مقاله پژوهشی
مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان
دوره ۲۴، اردیبهشت ۱۴۰۴، ۱۵۳-۱۴۱

تحلیل خوشه‌بندی فضایی-زمانی مرگ و میر کووید-۱۹ در استان همدان: یک مطالعه اکولوژیک

علی مرادی[۱]، فاطمه دارابی[۲]، محمد میرزایی[۳]، نسترن مرادی[۴]

دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۰۸/۱۶ ارسال مقاله به نویسنده جهت اصلاح: ۱۴۰۳/۱۰/۲۶ دریافت اصلاحیه از نویسنده: ۱۴۰۴/۰۱/۳۰ پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۰۱/۳۱

چکیده

زمینه و هدف: اطلاعات مرتبط با نحوه انتشار بیماری و عوامل خطر مکانی می‌تواند به سیاست‌گذاران و مدیران در کنترل بیماری کمک کند. این مطالعه با هدف تحلیل خوشه‌بندی فضایی- زمانی مرگ و میر کووید-۱۹ در استان همدان انجام شد.

مواد و روش‌ها: مطالعه حاضر یک پژوهش اکولوژیک است. کلیه بیماران با تشخیص قطعی کووید-۱۹ و مرگ به علت کووید در استان همدان از ابتدای ۱۳۹۹ تا پایان ۱۴۰۱ وارد مطالعه شدند. جهت نمایش توزیع موارد مرگ از نقشه‌های پهنه‌بندی استفاده شد. برای تحلیل نقطه داغ از آماره Getis-Ord G استفاده شد. برای بررسی روند مرگ و میر کووید-۱۹ در طول اپیدمی، از مدل پواسون استفاده شد.

یافته‌ها: در مجموع، ۷۲۶۵ بیمار مبتلا به کووید-۱۹ که در طول دوره مطالعه فوت کردند، وارد مطالعه شدند. در آبان ۱۳۹۹، اردیبهشت و شهریور ۱۴۰۰ بیشترین موارد مرگ ناشی از کووید-۱۹ رخ داده که این ماه‌ها در اوج موج‌های سوم، چهارم و پنجم اپیدمی قرار دارند. مرگ در هریک از دوره‌های زمانی، نسبت به دوره مبنا (اول ۱۳۹۹) به طور معنی‌داری تغییر کرده است. خطر نسبی مرگ به علت کووید-۱۹ در استان در نیمه دوم سال ۱۳۹۹ و نیمه اول سال ۱۴۰۰ نسبت به دوره مبنا افزایشی و در دوره‌های بعدی کاهشی بوده است. نقاط پرخطر در استان همدان از نظر بروز مرگ از ابتدای ۱۳۹۹ تا پایان ۱۴۰۱ در تعدای از شهرستان‌های شمالی و مرکزی استان قرار داشته‌اند.

نتیجه‌گیری: در ابتدا، مناطق پرخطر در شهرستان‌های شمالی استان قرار داشته‌اند و در میانه دوره اپیدمی، دامنه مناطق پرخطر به شهرستان‌های مرکزی-جنوبی و سپس جنوبی استان گسترش پیدا کرد.

واژه‌های کلیدی: کووید-۱۹، سیستم اطلاعات جغرافیایی، تحلیل خوشه‌بندی فضایی- زمانی، همدان

ارجاع: مرادی ع، دارابی ف، میرزایی م، مرادی ن. تحلیل خوشه‌بندی فضایی-زمانی مرگ و میر کووید-۱۹ در استان همدان: یک مطالعه اکولوژیک. *مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان*، سال ۱۴۰۴، دوره ۲۴ شماره ۲، صفحات: ۱۵۳-۱۴۱..

۱- دکترای اپیدمیولوژی، مرکز تحقیقات بهداشت و ایمنی شغلی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۲- دکترای آموزش بهداشت و ارتقای سلامت، گروه بهداشت عمومی، دانشکده علوم پزشکی اسدآباد، اسدآباد، ایران
۳- گروه اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۴- (نویسنده مسئول) گروه تغذیه، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
تلفن: ۰۹۹۳۰۴۸۵۵۴۰ ، پست الکترونیکی: moradi.nastaran80@gmail.co

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.61186/jrums.24.2.141]

مقدمه

در آغاز دسامبر سال ۲۰۱۹، ویروس جدیدی از خانواده کرونا ویروس‌ها که بعداً COVID-19 نام گرفت از حیوان به انسان منتقل شد و موجب همه‌گیری گسترده‌ای در شهر ساحلی ووهان (Wuhan) چین شد (۱). در ۳۰ ژانویه سال ۲۰۲۰ دبیرکل سازمان جهانی بهداشت (WHO) شیوع COVID-19 را به‌عنوان یک وضعیت اضطراری بهداشت عمومی در سطح بین‌المللی اعلام کرد و مجموعه‌ای از توصیه‌های موقت ارایه داد (۲). در اوایل فوریه ۲۰۲۰ مشخص شد که شیوع عفونت‌های کرونا ویروسی جدید به صورت نمایی 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 قاره‌های مختلف شامل اروپا، آسیا، آمریکای شمالی و اقیانوسیه گسترش یافت (۵، ۴). بر اساس گزارش سازمان جهانی بهداشت هم اکنون عامل بیماری کلیه کشورهای جهان را آلوده کرده و موجب بیش از ۷۷۷ میلیون مورد ابتلاء و بیش از ۷ میلیون مورد مرگ شده است (۶).

در ایران بر اساس گزارش‌های رسمی در اوایل سال ۱۴۰۲ دامنه اپیدمی در همه استان‌های کشور فروکش کرده و بعد از موج هشتم بیماری وضعیت نسبتاً با ثباتی حاکم است. تا کنون بیش از ۷/۶ میلیون مورد قطعی بیماری در کشور شناسایی شده و بیش از ۱۴۶ هزار نفر ایرانی جان خود را به دنبال ابتلاء به این بیماری از دست داده‌اند (۷).

با شروع و گسترش اپیدمی COVID-19 کشورهای مختلف به منظور پیشگیری از انتقال عامل بیماری و کنترل بیماری برنامه‌های مداخله‌ای مختلفی را به اجرا گذاشتند. در این میان اقدامات برخی از کشورها در پیشگیری از گسترش بیماری و یا کنترل اپیدمی بسیار مؤثر بوده و تجارب آن‌ها می‌تواند درس‌های ارزشمندی برای مسئولان داشته باشد.

ارایه اطلاعات مرتبط با نحوه انتشار و مرگ و میر بیماری، عوامل خطر و راه‌های کنترل آن می تواند، سیاست‌گذاران و مدیران را در کنترل بیماری کمک کند. به همین دلیل این مطالعه با هدف تحلیل خوشه‌بندی فضایی-زمانی مرگ و میر کووید-۱۹ در استان همدان انجام شد. با انجام این مطالعه، نقشه‌های خطر و روند تغییرات مرگ و میر ناشی از کووید-۱۹ در استان همدان از ابتدای همه‌گیری تا پایان سال ۱۴۰۱ ترسیم شدند. همچنین، با تحلیل‌های مکانی، نقش عوامل محیطی و جغرافیایی احتمالی در توزیع مرگ و میر طی دوره همه‌گیری بررسی شد.

مواد و روش‌ها

مطالعه اکولوژیک حاضر در استان همدان در بازه زمانی ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۱ اجرا شد. کلیه موارد مرگ و میر ناشی از کووید-۱۹ در استان همدان از ابتدای سال ۱۳۹۹ تا پایان سال ۱۴۰۱ وارد مطالعه شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل تشخیص قطعی بیماری کووید-۱۹ بر اساس تست PCR مثبت، مرگ به علت کووید-۱۹ و ساکن استان همدان بود. این مطالعه دارای کد اخلاق از دانشگاه همدان به شماره ثبتی IR.UMSHA.REC.1401.393 بود.

در این مطالعه، اطلاعات مورد نیاز از طریق سامانه ثبت موارد کووید-۱۹ در دانشگاه علوم پزشکی همدان، اداره آمار معاونت بهداشتی دانشگاه، استانداری همدان، اداره هواشناسی استان همدان و مرکز آمار ایران بر اساس متغیرهای: شهرستان محل سکونت بیمار، سطح توسعه یافتگی (درصد)، تراکم جمعیت (تعداد

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.61186/jrums.24.2.141]

CCBY-NC.4.0 DEED

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) جمع‌آوری شد.

برای تحلیل اطلاعات؛ ابتدا داده‌ها وارد رایانه شده سپس بوسیله نرم‌افزارهای 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:

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

تهیه نقشه‌های پهنه بندی: با استفاده از نرم‌افزار Arc-Map لایه‌های مختلف اطلاعات جغرافیایی روی هم قرار گرفت و نقشه‌های پهنه بندی استخراج گردید.

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 نظام‌مند رخ دهد. اگر عوارض و یا مقادیر متغیرهای مربوط به آنها به طور تصادفی در مناطق 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 گون‌ها)، $\bar{X}$ میانگین متغیر، Xi اندازه متغیر در یک محل مورد نظر، Xj اندازه متغیر در محل دیگر و Wij شاخص وزن دهی محل i نسبت به محل j است.

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 درصد فرض صفر رد می‌شود.

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 این‌ها) اجرا نمود و نتیجه به

CCBY-NC.4.0 DEED

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.61186/jrums.24.2.141]

صورت خوشه‌ای، تصادفی و یا پراکنده روی شکل خروجی مدل نشان داده می‌شود.

تجزیه و تحلیل نقاط پرخطر: تحلیل نقاط پرخطر با استفاده از آماره Getis-Ord G*i برای تعیین مناطق با میزان بالای مرگ‌ومیر ناشی از کووید-۱۹ انجام شد. هم‌چنین نقشه‌های 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 می‌شود:

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

که در آن xj تعداد وقایع (مرگ کووید ۱۹) برای واحد جغرافیایی j، wij وزن مکانی بین واحد جغرافیایی i و j، n تعداد واحدهای جغرافیایی، X̄ و S به ترتیب میانگین و انحراف معیار متغیر مورد نظر می‌باشند.

در پژوهش حاضر، این آماره برای شناسایی مناطق با میزان بالاتر، پایین‌تر یا برابر با میانگین کلی مرگ‌ومیر ناشی از COVID-19 استفاده شد. 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.

تجزیه و تحلیل‌های 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 جغرافیایی از مدل‌های رگرسیونی نیز استفاده شد. با توجه به اینکه متغیر وابسته در این واحدها تعداد موارد می‌باشد، برای این منظور یکی از روش‌ها استفاده از مدل‌های رگرسیون پواسن یا دو جمله‌ای منفی است. لازم به ذکر است که

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

که در آن V(Y) واریانس تعداد وقایع (تعداد موارد مرگ کووید ۱۹)، μ میانگین تعداد وقایع و α ضریب پراکندگی است. در صورتی که α صفر باشد، می‌توان بجای مدل دو جمله‌ای منفی از مدل پواسن استفاده نمود. در رگرسیون دو جمله‌ای منفی علاوه بر ضرایب رگرسیون لازم است پارامتر پراکندگی (α=1/r) نیز برآورد شود. برای برآورد ضرایب رگرسیون دو جمله‌ای منفی نیز از روش حداکثر درست نمایی استفاده می‌شود. در مدل‌های دوجمله‌ای منفی شمار پیش بینی شده موارد بیماری یا مرگ‌ها (Y^i) میانگین شرطی یا شمار متوسط رخدادها به شرط Xi است. برازندگی مدل‌ها با استفاده از آماره‌های R2، AIC و BIC ارزیابی شد (۸).

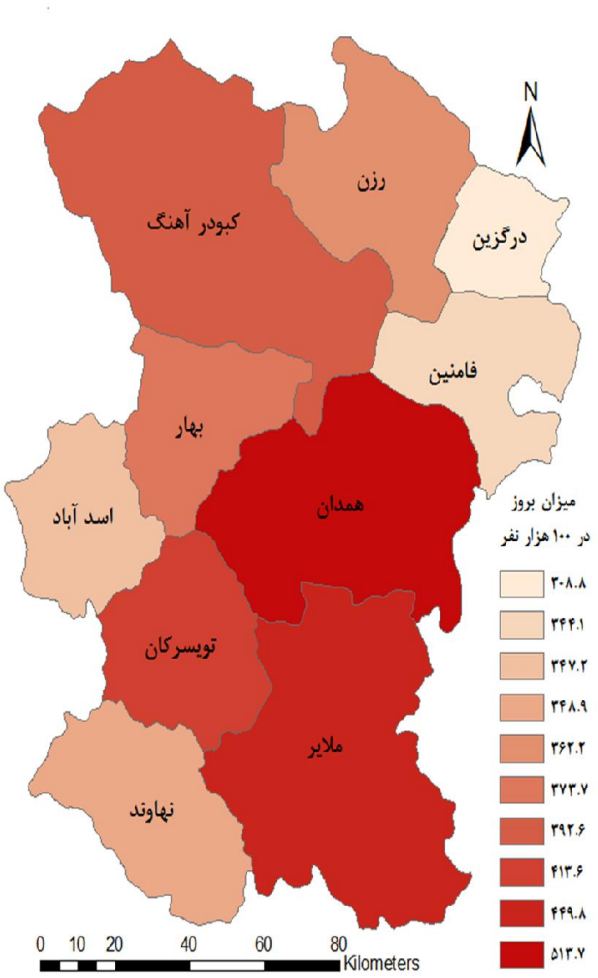
نتایج

شکل ۱ میزان بروز مرگ ناشی از بیماری کووید-۱۹ را در استان همدان برحسب شهرستان نشان می‌دهد. این شکل بیانگر آن است که شهرستان همدان با ۵۱۳/۷ مورد در ۱۰۰ هزار نفر دارای بیشترین و شهرستان درگزین با ۳۰۸/۸ مورد در ۱۰۰ هزار نفر دارای کمترین میزان بروز مرگ ناشی از بیماری از ابتدای سال۱۳۹۹ تا پایان سال ۱۴۰۱ بوده‌اند.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.61186/jrums.24.2.141]

CCBY-NC.4.0 DEED



شکل ۱- میزان بروز مرگ ناشی از کوید-۱۹ در شهرستان‌های استان همدان

شکل ۲ نشان می‌دهد که نقاط پرخطر در استان همدان از نظر میزان بروز مرگ ناشی از کووید-۱۹ از ابتدای اپیدمی تا پایان سال ۱۴۰۱ در تعدای از شهرستان‌های شمالی و مرکزی استان به ویژه شهرستان‌های رزن و همدان قرار داشته‌اند و نقاط کم خطر بیشتر در برخی از شهرستان‌های شمال شرقی و غربی استان به ویژه شهرستان‌های فامنین و اسدآباد قرار داشته‌اند. آماره Getis-Ord General G ($P<0.002$) نشان می‌دهد که توزیع نقاط پرخطر و کم خطر بروز مرگ ناشی از کووید-۱۹ از نظر آماری معنی‌دار بوده است.



شکل ۲- مناطق کم خطر و پرخطر بروز مرگ ناشی از کوید-۱۹ در شهرستان‌های استان همدان

بر اساس مدل رگرسیون دوجمله ای منفی متغیرهای تراکم جمعیت، میزان اشتغال، میزان توسعه یافتگی، میزان بی‌سوادی، فاصله از مرکز استان، متوسط دمای هوا، متوسط رطوبت هوا و تعداد روزهای یخبندان در مدل نهایی عوامل محیطی مرتبط با میزان بروز مرگ ناشی از کووید-۱۹ در استان همدان قرار گرفتند. در این میان متغیرهای تراکم جمعیت، میزان اشتغال، میزان توسعه یافتگی، میزان باسوادی، فاصله از مرکز استان و متوسط رطوبت هوا و تعداد روزهای یخبندان با متغیر وابسته (میزان مرگ و میر کووید-۱۹) در واحدهای جغرافیایی ارتباط معنی‌دار نشان دادند. با افزایش تراکم جمعیت میزان اشتغال، میزان باسوادی،

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.61186/jrums.24.2.141]

CCBY-NC.4.0 DEED

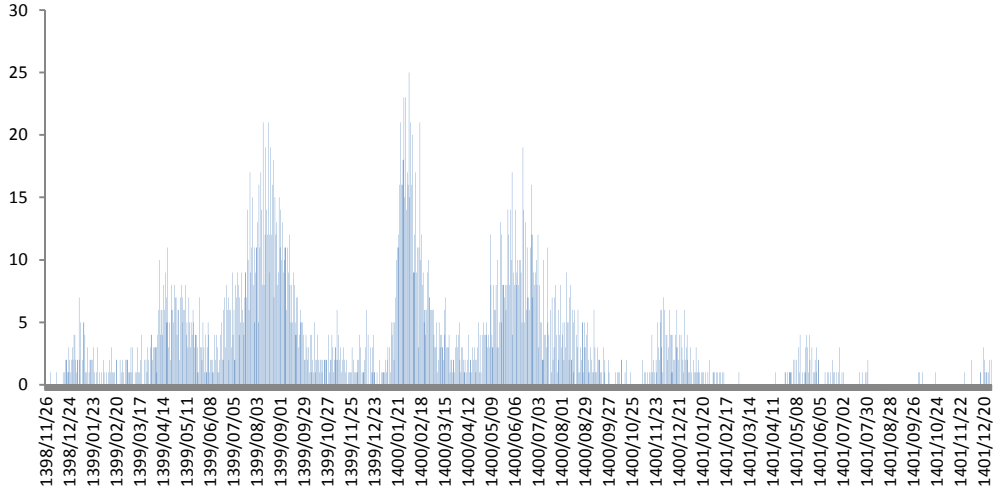
فاصله از مرکز استان و تعداد روزهای یخبندان میزان بروز موارد مثبت قطعی کووید-۱۹ در واحدهای مکانی افزایش و با افزایش میزان توسعه یافتگی و متوسط دمای هوا میزان بروز مرگ کووید-۱۹ در واحدهای مکانی کاهش یافته است (جدول ۱).

جدول ۱-مدل نهایی عوامل مرتبط با میزان بروز مرگ ناشی از کووید-۱۹ در استان همدان سال ۱۴۰۱-۱۳۹۸

متغیر	ضریب*	P-value	فاصله اطمینان ۹۵ درصد ضریب	
			حداکثر	حداقل
تراکم جمعیت	۰/۰۲۹	۰/۰۰۰	۰/۰۳۵	**۰/۰۰۳**
میزان اشتغال	۱۱۱/۷	۰/۰۰۰	۱۱/۰۶	**۱۱۱/۷**
میزان توسعه یافتگی	-۰/۳۶۳	۰/۰۰۰	۰/۰۳۲	**-۰/۳۶۳**
میزان باسوادی	۴/۰۱۶	۰/۰۰۰	۰/۳۴۲	**۴/۰۱۶**
فاصله از مرکز استان	۰/۰۴۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۶	**۰/۰۴۵**
متوسط دمای هوا	-۰/۱۷۳	۰/۲۶۸	۰/۱۵۶	**-۰/۱۷۳**
تعداد روزهای یخبندان	۰/۳۶۵	۰/۰۰۰	۰/۰۴۵	**۰/۳۶۵**
متوسط رطوبت هوا	۰/۱۳۵	۰/۰۰۰	۰/۰۱۳	**۰/۱۳۵**
ثابت مدل	-۴۶۶/۷	۰/۰۰۰	۴۱/۷۰	**-۴۶۶/۷**
معیارهای ارزیابی مدل:		**AIC= ۱۲/۴۴ BIC=**	**۱۰۴/۴۲**	

**** در مدل دوجمله‌ای منفی با یک واحد تغییر در متغیر مستقل، به اندازه ضریب متغیر مربوطه لگاریتم متغیر پاسخ تغییر می‌کند. به شرط اینکه سایر متغیرها در مدل ثابت باقی بمانند. به عنوان مثال اگر در واحدهای مکانی مورد مطالعه میزان توسعه یافتگی یک واحد افزایش یابد تعداد موارد کووید-۱۹ به اندازه ۰/۰٤ افزایش می‌یابد. چون ضریب آن بیشتر از یک است.***

شکل ۳ روند روزانه تعداد موارد مرگ کووید-۱۹ در استان همدان از شروع اپیدمی (۱۳۹۸/۱۱/۲۶) تا پایان سال ۱۴۰۱ را نشان می‌دهد. این شکل بیانگر آن است که از شروع اپیدمی بیماری در استان تا پایان سال ۱۴۰۱ هشت موج مرگ ایجاد شده است. از نظر تعداد روزانه موارد مرگ در موج چهارم موارد بیشتری رخ داده و از نظر طولانی بودن امواج سوم و پنجم، طول بیشتری نسبت به سایر امواج داشته‌اند. فاصله زمانی امواج ۲ و ۳، هم چنین امواج ۴ و ۵ مرگ کمتر از فاصله سایر امواج بوده است.

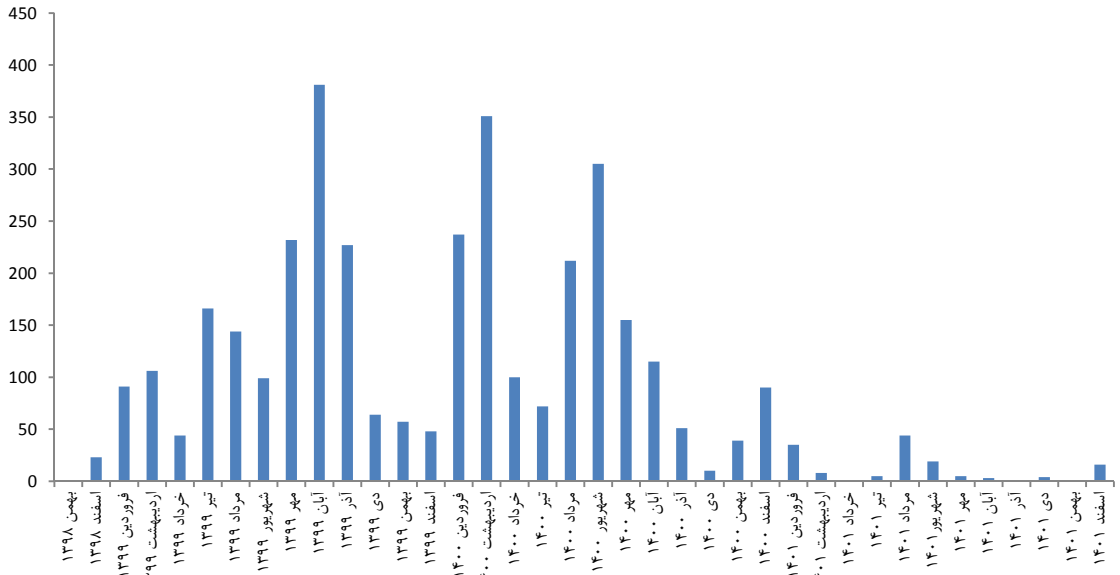


شکل ۳- روند روزانه موارد مرگ کووید-۱۹ در استان همدان از شروع اپیدمی تا پایان سال ۱۴۰۱

CCBY-NC.4.0 DEED

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.61186/jrums.24.2.141]

شکل ۴ روند ماهیانه تعداد موارد مرگ کووید-۱۹ در استان همدان از شروع اپیدمی از بهمن ماه سال ۱۳۹۸ تا پایان سال ۱۴۰۱ را نشان می‌دهد. این شکل بیان‌گر آن است که از شروع اپیدمی بیماری در استان تا پایان سال ۱۴۰۱ در آبان ۱۳۹۹، اردیبهشت و شهریور ۱۴۰۰ بیشترین موارد مرگ ناشی از کووید-۱۹ رخ داده که این ماه‌ها در اوج موج‌های سوم، چهارم و پنجم اپیدمی قرار دارند.



شکل ٤- روند ماهیانه موارد مرگ ناشی از کووید-۱۹ در استان همدان از شروع اپیدمی تا پایان سال ۱۴۰۱

جدول ۲ روند تغییرات خطر نسبی مرگ ناشی از کووید-۱۹ در طول دوره‌های زمانی مورد مطالعه در استان همدان را نشان می‌دهد. این جدول بیان‌گر آن است که در هریک از دوره‌های زمانی مورد مطالعه مرگ ناشی از کووید-۱۹ نسبت به دوره مبنا (نیمه اول سال ۱۳۹۹) بطور معنی‌داری تغییر می‌کند. خطر نسبی مرگ به علت کووید-۱۹ در استان در نیمه دوم سال ۱۳۹۹ و نیمه اول سال ۱۴۰۰ نسبت به دوره مبنا افزایشی و در دوره‌های بعدی (نیمه دوم سال ۱۴۰۰ الی نیمه دوم سال ۱۴۰۱) کاهشی بوده است.

جدول ۲- مدل نهایی روند مرگ به علت کووید-۱۹ در استان همدان از سال ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۱

دوره زمانی	P-Value	خطر نسبی (IRR)	فاصله اطمینان خطر نسبی
نیمه اول ۱۳۹۹	--	-	-
نیمه دوم ۱۳۹۹	۰/۰۰۰	۱/۳۸	۱/۲۸-۱/۴۹
نیمه اول ۱۴۰۰	۰/۰۰۰	۱/۶۸	۱/۵۷-۱/۸۰
نیمه دوم ۱۴۰۰	۰/۰۱۴	۰/۹۰	۰/۸۳-۰/۹۷
نیمه اول ۱۴۰۱	۰/۰۰۰	۰/۴۱	۰/۳۷-۰/۴۶
نیمه دوم ۱۴۰۱	۰/۰۰۰	۰/۳۳	۰/۳۰-۰/۳۷

CCBY-NC.4.0 DEED

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.61186/jrums.24.2.141]

بحث

امروزه بررسی توزیع جغرافیایی بیماری‌های واگیردار در جهان، اهمیات فراوانی در کشف علل و شرایط مسبب گسترش بیماری در هر منطقه دارد. به طوری که سازمان جهانی بهداشت، موضوع استفاده از سامانه‌های اطلاعات مکانی را در نقشه‌سازی بیماری‌ها از سال ۱۹۹۳شروع کرده است. برخی از کشورها برای برنامه‌ریزی اقدامات لازم جهت کنترل اپیدمی کووید-۱۹ در ابعاد ملی و منطقه ای از تکنولوژی‌های سنجش از راه دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده می‌کنند. در این میان می‌توان هندوستان را نام برد که با استفاده از این روش‌ها مناطق پرخطر را مشخص و برنامه‌های کنترل بیماری را در آن منطق متمرکز نمود (۹). Ahasan و همکاران با انجام یک مطالعه مروری نشان دادند، استفاده از فن آوری‌های 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 می‌باشد (۱۰).

در این مطالعه مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی علاوه بر بررسی روند مرگ و میر بیماری از ابتدای شروع اپیدمی در اواخر سال ۱۳۹۸ لغایت ۱۴۰۱، از ۸ متغیر که اطلاعات آنها بر حسب واحدهای مکانی (شهرستان) در دسترس بود و به طور بالقوه می توانند، الگوی پراکندگی مرگ و میر بیماری کووید-۱۹ را توضیح دهند، جهت تجزیه و تحلیل‌های مکانی کووید-۱۹ استان همدان در سال ۱۳۹۹ لغایت ۱۴۰۱ 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 می‌توان آن‌ها را در سه دسته متغیرهای اقتصادی اجتماعی، محیطی و دموگرافیک دسته بندی نمود. بر این اساس با استفاده از مدل‌های رگرسیونی داده‌های شمارشی و تجزیه و تحلیل نقاط داغ و سرد میزان تأثیر هریک از این متغیرها در افزایش یا کاهش میزان بروز مرگ ناشی از بیماری کووید-۱۹ تعیین شد.

نتایج مدل نهایی نشان می‌دهد که برخی عوامل محیطی مانند افزایش تعداد روزهای یخبندان و متوسط رطوبت هوا، به‌طور معناداری با افزایش موارد مثبت و مرگ ناشی از کووید-۱۹ 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 (۱۱)، همچنین مطالعه Wang و همکاران از چین نشان داد، با افزایش دمای هوا میزان بروز و مرگ و میر بیماری کاهش می‌یابد که نتایج آن با مطالعه حاضر هم خوانی دارد. اما مطالعه Wang و همکاران نشان داد، که با افزایش رطوبت هوا میزان بروز و مرگ و میر بیماری کاهش می‌یابد (۱۲)، که با نتایج مطالعه حاضر هم راستا نمی‌باشد. مطالعه Hasan و همکاران که در مقیاس جهانی انجام شده است و ارتباط دما و رطوبت هوا را با میزان بروز و مرگ و میر بیماری را در کشورهای گرمسیری با کشورهای دارای آب و هوای معتدل مورد بررسی و مقایسه قرار داده‌اند، نیز نشان داده است که با افزایش دما و رطوبت میزان بروز و موارد مرگ بیماری افزایش می‌یابد، اما برخی از محققان این ارتباط‌ها را واقعی نمی‌دانند استدلال آنها این است که اکثر کشورهای گرمسیری و نیمه گرمسیری جزء کشورهای درحال توسعه هستند و این کشورها به علت ساختار ضعیف سیستم‌های بهداشتی درمانی و کمبود منابع امکان انجام تست برای تشخیص و درمان موارد بیماری در مقیاس گسترده ندارند و به همین دلیل نسبت به کشورهای دارای آب و هوای معتدل که اکثرا کشورهای توسعه یافته اروپا و شمال آمریکا می‌باشند دارای میزان‌های ابتلاء و مرگ پایین بیماری هستند (۱۳).

CCBY-NC.4.0 DEED

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.61186/jrums.24.2.141]

در این میان با افزایش تراکم جمعیت و میزان باسوادی میزان ابتلاء و مرگ بیماری افزایش و با افزایش میزان توسعه یافتگی میزان ابتلاء و مرگ ناشی از بیماری در واحدهای مکانی کاهش یافته است. مطالعه Rahman و همکاران در بنگلادش نشان داده که بسیاری از متغیرهای دموگرافیک و محیطی با افزایش میزان بروز بیماری ارتباط دارند. از جمله این متغیرها می‌توان تراکم جمعیت اشاره کرد که با افزایش میزان بروز موارد بیماری ارتباط دارد. افزایش فاصله از پایتخت با کاهش موارد بیماری همراه بوده است (۱۴) مطالعه‌ای در ترکیه نیز نشان داد، تراکم جمعیت و نسبت وابستگی سالمندان در تبیین مدل تعداد موارد کووید-۱۹ بسیار مهم است (۱۵). در ایران نیز مقایسه میزان‌های بروز بیماری برحسب استان بیان‌گر آن است که با افزایش فاصله استان‌ها از پایتخت میزان بروز بیماری کاهش می‌یابد و بیشترین میزان بروز بیماری در تهران و استان‌های همجوار به ویژه استان‌های شمالی کشور مشاهده شده است (۱۶) که با نتایج مطالعه حاضر که نشان داد با افزایش فاصله از مرکز استان میزان بروز موارد بیماری کاهش می‌یابد هم راستا نمی‌باشد. این اختلاف را می‌توان به تفاوت دو مطالعه از نظر وسعت منطقه جغرافیایی تحت مطالعه و انجام این اختلاف را می‌توان به تفاوت دو مطالعه از نظر وسعت منطقه جغرافیائی تحت مطالعه نسبت داد. مطالعه Rahman و همکاران (۱۴) در سطح کل کشور بنگلادش انجام شده است. اما مطالعه حاضر تنها در یک استان انجام شده است. از طرفی نسبت پایین‌تر رعایت شیوه نامه‌های بهداشتی به ویژه استفاده از ماسک در شهرستان‌های دور دست استان نسبت به مرکز استان می‌تواند یکی از دلایل افزایش میزان بروز موارد و در نتیجه مرگ ناشی از آن با افزایش فاصله از مرکز استان باشد.

این مطالعه نشان داد، روند ابتلاء و مرگ و میر بیماری در طول دوره اپیدمی در استان همدان به طور معنی‌داری تغییر کرده و خطر نسبی ابتلاء و مرگ کووید-۱۹ در استان در نیمه دوم سال ۱۳۹۹ و نیمه اول سال ۱۴۰۰ نسبت به ماه‌های ابتدایی شروع اپیدمی افزایشی و در دوره‌های بعدی کاهشی بوده است.

پوردان جانی و همکاران نیز نشان دادند، روند موقت تغییرات در نرخ بروز و Case Recovery Rate (CRR) کووید-۱۹ در برخی از کشورهای آمریکای جنوبی و اروپای جنوبی و غربی و آسیای مرکزی و غربی، افزایشی بوده و میانگین درصد تغییر سالانه از اکتبر ۲۰۱۹ تا ژوین ۲۰۲۱ به ترتیب ۴۴/۴ درصد و ۳/۲ درصد افزایش یافته است ($p<۰/۰۰۱$)، اما CFR ۰/۳- درصد کاهش یافته و معنی‌دار نبود ($p>۰/۰۵$) (۱۷). با توجه به این یافته‌ها و مقایسه‌های بین‌المللی شاید بتوان نتیجه‌گیری کرد، الگوی فضایی خاص ابتلاء و مرگ و میر کووید-۱۹، باتوجه به شرایط مکانی و عوامل محیطی در مناطق مختلف تعیین می‌شود و توجه به آن‌ها ضروری به نظر می‌رسد و ارتقای سیستم مراقبت در مناطق پرخطر، به منظور مدیریت و کنترل بهتر بیماری همه‌گیر و عملکرد بهینه در تشخیص زودهنگام، درمان مناسب و پوشش واکسیناسیون بالا، می‌تواند در کنترل بیماری مؤثر باشد.

مطالعات انجام شده در زمینه میزان شیوع سرمی‌کووید-۱۹ در مناطق مختلف کشور در ماه‌های ابتدایی شروع اپیدمی از جمله مطالعه Shakiba و همکاران در استان گیلان (۱۸)، بیان‌گر شیوع نسبتاً فراوان بیماران بدون علامت در سطح استان گیلان می‌باشند که با وجود برنامه‌های غربالگری انجام شده و آزمایش تعداد زیادی از نمونه‌های بیماران مشکوک که براساس علائم بالینی بیماری انجام شده‌اند، شناخته نشده‌اند که به دلیل سیر طبیعی بیماری می‌باشد. با توجه به امکان انتقال ویروس از بیماران بدون علامت به افراد سالم، به ویژه در سویه جدید ویروس تحت عنوان امیکرون و همچنین بیماری‌زائی و قدرت انتقال بیشتر این سویه، لازم است برنامه‌های بیماریابی در گروه‌های در معرض خطر عوارض شدید بیماری به ویژه افراد دارای بیماری‌های زمینه‌ای، سالمندان، زنان باردار و کودکان تشدید گردد.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.61186/jrums.24.2.141]

CCBY-NC.4.0 DEED

یکی از مهم‌ترین محدویت‌های این مطالعه عدم وجود اطلاعات و داده‌های لازم برای سایر متغیرهای اقتصادی-اجتماعی، دموگرافیک و محیطی مانند: میزان مسافرت و درآمد خانوار به تفکیک واحدهای مکانی مورد مطالعه (شهرستان) و واحدهای کوچکتر مکانی شامل مانند بخش و دهستان بود. در صورت فراهم بودن داده‌های متغیرهای بیشتر و با تفکیک جزیی‌تر واحدهای مکانی می‌توان تجزیه و تحلیل‌های دقیق‌تری با استفاده از مدل‌های داده‌های شمارشی مانند رگرسیون دوجمله‌ای منفی و پواسن در نرم‌افزارهای آماری و مدل‌های اطلاعات مکانی مانند: GWR (Geographically weighted regression) در نرم‌افزارهای مرتبط و تجزیه و تحلیل‌های مکانی مانند تحلیل خوشه‌ها و نقاط داغ و سرد در محیط نرم‌افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام داد. بنابراین پیشنهاد می‌شود با کمک سازمان‌های مرتبط زیرساخت‌های مناسب و دردسترس برای محققان در زمینه متغیرهای مختلف اقتصادی-اجتماعی، دموگرافیک و محیطی به تفکیک کوچکترین واحدهای مکانی در استان ایجاد شود.

یکی از محدودیت‌های این مطالعه عدم وجود اطلاعات لازم از برآورد تعداد موارد بدون علامت بیماری در سطح استان بود. با توجه به نقش این موارد در انتشار بیماری و تغییر الگوهای اپیدمیولوژیک آن لازم است در فواصل زمانی مشخصی با انجام مطالعه سرولوژیک میزان شیوع موارد بدون علامت به تفکیک واحدهای مکانی مشخص و در اختیار پژوهش‌گران قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

روند تغییرات میزان‌های ابتلاء و مرگ و میر کووید-۱۹ در طول اپیدمی در سطح استان همدان نشان می‌دهد، در ابتدای شروع اپیدمی مناطق پرخطر و دارای میزان‌های بروز بالا در شهرستان‌های شمالی استان قرار داشته‌اند و در مراحل بعدی در میانه دوره اپیدمی دامنه مناطق پرخطر به شهرستان‌های مرکزی و جنوبی استان به ویژه همدان و تویسرکان گسترش پیدا کرده و سپس مناطق پرخطر در شهرستان‌های جنوبی استان تمرکز داشته‌اند. روند تغییرات میزان‌های ابتلاء و مرگ و میر بیماری در طول دوره اپیدمی معنی‌دار بوده است.

تشکر و قدردانی

در پایان از کلیه عزیزانی که در انجام این مطالعه نقش داشته‌اند به ویژه کارشناسان گروه بیماری‌های استان مدیران مراکز بهداشت و کارشناسان مسئول بیماری‌های شهرستان‌های همدان، نهاوند، تویسرکان، اسداباد، درگزین، رزن، کبودرآهنگ، ملایر، بهار و فامنین و کلیه دوستانی که در جمع‌آوری داده‌ها شرکت داشته‌اند، تقدیر و تشکر می‌گردد.

تعارض در منافع: این پژوهش تعارض منافع ندارد.

حامی مالی: این پژوهش هیچ گونه کمک مالی از سازمان‌های دولتی و غیر دولتی دریافت نکرده است.

ملاحضات اخلاقی (کد اخلاق): این پژوهش دارای کد اخلاق به شماره IR.UMSHA.REC.1401.393 از کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی همدان می‌باشد. در این مقاله سعی شده است کلیه اصول اخلاق پژوهش رعایت شود. افراد با رضایت آگاهانه وارد پژوهش شدند، امکان ادامه ندادن پژوهش را داشتند و کلیه اطلاعات آن‌ها صرفاً برای اهداف پژوهشی استفاده شد و به صورت محرمانه نگه داشته شد.

مشارکت نویسندگان

- **طراحی ایده:** علی مرادی
- **روش کار:** نسترن مرادی
- **جمع‌آوری داده‌ها:** محمد میرزایی
- **تجزیه و تحلیل داده‌ها:** علی مرادی، نسترن مرادی
- **نظارت:** علی مرادی، نسترن مرادی، محمد میرزایی
- **مدیریت پروژه:** نسترن مرادی
- **نگارش- پیش‌نویس اصلی:** فاطمه دارابی، علی مرادی، نسترن مرادی
- **نگارش- بررسی و ویرایش:** فاطمه دارابی، علی مرادی، نسترن مرادی

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.61186/jrums.24.2.141]

CCBY-NC.4.0 DEED

References

1. Hawkins RB, Charles EJ, Mehaffey JH. Socio-economic status and COVID-19–related cases and fatalities. *Public Health* 2020; 189: 129-34.
2. Messner W. The institutional and cultural context of cross-national variation in COVID-19 outbreaks. Medrxiv. 2020.
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(4): 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(10223): 514-23.
6. WHO Covid-19 Dashboard, available at https://data.who.int/dashboards/covid19/cases?n=o
7. Garmarodi G, Moradi A. Designing a tool to measure the economic-social situation in Tehran. *Payesh* 2010; 2(9): 137-44.
8. Hilbe JM. Negative binomial regression: Cambridge University Press; 2011.
9. 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.
10. Ahasan R, Alam MS, Chakraborty T, Hossain MM. Applications of GIS and geospatial analyses in COVID-19 research: a systematic review. F1000Research. 2020; 9(1379): 1379.
11. 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.
12. Ahmed F, Ahmed Ne, Pissarides C, Stiglitz J. Why inequality could spread COVID-19. *The Lancet Public Health* 2020; 5(5): e240.
13. Hasan NA, Haque MM. Predict the next moves of COVID-19: reveal the temperate and tropical countries scenario. medRxiv. 2020.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.61186/jrums.24.2.141]

CCBY-NC.4.0 DEED

14. Rahman M, Zafri NM, Ashik F, Waliullah M. GIS-based spatial modeling to identify factors affecting COVID-19 incidence rates in Bangladesh. Niaz Mahmud and Ashik, Fajle and Waliullah, Md, Gis-Based Spatial Modeling to Identify Factors Affecting COVID-19 Incidence Rates in Bangladesh (August 16, 2020). 2020.
15. Neşe A, Bakir H. Spatiotemporal analysis of COVID-19 in Turkey. *Sustainable Cities and Society* 2022; 76: 103421.
16. 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.
17. Pordanjani SR, Mohammadian M, Derakhshan S, Hadavandsiri F, Nazari SSH, Panahi MH. Spatio-temporal Analysis of COVID-19: A Global Study. *Middle East Journal of Rehabilitation and Health Studies* 2023; 10(2).
18. Shakiba M, Nazari SSH, Mehrabian F, Rezvani SM, Ghasempour Z, Heidarzadeh A. Seroprevalence of COVID-19 virus infection in Guilan province, Iran. medRxiv. 2020.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.61186/jrums.24.2.141]

CCBY-NC.4.0 DEED

Spatial-Temporal Clustering Analysis of COVID-19 Mortality in Hamadan Province: An Ecological Study

Ali Moradi[1], Fatemeh Darabi[2], Mohammad Mirzaei[3], Nastaran Moradi[4]

Received: 06/11/24 Sent for Revision: 15/01/25 Received Revised Manuscript: 19/04/25 Accepted: 20/04/25

Background and Objectives: Information related to the spread of disease and spatial risk factors can assist policymakers and managers in disease control. This study aimed to analyze the spatial-temporal clustering of COVID-19 mortality in Hamadan Province.

Materials and Methods: The present study is an ecological research. All patients with a definitive diagnosis of COVID-19 and death due to COVID in Hamadan Province from the beginning of 2020 to the end of 2022 were included in the study. Zoning maps were used to display the distribution of death cases.The Getis-Ord G statistic was utilized for hot spot analysis. To examine the trend of COVID-19 mortality over the course of the epidemic, a Poisson model was employed.

Results: In total, 7265 COVID-19 patients who died during the study period were included. In November 2020, and May and September 2021, the highest cases of COVID-19 related deaths occurred, coinciding with the peaks of the third, fourth, and fifth waves of the epidemic. In each of the studied periods, COVID-19 mortality significantly changed compared to the baseline period (from March to September 2020). The relative risk of death due to COVID-19 in the province increased from October to February 2020 and March to September 2021 compared to the baseline period and decreased in subsequent periods. High-risk points in Hamadan Province regarding the incidence of deaths caused by COVID-19 from March 2020 to February 2022 were located in several northern and central counties of the province.

Conclusion: At the beginning of the epidemic, high-risk areas with high incidence rates were located in the northern counties of the province. In later stages, during the middle of the epidemic, the range of high-risk areas expanded to the central-southern and then southern counties of the province.

Keywords: COVID-19, Geographic information system, Spatial-temporal clustering analysis, Hamadan

Funding: This study did not have any funds.

Conflict of interest: None declared.

Ethical considerations: The Ethics Committee of Hamadan University approved the study (IR.UMSHA.REC.1401.393).

Authors' contributions:

- **Conceptualization:** Ali Moradi
- **Methodology:** Nastaran Moradi
- **Data collection:** Mohammad Mirzaei
- **Formal analysis:** Ali Moradi, Nastaran Moradi
- **Supervision:** Ali Moradi, Nastaran Moradi, Mohammad Mirzaei
- **Project administration:** Nastaran Moradi
- **Writing – original draft:** Fatemeh Darabi, Ali Moradi, Nastaran Moradi

Writing – review & editing: Fatemeh Darabi, Ali Moradi, Nastaran Moradi

Citation: Moradi A, Darabi F, Mirzaei M, Moradi N. Spatial-Temporal Clustering Analysis of COVID-19 Mortality in Hamadan Province: An Ecological Study. *J Rafsanjan Univ Med Sci* 2025; 24 (2): 141-53. [Farsi]

1- PhD in Epidemiology, Occupational Health and Safety Research Center, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

2- PhD in Health Education and Promotion, Dept. of Public Health, Asadabad School of Medical Sciences, Asadabad, Iran

3- Dept. of Epidemiology, School of Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Hamadan, Iran

4- Dept. of Nutrition, School of Medicine, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran, ORCID: 0009-0007-2191-2278

(Corresponding Author) Tel: 09930485540, E-mail: moradi.nastaran80@gmail.com

CCBY-NC.4.0 DEED

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.61186/jrums.24.2.141]