ای منفی متغیرهای تراکم جمعیت، میزان اشتغال، میزان توسعه یافتگی، میزان بی سوادی، فاصله از مرکز استان، متوسط دمای هوا، تعداد روزهای یخبندان، متوسط رطوبت هوا در مدل نهائی عوامل محیطی مرتبط با میزان بروز موارد مشکوک به کووید-۱۹ در استان همدان قرار گرفتند. در این میان متغیرهای میزان اشتغال، میزان توسعه یافتگی، فاصله از مرکز استان و متوسط رطوبت هوا با متغیر وابسته در واحدهای جغرافیائی ارتباط معنی دار نشان دادند. در این میان با افزایش میزان اشتغال، فاصله از مرکز استان و متوسط رطوبت هوا میزان بروز موارد مشکوک به کووید-۱۹ در واحدهای مکانی افزایش و با افزایش میزان توسعه یافتگی میزان بروز موارد مشکوک به کووید-۱۹ در واحدهای مکانی کاهش یافته است (جدول ۱).

بر اساس مدل رگرسیون دوجمله ای منفی متغیرهای تراکم جمعیت، میزان اشتغال، میزان توسعه یافتگی، میزان بی سوادی، فاصله از مرکز استان، متوسط دمای هوا، تعداد روزهای یخبندان، متوسط رطوبت هوا در مدل نهائی عوامل محیطی مرتبط با میزان

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-11]
[DOI: 10.61186/payesh.23.2.271]

بروز موارد مثبت کووید-۱۹ در استان همدان قرار گرفتند. همه متغیرهای ذکر شده با متغیر وابسته در واحدهای جغرافیائی ارتباط معنی دار نشان دادند. در این میان با افزایش تراکم جمعیت، میزان اشتغال، میزان توسعه یافتگی، فاصله از مرکز استان، روزهای یخبندان و متوسط رطوبت هوا میزان بروز موارد مثبت کووید-۱۹ در واحدهای مکانی افزایش و با افزایش میزان باسوادی و دمای هوا میزان بروز موارد مثبت قطعی کووید-۱۹ در واحدهای مکانی کاهش یافته است (جدول ۲). بر اساس مدل رگرسیون دوجمله ای منفی متغیرهای تراکم جمعیت، میزان اشتغال، میزان توسعه یافتگی، میزان بی سوادی، فاصله از مرکز استان، متوسط دمای هوا، تعداد روزهای یخبندان، متوسط رطوبت هوا در مدل نهائی عوامل محیطی مرتبط با میزان بروز مرگ ناشی از کووید-۱۹ در استان همدان قرار گرفتند. متغیرهای تراکم جمعیت، میزان توسعه یافتگی و میزان باسوادی با متغیر وابسته در واحدهای جغرافیائی ارتباط معنی دار نشان دادند. در این میان با افزایش تراکم جمعیت و میزان توسعه یافتگی میزان بروز مرگ ناشی از کووید-۱۹ در واحدهای مکانی افزایش و با افزایش میزان باسوادی میزان بروز مرگ ناشی از کووید-۱۹ در واحدهای مکانی کاهش یافته است (جدول ۳).

نمودار ۱ روند تعداد موارد مشکوک و مثبت سرپایی کووید-۱۹ در استان همدان از شروع اپیدمی (۱۳۹۸/۱۱/۲۶) تا تاریخ نگارش گزارش (۱۴۰۰/۱۰/۱۵) را نشان می دهد. این شکل بیانگر آن است که از شروع اپیدمی بیماری در استان تا دی ماه سال ۱۴۰۰ پنج موج ایجاد شده است که از نظر تعداد موارد مشکوک و دارای علائم و موارد مثبت قطعی به ترتیب از موج اول تا پنجم روند افزایشی وجود داشته و موج پنجم بسیار شدیدتر از ۴ موج قبلی بوده است. هم چنین موج پنجم از نظر موارد مشکوک و مثبت قطعی طولانی تر از امواج قبلی بوده است. نمودار ۲ روند تعداد موارد مشکوک و مثبت قطعی طولانی تر از امواج قبلی بوده است. نمودار ۲ روند تعداد موارد مشکوک و مثبت بستری کووید-۱۹ در استان همدان از شروع اپیدمی (۱۳۹۸/۱۱/۲۶) تا تاریخ نگارش گزارش (۱۴۰۰/۱۰/۱۵) را نشان می دهد. این شکل بیانگر آن است که از شروع اپیدمی بیماری در استان تا دی ماه سال ۱۴۰۰ پنج موج ایجاد شده است که از نظر تعداد موارد مشکوک و دارای علائم و موارد مثبت قطعی به ترتیب از موج اول تا پنجم روند افزایشی وجود داشته و موج پنجم بسیار شدیدتر از ۴ موج قبلی بوده است. هم چنین موج پنجم از نظر موارد مشکوک و مثبت قطعی طولانی تر از امواج قبلی بوده است. مقایسه روند موارد سرپائی و بستری در طول اپیدمی در استان همدان نشان می دهد. موج اول موارد سرپائی که خفیف تر از امواج بعدی بوده در ابتدای اپیدمی وجود ایجاد شده، به عبارت دیگر بیشتر موارد در ابتدای اپیدمی بستری شده و تحت درمان های لازم قرار گرفته اند.

نمودار ۳ روند تعداد موارد مرگ ناشی کووید-۱۹ در استان همدان از شروع اپیدمی (۱۳۹۸/۱۱/۲۶) تا تاریخ نگارش گزارش (۱۴۰۰/۱۰/۱۵) را نشان می دهد. این شکل بیانگر آن است که از شروع اپیدمی بیماری در استان تا دی ماه سال ۱۴۰۰ پنج موج ایجاد شده است که به ترتیب از موج اول تا پنجم روند افزایشی وجود داشته و در موج چهارم تعداد موارد مرگ روزانه از سایر امواج بیش تر بوده است. اما موج سوم و پنجم طولانی تر از سایر امواج مرگ ناشی از بیماری بوده اند. مقایسه روند موارد مرگ ناشی از بیماری با روند موارد سرپائی و بستری در طول اپیدمی در استان همدان نشان می دهد. امواج مرگ با امواج موارد بستری کاملاً مطابقت دارند.

جدول ۱: برآورد ضرایب رگرسیونی میزان بروز موارد مشکوک به کووید-۱۹ در استان همدان سال ۱۳۹۹

متغیر	ضریب	P-value	فاصله اطمینان ۹۵٪ ضریب	
			حداکثر	حداقل
تراکم جمعیت	-۰۷e-۳/۳۹	۰/۷۷۲	-۰۷e۶/۲۱	-۰۷e-۴/۶۱
میزان اشتغال	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱۱
میزان توسعه یافتگی	۰/۰۲۴۷	۰/۰۰۰	۰/۰۳۳۶	۰/۰۱۵۶۷
میزان باسوادی	-۰/۰۴۸۳	۰/۰۸۲	۰/۰۰۶۱	-۰/۱۰۲۷۴
فاصله از مرکز استان	۰/۰۰۴۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۷۸	۰/۰۰۲۰۳
متوسط دمای هوا	-۰/۰۷۵۹	۰/۲۷۲	۰/۰۵۹۶	-۰/۲۱۱۶۱
تعداد روزهای یخبندان	۰/۰۰۰۴	۰/۸۸۵	۰/۰۰۶۱	-۰/۰۰۵۲۸
متوسط رطوبت هوا	۰/۰۲۴۰	۰/۰۱۵	۰/۰۴۳۵	۰/۰۰۴۶۴
ثابت مدل	۹/۰۷۳۱	۰/۰۰۱	۱۴/۵۰۴	۳/۶۴۱۸
معیارهای ارزیابی مدل	BIC= ۱۰۷/۳۳	AIC=۱۲/۷۳		

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-11]

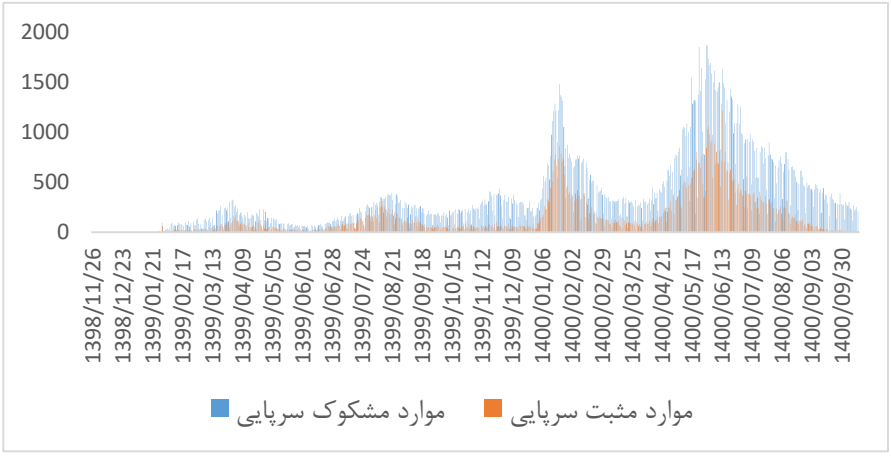
[DOI: 10.61186/payesh.23.2.271]

جدول ۲: برآورد ضرایب رگرسیونی میزان بروز موارد مثبت کووید-۱۹ در استان همدان سال ۱۳۹۹

متغیر	ضریب	P-value	فاصله اطمینان ۹۵٪ ضریب	
			حداکثر	حداقل
تراکم جمعیت	-۰۶e۱/۳۰	۰/۰۰۰	-۰۶e۱/۹۲	-۰۷e۶/۶۰
میزان اشتغال	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۳
میزان توسعه یافتگی	۰/۰۳۱۶	۰/۰۰۰	۰/۰۴۲۲	۰/۰۲۱۰۸
میزان باسوادی	-۰/۱۷۳۴	۰/۰۰۰	-۰/۱۰۸۸	-۰/۲۳۸۰۸
فاصله از مرکز استان	۰/۰۰۶۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۹۹	۰/۰۰۳۶۴
متوسط دمای هوا	-۰/۱۹۱۳	۰/۰۱۳	-۰/۰۳۹۵	-۰/۳۴۳۰۲
تعداد روزهای یخبندان	۰/۰۱۳۱	۰/۰۰۰	-۰/۰۰۶۴	-۰/۰۱۹۷۳
متوسط رطوبت هوا	۰/۰۳۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۵۲۳	۰/۰۰۸۷۹
ثابت مدل	۲۱/۱۳۶۵	۰/۰۰۰	۲۷/۵۱۸۷	۱۴/۷۵۴۴
معیارهای ارزیابی مدل	BIC=۸۲/۰۳		AIC=۱۰/۲۰	

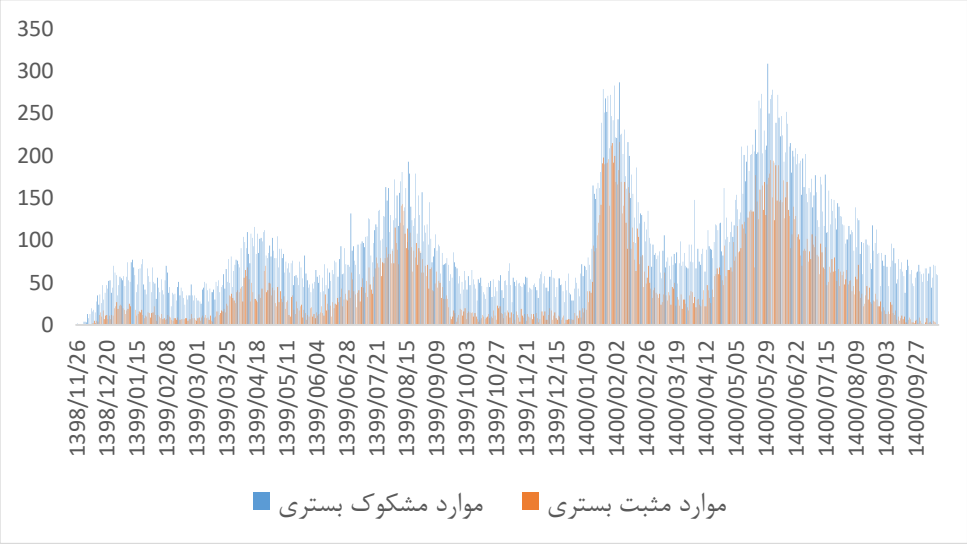
جدول ۳: برآورد ضرایب رگرسیونی میزان بروز مرگ ناشی از کووید-۱۹ در استان همدان سال ۱۳۹۹

متغیر	ضریب	P-value	فاصله اطمینان ۹۵٪ ضریب	
			حداکثر	حداقل
تراکم جمعیت	-۰۶e۲/۱۹	۰/۰۰۶	-۰۶e۳/۷۷	-۰۷e۶/۱۷
میزان اشتغال	۰/۰۰۰۰۵	۰/۳۱۹	۰/۰۰۰۱۷	-۰/۰۰۰۰۵
میزان توسعه یافتگی	۰/۰۴۸۷۰	۰/۰۰۰	۰/۰۷۵۸۵	۰/۰۲۱۵۵
میزان باسوادی	-۰/۲۹۲۷۳	۰/۰۰۰	-۰/۱۲۹۰۶	-۰/۴۵۶۳۹
فاصله از مرکز استان	۰/۰۰۷۵۴	۰/۰۷۸	۰/۰۱۵۹۳	-۰/۰۰۰۸۴
متوسط دمای هوا	-۰/۲۳۲۷۶	۰/۲۴۶	۰/۱۶۰۳۲	-۰/۶۲۵۸۴
تعداد روزهای یخبندان	-۰/۰۱۳۳۰	۰/۱۲۶	۰/۰۰۳۷۴	-۰/۰۳۰۳۵
متوسط رطوبت هوا	۰/۰۲۰۰۱	۰/۴۹۱	۰/۰۷۶۹۰	-۰/۰۳۶۸۸
ثابت مدل	۳۰/۰۳۴۲	۰/۰۰۰	۴۶/۱۷۵۵	۱۳/۸۹۲۸
معیارهای ارزیابی مدل	BIC= ۶۲/۷۹	AIC= ۸/۲۷		

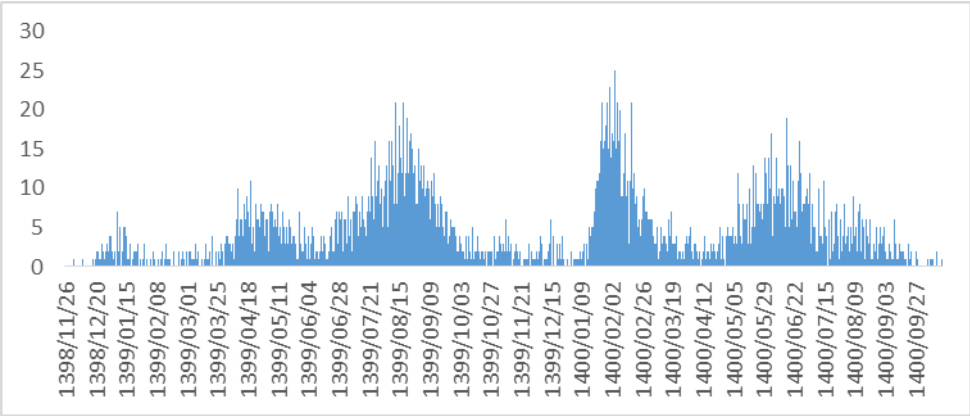


نمودار ۱: موارد مشکوک و مثبت سرپایی کووید-۱۹ در استان همدان از شروع اپیدمی (۱۳۹۸/۱۱/۲۶) تا تاریخ نگارش گزارش (۱۴۰۰/۱۰/۱۵)

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-11]
[DOI: 10.61186/payesh.23.2.271]



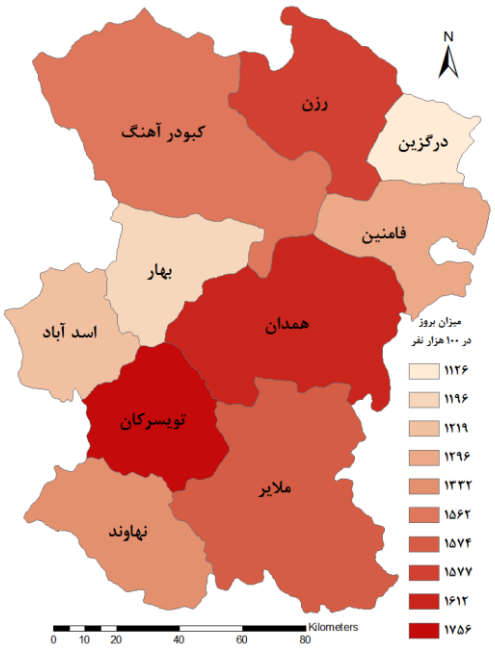
نمودار ۲: موارد مشکوک و مثبت بستری کووید-۱۹ در استان همدان از شروع اپیدمی (۱۳۹۸/۱۱/۲۶) تا تاریخ تدوین گزارش (۱۴۰۰/۱۰/۱۵)



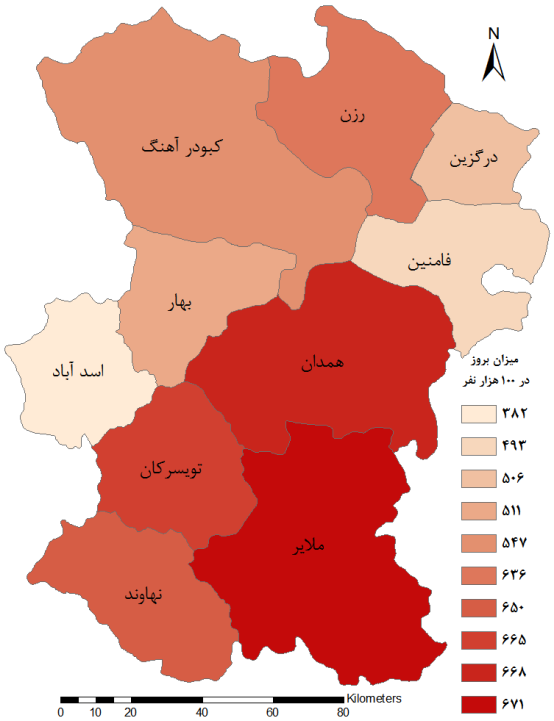
نمودار ۳: روند مرگ ناشی از بیماری کووید-۱۹ در استان همدان از شروع اپیدمی (۱۳۹۸/۱۱/۲۶) تا تاریخ تدوین گزارش (۱۴۰۰/۱۰/۱۵)

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.61186/payesh.23.2.271]



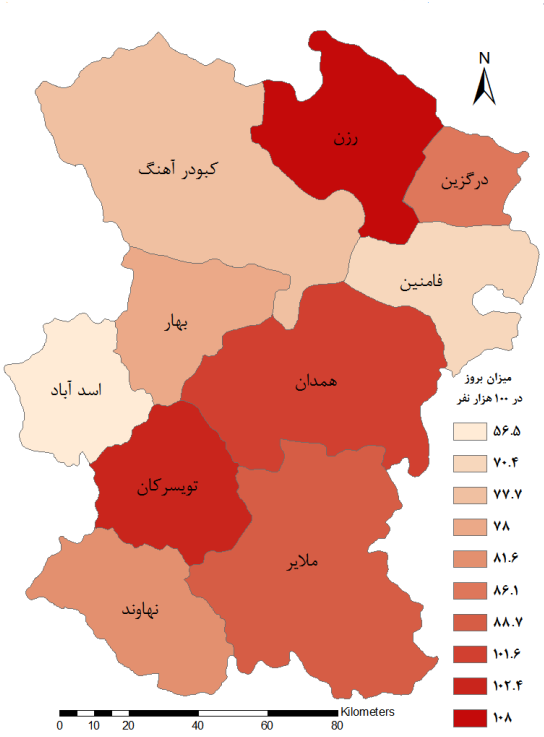
شکل ۱: میزان بروز موارد مشکوک بیماری کووید-۱۹ در شهرستان های استان همدان، سال ۱۳۹۹



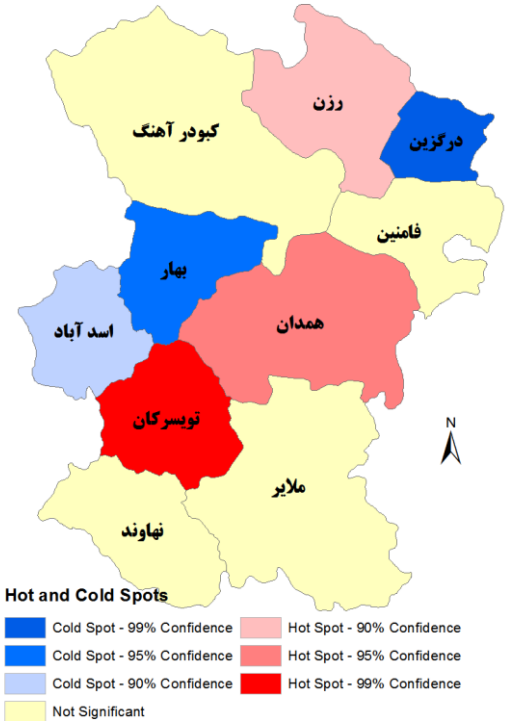
شکل ۲: میزان بروز موارد مثبت قطعی بیماری کووید-۱۹ در شهرستان های استان همدان، سال ۱۳۹۹

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.61186/payesh.23.2.271]

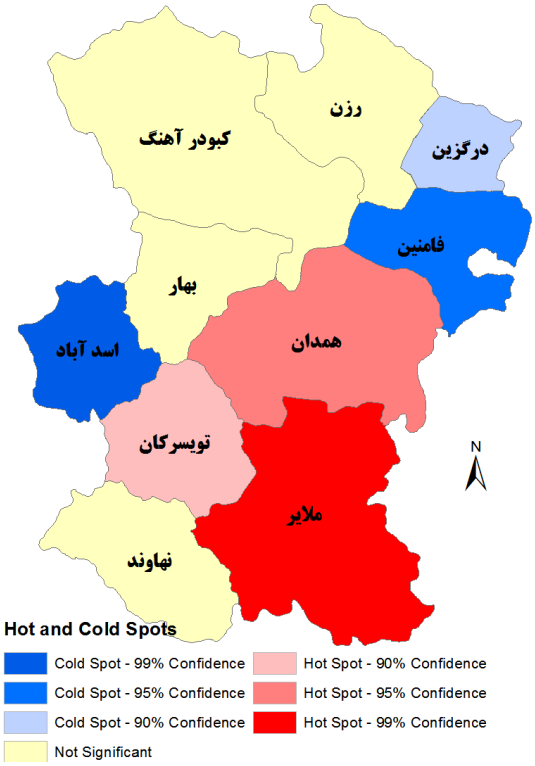


شکل ۳: میزان بروز مرگ ناشی از بیماری کووید-۱۹ در شهرستان های استان همدان، سال ۱۳۹۹



شکل ۴: مناطق کم خطر و پرخطر بروز موارد مشکوک کووید-۱۹ در شهرستان های استان همدان، سال ۱۳۹۹

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-11]
[DOI: 10.61186/payesh.23.2.271]



شکل ۵: مناطق کم خطر و پرخطر بروز موارد مثبت کووید-۱۹ در شهرستان های استان همدان، سال ۱۳۹۹



شکل ۶: مناطق کم خطر و پرخطر بروز مرگ ناشی از کووید-۱۹ در شهرستان های استان همدان، سال ۱۳۹۹

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-11]
[DOI: 10.61186/payesh.23.2.271]

بحث و نتیجه گیری

امروزه بررسی توزیع جغرافیایی بیماری های واگیردار در جهان، اهمیت فراوانی در کشف علل و شرایط مسبب گسترش بیماری در هر منطقه دارد. به طوری که سازمان بهداشت جهانی، موضوع استفاده از سامانه های اطلاعات مکانی را در نقشه سازی بیماری ها از سال ۱۹۹۳شروع کرده است. برخی از کشورها برای برنامه ریزی اقدامات لازم جهت کنترل اپیدمی کووید-۱۹ در ابعاد ملی و منطقه ای از فناوری های سنجش از راه دور و سیستم اطلاعات جغرافیائی استفاده می کنند. در این میان می توان هندوستان را نام برد که با استفاده از این روش ها مناطق پرخطر را مشخص و برنامه های کنترل بیماری را در آن مناطق متمرکز نمود [۳۴]. Ahasan و همکاران با انجام یک مطالعه مروری نشان دادند، استفاده از فنآوری های GIS و تجزیه و تحلیل فضایی به طور قابل توجهی بر درک و شناخت بیشتر بیماری کووید-۱۹ تأثیر گذاشته و نه تنها برای جامعه علمی، بلکه برای سیاست گذاران و عموم مردم در ایجاد واکنش بلند مدت در مقابل همه گیری مفید می باشد [۳۵].

در این مطالعه مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیائی از ۸ متغیر که اطلاعات آنها بر حسب واحدهای مکانی (شهرستان) در دسترس بود و بطور بالقوه می توانستند، الگوی پراکندگی موارد بیماری کووید-۱۹ و میزان مرگ های ناشی از آن را در استان همدان توضیح دهند، جهت تجزیه و تحلیل های مکانی کووید-۱۹ استان همدان در سال ۱۳۹۹ استفاده شد. این متغیرها شامل تراکم جمعیت، میزان اشتغال، میزان توسعه یافتگی، میزان باسوادی، فاصله از مرکز استان، متوسط دمای هوا، تعداد روزهای یخبندان و متوسط رطوبت هوا بودند و می توان آنها را در سه دسته متغیرهای اقتصادی اجتماعی، محیطی و دموگرافیک دسته بندی نمود. بر این اساس با استفاده از مدل های رگرسیونی داده های شمارشی و تجزیه و تحلیل نقاط داغ و سرد میزان تأثیر هر یک از این متغیرها در افزایش یا کاهش میزان بروز موارد مشکوک، مثبت قطعی و مرگ ناشی از بیماری کووید-۱۹ تعیین شد.

مدل رگرسیون دوجمله ای منفی نشان داد، با افزایش میزان اشتغال، فاصله از مرکز استان و متوسط رطوبت هوا میزان بروز موارد مشکوک به کووید-۱۹ در واحدهای مکانی افزایش می یابد. از طرفی با افزایش تراکم جمعیت، میزان اشتغال، میزان توسعه یافتگی، فاصله از مرکز استان، روزهای یخبندان و متوسط رطوبت هوا میزان بروز موارد مثبت کووید-۱۹ در واحدهای مکانی افزایش می یابد. در این میان می توان متغیرهای تراکم جمعیت، میزان اشتغال و میزان توسعه یافتگی را در گروه متغیر وضعیت اقتصادی اجتماعی قرار داد که در افزایش میزان بروز بیماری در واحدهای مکانی نقش زیادی دارند. مطالعات مشابه در سایر نقاط جهان نیز بیانگر آن هستند که وضعیت اقتصادی اجتماعی واحدهای مکانی نقش قابل توجهی در افزایش میزان بروز بیماری کووید-۱۹ دارند. از این دسته مطالعات می توان به مطالعه Mollalo و همکاران از ایالات متحده آمریکا اشاره کرد که نشان داد، برخی از متغیرهای اقتصادی اجتماعی از جمله بعد خانوار، میزان اشتغال، پوشش بیمه پایین، درآمد پایین، کمبود مواد غذائی و وضعیت بهداشتی ضعیف واحد های مکانی در مقیاس شهرستان با میزان شیوع کووید-۱۹ در واحدهای مکانی ارتباط دارند [۳۶]. مطالعه Ahmed و همکاران از نیویورک نشان داد، متغیرهای اقتصادی اجتماعی در بروز بیماری نقش زیادی ایفاء می کنند [۳۷].

مدل های میزان بروز موارد مشکوک و مثبت قطعی بیماری نشان می دهند برخی از عوامل محیطی از جمله؛ روزهای یخبندان و متوسط رطوبت هوا با افزایش میزان بروز موارد مثبت کووید-۱۹ در واحدهای مکانی ارتباط دارند. از این منظر نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعه Ma و همکاران از چین قابل مقایسه است. این مطالعه که در شهر ووهان انجام شد نشان داد، تعداد موارد و مرگ روزانه ناشی از کووید-۱۹ با متوسط دمای روزانه در ارتباط بوده و با افزایش دمای هوا میزان مرگ بیماری افزایش یافته است [۳۸]. هم چنین مطالعه Diao و همکاران [۱۱] از چین نشان داد، با افزایش دمای هوا میزان بروز بیماری کاهش می یابد که نتایج آن با مطالعه حاضر هم خوانی دارد. اما مطالعه ای نشان داد، که با افزایش رطوبت هوا میزان بروز بیماری کاهش می یابد، که با نتایج مطالعه حاضر هم راستا نیست [۱۰]. مطالعه Hasan و همکاران که در مقیاس جهانی انجام شده است و ارتباط دما و رطوبت هوا را با میزان بروز بیماری را در کشورهای گرمسیری با کشورهای دارای آب و هوای معتدل مورد بررسی و مقایسه قرار داده اند، نیز نشان داده است که با افزایش دما و رطوبت میزان بروز موارد بیماری افزایش می یابد اما برخی از محققان این ارتباط ها را واقعی نمی دانند. استدلال آنها این است که اکثر کشورهای نیمه گرمسیری و گرمسیری جزء کشورهای درحال توسعه هستند و این کشورها به علت ساختار ضعیف سیستم های بهداشتی درمانی و کمبود منابع امکان انجام آزمایش برای تشخیص و درمان موارد بیماری در

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-11]
[DOI: 10.61186/payesh.23.2.271]

مقیاس گسترده ندارند و به همین دلیل نسبت بـه کشـورهای دارای آب و هوای معتدل که اکثراً کشورهای توسعه یافتـه اروپـا و شـمال امریکا می باشند دارای میزان های بروز پایین بیماری هستند [۳۹]. در این میان با افزایش تراکم جمعیت و میزان توسعه یافتگی میـزان بروز مرگ ناشـی از کووید-۱۹ در واحـدهای مکـانی افـزایش و بـا افزایش میزان باسوادی میـزان بـروز مـرگ ناشـی از کووید-۱۹ در واحدهای مکانی کاهش یافته است. مطالعـه Rahman و همکـاران در بنگلادش نشـان داده کـه بسـیاری از متغیرهـای دموگرافیـک و محیطی با افزایش میزان بروز بیماری ارتبـاط دارنـد. از جملـه ایـن متغیرها می توان تراکم جمعیت اشاره کرد که با افزایش میزان بروز موارد بیماری ارتباط دارد. افزایش فاصله از پایتخت با کاهش مـوارد بیماری همراه بوده است [۴۰]. در ایران نیز مقایسه میزان های بروز بیماری برحسب استان بیانگر آن است که با افزایش فاصله استان ها از پایتخت میزان بروز بیماری کاهش می یابد و بـیش تـرین میـزان بروز بیماری در تهران و استان های همجوار بـه ویـژه اسـتان هـای شمالی کشور مشاهده شده است [۴۱] که با نتایج مطالعه حاضر که نشان داد با افزایش فاصله از مرکز استان میزان بروز مـوارد بیمـاری کاهش می یابد هم راستا نیست. این اختلاف را می توان بـه تفـاوت دو مطالعه از نظر وسعت منطقه جغرافیـائی تحـت مطالعـه و انجـام مطالعه رحمان [۴۰] در سطح کـل کشـور بـنگلادش و در مطالعـه حاضر در سطح تنها یک استان ربط داد. از طرفی نسـبت پـایین تـر رعایت شیوه نامـه هـای بهداشـتی بـه ویـژه اسـتفاده از ماسـک در شهرستان های دور دست استان نسبت به مرکـز اسـتان مـی توانـد یکی از دلایل افزایش میزان بروز موارد و در نتیجه مرگ ناشی از آن با افزایش فاصله از مرکز استان باشد.

مطالعات انجام شده در زمینه میـزان شـیوع سـرمی کووید-۱۹ در مناطق مختلف کشور در ماه های ابتـدائی شـروع اپیـدمی از جملـه مطالعه شکیبا و همکاران در استان گیلان [۴۲]، بیانگر شیوع نسبتاً فراوان بیماران بدون علامت در سطح استان هسـتند کـه بـا وجـود برنامه های غربالگری انجام شده و آزمایش نمونه های تعداد زیـادی از بیماران مشکوک که براساس علائم بالینی بیماری انجام شده انـد، شناخته نشده اند که به دلیل سیر طبیعی بیماری است. با توجه بـه امکان انتقال ویروس از بیماران بدون علامت به افراد سالم، بـه ویـژه در سویه جدید ویروس تحت عنوان امیکرون و هـم چنـین بیمـاری زائی و قدرت انتقال بـیش تـر ایـن سـویه لازم اسـت، برنامـه هـای بیماریابی در گروه های در معرض خطر عوارض شـدید بیمـاری بـه ویژه افراد دارای بیماری های زمینـه ای، سـالمندان، زنـان بـاردار و کودکان تشدید شود.

یکی از مهم ترین محدویت های این مطالعه عدم وجـود اطلاعـات و داده هـای لازم بـرای سـایر متغیرهـای اقتصـادی - اجتمـاعی، دموگرافیک و محیطی به تفکیـک واحـدهای مکـانی مـورد مطالعـه (شهرستان) و واحدهای کوچـک تـر مکـانی شـامل ماننـد بخـش و دهستان بود. در صورت فراهم بودن داده های متغیرهای بیش تـر و با تفکیک جزئی تر واحدهای مکانی می توان تجزیه و تحلیـل هـای دقیق تـری بـا اسـتفاده از مـدل هـای داده هـای شمارشـی ماننـد رگرسیون دو جمله ای منفی و پواسن در نرم افزارهای آماری و مدل هـای اطلاعـات مکـانی ماننـد: GWR (Geographically weighted regression) در نـرم افزارهـای مـرتبط و تجزیـه و تحلیل های مکانی مانند تحلیـل خوشـه هـا و نقـاط داغ و سـرد در محیط نرم افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیائی انجام داد. بنـابراین پیشنهاد می شود با کمـک سـازمان هـای مـرتبط زیرسـاخت هـای مناسب و در دسترس برای محققـان در زمینـه متغیرهـای مختلـف اقتصادی- اجتماعی، دموگرافیک و محیطی به تفکیک کوچک ترین واحدهای مکـانی در اسـتان ایجـاد شـود. هـم چنـین، عـدم وجـود اطلاعات لازم از برآورد تعداد موارد بدون علامت بیمـاری در سـطح استان محدودیت دیگر این مطالعه بود. با توجه به نقش ایـن مـوارد در انتشار بیماری و تغییر الگوهای اپیـدمیولوژیک آن لازم اسـت در فواصل زمانی مشخصی با انجـام مطالعـه سـرولوژیک میـزان شـیوع موارد بدون علامت به تفکیک واحدهای مکانی مشخص و در اختیـار پژوهشگران قرار گیرد.

نتایج حاصل از این مطالعه نشان مـی دهـد کـه، بـا افـزایش تـراکم جمعیت، میزان اشتغال، میزان توسعه یافتگی، فاصله از مرکز استان، روزهای یخبندان و متوسط رطوبت هـوا میـزان بـروز مـوارد مثبـت کووید-۱۹ در واحـدهای مکـانی افـزایش مـی یابـد و مهـم تـرین متغیرهای مرتبط با افزایش مرگ کووید-۱۹ شـامل افـزایش تـراکم جمعیت و میزان توسعه یافتگی هستند.

امروزه از مدل‌های مکانی - زمانی در تحلیل اپیدمی COVID-19 بطور گسترده ای استفاده می شود. مهم ترین دلیل آن این است که می‌توانند تا حدی نابرابری‌های جغرافیـایی در ایـن شـیوع را روشـن کنند. هم چنین، مدل‌های مکانی- زمانی مانند رگرسـیون، GWR، مدل های مبتنی بر تعداد یا میـزان رویـدادها یـا مـوارد بیمـاری در واحدهای مکانی ماننـد رگرسـیون دو جملـه ای منفـی، مـدل‌هـای

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-11]
[DOI: 10.61186/payesh.23.2.271]

مبتنی بر عامل، داده کاوی و رویکردهای یادگیری ماشینی می توانند روابط مکانی، جغرافیایی و زمانی بین شدت شیوع COVID-19 و هر محیطی، اجتماعی و جمعیتی، و ویژگی های زیرساختی را روشن کنند. بر همین اساس، با توجه به مشخصه پویای شیوع COVID-19، تهیه نقشه های خطر با مقیاس های مختلف، راهبرد مناسبی برای بیان انتشار مکانی- زمانی موارد جدید، موارد تأیید شده، بیماران بهبودیافته و مرگ و میر، در اختیار محققان و سیاست گذاران سیستم های بهداشت و درمان قرار می دهد. این ابزارها و روش ها توسط WHO نیز در طول اوج های مختلف اپیدمی بکار گرفته شده و راه کارهای مناسب و مؤثری برای کنترل اپیدمی در اختیار کشورهای مختلف قرار داده است. علاوه بر این، تهیه موقعیت های مکانی عوامل مؤثر در انتشار بیماری با ارائه زیرساخت هایی که از پروتکل های فاصله گذاری اجتماعی WHO در فعالیت های روزانه پشتیبانی می کنند، نقش کلیدی در کاهش خطرات شیوع ویروس کرونا دارد. از سوی دیگر، ارائه خدمات مبتنی بر مکان با کمک اینترنت می‌تواند، فعالیت‌های میدانی را برای کنترل شیوع COVID-19 بهبود بخشد. هم چنین تهیه نقشه های خطر با استفاده از GIS، می‌تواند به برنامه‌ریزی پاسخ سریع به اپیدمی COVID-19، تمرکز برنامه‌های پیشگیری در مناطق پرخطر و ابداع راهبردهای لازم متناسب با روند اپیدمی برای کنترل COVID-19 و همه‌گیری‌های مشابه در آینده کمک کند.

سهم نویسندگان

علی مرادی: مجری طرح، طراحی مطالعه، تجزیه و تحلیل اطلاعات، تهیه گزارش، تصحیح و ویراستاری نسخه نهایی مقاله

محمد میرزائی: همکار اصلی طرح، همکاری در همه مراحل طرح و گزارش طرح و مقاله

پگاه آمری: همکاری در اجرای طرح و جمع آوری داده ها

محرم زنگنه: همکاری در اجرای طرح و جمع آوری داده ها

عباس مرادی: همکاری در اجرای طرح و جمع آوری داده ها

فاطمه دارابی: تجزیه و تحلیل اطلاعات، تصحیح و ویراستاری نسخه نهایی مقاله

تشکر و قدردانی

این مقاله دارای تأییدیه کمیته اخلاق (IR.UMSHA.REC.1399.886) از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی همدان بود. نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از تمامی افراد و سازمان هایی که در اجرای مطالعه مشارکت نمودند اعلام می کنند.

منابع

1. Hawkins RB, Charles EJ, Mehaffey JH. Socio-economic status and COVID-19–related cases and fatalities. Public Health 2020;189:129-34

2. Mollalo A, Vahedi B, Rivera K. GIS-based spatial modeling of COVID-19 incidence rate in the continental United States. Science of the Total Environment 2020; 728: 1-8

3. Collivignarelli MC, Abbà A, Bertanza G, Pedrazzani R, Ricciardi P, Miino MC. Lockdown for CoViD-2019 in Milan: What are the effects on air quality? Science of The Total Environment 2020;732:139280

4. Strang P, Fürst P, Schultz T. Excess deaths from COVID-19 correlate with age and socio-economic status. A database study in the Stockholm region. Upsala Journal of Medical Sciences 2020;125:297-304

5. Chan JF-W, Yuan S, Kok K-H, To KK-W, Chu H, Yang J, et al. A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. The Lancet 2020;395:514-23

6. Kent AJ. Mapping and Counter-Mapping COVID-19: From Crisis to Cartocracy. The Cartographic Journal 2020; 57:187-95

7. L. R. de A. Morais, G. S. da S. Gomes. Applying Spatio -temporal Scan Statistics and Spatial Autocorrelation Statistics to identify Covid-19 clusters in the world - A Vaccination Strategy?. Spatial and Spatio -temporal Epidemiology 2021;39:100461

8. Eskandari N, Raisi M, Abbasi M. Explanation of the Management Challenges of Health System Reform in Health Care Domain city QOM: A Qualitative Study (Iran). Qom University of Medical Sciences Journal 2019;13:78-89 [Persian]

9. Liu J, Liao X, Qian S, Yuan J, Wang F, Liu Y, et al. Community Transmission of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2, Shenzhen, China, 2020. Emerging Infectious Diseases 2020;26: 1320-1323

10. Lauer SA, Grantz KH, Bi Q, Jones FK, Zheng Q, Meredith HR, et al. The incubation period of coronavirus disease 2019 (COVID-19) from publicly reported confirmed cases: estimation and application. Annals of Internal Medicine 2020; 172:577-82

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.61186/payesh.23.2.271]

11. Diao B, Wang C, Tan Y, Chen X, Liu Y, Ning L, Chen L, Li M, Liu Y, Wang G, Yuan Z. Reduction and functional exhaustion of T cells in patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19). Frontiers in immunology 2020:3:827
12. Zhou F, Yu T, Du R, Fan G, Liu Y, Liu Z, Xiang J, Wang Y, Song B, Gu X, Guan L. Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. The lancet 2020;395:1054-62
13. You C, Deng Y, Hu W, Sun J, Lin Q, hou F, et al. Estimation of the time-varying reproduction number of COVID-19 outbreak in China. International Journal of Hygiene and Environmental Health 2020; 228:113555
14. Zhang S, Diao M, Yu W, Pei L, Lin Z, Chen D. Estimation of the reproductive number of novel coronavirus (COVID-19) and the probable outbreak size on the Diamond Princess cruise ship: A data-driven analysis. International Journal of Infectious Diseases 2020;93:201-4
15. Gosoniu L, Msengwa A, Lengeler C, Vounatsou P. Spatially explicit burden estimates of malaria in Tanzania: bayesian geostatistical modeling of the malaria indicator survey data. PLoS ONE 2012;7: e23966
16. Siddik, M, Mohamed SM, Thowiba E.A, Rania M, Elmustafa SA, Rashid AS. Development of Health Digital GIS Map for Tuberculosis Disease Distribution Analysis in Sudan. Journal of Healthcare Engineering 2023: 6479187
17. Jijón, A F, Costa R, Nicova K, iDATA, PLANTS, Furnari G. Review of the Use of GIS in Public Health and Food Safety. EFSA supporting publication 2022; 19: 7639E
18. Causey K, Burkart K, Collman G, Hu H, Brauer M, London SJ. Increasing the Impact of Environmental Epidemiology in the Global Burden of Disease Project. Epidemiology. 2021; 3:1-5
19. Wu F ZS, Bin Y, Chen YM, Wang W, Song ZG, Hu Y, et al. A new coronavirus associated with human respiratory disease in China. Nature 2020; 579:265-9
20. Gatrell AC, Bailey TC. Interactive spatial data analysis in medical geography. Social science & medicine 1996; 42:843-55
21. Liu Y, Li B. Epidemic Situation of Novel Coronavirus Pneumonia in China mainland. Medrxiv 2020; 2020-02
22. Joyce K. To me it's just another tool to help understand the evidence: Public health decisionmakers' perceptions of the value of geographical information systems (GIS). Health Place 2009; 15: 831-840
23. Leah Rosenkrantz. Leveraging geographic information systems (GIS) for environmental public health practice. Environmental Health Review 2022; 65: 31-36
24. Waller LA, Carol A, Gotway (2020) Applied spatial statistics for public health data. 2004; 368
25. Mathur M. Spatial autocorrelation analysis in plant population: an overview. J Appl and Nat Sci 2015;7:501–13
26. Ren Z, Wang D, Ma A, Hwang J, Bennett A, Sturrock HJ, Fan J, Zhang W, Yang D, Feng X, et al. Predicting malaria vector distribution under climate change scenarios in China: challenges for malaria elimination. Sci Rep 2016;6:20604
27. Zambrano LI, Sierra M, Lara B, Rodríguez-Núñez I, Medina MT, Lozada-Riascos CO, Rodríguez-Morales AJ. Estimating and mapping the incidence of dengue and chikungunya in Honduras during 2015 using Geographic Information Systems (GIS). Journal of infection and public health 2017; 10:446-56
28. using Geographic Information Systems (GIS). J Infect Public Health 2017. 2015;10:446–56
29. Musso D, Rodriguez-Morales AJ, Levi JE, Cao-Lormeau VM, Gubler DJ. Unexpected outbreaks of arbovirus infections: lessons learned from the Pacific and tropical America. Lancet Infect Dis 2018;18:e355–61
30. Bazargan M, Amirfakhriyan M. Geographical Analysis of COVID-19 Epidemiology in Iran with Exploratory Spatial Data Analysis Approach (ESDA). Journal of Military Medicine 2020; 22:542-552 [Persian]
31. Mollalo A, Vahedi B, Rivera KM. GIS-based spatial modeling of COVID-19 incidence rate in the continental United States. Science of The Total Environment 2020; 28:138884
32. Sarwar S, Waheed R, Sarwar S, Khan A. COVID-19 challenges to Pakistan: Is GIS analysis useful to draw solutions?. Science of the Total Environment 2020;730:139089
33. Hilbe JM. Negative binomial regression: 1st Edition, Cambridge University Press; Cambridge University Press, Cambridge: UK, 2011
34. Kanga S, Sudhanshu, Meraj G, Farooq M, Nathawat MS, Singh SK. Reporting the management of COVID-19 threat in India using remote sensing and GIS based approach. Geocarto International 2020;17:1-8

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-11]
[DOI: 10.61186/payesh.23.2.271]

35. Ahasan R, Alam MS, Chakraborty T, Hossain MM. Applications of GIS and geospatial analyses in COVID-19 research: a systematic review. F1000Research 2020 27;9:1379
36. Mollalo A, Vahedi B, Rivera KM. GIS-based spatial modeling of COVID-19 incidence rate in the continental United States. Science of The Total Environment 2020;728:138884
37. Ahmed F, Ahmed Ne, Pissarides C, Stiglitz J. Why inequality could spread COVID-19. The Lancet Public Health 2020;5:e240
38. Ma Y, Zhao Y, Liu J, He X, Wang B, Fu S, et al. Effects of temperature variation and humidity on the death of COVID-19 in Wuhan, China. Science of The Total Environment 2020;724:138226
39. Hasan NA, Haque MM. Predict the next moves of COVID-19: reveal the temperate and tropical countries scenario. MedRxiv 2020;2020-04
40. Rahman MH, Zafri NM, Ashik FR, Waliullah M. GIS-based spatial modeling to identify factors affecting COVID-19 incidence rates in Bangladesh. medRxiv 2020:2020-08
41. Arab-Mazar Z, Sah R, Rabaan AA, Dhama K, Rodriguez-Morales AJ. Mapping the incidence of the COVID-19 hotspot in Iran–Implications for Travellers. Travel Medicine and Infectious Disease 2020;34:101630
42. Shakiba M, Nazari SSH, Mehrabian F, Rezvani SM, Ghasempour Z, Heidarzadeh A. Seroprevalence of COVID-19 virus infection in Guilan province, Iran. MedRxiv 2020. Available at: https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.26.20079244V1.full [Access date 01/03/2024]

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-11-11]

[DOI: 10.61186/payesh.23.2.271]