جغرافیا و روابط انسانی، تابستان ۱٤۰٤، دوره۸، شماره۲، صص۶۰۹-۵۹۳

تحلیل فضایی مبتلایان به کووید-۱۹ (مطالعه موردی: شهر اردبیل)

زینب یزدان پناه[۱]، حسین نظم فر[۲]*، چیمن کرمی*[۳]، توحید حاتمی خانقاهی[٤]

۱-دانشجوی دکتری، گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲- گروه جغرافیا و برنامه ریزی روستایی، دانشگاه تبریز،تبریز، ایرانnazmfar@tabrizu.ac.ir

۳- استادیار، ویروس شناسی پزشکی، دانشکده پزشکی و پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران C.Karami@arums.ac.or

٤- دانشیار، گروه معماری، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

تاریخ دریافت:۱٤۰۳/۰۳/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱٤۰٤/۰۵/۰۹

چکیده:

همه‌گیری ویروس کرونا زندگی روزمره مردم را در سراسر جهان مختل کرد و بنابراین لازم است به این موضوع بهداشتی پرداخته و از نظر ویژگی‌های جغرافیایی بررسی شود. هدف اصلی این پژوهش، بررسی توزیع فضایی بیماری کرونا در شهر اردبیل است. نوع تحقیق بر اساس هدف، کاربردی و از نظر ماهیت و روش توصیفی- تحلیلی است. برای تحلیل نتایج، از روش‌های آمار فضایی در محیط نرم افزاریArc GIS استفاده شده است. روش گردآوری اطلاعات، کتابخانه ای بوده، جامعه آماری تحقیق، مبتلایان به بیماری کرونا در شهر اردبیل در سال ۱۳۹۹ است. در تحلیل الگوی توزیع فضایی از تکنیک‌های، میانگین مرکزی و منحنی انحراف استاندارد، شاخص نزدیکترین همسایگی، تحلیل لکه‌های داغ استفاده شده است. براساس یافته‌های پژوهش و خروجی منحنی انحراف استاندارد توزیع بیماری در جهت شمال شرقی شهر متمرکز شده است و براساس تحلیل نزدیکترین همسایگی، بیماری کرونا در شهر اردبیل به صورت خوشه ای گسترش یافته است.

کلمات کلیدی: توزیع فضایی، بیماری کرونا، آمار فضایی، اردبیل

doi: 10.22034/GAHR.2024.464289.2178 شاپا الکترونیکی:2645-3851

مقدمه:

بیماری کروناویروس ۲۰۱۹ (کووید-۱۹) که توسط ویروس کرونا سندرم حاد تنفسی ۲ (SARS-CoV-2) ایجاد شد، اولین بار در دسامبر ۲۰۱۹ شناسایی شد و به سرعت شیوع پیدا کرد و در مدت کوتاهی به یک تهدید برای سلامت جهانی تبدیل شد (Ciotti, etal, 2020:215). طبق گزارش مراکز کنترل و پیشگیری بیماری‌ها، تا ۱ آگوست ۲۰۲۳، بیش از ٦٩٠ هزار مرگ و میر در سراسر جهان رخ داده است (Sun etal, 2024:1). شیوع ویروس کرونا در ایران از ۲۸ بهمن ۱۳۹۹ آغاز شد. با گذشت زمان تمامی استانهای کشور یعنی ۳۱ استان، نقاط شهری و روستایی و ... درگیر این بیماری شدند. پراکندگی و توزیع فضایی بیماری کرونا در سطح استان‌های کشور، نقاط شهری و روستایی و ... ناهمگن بوده است(عزیزپور و همکاران، ۱۳۹۹: ۲۲). در حال حاضر پاندمی کرونا یکی از مسائل مهم و اصلی بهداشت و درمان در ایران و تمام دنیا می‌باشد. ایران از نظر تعداد موارد ابتلا رتبه پانزدهم و از نظر تعـداد مرگ و میر رتبه دوازدهم را داشته و در نسبت مرگ در یک میلیون نفر جمعیت رتبه ٥٦ را دارد که بالاتر از میانگین جهانی است (حبیب زاده و همکاران، ١٤٠٠: ٣٠٤). با توجه به شیوع و رشد روزافزون این بیماری، یافتن راه هایی برای مدیریت و مقابله با آن ضروری است. از آنجایی که بیماری به پارامترهای زیادی از جمله اطلاعات مکانی بستگی دارد، تجزیه و تحلیل این اطلاعات برای پیش بینی و کنترل آن ضروری است (Svendsen et al., 2012). یکی از ابزارهای مفید سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) است که از دیرباز مورد توجه کارشناسان بهداشتی به عنوان ابزاری مهم در پیشگیری و کنترل بیماری های عفونی بوده است. با تجزیه و تحلیل داده های مکانی و غیر مکانی میتوان هزینه ها را کاهش داد و به طور قابل توجهی به مدیران و تصمیم گیرندگان کمک می کند تا بیماری را کنترل کنند و با تعریف مناطق آسیب پذیر بیماری و به روز رسانی نقشه های خطر می توان به شناخت کافی از وضعیت موجود در منطقه دست یافت. در ارتباط با موضوع پژوهش، پژوهش‌هایی در داخل و خارج از کشور انجام شده که به اهم آن‌ها اشاره می‌شود: موراسائه[1] و همکاران (٢٠٢٤) در پژوهشی با عنوان « عوامل اجتماعی موثر بر نابرابری‌های مکانی کووید-۱۹ درسراسر انگلستان: یک تحلیل رگرسیون وزنی جغرافیایی چند مقیاس» با استفاده از یک روش آماری به نام "تحلیل رگرسیون وزنی جغرافیایی چند مقیاس" به بررسی عوامل اجتماعی موثر بر نابرابری‌های مکانی کووید-۱۹ در سراسر انگلستان پرداخته است. همچنین این مطالعه نشان داده است که چگونه عواملی مانند سطح تحصیلات پایین، درآمد کم یا دسترسی محدود به خدمات بهداشتی، افراد ساکن در مناطق خاص را در معرض خطر بیشتری برای پیامدهای جدی کووید-۱۹ قرار داده است.

1. Morasae

ترازکار[1] و همکاران (۲۰۲٤) پژوهشی با عنوان « عوامل تعیین کننده مستقیم و غیرمستقیم شیوع COVID-19 در استرالیا: یک تحلیل داده های پانل فضایی» انجام داده اند، این مقاله با هدف بررسی اثرات فضایی کووید-۱۹ در استرالیا از اوایل ژوئن ۲۰۲۰ تا اواسط اوت ۲۰۲۰ انجام شده است. نتایج نشان دهنده رابطه معنادار بین موارد تایید شده ابتلا به کووید-۱۹ و موارد فوتی، موارد فعال و بستری در بخش ICU است.

ایراندوست و همکاران (۲۰۲۳) پژوهشی باعنوان « تحلیل فضایی تراکم جمعیت و اثرات آن در دوران همه‌گیری کووید-۱۹ در سنندج، ایران» انجام داده است. این مطالعه نشان داده است که تراکم جمعیت و تراکم ساختمانی در مناطق شهری توانسته بر شیوع کووید-۱۹ تأثیر بگذارد. همچنین تراکم جمعیت بالا و تراکم بالای واحدهای مسکونی منجر به افزایش تماس‌های انسانی شده است که خطر ابتلا به ویروس را افزایش داده است.

پرانزو[2] و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهشی با عنوان « جغرافیای اپیدمیولوزی در عمل: مروری اکتشافی بر یافته های کلی تحلیل فضایی در مطالعه انتشار کووید-۱۹ در طول سال اول همه گیری» با مرور مقالات علمی بین‌المللی مرتبط با گسترش سرزمینی ویروس کووید-۱۹، با تمرکز ویژه بر جغرافیای کمی کاربردی و تحلیل فضایی، به تعریف یک ساختار کلی برای پژوهش‌های جغرافیای اپیدمیولوژی پرداخته است.

موراتیدیس[3] (۲۰۲۲) در پژوهشی با عنوان « کووید-۱۹ و شهر فشرده: مفاهیمی برای رفاه و برنامه‌ریزی شهری پایدار» براساس داده‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) از شهرهای اسلو و ویکن در نروژ، به بررسی تغییرات سلامت و رفاه عمومی ناشی از کووید-۱۹ و چگونگی ارتباط شهر فشرده و ویژگی‌های آن با این تغییرات پرداخته است. یافته‌ها نشان می‌دهد که معیارهای سلامت و رفاه عمومی در طول همه گیری کووید-۱۹ کاهش یافته است.

ماهانتا[4] (۲۰۲۲) در پژوهشی با عنوان « کاربرد سیستم داده های مکانی برای نظارت بر بیماری‌های عفونی: مطالعه موردی همه‌گیری کووید-۱۹ در شمال شرقی هند» با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و روش خودهمبستگی موران و شناسایی نقاط داغ به برنامه ریزی و مدیریت سلامت در دوران همه گیری کووید-۱۹ در شمال شرقی هند پرداخته است و همچنین راهنمای ارزشمندی برای پیاده‌سازی فناوری‌های علوم اطلاعات جغرافیایی در پایش و ردیابی همه‌گیری است.

نیوونهویسن[5] (۲۰۲۱)، در پژوهشی با عنوان « مدل‌های شهری جدید برای شهرهای پایدارتر، زیست‌پذیر و سالم‌تر پس از کووید۱۹؛ کاهش آلودگی هوا، صدا و اثرات جزیره گرمایی و افزایش فضای سبز و فعالیت بدنی» یک بررسی

2. Tarazkar
1. Pranzo
2. Mouratidis
3. Mahanta
4. Nieuwenhuijsen

متاروایی در مورد تعدادی از مدل‌های شهری پیشرفته ارائه کرده است که ممکن است بر سلامت تأثیر بگذارند و همچنین در چند سال گذشته گزارش شده‌اند. مفاهیم جدید شهری مانند سوپر بلوک ها، محله کم تردد، شهر ۱۵ دقیقه ای، شهر بدون خودرو یا ترکیبی از اینها که ممکن است تا حدودی در کاهش بار بهداشتی مرتبط با شیوه های فعلی شهری و حمل و نقل کمک کند.

بگ[1] و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی با عنوان «درک الگوی مکانی- زمانی شیوع COVID-19 در هند با استفاده از GISو واکنش هند در مدیریت همه گیری» الگوی مکانی-زمانی گسترش ویروس کرونا در هند را از طریق خوشه بندی مکانی، شناسایی لکه‌های داغ، همگونی و ناهمگونی فضایی و همچنین جهت روند تغییر Covid-19 با استفاده از تحلیل‌های آماری مکانی طی دوره ۳۰ ژانویه تا ۲۰ ژوئن ۲۰۲۰ مورد بررسی قرار داده است و ناهمگونی مثبت فضایی در خصوص بیماری کووید-۱۹ را نشان داده است و در آخر سیاست‌های مناسبی برای شروع برنامه‌ریزی استراتژیک دولت توصیه کرده است.

شریفی و خاوریان گرمسیر (۲۰۲۰)، نیز در پژوهش خود به بررسی پاندمی کرونا و تأثیرات آن بر شهرها و درس های اصلی برای برنامه ریزی، طراحی و مدیریت شهری پرداخته اند. نتایج پژوهش نشان میدهد که از نظر تمرکز موضوعی، تحقیقات اولیه در مورد تأثیرات کووید ۱۹ بر روی شهرها عمدتا چهار موضوع اصلی را دربر می گیرد، (۱) کیفیت محیط زیست، (۲) تأثیرات اقتصادی اجتماعی، (۳) مدیریت و حاکمیت، (٤) حمل و نقل و طراحی شهری.

محمدی و همکاران (۱٤۰۲) در پژوهشی با عنوان « تحلیل فضایی-زمانی شیوع کووید-۱۹ در سطح محلات شهر تهران» از روشهای توصیفی و تحلیل فضایی برای رسیدن به هدف پژوهش استفاده کرده است. بررسی شیوع کووید – ۱۹ طی ۲۰ ماه در محله‌های شهر تهران نشان داده که توزیع ابتلا در محلات ناهمگون بوده است. مردان بیش از زنان در معرض ابتلا قرار داشته و گروه سنی ٤٥ تا ٦٤ سال ، ابتلای بیشتری به نسبت سایر گروه های سنی داشته اند. یک خوشه ی فضایی – زمانی قابل توجه در مرکز به سمت جنوب و جنوب شرق شناسایی شد که نشان داد احتمالا خوشه های شیوع باید تحت تاثیر ویژگی‌های خاص محله‌های شهری قرار گرفته باشند.

ناصح و همکاران (۱٤۰۱)، در پژوهشی با عنوان « بررسی توزیع مکانی زمانی و عوامل موثر در شیوع بیماری کرونا (ویروس کووید-۱۹) در استان خراسان جنوبی» به بررسی ارتباط۱۲ متغیر توصیفی به عنوان متغیر شامل ارتفاع، میانگین بارندگی، میانگین دما، جمعیت، مساحت، نرخ باسوادی، میزان بیمه شده، نرخ بیکاری، تراکم جمعیت، تعداد ٦٥ سال و بیش تر، تعداد بیمارستان ها و تعداد خانه های بهداشت؛ با متغیر وابسته که نرخ ابتلا به کووید- ۱۹ پرداخته است. به این منظور از از رگرسیون های وزنی جغرافیایی و رگرسیون حداقل مربعات معمولی و آزمون خود همبستگی

1. Bag

فضایی موران استفاده شده است. نتایج پژوهش نشان داده است که پنج متغییر دارای ارتباط معنی دار با توزیع کووید-۱۹ در استان بوده است. سه متغیر تراکم جمعیت، افراد بالای ٦٥ سال و تعداد بیمارستان تاثیر گذاری بیشتری نسبت به سایر متغیر ها داشته است.

با توجه به مطالعات انجام شده، GIS در مدیریت سیستم پشتیبان به عنوان یک ابزار فعال که دارای بهره وری و هزینه اثر بخشی بسیار بالایی است، شناخته شده است. نخستین مرحله در تجزیه و تحلیل داده های جغرافیائی، به تصویر کشیدن آنها به ویژه در قالب نقشه های جغرافیائی است. آنالیز و قابل مشاهده کردن اطلاعات مکانی از طریق تولید نقشه ها می باشد، به عبارتی تعیین موضع و مکان بیماری‌ها، بررسی مکانی امکانات مراقبت ها و خدمات بهداشتی، 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 (Kodge, 2021: 224). کاربردGIS راه حل کاملی برای درک توزیع بیماری‌ها و مشکلات موجود در زمینه بهداشت جامعه نمی باشد، اما می توان آن را روشی مهم برای فهم اینکه چگونه انسان با محیط خود تعامل نموده و سبب ارتقاء یا کاهش بهداشت محیط پیرامون خود می شود، دانست (ناصح و همکاران، ۱٤۰۱: ۱٤٦). ظرفیت مدل سازی مکانی در GIS به طور مستقیم در درک تفاوت توزیع مکانی بیماری ها و ارتباط آنها با فاکتورهای محیطی و سیستم مراقبت های بهداشتی کاربرد دارد، پراکندگی بیماری های واگیردار هر منطقه در وضعیت ریخت شناسی محیط و بهره برداری از منابع محیطی و زیست محیطی از اهمیت بسیاری برخوردار است. مکان یابی پراکنش بیماریها براساس سیستم اطلاعات جغرافیائی زیربنای برنامه ریزی در زمینه مدیریت اطلاعات سلامت و یکی از مقولات اساسی درتوسعه فناوریهای نوین در نظام سلامت و زیست محیطی می باشد. بنابراین تحلیل فضایی بیماری کرونا می تواند به ما کمک کند تا درک بهتری از الگوهای انتشار بیماری و عوامل موثر در آن داشته باشیم. با این اطلاعات، مسئولان بهداشتی و سایر نهادها می‌توانند اقدامات مناسب برای کنترل و پیشگیری از انتشار بیماری را برنامه‌ریزی کنند. شهر اردبیل یکی از شهرهای شمالغربی ایران است که به شدت تحت تاثیر بیماری کرونا بوده است. در همین راستا این پژوهش سعی دارد توزیع فضایی بیماری کووید ۱۹ در شهر اردبیل را با استفاده از نرم افزار ARC GIS ارزیابی و تحلیل نماید.

مبانی نظری

بیماری های واگیردار

بیماری‌های واگیردار به بیماری‌هایی گفته می‌شود که به واسطه یک عامل بیماری‌زا یا فرآورده‌های سمی آنها به وجود می‌آید و به صورت مستقیم و غیر مستقیم از انسان به انسان، از حیوانات و حشرات به انسان، از حیوانات به حیوانات دیگر و یا از محیط به انسان یا حیوانات منتقل می‌شود .

انتقال مستقیم از طریق تماس مستقیم مانند لمس کردن، دست دادن، ذرات قطره‌ای عطسه و سرفه، تماس جنسی، تماس با خاک، گزش حیوانات، مادر به جنین اتفاق می‌افتد.

انتقال غیر مستقیم به وسیله اشیاء بی‌جان مانند غذا، آب، لباس، انتقال از طریق جاندار ناقل و انتقال از طریق هوا به وسیله ذرات و گرد و غبار معلق در هوا رخ میدهد (فخاری و خیراللهی، ۱۳۹۹: ۹)

ویروس کووید۱۹- از جمله بیماری‌هایی است که از شخصی به شخص دیگر منتقل می‌شود و زمینه این انتقال ازدحام جمعیت و تماس فرد بیمار با سایر افراد است. منشاء بیماری معموال افراد بیمار می‌باشند اما افراد ناقل بدون علامت هم می‌توانند منبع انتقال باشند (بیرقی فرد و کارگر، ۱۳۹۹: ٤٨).

اندمیک، اپیدمیک، پاندمیک

در فرهنگ آکسفورد (۲۰۲۱)، اندمیک به بیماری‌هایی اطلاق می‌شود که به طور کلی یا مداوم در میان افراد در یک منطقه خاص دیده می‌شود. اپیدمیک به معنای شیوع ناگهانی یک بیماری عفونی که به سرعت در میان مردم گسترش می‌یابد و بخش زیادی از مردم را تحت تاثیر قرار می‌دهد تعریف شده است و پاندمیک به معنای گسترش یک بیماری در کل کشور و یا کل جهان است.

اپیدمی یا همه‌گیری، انتشار بیماری در یک جامعه یا منطقه جغرافیایی در حد وسیع‌تر است. علایم یک پاندمی به تغییر خصوصیات یک بیماری ارتباط ندارد، بلکه وابسته به نگرانی در سطح وسیع می‌باشد. بر اساس گزارش جهانی سلامت زمانی پاندمی اعلام می‌شود که یک بیماری جدید که مردم نسبت به آن ایمنی ندارند در جهان فراتر از حد انتظار گسترش می‌یابد. در طول تاریخ چندین پاندمی از جمله آبله، سل، وبا، ایدز، ابولا اتفاق افتاده است. یکی از بدترین آنها بیماری مرگ سیاه یا طاعون سیاه در قرن چهاردهم میلادی بوده که باعث مرگ ۷۵ تا ۲۰۰ میلیون نفر در منطقه اوراسیا و افریقا شد و حدود یک سوم تا دو سوم از جمعیت اروپا را به کام مرگ کشاند (دهقانی و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۲).

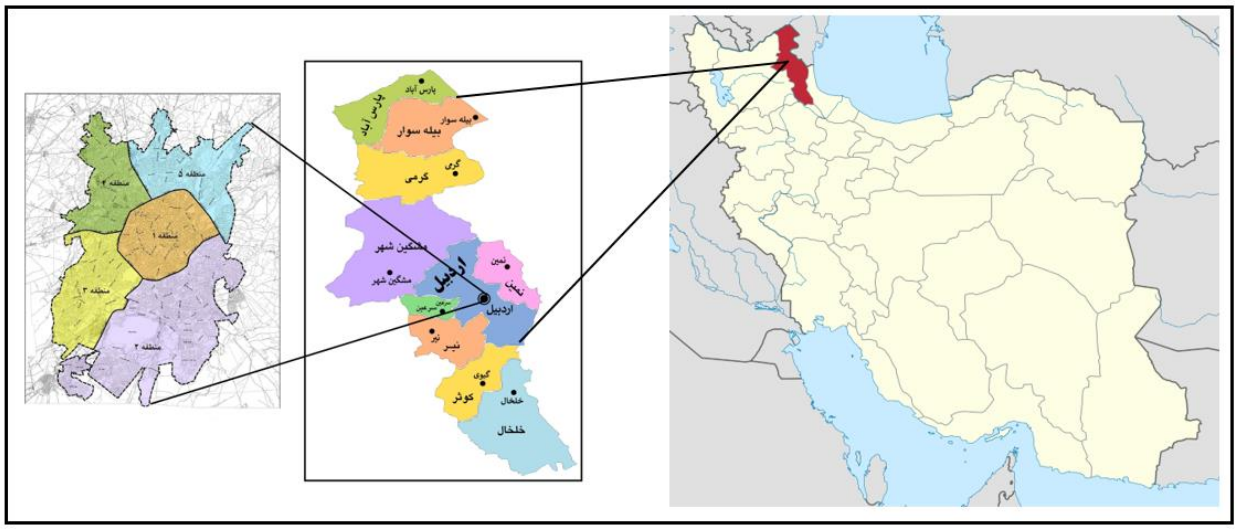
اپیدمیولوژی ویروس کرونا

کرونا ویروس ها گروهی از ویروس ها هستند که هم در انسان و هم در برخی حیوانات می توانند باعث بیماری شوند. در انسان چندین نوع ویروس باعث عفونتهای تنفسی می شوند از سرماخوردگی گرفته تا بیماری های شدیدتر

مانند سندرم تنفسی خاورمیانه او سندروم تنفسی حاد شدید. بیماری کرونا، ویروس جدید یک بیماری ویروسی و بسیار مسری است که اولین بار در شهر ووهان کشور چین شناسایی گردید. علائمی شبیه آنفلوانزا، سارس و سایر بیماری های شدید تنفسی دارد. عامل این بیماری به اختصار COVID-۱۹ نام گذاری شده است. بعد از شناسایی موارد اولیه بیماری در شهر ووهان چین به علت مسری بودن شدید، این بیماری به شهرهای دیگر چین هم گسترش پیدا کرد سپس مواردی از بیماری هم در کشورهای دیگر مانند ایتالیا، ایران، فرانسه و... مشاهده گردید و سپس به صورت یک بیماری اپیدمی تمامی کشورهای جهان را درگیر کرد (رهنما و بازرگان، ۱۳۹۹: ۲۸).

معرفی محدوده مورد مطالعه

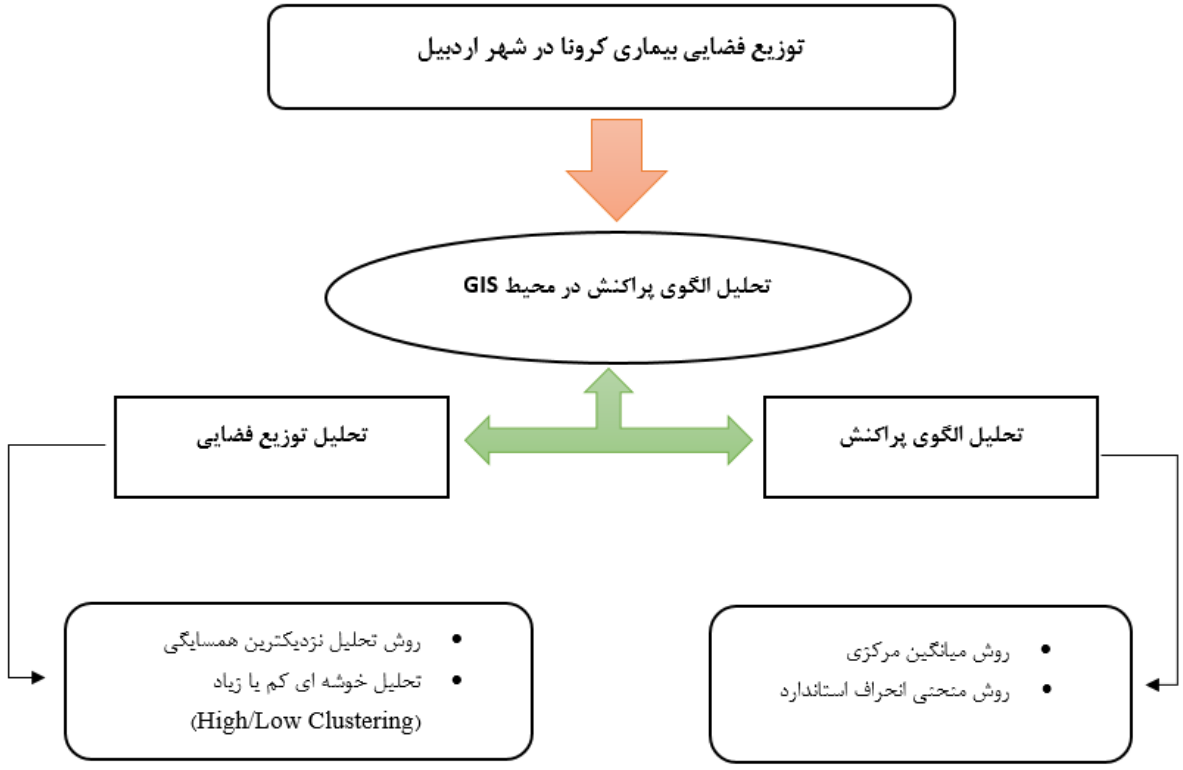
شهر اردبیل به عنوان مرکزیت اداری-سیاسی استان اردبیل در دشتی به همین نام و به صورت شعاعی گسترش یافته است. براساس آخرین آمارگیری رسمی کشور در سال ۱۳۹۵ جمعیت شهر اردبیل ۵۲۵ هزار و ۷۰۲ نفر (۱۵۸ هزارو ۹ خانوار) و مساحت آن بیش از شش هزار و ۱۰۰ هکتار گزارش شده است. همچنین براساس آخرین گزارشات شهرداری اردبیل، شهر اردبیل دارای ۵ منطقه شهری، ٤٤ ناحیه شهری و ۱۹۷ محله شهری است (یاری‌حصار و همکاران، ۱۳۹۸: ۸۱). شکل (۱) نشان‌دهنده موقعیت شهر در نقشه ایران است.



نقشه (۱): موقعیت تقسیمات سیاسی شهر اردبیل در استان و کشور(منبع: نگارندگان)

روش تحقیق

این پژوهش به لحاظ هدف از نوع کاربردی و از نظر روش‌شناسی توصیفی-تحلیلی است. روش گردآوری اطلاعات، کتابخانه‌ای بوده. جامعه آماری تحقیق، تعداد مبتلایان به بیماری کرونا در شهر اردبیل در سال ۱۳۹۹ می‌باشد. استفاده از آمار فضایی در پژوهش حاضر، به این صورت است که بین مقادیر مختلف یک متغیر، از حیث فاصله و جهت قرار گرفتن آنها نسبت به هم ارتباط برقرار شود. این ارتباط فضایی که معمولا در قالب روابط ریاضی بیان می‌شود، ساختار فضایی نام دارد. در همین راستا این پژوهش سعی دارد توزیع فضایی بیماری کووید ۱۹ در شهر اردبیل را با استفاده از نرم افزار GIS ارزیابی و تحلیل نماید. بدین منظور پس از دریافت آمار و اطلاعات مربوط به مبتلایان این بیماری از دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، که بالغ بر ۹۲۶ بیمار کرونایی بوده است در مرحله اول موقعیت مکانی هر کدام از مبتلایان را بر روی نقشه مشخص کرده و سپس نقشه توزیع فضایی مبتلایان تهیه شد. سپس برای پیشبرد اهداف پژوهش حاضر و تحلیل داده‌ها و دستیابی به نتایج مدنظر از فنون و مدل‌های متنوعی استفاده شد که عملکرد هریک از آنها تشریح می‌شود.

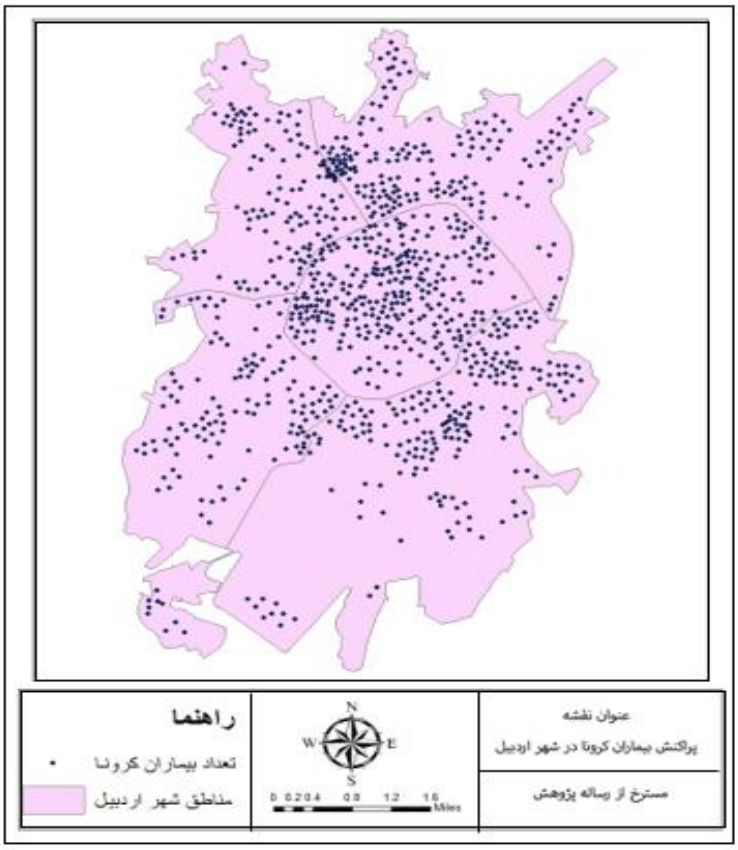


شکل (۱): مدل مفهومی تحقیق (منبع: نگارندگان)

یافته‌های پژوهش:

در این بخش از پژوهش به بررسی توزیع فضایی بیماری کرونا با استفاده از مدل‌های(روش میانگین مرکزی، روش منحنی انحراف استاندارد، روش تحلیل نزدیکترین همسایگی، تحلیل خوشه ای کم یا زیاد) در شهر اردبیل پرداخته شده است.

بدین منظور تعداد کل بیماران کرونایی شهر اردبیل در سال ۱۳۹۹، ۹۲٦ بوده است که با استفاده از آدرس محل سکونت بیماران داده های نقطه‌ای مربوط به موقعیت مکانی هر کدام از مبتلایان در محیط ARC GIS بر روی نقشه مشخص گردیده و نقشه (۲) نقشه توزیع بیماری کرونا در شهر اردبیل را نشان می‌دهد.

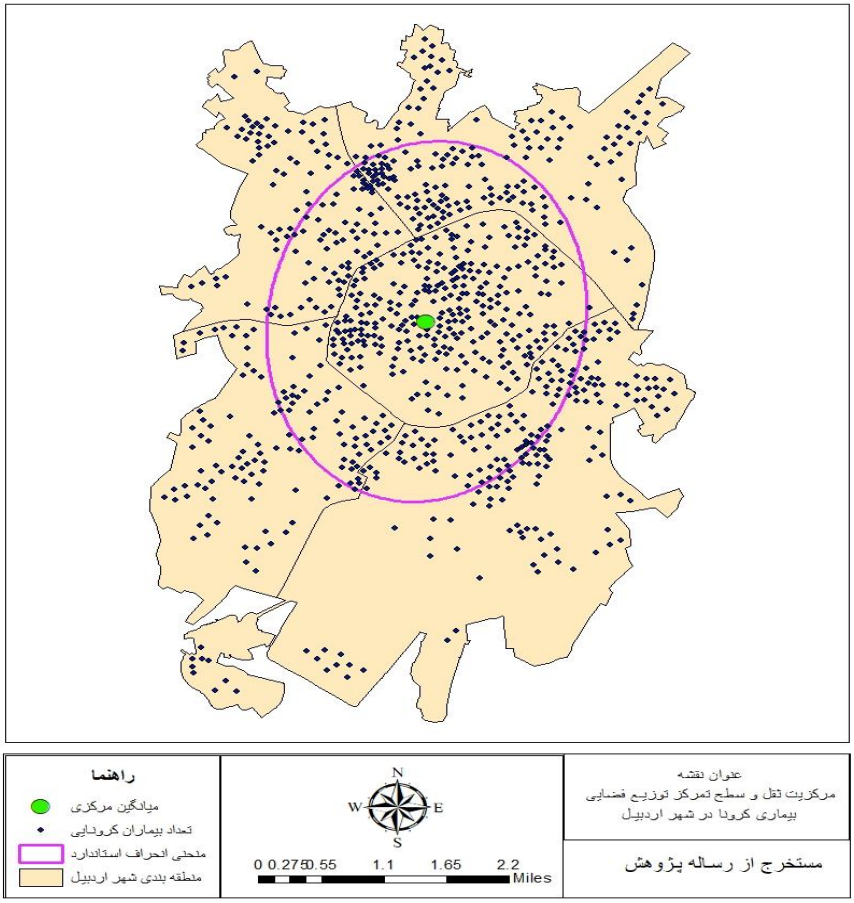


نقشه ۲: نقشه پراکنش بیماران کرونایی در شهر اردبیل (منبع: نگارندگان)

تحلیل الگوی توزیع فضایی

روش میانگین مرکزی: این تحلیل مشابه میانگین در آمار معمولی است و به صورتی مشابه محاسبه می‌شود. این تحلیل مرکز جغرافیایی و یا مرکز ثقل مجموعه‌ای از عوارض را شناسایی می‌کند. خروجی این ابزار یک الیه جدید خواهد بود که در آن نقطه میانگین مرکزی عوارض قابل مشاهده می‌باشد (یزدانی و سعیدی، ۱٤۰۲: ۳٤۰).

روش منحنی انحراف استاندارد: توزیع بسیاری از پدیده‌های جغرافیایی در فضا جهت‌دار بوده و نمی توان آنها را با دایره نشان داد. در این موارد میتوان با محاسبه واریانس محورهای x و y به صورت جداگانه و مستقل روند و جهت توزیع پدیده‌ها در فضا را نشان داد که بیان می‌کند توزیع عوارض جغرافیایی در فضا به صورت جهتدار صورت گرفته اند و یا خیر (یزدانی و سعیدی، ۱۴۰۲: ۳۴۰).



نقشه (۳): مرکزیت ثقل و سطح تمرکز توزیع فضایی بیماری کرونا در شهر اردبیل (منبع: نگارندگان)

جهت تعیین پراکنش فضایی بیماری در سطح مناطق و تعیین مرکزیت هندسی استقرار بیماری و توزیع فضایی پیرامون آن از روش های اندازه گیری میانگین مرکزی و منحنی انحراف استاندارد در شکل (۲) مشخص شده است. مطابق با شکل، پراکنش بیماری کرونا در سطح مناطق شهر گسترش یافته است. به ویژه که منطقه مرکزی بیشترین تمرکز و نقطه ثقلی را تشکیل داده است ، توزیع این عناصر در جهت شمال شرقی شهر متمرکز شده است که بیضی انحراف استاندارد موید این امر است.

روش تحلیل نزدیکترین همسایگی:

در تحلیل نزدیکترین همسایگی، پراکندگی نقاط بر اساس فاصله بین یک نقطه و نزدیکترین همسایگان آن کمی‌سازی می‌شود (Gao, 2022: 121). ابزار میانگین نزدیکترین فاصله همسایگی ابتدا فاصله بین نقطه مرکزی هر عارضه را با نقطه مرکزی نزدیکترین همسایه‌اش اندازه‌گیری کرده و سپس میانگین تمامی این نزدیک‌ترین همسایگی‌ها را محاسبه می‌کند. اگر میانگین فاصله محاسبه شده از میانگین توزیع فضایی فرضی کمتر باشد، توزیع پدیده مورد بررسی در فضا به صورت خوشه ای و اگر بزرگتر باشد، عوارض به صورت پراکنده در فضا توزیع شده اند (یزدانی و سعیدی، ۱٤۰۲: ۳٤۱). در بکارگیری این روش شاخصی به نام میزان مجاورت حاصل می شود، که دامنه آن بین صفر تا ۲/۱۵ است. که هر چقدر به صفر نزدیکتر باشد، نشانگر الگوی توزیع متراکم و خوشه ای و هرچه به ۲/۱۵ نزدیکتر باشد، بیانگر الگوی توزیع منظم و عدد یک نیز بیان کننده الگوی تصادفی توزیع فضایی پارامتر مورد نظر است (سرایی و همکاران، ۱۳۹۵: ٦۸).

میانگین نزدیکترین فاصله همسایگی از نظر همسایگی از نظر آماری با استفاده از فرمول ۱ محاسبه می‌شود:

رابطه (۱):

$$A\ NN=\frac{\overline{DO}}{D_E}$$

که در آن DO میانگین فاصله مشاهده شده بین کاربری مراکز درمانی و نزدیکترین همسایگانش است که با فرمول ۲ محاسبه می‌شود:

رابطه (۲):

$$\overline{DO}=\frac{\Sigma_{i=1}^{n} dj}{n}$$

در این فرمول D_E میانگین فاصله بین بیماری و نزدیکترین همسایگانش است در صورتی که توزیع بیماری به صورت تصادفی انجام گرفته باشد و به صورت فرمول ۳ بیان می‌شود:

رابطه (۳):

$$\overline{D_E}=\frac{0.5}{\sqrt{N/A}}$$

در معادله بالا، N تعداد کل عوارض، و A مساحت کل محدوده مورد مطالعه است.

امتیاز استاندارد ZANN نیز با استفاده از فرمول ٤ محاسبه می‌شود:

رابطه (٤)

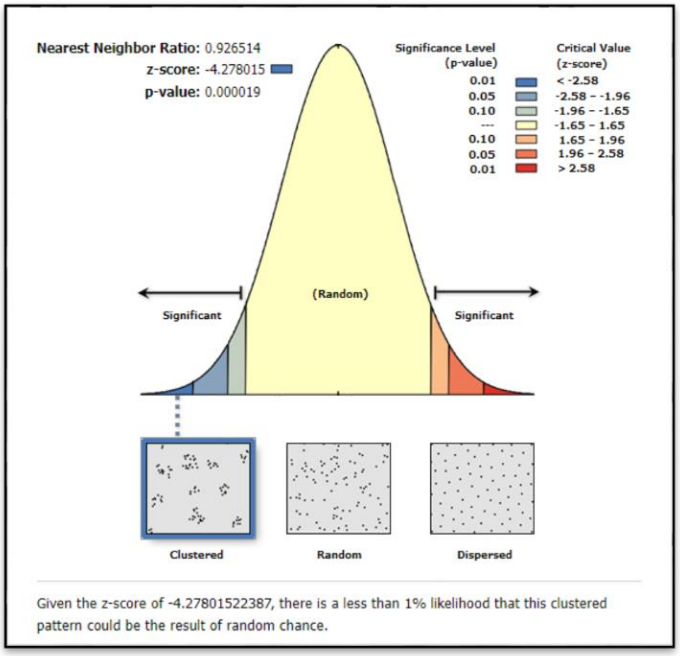
$$ZANN = \frac{\overline{DO} - D_E}{SE}$$

و SE با استفاده از فرمول ٥ برابر است با:

رابطه (٥)

$$SE = \frac{0.026136}{\sqrt{N^2/A}}$$

مقدار P Value تقریبی از مساحت زیر منحنی برای توزیع معین خواهد بود که با آزمون آماری محدود می‌شود (عسگری، ۱۳۹۰: ٤١).



شکل(۲): الگوی پراکنش بیماری کرونا در سطح شهر اردبیل با استفاده از تحلیل نزدیکترین همسایگی (منبع: نگارندگان)

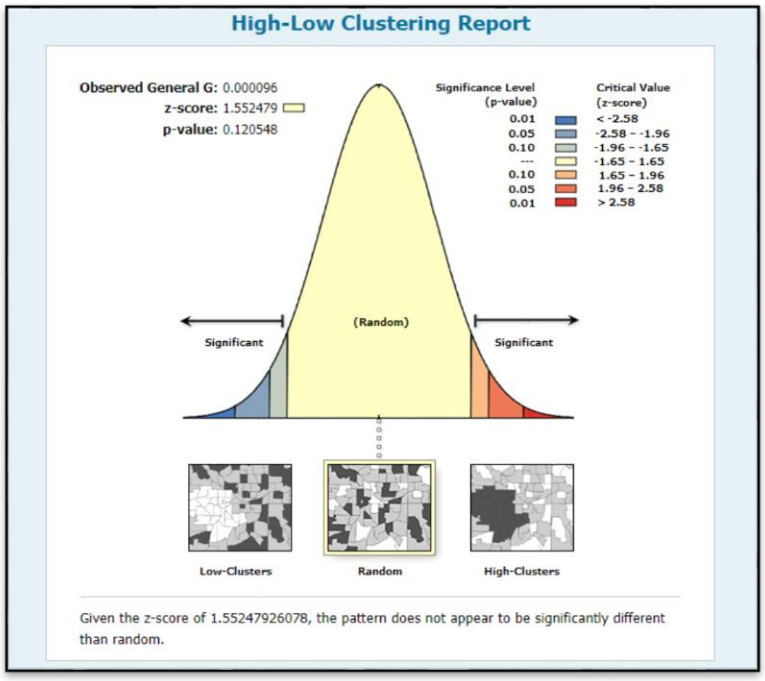
براساس نمودار تحلیل نزدیکترین همسایگی (شکل ۳) بیماری کرونا در شهر اردبیل به صورت خوشه ای گسترش یافته است. میزان Z-SCORE به دست آمده (٤/۲۷-) می باشد و میزان (p-value: 0.000019) است که دارای ارتباط معناداری می باشد و نشان دهنده تجمع بیماری در محلات مناطق مختلف شهر می باشد.

تحلیل خوشه ای کم یا زیاد (High/Low Clustering)

این ابزار فرایندی هست که اگر داده های ما در یک منطقه دارای خوشه بندی باشد میتوان حد آستانه کم یا زیاد خوشه بندی آن را محاسبه کرد. درواقع با این ابزار می‌توان شدت میزان خوشه بندی مقادیر کم و زیاد یک متغیر را اندازه گیری کرد. درصورتیکه مقدار خروجی ما از یک کمتر باشد خوشه بندی شدید و اگر از یک بیشتر باشد خوشه بندی خفیف است.

همچنین این ابزار برمبنای فرضیه صفر تعریف شده است که همان مقدار آماره G هست در صورتیکه هیچ نوع خوشه بندی فضایی در دیتاهای ما نباشد گزینه Random به نمایش درمی‌آید یعنی ویژگی مورد مطالعه ما هیچ نوع خوشه بندی را براساس پلیگون‌هایی که تعریف کردیم و اطلاعاتی که در داخل جدول اطلاعاتی هست نشان نمی‌دهد. همچنین دو ویژگی برای ما تعریف کرده است که یکی میزان z-score که میزان مقدار استاندارد را نشان می دهد و

دیگری p-value است. اگر مقدار z-score خیلی بزرگ باشد و مقدار p-value خیلی کوچک و نزدیک به صفر باشد فرضیه صفر رد می شود. اگر مقدار z-score مثبت باشد یعنی مقادیر زیاد ویژگی مورد مطالعه ما خوشه بندی شده است. و اگر مقدار z-score منفی باشد یعنی مقادیر کم یا پایین ویژگی های مورد مطالعه خوشه بندی شده است.



شکل (۳): الگوی پراکنش بیماری کرونا در سطح شهر اردبیل با استفاده از تحلیل خوشه ای کم یا زیاد(منبع: نگارندگان)

براساس تحلیل خوشه‌ای کم یا زیاد میزان z-score به دست آمده (۱/۵۵) که بیشتر از یک و میزان p-value (0.12) می‌باشد. همانطور که در نمودار نشان داده شده نحوه توزیع بیماری در شهر به صورت رندوم (تصادفی) می باشد (شکل ٤).

نتیجه گیری

بحران‌هایی که در پی شیوع گسترده یک بیماری همه گیر در جهان به وجود می‌آید حتی بعد از یافتن دارو یا واکسنی موثر که درمان قطعی را به دنبال داشته باشد، ادامه خواهد یافت و حتی ممکن است نسل‌های آینده را تحت تاثیر قرار دهد و تبعات اقتصادی و اجتماعی فراوانی را در پی داشته باشد.از آنجاییکه نظام سلامت ایران و جامعه ایران به شدت تحت تاثیر بیماری کرونا قرار گرفته است تحلیل فضایی بیماری کرونا می‌تواند به ما درک بهتری از الگوهای انتشار

بیماری و عوامل موثر در آن بدهد. این اطلاعات می‌تواند به مسئولان بهداشتی و سایر نهادها کمک کند تا اقدامات و برنامه‌ریزی‌های مناسبی برای پیشگیری و کنترل انتشار بیماری انجام دهند.

پژوهش حاضر به مطالعه پراکنش فضایی بیماری کرونا طی سال ۱۳۹۹ در شهر اردبیل پرداخته است که ۹۲٦ بیمار کرونایی به عنوان نمونه انتخاب شده‌اند. براساس یافته‌های پژوهش و خروجی منحنی انحراف استاندارد توزیع بیماری در جهت شمال شرقی شهر متمرکز شده است. براساس تحلیل نزدیکترین همسایگی، بیماری کرونا در شهر اردبیل به صورت خوشه ای گسترش یافته است. یافته های تحلیل خوشه‌ای کم یا زیاد نشان می‌دهد میزان z-score به دست آمده (۱/۵۵) که بیشتر از یک و میزان p-value (0.12) می‌باشد و نحوه توزیع بیماری در شهر به صورت رندوم (تصادفی) بوده است.

منابع

- بیرقی فرد، علی. کارگر، فاطمه (۱۳۹۹). «نقش سبک زندگی در سلامتی و پیشگیری از بیماری کرونا». فصلنامه مطالعات کاربردی در علوم اجتماعی و جامعه شناسی: سال سوم، شماره ۱۰، صص ٤۷-٥٤.
- حبیب زاده، شهرام، پورفرضی، فرهاد، صادقیه اهری، سعید، رضایی بنا، محمدرضا، نخستین، بابک، زندیان، حامد، صفرزاده، الهام، مرادی اصل، اسلام (۱٤۰۰). عملکرد دانشگاه علوم پزشکی اردبیل در طول پاندمی کروناویروس. مجله سلامت و بهداشت، دوره ۱۲، شماره ۲.
- دهقانی، محسن، مرادی جو، محمد، مرادی، طیبه (۱۳۹۸). «پاندمی ویروس کرونا/ کووید۱۹-؛ تعریف، شرایط اعلام، اقدامات و الزامات جهانی و منطقه‌ای:» مرکز ملی تحقیقات بیمه سلامت.
- رهنما، محمدرحیم و بازرگان، مهدی (۱۳۹۹). « مدلسازی الگوی پخش فضایی ویروس کووید۱۹- در مناطق روستایی و شهری ایران». فصلنامه اقتصاد فضا و توسعه روستایی، سال نهم، شماره سوم، صص ٤۸-۲٥
- سرایی، محمدحسین، دستا، فرزانه، حاضری مهین (۱۳۹٥) تحلیل توزیع فضایی خدمات آموزشی سطح شهر یزد، فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات جغرافیایی، دوره سی و یکم، شماره ۲ : ٦۲-۷٥
- عزیزپور، فرهاد، ریاحی، وحید و عزیزی، سمیه (۱۳۹۹). تحلیل فضایی شیوع کرونا در ناحیه روستایی شهرستان دماوند. تحلیل فضایی مخاطرات محیطی زمستان ۱۳۹۹، سال هفتم – شماره ٤. ۲۱-٤۰
- عسگری، علی (۱۳۹۰). تحلیل‌های آمار فضایی با GIS ARC ، انتشارات شرکت پردازش و برنامه‌ریزی شهری.
- فخاری،نرگس و خیرالهی،ملیحه (۱۳۹۹). فرایند پیشگیری و کنترل بیماری‌های عفونی در شرایط اپیدمی و پاندمی: معاونت درمان دانشگاه علوم پزشکی اصفهان.

- محمدی، علیرضا، توکلی نیا، جمیله، فنی، زهره، پیشگر، الهه، پیشگر، وحید (۱٤۰۲). « تحلیل فضایی-زمانی شیوع کووید-۱۹ در سطح محلات شهر تهران». مجله مطالعات علوم محیط زیست، دوره هشتم، شماره سوم، فصل پاییز، سال ۱٤۰۲، صص ۷۱۵۸-۷۱٦۷
- ناصح، نگین و رحیمی، سیده معصومه و یوسفی روبیات، الهام و ریاحی، سید محمد،(۱٤۰۱). «بررسی توزیع مکانی زمانی و عوامل موثر در شیوع بیماری کرونا (ویروس کووید-۱۹) در استان خراسان جنوبی». مجله مدیریت سبز و توسعه، سال اول، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱٤۰۱، صص ۱٤۳-۱۵۸.
- یاری‌حصار، ارسطو، یزدانی، محمدحسن و پاشازاده، اصغر (۱۳۹۸). «تحلیل زمانی-مکانی بروز سرقت در شهر اردبیل». مجله علمی-پژوهشی مطالعات شهری شماره ۳۳، زمستان ۱۳۹۸، صص ۷۷-۹۲.
- یزدانی، محمدحسن و سعیدی زارنجی، سمیرا (۱٤۰۲). تحلیلی بر پراکنش فضایی مدارس در محلات منطقه ۲ شهرداری اردبیل. مجله جغرافیا و روابط انسانی، دوره ۵، شماره ٤، صص ۳۵۱-۳۲۹.

- Bag, R.; Ghosh, M.; Biswas, B.; Chatterjee, M.(2020). Understanding the spatio-temporal pattern of COVID-19 outbreak in India using Gis and India's response in managing the pandemic. Reg. Sci. Policy Pract. 2020, 12, 1063–1103.
- Ciotti, M., Ciccozzi, M., Terrinoni, A., Jiang, W., Wang, C., & Bernardini, S. (2020). The COVID-19 pandemic. *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*, *57*, 365 - 388.
- Gao, J., (2022). Fundamentals of Spatial Analysis and Modelling.
- Irandoost, K., Alizadeh, H., Yousefi, Z., & Shahmoradi, B. (2023). Spatial analysis of population density and its effects during the Covid-19 pandemic in Sanandaj, Iran. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, *22*(2), 635-642.
- Kodge, B. (2021). A review on current status of COVID19 cases in Maharashtra state of India using GIS: a case study. Spatial Information Research, 29(2), 223-229.
- Mahanta, A. (2022). Application of Geospatial Technology for Infectious Disease Surveillance: A Study of Covid-19 Pandemic in North-east India. *Journal of Health Sciences & Surveillance System*, 10(2), 158-167.
- Morasae, E. K., Derbyshire, D. W., Amini, P., & Ebrahimi, T. (2024). Social determinants of spatial inequalities in COVID-19 outcomes across England: A multiscale geographically weighted regression analysis. *SSM-population health*, *25*, 101621.
- Mouratidis, K. (2022). COVID-19 and the compact city: Implications for well-being and sustainable urban planning. Science of the Total Environment, 811, 152332.

- Nieuwenhuijsen, M. J. (2021). New urban models for more sustainable, liveable and healthier cities post covid19; reducing air pollution, noise and heat island effects and increasing green space and physical activity. Environment International, 157,
- Pranzo, A. M. R., Dai Prà, E., & Besana, A. (2023). Epidemiological geography at work: An exploratory review about the overall findings of spatial analysis applied to the study of CoViD-19 propagation along the first pandemic year. *GeoJournal*, *88*(1), 1103-1125.
- Razavi-Termeh, S. V., Sadeghi-Niaraki, A., & Choi, S. M. (2022). Coronavirus disease vulnerability map using a geographic information system (GIS) from 16 April to 16 May 2020. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 126, 103043.
- Sharifi, A., and Khavarian-Garmsir, A. R. 2020. The COVID-19 pandemic: Impacts on cities and major lessons for urban planning, design, and management. Science of the Total Environment, 749: 1-14.
- Svendsen, E.R., Gonzales, M., Mukerjee, S., Smith, L., Ross, M., Walsh, D., Rhoney, S., Andrews, G., Ozkaynak, H., Neas, L.M., 2012. GIS-modeled indicators of trafficrelated air pollutants and adverse pulmonary health among children in El Paso, Texas. Am. J. Epidemiol. 176, S131–S141.
- Tarazkar, M. H., Zakian, P., Saboori, B., & Behjat, A. (2024). Direct and indirect determinants of COVID-19 outbreak in Australia: a spatial panel data analysis. *Spatial Information Research*, 1-10.