فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۶، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۱، ص ۶۹-۸۲
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

عنوان مقاله کاربرد GIS در پایش و نظارت کرونا ویروس (کووید-۱۹)
دوره ۶/ شماره ۳ / پاییز ۱۴۰۰/ ص ۸۲- ۶۹

کاربرد GIS در پایش و نظارت کرونا ویروس (کووید-۱۹)

بهاره قره‌داغی
کارشناس ارشد مهندسی منابع طبیعی گرایش ارزیابی و آمایش سرزمین از دانشگاه محیط زیست کرج
Bahareghareda ghy@Yahoo.com

چکیده

کووید-۱۹ یک ویروس از خانواده ویروس کرونا است که باعث ایجاد طیفی از بیماری های آشنا از سرماخوردگی تا سارس می‌شود. کووید-۱۹ به عنوان ویروس جدید کرونا شناخته می‌شود زیرا برای انسان جدید است. با توجه به این امر که ویروس از طریق تماس از فردی به فرد دیگر منتقل می‌شود بنا بر این تحقیق در مورد شیوه ها و دستورالعمل های بهداشت عمومی، یکی از ابزارهایی که جامعه ما می‌تواند برای درک این بیماری از آن استفاده کند، سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS) است که امکان استفاده، دسترسی آسان و دستکاری اطلاعات مکانی را فراهم می‌کند. مزیت اصلی GIS نقشه برداری از مکان های مختلف کشور و سایر امکانات با انسان بر روی داشبورد است که به نظارت بهتر کمک می‌کند. همچنین مطالعات دقیق با توجه به پیش بینی بیماری ها، پیش بینی شیوع، شناسایی خوشه یا کانون بیماری و ارزیابی استراتژی های مختلف برای جلوگیری از شیوع بیماری های عفونی امکان پذیر است. صنایع ژئوفضایی در بسیاری از بحران ها و بلایا با تقویت تلاش های امدادی و توانبخشی، سبب افزایش نجات بخشی در جامعه شده اند. در مورد کووید-۱۹، جوامع جغرافیایی در ردیابی شیوع ویروس فعال هستند. بروز رسانی مداوم تعداد افراد آسیب دیده و ارائه اطلاعات بلادرنگ که به مدیریت نقشه برداری بلایا کمک می‌کند و به آژانس ها در جمع‌آوری داده ها کمک می‌کند تا به انتقال داده‌ها در داشبورد، برنامه ها، اطلاعات و داده‌ها با استفاده از GIS کمک کند. تکنیک عملیات GIS، عمدتاً تجزیه و تحلیل پوشش، تجزیه و تحلیل شبکه، تجزیه و تحلیل آماری، پرس و جو، تجزیه و تحلیل سری های زمانی، تجزیه و تحلیل خوشه های زمانی، تکنیک‌های تحلیلی مکانی- زمانی برای شناسایی حوضه های کانونی بیماری، گروه های آسیب پذیر، مراکز بهداشتی، حرکت بیماران و ... می‌باشد. GIS بستری ایده آل برای هم گرایی اطلاعات خاص بیماری و تجزیه و تحلیل آن‌ها در رابطه با سکونتگاه های جمعیتی، خدمات اجتماعی و بهداشتی اطراف و محیط طبیعی فراهم می‌کند.

کلمات کلیدی: راهکار، سیاست گذاری، سیستم اطلاعات جغرافیایی، کاربرد، کرونا ویروس، مراکز درمانی

مقدمه

در دسامبر ۲۰۱۹، یک نوع جدید از کرونا ویروس (که کووید-۱۹ نام گرفت) از چین شروع شده و پس از مدتی به سرعت در سایر نقاط جهان گسترش یافت (Boulos and Geraghty,2020 & WHO, 2020). تا ۱۹ آوریل ۲۰۲۰، بیش از ۲/۲۴۵ میلیون مورد کووید ۱۹ در ۲۱۳ کشور گزارش شده است (WHO, 2020). علیرغم ویژگی های منحصربفرد و ناشناخته این ویروس، این ویروس یک بیماری عفونی با شیوع بسیار بالا است بنا بر این یافتن دقت جغرافیایی انتشار ویروس برای اپیدمیولوژیست ها و مقامات مسئول به منظور واکنش سریع و مناسب به شیوع عفونت بسیار مهم است (Esri,2011) پایش همه گیری اکنون بر اساس فعالیت های نقشه و بر پتانسیل های سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) متمرکز است (Esri,2020). سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) چندین فرصت عملی را برای مقامات برای بهبود کیفیت کنترل‌ها بر روی شیوع فراهم می‌کند. از طریق قابلیتهای سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در زمینه نظارت آسان و شناسایی مسیرها و همچنین پیش بینی مکان افراد آلوده انجام می‌شود (Boulos and Geraghty,2020. Esri, 2011 & Koch *et al*., 2005). در طول بیست سال گذشته، سازمان بهداشت جهانی (WHO) و سایر سازمان های بهداشتی به طور مداوم از نقشه برداری و تجزیه و تحلیل فضایی برای مدیریت شیوع بیماری استفاده کرده‌اند؛ تا کنون تجربیات موفقی برای پایش و کنترل برخی بیماری ها مانند سارس (SARS)، ابولا (Ebola) و زیکا (Zika) از طریق استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) وجود دارد (Esri,2020). بر اساس تحقیقات قبلی و تجارب مدیریت شیوع بیماری، اطلاعات مربوط به محل بیمار در فرآیند کنترل و تصمیم گیری از اهمیت بالایی برخوردار است (Esri, 2011). از این رو، با اعمال چنین رویکردهایی، از ابتدای شیوع جدید ویروس کرونا، مقامات محلی و کارشناسان بهداشتی برخی کشورها اقدام به ردیابی و شناسایی افراد مبتلا از طریق سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) کردند. با جستجو در تعداد افراد مبتلا و میزان مرگ و میر (WHO, 2020)، کشورهایی که در مراحل اولیه به شناسایی و ردیابی افراد مبتلا پرداختند، موفق تر از سایر کشورها بوده‌اند. امروزه کره جنوبی بهترین نمونه در کنترل شیوع کووید-۱۹ با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) است. آن‌ها با استفاده از توانایی های ابزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سیستم نقشه برداری، یک سیستم ردیابی منحصربفرد، دقیق و سریع را طراحی کردند تا افراد مبتلا را شناسایی، ردیابی و مانیتور کنند و علاوه بر استراتژی های کنترلی، مکان هایی که هر بیمار شناسایی شده قبل از شناسایی از آن‌ها بازدید کرده بود، (Mofa, 2020). در حالی که بسیاری از کشورها سیاست قرنطینه‌ای داشتند، کره جنوبی شروع به ردیابی موارد آلوده از طریق سیستمی کرد که در آن مکان‌هایی را که بیماران بازدید کرده‌اند را مشخص می‌کردند و بر این اساس می‌توانستند افرادی را که مستقیماً در تماس بوده‌اند شناسایی کنند. از طریق سیستم GIS، دولت کره جنوبی شفافیت مورد نیاز را فراهم کرد که در زمان شیوع عفونت حیاتی است. سامانه وب GIS اطلاعات مفیدی از جمله مکان بیماران شناسایی شده، موقعیت مکانی پرخطر و منطقه آلوده را در اختیار شهروندان قرار داده است. علاوه بر این، اطلاعات امکانات پزشکی موجود (کلینیک های غربالگری برای تست کووید ۱۹ و داروخانه‌ها برای یافتن ماسک و ضدعفونی کننده) را ارائه می‌دهد. این فناوری چندین مزیت دیگر را نیز ارائه کرده است، به عنوان مثال مقامات را قادر می‌سازد تا بر اساس اطلاعات به روز و دقیق تصمیم گیری کنند. با دسترسی به چنین اطلاعاتی، نه تنها می‌توانند استراتژی‌های قرنطینه را طراحی کنند، بلکه می توانند منابع بهداشتی موجود یا مورد نیاز را در همه مناطق مدیریت کنند. برای نتیجه گیری، به نظر می‌رسد سهم مهم GIS در همه گیری‌ها ارائه اطلاعات دقیق مبتنی بر مکان (Esri, 2020) به شهروندان است، و همچنین به مقامات، محققان و کارشناسان بهداشت عمومی کمک می‌کند تا بهترین استراتژی‌های واکنش را ایجاد کنند. با این وجود، نقشه‌های GIS برای کنترل گسترش عفونت در زمان همه گیری کافی نبوده و رویکردهای دیگری مورد نیاز است. با این حال این ابزار می‌تواند سیاستگذاران را قادر سازد تا سایر رویکردها را بر اساس اطلاعات بسیار دقیق و به روز مدیریت کنند. علم اطلاعات جغرافیایی (GIS) خود را به عنوان یک حوزه متمایز تثبیت کرده و هر زمان که تحقیقات مربوط به جغرافیا، فضا و سایر ابعاد مکانی-زمانی باشد، بسیار مفید بوده است. با این حال، چشم انداز علمی در مورد ادغام GIS در مطالعات

مرتبط با کووید-۱۹ تا حد زیادی ناشناخته است. در این مقاله، شواهد فعلی را در مورد بکارگیری GIS و سایر ابزارهای مکانی در همه گیری کووید-۱۹ ارزیابی شده است. در این بررسی به طور سیستماتیک ۴۰ مقاله تحقیقاتی را که مستقیماً از GIS یا سایر ابزارهای مکانی به عنوان بخشی از تجزیه و تحلیل خود استفاده می کردند، بازیابی و بررسی شد. مقالات شناسایی شده در شش گروه موضوعی گسترده بر اساس اهداف و سؤالات تحقیقی-محیطی، اجتماعی-اقتصادی، فرهنگی، بهداشت عمومی، انتقال فضایی، مدل سازی به کمک رایانه و داده کاوی گروه بندی شدند. بیماری کووید-۱۹ با افزایش سریع موارد تایید شده و موارد مرگ و میر در سراسر جهان در یک چشم بهم زدن جهان را گرفت. پس از این که در اواخر دسامبر ۲۰۱۹ در استان هوبی چین ایجاد شد، سازمان بهداشت جهانی (WHO) در ۲۹ ژانویه ۲۰۲۰ آن را یک اپیدمی نامید، در ۱۱ فوریه آن را کووید-۱۹ نامیدند و در ۱۱ مارس آن را به عنوان یک بیماری همه گیر اعلام کرد. اگر چه اولین مورد گزارش شده در چین بود و کانون همه گیری در این منطقه واقع شده بود، ویروس از آن زمان تا کنون چندین بار جهش یافته و الگوی انتقال را تغییر داده است. اخیرا، کشور آمریکا، بخش هایی از اروپا و کشورهای جنوب آسیا، بیشترین تعداد موارد را با افزایش سریع در موارد تایید شده و تلفات گزارش کرده‌اند. اعلام کووید-۱۹ به عنوان یک بیماری همه گیر و متعاقب آن قرنطینه در سطوح مختلف، از سطح شهر تا کشورها، در مقایسه با آن چه که معمولا مشاهده می کنیم، تأثیر بسیار گسترده تری بر محیط اطراف ما دارد. با وجود در دسترس بودن داده‌ها، مطالعاتی که اثرات این همه گیری مداوم و قرنطینه های اجباری را با استفاده از تکنیک‌های مختلف تحلیل جغرافیایی بررسی می‌کنند، قابل توجه نیستند. با این حال، استفاده از ابزارها، تکنیک ها و سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و تجزیه و تحلیل فضایی، طیف وسیعی از مزایا را در اختیار جامعه علمی و متخصصان قرار می دهد. این مزایا شامل تجسم ساده تر و قابل درک تر، ردیابی سریع موارد تایید شده و گزارش شده (Dong and Gardner., 2020)، ردیابی تماس، جهت گسترش، و همچنین شناسایی نقاط کانونی برای محدود کردن پراکندگی و گسترش (Franch-Pardo *et al*., 2020 and Kamel Boulos & Geraghty, 2020) است. کاربرد GIS در مسائل مرتبط با سلامت عمومی چیزی نیست که در طول این همه گیری معرفی شده باشد. در گذشته، مدت ها قبل از این که نرم افزار کامپیوتری GIS در اواسط دهه ۱۹۶۰ میلادی تولید شود، توسط مطالعات متعددی استفاده شده است. از آن زمان، GIS به طور گسترده در تجزیه و تحلیل، تجسم، و تشخیص الگوهای بیماری استفاده شد. یک بررسی اخیر نشان داد که در بین ۸۶۹ مطالعه، یک چهارم مطالعات از تکنیک های GIS برای نقشه برداری، به ویژه نقشه برداری بیماری های عفونی استفاده کرده اند. نرم افزارها و روش‌های مختلف GIS برای جلوگیری از انتقال با اعمال قفل و ردیابی تماس، پیاده سازی شده اند و به طور گسترده پذیرفته شده اند. بهترین مثال از کاربرد GIS در طول این بیماری همه گیر، داشبورد مبتنی بر وب کووید-۱۹ که توسط دانشگاه جانز هاپکینز (Dong & Gardner, 2020 and Hopkins J: CSSE GitHub, 2020) ایجاد کرده است. بعدها سازمان جهانی بهداشت و نهادهای مختلف محلی و منطقه ای نیز همین مسیر را دنبال کردند (Texas Department of State Health Services) داشبوردهای آنلاین، منبع مهمی از اطلاعات در طول این بیماری همه گیر بوده اند. اگر چه در ابتدا مطالعات پیاده سازی یا استفاده از روش‌های GIS بیشتر بر روی تجسم یا ردیابی تماس متمرکز بود، اما بعداً با در دسترس قرار گرفتن داده های بیشتر، به تحلیل فضایی با ترکیب ابزارهای تحلیلی اجتماعی، اقتصادی، محیطی و پیچیده تر رفتند. تلاش هایی برای مرور مطالعات مربوط به کاربرد تحلیل جغرافیایی در مطالعات مرتبط با کووید-۱۹ صورت گرفته است. Pardo *et al*., 2020 مطالعاتی را که بر درک الگوهای توزیع بیماری همه گیر متمرکز شده بودند، مرور کرد و چنین کاربردهایی را در شش گروه موضوعی شناسایی کرد. تلاش های مشابهی توسط Kamel Boulous and Geraghty, 2020 برای بررسی استفاده مبتنی بر اینترنت از فناوری‌های GIS انجام شد. با این حال، هیچ یک از این رویکرد ها از رویکرد سیستماتیک در انتخاب مقالات پیروی نکردند و بررسی ها عمدتاً جامع نبوده اند. بررسی های سیستماتیک یک چشم انداز سازمان یافته، قابل تکرار و ترکیب شده از نظر روش شناختی از شواهدی را ارائه می‌کنند که ممکن است به سیاست گذاری کمک کنند. در طول این بیماری همه گیر، کمبود شواهد به عنوان یک چالش بزرگ برای سیاست گذاری عمومی باقیمانده است که نیاز به

ارزیابی دقیق از بدنه رو به رشد پیشینه در GIS و تحلیل های مکانی دارد. شواهد ارزیابی شده به طور سیستماتیک برای پیشرفت علم حیاتی است زیرا مطالعات اولیه یا ترکیبات تحقیقاتی بیشتر را می‌توان با یافته های یک مرور سیستماتیک مشخص ساخت.

راهنما و منابع داده

این بررسی سیستماتیک با استفاده از دستورالعمل های گزارش دهی همان طور که در بیانیه موارد گزارشگری ترجیحی برای بررسی های سیستماتیک و متا آنالیز (PRISMA) (Liberati *et al.*, 2009) بیان شده، انجام شد. داده های این بررسی سیستماتیک از MEDLINE و Web of Science بازیابی شده است. هر دو پایگاه داده دارای مزایای رقابتی خاص خود هستند که پوشش گسترده تری از مقالات علمی را ارائه می دهد. MEDLINE به عنوان بزرگ ترین پایگاه داده کتاب شناختی برای علوم بهداشتی در نظر گرفته می شود، در حالی که Web of Science دسترسی به مجلات از چندین رشته علمی را فراهم می کند.

معیارها

مقالاتی برای این بررسی واجد شرایط در نظر گرفته شدند که ۱. به زبان انگلیسی منتشر شدند، ۲. به عنوان مقالات مجلات با داوری همتا در دسترس هستند، ۳. تمرکز اصلی مقاله بر هر جنبه ای از همه گیری کووید-۱۹ بوده و ۴.کاربردهای GIS یا آنالیزهای مکانی؛ هر مقاله ای که با هیچ یک از این معیارها مطابقت نداشت از این بررسی حذف شد. کاربردهای GIS یا تحلیل های مکانی در مطالعات کووید-۱۹ به عنوان موضوعات اصلی در کنار جدول بندی یافته های کلیدی شناسایی و ترکیب شدند.

ویژگی های مقالات

در مجموع ۴۰ مقاله انتخاب شد. مقالات موجود در این بررسی در گروه های متنوعی از مجلات، عمدتاً در مجلات بهداشت عمومی، برنامه‌ریزی شهری، جغرافیا و مجلات میان رشته ای منتشر شد. اگر چه کووید-۱۹ بیشتر یک موضوع بهداشت و سلامت عمومی است، این مقالات از مسائل بهداشت عمومی تا تکنیک های برنامه ریزی، نگرانی های زیست محیطی و مهم تر از همه، از ابزارها و تکنیک های تجزیه و تحلیل جغرافیایی به عنوان بخشی از روش های خود استفاده می کنند. در مجموع، ۳۲ درصد از مقالات از چین و ۲۱ درصد از آمریکا به عنوان مقالات برگزیده انتخاب شدند که نشان دهنده نا برابری پوشش جغرافیایی است. ووهان چین برای اولین بار موارد کووید-۱۹ را گزارش کرد و GIS بیشترین تعداد موارد تایید شده را دارد که این موضوع در حضور بیش از حد این دو کشور در این مقالات نیز منعکس شد. آفریقا و اروپا کمترین تعداد مقاله را داشتند. از میان این مقالات بررسی شده، ۱۵٪ در مقیاس جهانی یا چند ملیتی کار کرده اند. مطالعات جهانی بیشتر بر تحرک و چگونگی انتقال کووید-۱۹ از طریق فرودگاه ها و سایر جابجایی های انسانی متمرکز شده است (Kraemer *et al.*, 2020. Tian *et al.*, 2020 and Christidis & Christodoulou, 2020). طیف وسیعی از ابزارهای جغرافیایی در مقالات استفاده شده است. اغلب این مقالات از تحلیل رگرسیون و تحلیل همبستگی برای تجزیه و تحلیل آماری استفاده کردند. برجسته ترین تحلیل فضایی مورد استفاده، تجزیه و تحلیل نقطه کانونی با استفاده از تابع چگالی هسته یا سایر تکنیک‌های چگالی و به دنبال آن تحلیل خود همبستگی فضایی با استفاده از شاخص موران جهانی یا محلی و تحلیل مجاورت بود. همه مقالات از تکنیک های تجسم مختلف برای نمایش نتایج میانی یا نهایی استفاده کردند. همراه با آن، تجزیه و تحلیل مناسب و تجزیه و تحلیل حساسیت نیز برای یافتن دسترسی به بیمارستان ها یا نحوه توزیع موارد استفاده شد. یکی از تکنیک های کمتر اجرا شده اما جالب، ردیابی الگوهای انتقال با استفاده از داده های تحرک (Kamel Boulos & Geraghty, 2020. Pequeno *et al.*, 2020 and Chinazzi *et al.*, 2019) بود. ESRI ArcGIS پر استفاده ترین پلتفرم در این مقالات است. QGIS یک نرم افزار رایگان و متن باز GIS نیز در این مقالات بررسی شده، استفاده شده است. سایر پلتفرم های منبع باز مانند RStudio که در آن تجزیه و تحلیل فضایی و آماری می‌تواند به طور همزمان انجام شود، اغلب مورد استفاده قرار گرفته است. چند مطالعه پلتفرم های خود را توسعه دادند و یکی از مطالعات از داده های GPS استفاده کرده است. اکثر این مقالات از موارد تایید شده کووید-۱۹ به عنوان بخشی از تجزیه و تحلیل

خود استفاده کردند. در بیشتر موارد، محققان از داده های ارائه شده توسط WHO (World Health Organization) یا داده های ارائه شده توسط JHU (Johns Hopkins University) برای هدف تحقیق، استفاده کرده اند.

گروه های موضوعی

انتشار سریع کووید-۱۹ و راحتی دسترسی به داده ها، جامعه علمی جهانی را وادار کرد تا با جدیت بیشتری روی تجزیه و تحلیل جغرافیایی این بیماری همه گیر کار کنند. این مطالعات بر جنبه های متمایز همه گیری متمرکز شده و ورودی های متفاوتی دارند. مقالات ارائه شده در این مرور به شش گروه موضوعی محیطی، اجتماعی-اقتصادی و فرهنگی، نظارت بر سلامت جمعیت، انتقال فضایی، کامپیوتر- تقسیم شدند. به کمک تجزیه و تحلیل و مدل سازی فضایی و آماری و کلان داده، رسانه های اجتماعی و داده های تلفن همراه پرداخته اند. در مجموع ۲۵ مقاله پیدا شد که بر استفاده از GIS و تجزیه و تحلیل فضایی در مورد مسائل زیست محیطی مرتبط با کووید-۱۹(Pequeno *et al*., 2020. Chinazzi *et al*., 2020. Lal *et al*., 2020. Muhammad *et al*., 2020. Iqbal *et al*., 2020. Baker *et al*., 2020. Wu *et al*., 2020. Kanniah *et al*., 2020. Depellegrin *et al*., 2020. Briz-Redón *et al*., 2020. Runkle *et al*., 2020. Xu *et al*., 2020. Zhang *et al*., 2020. Fan *et al*., 2020. Ahmadi *et al*., 2020. Gupta *et al*., 2020. Qi *et al*., 2020. Arab-Mazar *et al*., 2020. Bashir *et al*., 2020. Bao *et al*., 2020. Mahato *et al*., 2020. Shahzad *et al*., 2020 and Kerimray *et al*., 2020) تاکید داشتند اگر چه این مطالعات علاقه تحقیقاتی مشابهی داشتند، اما بر اساس مقیاس فضایی- از جهانی (Lal *et al*., 2020. Muhammad *et al*., 2020. Iqbal *et al*., 2020. Baker *et al*., 2020 and Wu *et al*., 2020.) تا منطقه ای (Kanniah *et al*., 2020 and Depellegrin *et al*., 2020)، ملی و مطالعات مقیاس محلی کوچک (Bashir *et al*., 2020. Bao *et al*., 2020. Mahato *et al*., 2020. Shahzad *et al*., 2020 and Kerimray *et al*., 2020.Liu *et al*., 2020 and Yao *et al*., 2020) تفاوت قابل توجهی دارند. مطالعاتی که اثرات دما، رطوبت و تشعشعات خورشیدی را تجزیه و تحلیل کردند، نشان دادند که بین انتقال ویروس و رطوبت ارتباط وجود دارد. این مطالعات ادعا کردند که رطوبت به طور مستقیم با انتقال ارتباط دارد (Runkle *et al*., 2020)، در حالی که دما هیچ ارتباطی با انتشار ویروس (Ahmadi *et al*., 2020 and Qi *et al*., 2020) ندارد. با این حال، مطالعه دیگری این یافته ها را رد کرد و ادعا کرد که هم دما و هم میانگین ساعات تابش خورشید در روز بر گسترش ویروس تأثیر می‌گذارند. مطالعات دیگر متغیرهای جمعیت شناختی و همچنین داده های تحرک و عفونت را با این عوامل هواشناسی برای بررسی چگونگی ارتباط آن ها با شیوع کووید-۱۹ (Ahmadi *et al*., 2020) ترکیب کردند. آن ها به جای نقشه برداری پراکندگی؛ توزیع مکانی و حساسیت هر یک از عوامل را در نقشه منطقه مورد مطالعه نشان دادند و اظهار داشتند که تراکم جمعیت و تحرک انسانی در بین شهرها به طور مستقیم بر انتشار سریع موارد کووید-۱۹ تأثیر می گذارد. تجزیه و تحلیل و مدلسازی آماری و مکانی در مطالعات دیگر برای شناسایی ارتباط بین کووید-۱۹ و عوامل اقلیمی برای درک الگوی توزیع فضایی موارد کووید-۱۹(Baker *et al*., 2020 and Liu *et al*., 2020) و پیش بینی مکانی-زمانی همه گیری برای دوره های مختلف مورد استفاده قرار گرفت. این مطالعات به این نتیجه رسیدند که بدون اقدامات کنترلی کافی و موثر، شواهدی وجود ندارد، رطوبت و آب و هوای تابستان به طور قابل ملاحظه ای رشد همه گیری را محدود می کند (Baker *et al*., 2020). علاوه بر این، مدل های همبستگی پیرسون، مدل افزایشی تعمیم یافته و مدل های رگرسیون نیز در مطالعات مختلف برای درک تأثیر آب و هوا بر انتقال ویروس مورد استفاده قرار گرفتند. این کارها به طور گسترده ای از GIS برای نقشه برداری از موارد مشاهده شده و پیش بینی شده کووید-۱۹ (Briz-Redón *et al*., 2020 and Zhang *et al*., 2020) تغییرات میانگین دما و رطوبت و همبستگی با موارد کووید-۱۹ (Wu *et al*., 2020) استفاده کردند. هیچ یک از این مطالعات شواهدی مبنی بر انتقال آهسته تر کووید-۱۹ با تغییر دما و رطوبت پیدا نکردند. کشورهای مختلف در سراسر جهان از اواسط ژانویه ۲۰۲۰، حتی قبل از این که سازمان بهداشت جهانی (WHO) کووید-۱۹ را به عنوان یک بیماری همه گیر اعلام کند، استراتژی های قرنطینه متفاوتی را اعمال کرده اند. در نتیجه این قرنطینه ها و کاهش فعالیت های انسانی و صنعتی، کاهش قابل توجهی در آلودگی هوا مشاهده شد (Lal *et al*., 2020. Muhammad *et al*.,

2020. Kanniah *et al*., 2020. Depellegrin *et al*., 2020. Fan *et al*., 2020. Bao *et al*., 2020. Mahato *et al*., 2020 and Kerimray *et al*., 2020.) چندین مطالعه کاهش قابل توجهی در غلظت دی اکسید کربن (Co_2) و دی اکسید گوگرد (So_2) در محیط گزارش کرده بودند (Lal *et al*., 2020. Muhammad *et al*., 2020. Kanniah *et al*., 2020. Fan *et al*., 2020 and Bao *et al*., 2020.) مطالعات بهبود قابل توجهی را در شاخص کیفیت هوا (AQI) (Air quality index) و کاهش قابل توجهی در غلظت ذرات معلق (PM) (Particulate Matter) گزارش کردند (Bashir *et al*., 2020 and Mahato *et al*., 2020).

مطالعات مشابه در مقیاس جهانی کاهش قابل توجهی در غلظت نیتروژن دی اکسید (NO_2) و کاهش جزئی در غلظت دی اکسیدکربن (Co_2) و عمق نوری آئروسل (AOD) (Aerosol Optical Depth) گزارش کردند. مطالعات دیگر کاهش جهانی آلودگی محیط زیست را تا ۳۰ درصد، تحرک انسان تا ۹۰ درصد (Muhammad *et al*., 2020) و فعالیت کشتی ها را تا ۶۹ درصد شناسایی کردند. در پاسخ به همه گیری کرونا ویروس، در کنار تحقیقات بالینی و بهداشت عمومی، دانشمندان علوم اجتماعی همچنین در حال بازنگری مطالعات، روش شناسی و داده های موجود برای درک رفتار مردم در واکنش به همه گیری و تأثیر آن بر مدیریت اجتماعی-اقتصادی و فرهنگی در سراسر جهان هستند. در مجموع ۱۲ مقاله شناسایی شد که بر جنبه های اجتماعی-اقتصادی و فرهنگی در کووید-۱۹ تأکید داشتند و از GIS (Kerimray *et al*., 2021. Liu *et al*., 2021. Yao *et al*., 2021. Paez *et al*., 2021. Karaye *et al*., 2021. Kim *et al*., 2021. Ramírez *et al*., 2021. Zhang *et al*., 2021. Gibson *et al*., 2021. Lakhani *et al*., 2021. Lakhani *et al*., 2020 and Dryhurst *et al*., 2020) استفاده کرده اند. محققان از تولید ناخالص داخلی (GDP) (Gross domestic product)، داده های جمعیتی و ترکیب خانوارها، تراکم جمعیت و داده های دسترسی استفاده کردند. چندین محقق از داده های شاخص آسیب پذیری اجتماعی موجود و ابزارها و تکنیک‌های مکانی برای بررسی الگوی فضایی ظهور کووید-۱۹ در محیط های مختلف اجتماعی-فرهنگی استفاده کردند. مطالعات نقشه های تراکم نقطه ای موارد کووید-۱۹ را ایجاد کردند و گزارش کردند که بیماری های تراکم جمعیت همراه با فقر و نرخ بیکاری، شاخص های اصلی مرتبط با نرخ بالاتر مرگ و میر کووید-۱۹ هستند. با استفاده از یک ابزار تحلیلی مشابه، مطالعه دیگری ارتباط بین عفونت ویروسی و آسیب پذیری اجتماعی را با در نظر گرفتن داده های اجتماعی-اقتصادی در سطح شهر، ترکیب جمعیتی، وضعیت ناتوانی و اقلیت، زبان، و پایگاه داده مسکن و حمل و نقل تخمین زد. این مطالعه به این نتیجه رسید که افزایش موارد کووید-۱۹ به شدت با وضعیت اقلیت و زبان مرتبط است (Paez *et al*., 2020) برای درک ارتباط بین نابرابری نژادی و مرگ و میر ناشی از کووید-۱۹، Kim and Bostwick., 2020 از تجزیه و تحلیل مؤلفه اصلی (PCA) و تجزیه و تحلیل نقطه کانونی در ArcGIS استفاده کردند. این مطالعه گزارش داد که جوامع آفریقایی آمریکایی بیشترین مرگ و میر ناشی از کووید-۱۹ را در ایالات متحده دارند (Karaye *et al*., 2020) مطالعات دیگر همچنین از ArcGIS و تحلیل رگرسیون برای بررسی الگوهای فضایی کووید-۱۹ در رابطه با متغیرهای اجتماعی-اقتصادی استفاده کردند. این مطالعه از GIS برای ترسیم جنبه های فضایی و تفاوت های بین جوامع شهری و غیر کلان شهری و تحلیل های رگرسیون برای آزمایش فرضیه های همبستگی مثبت بین بروز کووید-۱۹ و میزان مرگ و میر و عوامل اجتماعی-اقتصادی در GIS استفاده کرد (Zhang *et al*., 2020). تجزیه و تحلیل مجاورت و نقطه کانونی در GIS به یک تکنیک تجزیه و تحلیل جغرافیایی پر کاربرد در تحقیقات اجتماعی برای درک امکان سنجی فاصله گذاری اجتماعی تبدیل شده است. نظارت بر سلامت جمعیت از اولین مورد در ووهان تا همه گیری جهانی، تعداد زیادی از مطالعات بهداشت عمومی برای کمک به سیاست گذاران برای درک بهترین نحوه مدیریت پاسخ های سلامت عمومی فعلی و آینده انجام شده است. در مجموع نه مقاله شناسایی شد که بر مسائل بهداشت عمومی تاکید داشتند و از GIS، (Zhang et al., 2020. Sarkar *et al*., 2020. Cavalcante *et al*., 2020. Rubino *et al*., 2020. Requia *et al*., 2020. Jovanović *et al*., 2020. Jella *et al*., 2020. Ruthberg *et al*., 2020. Kuupiel *et al*., 2020 and Ahmadi *et al*., 2020) استفاده کردند. مطالعات متعدد یک شاخص تصمیم گیری چند معیاره را برای ارزیابی ریسک و انعطاف پذیری سیستم مراقبت های بهداشتی موجود ایجاد کردند.

بحث

استفاده از فناوری‌های GIS و تجزیه و تحلیل فضایی به طور قابل توجهی بر درک کووید-۱۹، نه فقط برای جامعه علمی، بلکه برای سیاست گذاران، و عموم مردم در ایجاد یک پاسخ بلند مدت به همه گیری در حال انجام (Rosenkrantz *et al*., 2020) تأثیر گذاشته است. در ابتدا، تکنیک‌های تحلیل فضایی به عنوان بخشی از مدل سازی پیش بینی کننده برای پیش بینی رشد موارد کووید-۱۹ (Ahmadi *et al*., 2020) و مدل سازی تغییرات مکانی-زمانی تأیید شده استفاده شد. با افزایش دسترسی به داده های کووید-۱۹، تعداد قابل توجهی از مطالعات برای تجزیه و تحلیل الگوی انتقال فضایی و گسترش ویروس از ووهان به شهرهای دیگر در چین و سایر نقاط جهان آغاز شد (Kamel Boulos *et al*., 2020. Kraemer *et al*., 2020. Tian *et al*., 2020 and Mo *et al*., 2020. Baker *et al*., 2020. Du *et al*., 2020. Jia *et al*., 2020. Tanveer *et al*., 2020. Chinazzi *et al*., 2020). بیشتر این کاربردهای اولیه GIS و تجزیه و تحلیل فضایی بیشتر بر روی تجسم موارد تایید شده کووید-۱۹و توزیع موارد بین واحدهای اداری و کشورها متمرکز بود. با این حال، با گذشت زمان و دسترسی بیشتر به داده‌ها، ابزارهای پیچیده تر GIS وارد عمل شدند. مطالعات نه تنها از GIS برای تجزیه و تحلیل جنبه های مختلف محیطی استفاده کردند، همچنین از داده های مختلف رصد زمین که توسط آژانس فضایی اروپا (ESA) و ناسا (NASA) (Lal *et al*., 2020. Muhammad *et al*., 2020. Kanniah *et al*., 2020 and Fan *et al*., 2020) به دست آمده بود، بهره برده شد. اکثر مطالعات وارد شده از GIS برای تجسم توزیع فضایی و الگوی گسترش کووید-۱۹، تجزیه و تحلیل خوشه ای برای شناسایی تجمع موارد، تجزیه و تحلیل نقطه داغ برای یافتن هرگونه شیوع، تجزیه و تحلیل مجاورت برای ارزیابی دسترسی به اولیه استفاده می‌کنند. با این حال امکانات مراقبت های بهداشتی با گذشت زمان، مطالعات بر روی مدل های مختلف برای پیش بینی یا شبیه سازی جنبه های مختلف کووید-۱۹ با استفاده از تکنیک‌های جغرافیایی که منتشر شد، متمرکز شدند. بیش از نیمی از مطالعات از داده های برخی از پایگاه های اطلاعاتی دولتی و به دنبال آن پایگاه داده سازمان بهداشت جهانی (WHO)، سایت های مختلف، داشبورد برنامه دانشگاه جانز هاپکینز (JHU) و سایت Worldometers، داده های برنامه های اجتماعی، تصاویر ماهواره ای و داده های تلفن همراه استفاده کرده‌اند. اگر چه داده های مربوط به کووید-۱۹ عمدتاً در دسترس عموم است، برخی از مطالعات مشکلات عدم دسترسی به داده‌ها را گزارش کردند، بویژه در کشورهای در حال توسعه یا کمتر توسعه یافته (Xu *et al*., 2020. Ramírez *et al*., 2020 and Mollalo *et al*., 2020). چالش اصلی مطالعات جهانی یا منطقه ای، احتمال کم گزارش شدن تعداد موارد تایید شده، بویژه در مناطق کم درآمد، به دلیل پوشش کم شناسایی کووید-۱۹ است که ممکن است نتیجه را تغییر دهد. بسیاری از مطالعات جهانی یا منطقه ای نمی توانند اقدامات کنترلی اعمال شده توسط دولت های مختلف را که تأثیرات قابل توجهی بر گسترش و بروز عفونت موارد کووید-۱۹ دارد، در بر گیرند. عدم در نظر گرفتن اقدامات کنترلی دولتی و مسائل مربوط به تست کم نیز محدودیتی اساسی برای تحقیقات متمرکز بر مدل سازی و پیش بینی است که نتیجه ای نا دقیق ایجاد می‌کند بنا بر این، مطالعات آتی باید بر در نظر گرفتن تدابیر و سیاست های کنترلی دولت در مدل سازی خود تأکید کنند. استفاده متنوع از فناوری های GIS در حوزه های موضوعی مختلف تحقیقات علمی، پتانسیل ترکیب دیدگاه های روش شناختی برای حل سؤالات پیچیده تحقیق را برجسته می‌کند. روند فزاینده ادغام فناوری‌های GIS در مطالعاتی که بر اهداف تحقیقاتی متعدد تأکید دارند، نشان می دهند که چگونه چنین فناوری هایی بخشی از کل کار هستند بنا بر این، استفاده از GIS ممکن است سایر اقدامات روش شناختی را بهبود بخشیده و دامنه کاوش علمی را در مورد موضوع مورد علاقه افزایش دهد. طیف گسترده ای از منابع داده مورد استفاده در مطالعات مختلف موجود در این بررسی، بینش های معناداری را در مورد این که چگونه داده های چند گانه می توانند در رسیدگی به مشکلات مبتنی بر جمعیت، هماهنگ و مورد استفاده قرار گیرند، ارائه داده اند. علاوه بر این، یکپارچه سازی GIS در تحقیقات مرتبط با کووید-۱۹ ممکن است تصمیم گیری در زمان واقعی را برای جلوگیری از بحران های بهداشت عمومی و بکارگیری منابع در هر زمان که لازم باشد، ممکن می سازد. یک نکته مهم از مطالعات موجود، توسعه طرح های

آمادگی در برابر بلایای محلی و جهانی است که ممکن است سیاست گذاران و متخصصان را قادر به استفاده از تجزیه و تحلیل داده های پیشرفته مبتنی بر GIS برای کاهش شرایط اضطراری بهداشت عمومی در مقیاس بزرگ کند.

نتیجه گیری

این بررسی سیستماتیک، پیشینه استفاده از GIS و تجزیه و تحلیل های مکانی را در زمینه همه گیری کووید-۱۹ ارزیابی کرده و دامنه ادغام چنین تکنیک هایی را در تلاش های تحقیقاتی فعلی و تحقیقات آتی بررسی نمود. در عصر انقلاب دیجیتال، نیاز روز افزون به مبادله پیشرفت های تکنولوژیکی در بین رشته های علمی به طور گسترده تایید شده است. استفاده از GIS و فناوری های مرتبط در همه گیری ویروس کووید-۱۹ نمونه‌ای از این تلاش ها و ارائه دیدگاه های علمی در مورد چگونگی درک مسائل پیچیده اجتماعی و جهانی با استفاده از ابزارهای در دسترس است.

منابع و مراجع مورد بررسی

Adekunle IA, Onanuga A, Wahab O, *et al*. 2020. Modelling spatial variations of coronavirus disease (COVID-19) in Africa. *Sci Total Environ.*729:138998. 10.1016/j.scitotenv.2020.138998.

Allam Z. 2020. The First 50 days of COVID-19: A Detailed Chronological Timeline and Extensive Review of Literature Documenting the Pandemic. *Surveying the Covid-19 Pandemic and its Implications.*1–7. 10.1016/B978-0-12-824313-8.00001-2.

Arab-Mazar Z, Sah R, Rabaan AA, *et al*. 2020. Mapping the incidence of the COVID-19 hotspot in Iran - Implications for Travellers. *Travel Med Infect Dis.* 2020;34:101630. 10.1016/j.tmaid. 2020.101630.

Ahmadi A, Fadai Y, Shirani M, *et al*. 2020. Modeling and forecasting trend of COVID-19 epidemic in Iran until May 13. *Med J Islam Repub Iran.* 2020;34(1):27. 10.34171/mjiri.34.27

Ahmadi M, Sharifi A, Dorosti S, *et al*. 2020. Investigation of effective climatology parameters on COVID-19 outbreak in Iran. *Sci Total Environ.*729:138705. 10.1016/j.scitotenv.2020.138705

Ahasan R, Alam MS, Chakraborty T, *et al*. 2020. GIS in COVID-19 research.10.17605/ OSF.IO/ZGMP8.

Ahasan R, Alam MS, Chakraborty T, *et al*. 2020. Application of geospatial techniques in COVID-19 related studies. *figshare.* Online resource. 10.6084/m9.figshare.13229147.v2.

Andrade LA, Gomes DS, Góes MAO, *et al*. 2020. Surveillance of the first cases of COVID-19 in Sergipe using a prospective spatiotemporal analysis: the spatial dispersion and its public health implications. *Rev Soc Bras Med Trop.* 2020;53:e20200287. 10.1590/0037-8682-0287-2020.

Bai S. 2020. Simulations of COVID-19 spread by spatial agent-based model and ordinary differential equations. *International Journal of Simulation and Process Modelling.*15(3):268–277. 10.1504/IJSPM.2020.10029411

Bao R, Zhang A. 2020. Does lockdown reduce air pollution? Evidence from 44 cities in northern China. *Sci Total Environ.*731:139052. 10.1016/j.scitotenv.2020.139052

Bashir MF, Ma B, Bilal, *et al*. 2020. Correlation between climate indicators and COVID-19 pandemic in New York, USA. *Sci Total Environ.*728:138835. 10.1016/j.scitotenv.2020.138835

Baker RE, Yang W, Vecchi GA, *et al*. 2020. Susceptible supply limits the role of climate in the early SARS-CoV-2 pandemic. *Science.* 369(6501):315–319. 10.1126/science.abc2535

Boulos MNK, Geraghty EM. 2020. Geographical tracking and mapping of coronavirus disease COVID-19/severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) epidemic

and associated events around the world: how 21st century GIS technologies are supporting the global fight against outbreaks and epidemics. Int J Health Geogr, 19 (1) 8.

Briz-Redón Á, Serrano-Aroca Á. 2020. A spatio-temporal analysis for exploring the effect of temperature on COVID-19 early evolution in Spain. *Sci Total Environ.* 2020;728:138811. 10.1016/j. scitotenv.2020.138811

Cavalcante JR, Lopes de Abreu AdJ. 2020. COVID-19 in the city of Rio de Janeiro: spatial analysis of first confirmed cases and deaths. *Epidemiol Serv Saude.* 29(3):e2020204. 10.5123/S1679-49742020000300007

Chen CM, Jyan HW, Chien SC, *et al*. 2020. Containing COVID-19 Among 627,386 Persons in Contact With the Diamond Princess Cruise Ship Passengers Who Disembarked in Taiwan: Big Data Analytics. *J Med Internet Res.* 22(5):e19540. 10.2196/19540

Christidis P, Christodoulou A. 2020. The Predictive Capacity of Air Travel Patterns during the Global Spread of the COVID-19 Pandemic: Risk, Uncertainty and Randomness. *Int J Environ Res Public Health.*17(10):3356. 10.3390/ijerph17103356

Chinazzi M, Davis JT, Ajelli M, *et al*. 2020. The effect of travel restrictions on the spread of the 2019 novel coronavirus (COVID-19) outbreak. *Science.* 368(6489):395–400. 10.1126/science. aba 9757

Desjardins M, Hohl A, Delmelle E. 2020. Rapid surveillance of COVID-19 in the United States using a prospective space-time scan statistic: Detecting and evaluating emerging clusters. *Appl Geogr.* 2020;118:102202.10.1016/j.apgeog.2020.102202

Depellegrin D, Bastianini M, Fadini A, *et al*. 2020. The effects of COVID-19 induced lockdown measures on maritime settings of a coastal region. *Sci Total Environ.*740:140123. 10.1016/j.scitotenv. 2020.140123

Dong E, Du H, Gardner L. 2020. An interactive web-based dashboard to track COVID-19 in real time. *Lancet Infect Dis.*20(5):533–534. 10.1016/S1473-3099(20)30120-1

Du Z, Wang L, Cauchemez S, *et al*. 2020. Risk for transportation of coronavirus disease from Wuhan to other cities in China. *Emerg Infect Dis.* 26(5):1049–1052. 10.3201/eid2605.200146

Dryhurst S, *et al*. 2020. Risk perceptions of COVID-19 around the world. *J Risk Res.* 2020;23(7–8):994–1006. 10.1080/13669877.1758193

Ekong I, Chukwu E, Chukwu M. 2020. COVID-19 Mobile Positioning Data Contact Tracing and Patient Privacy Regulations: Exploratory Search of Global Response Strategies and the Use of Digital Tools in Nigeria. *JMIR Mhealth Uhealth.* 8(4):e19139. 10.2196/19139

Esri.2011. Geographic Information Systems and Pandemic Influenza Planning and Response. https://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/gis-and-pandemic-planning.pdf

Esri.2020. Mapping Epidemics.https://www.esri.com/about/newsroom/blog/maps-that-mitigate-epidemics/

Fan C, Li Y, Guang J, *et al*. 2020. The Impact of the Control Measures during the COVID-19 Outbreak on Air Pollution in China. *Remote Sens.*12 (10):1613.10.3390/rs12101613

Fan J, Liu X, Pan W, *et al*. 2020. Epidemiology of Coronavirus Disease in Gansu Province, China, 2020. *Emerg Infect Dis.* 26:1257–1265. 10.3201/eid2606.200251

Franch-Pardo I, Napoletano BM, Rosete-Verges F, *et al*. 2020. Spatial analysis and GIS in the study of COVID-19. A review. *Sci Total Environ.*739:140033.10.1016/ j.scitotenv.2020. 140033

Gibson L, Rush D. 2020. Novel Coronavirus in Cape Town Informal Settlements: Feasibility of Using Informal Dwelling Outlines to Identify High Risk Areas for COVID-19 Transmission

From A Social Distancing Perspective. *JMIR Public Health Surveill.* 6(2):e18844. 10.2196/18844

Guliyev H. 2020. Determining the spatial effects of COVID-19 using the spatial panel data model. *Spat Stat.*100443. 10.1016/j.spasta.2020.100443

Gupta S, Raghuwanshi GS, Chanda A. 2020. Effect of weather on COVID-19 spread in the US: A prediction model for India in 2020. *Sci Total Environ.*728:138860. 10.1016/j.scitotenv.2020.138860

Hart OE, Halden RU. 2020. Computational analysis of SARS-CoV-2/COVID-19 surveillance by wastewater-based epidemiology locally and globally: Feasibility, economy, opportunities and challenges. *Sci Total Environ.*730:138875. 10.1016/j.scitotenv.2020.138875

Hopkins J. 2020. CSSE Coronavirus COVID-19 Global Cases (dashboard)**.**

Hopkins J. 2020. CSSE GitHub–CSSEGISandData/COVID-19: Novel Coronavirus (COVID-19) Cases.

Huang C, Xu X, Cai Y, *et al*. 2020. Mining the Characteristics of COVID-19 Patients in China: Analysis of Social Media Posts. *J Med Internet Res.* 22(5):e19087. 10.2196/19087

Irvine M, Coombs D, Skarha J, *et al*. 2020. Modeling COVID-19 and Its Impacts on US Immigration and Customs Enforcement (ICE) Detention Facilities, 2020. *J Urban Health.* 97(4):439–447. 10.1007/s11524-020-00441-x

Iqbal MM, Abid I, Hussain S, *et al*. 2020. The effects of regional climatic condition on the spread of COVID-19 at global scale. *Sci Total Environ.*739:140101.10.1016/j.scitotenv.2020.140101

Jen TH, Chien TW, Yeh YT, *et al*. 2020. Geographic risk assessment of COVID-19 transmission using recent data: An observational study. *Medicine (Baltimore).*99(24):e20774. 10.1097/MD. 000 0000000020774

Jella TK, Acuña AJ, Samuel LT, *et al*. 2020. Geospatial mapping of orthopaedic surgeons age 60 and over and confirmed cases of COVID-19. *J Bone Joint Surg Am.*102(12):1022–1028. 10.2106/JBJS.20.00577

Jia JS, Lu X, Yuan Y, *et al*. 2020. Population flow drives spatio-temporal distribution of COVID-19 in China. *Nature.* 582(7812):389–94. 10.1038/s41586-020-2284-y

Jovanović A, Klimek P, Renn O, *et al*. 2020. Assessing resilience of healthcare infrastructure exposed to COVID-19: emerging risks, resilience indicators, interdependencies and international standards. *Environ Syst Decis.*40; 252–286. 10.1007/s10669-020-09779-8

Kanga S, Meraj SG, Farooq M, *et al*. 2020. Reporting the Management of COVID-19 Threat in India Using Remote Sensing and GIS-Based Approach. *Geocarto Int.* no. just-accepted:1–6. 10.1080/10106049.2020.1778106

Kannan SR, Spratt AN, Sharma K, *et al*. 2020. Omicron SARS-CoV-2 variant: Unique features and their impact on pre-existing antibodies. *J Autoimmun.*126:102779. 10.1016/j.jaut.2021.102779

Kamel Boulos MN, Geraghty EM. 2020. Geographical tracking and mapping of coronavirus disease COVID-19/severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) epidemic and associated events around the world: how 21st century GIS technologies are supporting the global fight against outbreaks and epidemics.(in eng). *Int J Health Geogr.*19(1):8. 10.1186/s12942-020-00202-8.

Kang D, Choi H, Kim JH, *et al*. 2020. Spatial epidemic dynamics of the COVID-19 outbreak in China. *Int J Infect Dis.* 96–102. 10.1016/j.ijid.2020.03.076

Kanniah KD, Kamarul Zaman NAF, Kaskaoutis DG, *et al*. 2020. COVID-19's impact on the atmospheric environment in the Southeast Asia region. *Sci Total Environ.*736:139658. 10.1016/j.scitotenv.2020.139658

Karaye IM, Horney JA. 2020. The Impact of Social Vulnerability on COVID-19 in the U.S.: An Analysis of Spatially Varying Relationships. *Am J Prev Med.* 59(3):317–325. 10.1016/j.amepre. 2020.06.006

Kraemer MUG, Yang CH, Gutierrez B, *et al*. 2020.The effect of human mobility and control measures on the COVID-19 epidemic in China. *Science.*368(6490):493–497. 10.1126/science. abb4218

Kerimray A, Baimatova N, Ibragimova OP, ***et al***. **2020.** Assessing air quality changes in large cities during COVID-19 lockdowns: The impacts of traffic-free urban conditions in Almaty, Kazakhstan. *Sci Total Environ.*730:139179. 10.1016/j.scitotenv.2020.139179

Kim SJ, Bostwick W. 2020. Social Vulnerability and Racial Inequality in COVID-19 Deaths in Chicago. *Health Educ Behav.*47(4):509–513. 10.1177/1090198120929677

Koch T, Plague: Bari, Naples 1690–1692. 2005. Cartographies of disease: maps, mapping and medicine. Redlands: Esri Press, 19–24.

Korea's Fight against COVID-19.2020. http://www.mofa.go.kr/eng/brd/m_5674/view.do?seq =320048

Kuupiel D, Adu KM, Bawontuo V, *et al*. 2020. Geographical accessibility to glucose-6-phosphate dioxygenase deficiency point-of-care testing for antenatal care in Ghana. *Diagnostics (Basel).* 10(4):229. 10.3390/diagnostics10040229

Lal P, Kumar A, Kumar S, *et al*. 2020. The dark cloud with a silver lining: Assessing the impact of the SARS COVID-19 pandemic on the global environment. *Sci Total Environ.*732:139297. 10.1016/j.scitotenv.2020.139297

Lakhani A. 2021. Introducing the Percent, Number, Availability, and Capacity [PNAC] Spatial Approach to Identify Priority Rural Areas Requiring Targeted Health Support in Light of COVID-19: A Commentary and Application. *J Rural Health.* 37(1):149–152. 10.1111/jrh.12436.

Lakhani A. 2020. Which Melbourne Metropolitan Areas Are Vulnerable to COVID-19 Based on Age, Disability, and Access to Health Services? Using Spatial Analysis to Identify Service Gaps and Inform Delivery. *J Pain Symptom Manage.*60(1):e41–e44. 10.1016/j.jpainsymman.2020.03.041.

Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, *et al*. 2009. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *J Clin Epidemiol.* 62(10):e1–e34. 10.1016/j.jclinepi.2009.06.006

Lyseen AK, Nøhr C, Sørensen EM, *et al*. 2014. A Review and Framework for Categorizing Current Research and Development in Health Related Geographical Information Systems (GIS) Studies.(in eng). *Yearb Med Inform.* 9(1):110–124. 10.15265/IY-2014-0008

Liu Q, Sha D, Liu W, *et al*. 2020. Spatiotemporal Patterns of COVID-19 Impact on Human Activities and Environment in Mainland China Using Nighttime Light and Air Quality Data. *Remote Sens.*;12(10):1576.10.3390/rs12101576

Likassa HT. 2020. The Impacts of Covariates on Spatial Distribution of Corona Virus 2019 (COVID-19): What Do the Data Show through ANCOVA and MANCOVA?. 4(2):141–148.

Li H, Li H, Ding Z, *et al*. 2020. Spatial statistical analysis of Coronavirus Disease 2019 (Covid-19) in China. *Geospat Health.*15(1). 10.4081/gh.2020.867

Liu J, Zhou J, Yao J, *et al*. 2020. Impact of meteorological factors on the COVID-19 transmission: A multi-city study in China. *Sci Total Environ.*726:138513. 10.1016/j.scitotenv. 2020. 138513

Mahato S, Pal S, Ghosh KG. 2020. Effect of lockdown amid COVID-19 pandemic on air quality of the megacity Delhi, India. *Sci Total Environ.*730:139086. 10.1016/j.scitotenv.2020.139086

McNeil MG, Jr. 2020. Coronavirus Has Become a Pandemic, W.H.O. Says.In *The New York Times.* ed. New York: The New York Times Company.

Mo C, Tan D, Mai T, *et al*. 2020. An analysis of spatiotemporal pattern for COIVD-19 in China based on space-time cube. *J Med Virol.*92(9):1587–1595. 10.1002/jmv.25834

Mollalo A, Vahedi B, Rivera KM. 2020. GIS-based spatial modeling of COVID-19 incidence rate in the continental United States. *Sci Total Environ.* 2020;728:138884. 10.1016/j.scitotenv.138884

Mollalo A, Rivera KM, Vahedi B. 2020. Artificial Neural Network Modeling of Novel Coronavirus (COVID-19) Incidence Rates across the Continental United States. *Int J Environ Res Public Health.*17(12):4204. 10.3390/ijerph17124204

Miller LE, Bhattacharyya R, Miller AL. 2020. Spatial Analysis of Global Variability in Covid-19 Burden. *Risk Manag Healthc Policy.*13:519–522. 10.2147/RMHP.S255793

Muhammad S, Long X, Salman M. 2020. COVID-19 pandemic and environmental pollution: a blessing in disguise? *Sci Total Environ.*728:138820. 10.1016/j.scitotenv.2020.138820

Paez A, Lopez FA, Menezes T, *et al*. 2020. A Spatio-Temporal Analysis of the Environmental Correlates of COVID-19 Incidence in Spain. *Geogr Anal.* 10.1111/gean.12241

Popay J, Roberts H, Sowden A, *et al*. 2020. Guidance on the conduct of narrative synthesis in systematic reviews A product from the ESRC methods programme. *Version.* 2006;1:b92. 10.13140/2.1.1018.4643

Pequeno P, Mendel B, Rosa C, *et al*. 2020. Air transportation, population density and temperature predict the spread of COVID-19 in Brazil. *PeerJ.* 8:e9322. 10.7717/peerj.9322

Qi H, Xiao S, Shi R, *et al*. 2020. COVID-19 transmission in Mainland China is associated with temperature and humidity: A time-series analysis. *Sci Total Environ.*728:138778. 10.1016/j.scitotenv. 2020.138778

Ramírez IJ, Lee J. 2020. COVID-19 Emergence and Social and Health Determinants in Colorado: A Rapid Spatial Analysis. *Int J Environ Res Public Health.*17(11):3856. 10.3390/ijerph 17113856

Ren H, Zhao L, Zhang A, *et al*. 2020. Early forecasting of the potential risk zones of COVID-19 in China's megacities. *Sci Total Environ.* 729:138995. 10.1016/j.scitotenv.2020.138995

Rosenkrantz L, Schuurman N, Bell N, *et al*. 2020. The need for GIScience in mapping COVID-19. *Health & Place.*67:102389. 10.1016/j.healthplace.2020.102389

Rubino I, Coscia C, Curto R. 2020. Identifying Spatial Relationships between Built Heritage Resources and Short-Term Rentals before the Covid-19 Pandemic: Exploratory Perspectives on Sustainability Issues. *Sustainability.*12 (11):4533. 10.3390/su12114533

Requia WJ, Kondo EK, Adams MD, *et al*. 2020. Risk of the Brazilian health care system over 5572 municipalities to exceed health care capacity due to the 2019 novel coronavirus (COVID-19). *Sci Total Environ.*730:139144. 10.1016/j.scitotenv.2020.139144

Ruthberg JS, Quereshy HA, Jella TK, *et al*. 2020. Geospatial analysis of COVID-19 and otolaryngologists above age 60. *Am J Otolaryngol*.14(4):102514. 10.1016/j.amjoto.2020.102514

Runkle JD, Sugg MM, Leeper RD, *et al*. 2020. Short-term effects of specific humidity and temperature on COVID-19 morbidity in select US cities. *Sci Total Environ.*740:140093. 10.1016/j.scitotenv.2020.140093

Sarkar SK. 2020. COVID-19 Susceptibility Mapping Using Multicriteria Evaluation. *Disaster Med Public Health Prep.*14(4):521–537. 10.1017/dmp.2020.175

Shahzad F, Shahzad U, Fareed Z, *et al*. 2020. Asymmetric nexus between temperature and COVID-19 in the top ten affected provinces of China: A current application of quantile-on-quantile approach. *Sci Total Environ.*736:139115. 10.1016/j.scitotenv.2020.139115.

Tanveer H, Balz T, Cigna F, *et al*. 2020. Monitoring 2011–2020 Traffic Patterns in Wuhan (China) with COSMO-SkyMed SAR, Amidst the 7th CISM Military World Games and COVID-19 Outbreak. *Remote Sensing.* 12(10):1636. 10.3390/rs12101636

Tang W, Liao H, Wang Z, *et al*. 2020. The Changing Patterns of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in China: A Tempogeographic Analysis of the Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 Epidemic. *Clin Infect Dis*. 71(15):818–824. 10.1093/cid/ciaa423

Thakar V. **2020.** Unfolding Events in Space and Time: Geospatial Insights into COVID-19 Diffusion in Washington State during the Initial Stage of the Outbreak. *ISPRS Int J Geoinf.* 9(6):382. 10.3390/ijgi9060382

Texas Department of State Health Services. 2020. Texas Case Counts- COVID-19.

Tian H, Liu Y, Li Y, *et al*. 2020. An investigation of transmission control measures during the first 50 days of the COVID-19 epidemic in China. *Science.*368(6491):638–642. 10.1126/science. abb6105

Wang S, Ding S, Xiong L. 2020. A New System for Surveillance and Digital Contact Tracing for COVID-19: Spatiotemporal Reporting Over Network and GPS. *JMIR Mhealth Uhealth.* 8(6):e19457. 10.2196/19457

WHO. 2020. Naming the coronavirus disease (COVID-19) and the virus that causes it. (Updated February 2020). Available from: https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-that-causes-it/

WHO.2020. Coronavirus disease (COVID-19) Pandemic (Updated 19 April 2020). Available from: https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/

World Health Organization (WHO). 2020. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): situation report, 201.

World Health Organization (WHO). 2020. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): situation report, 250.

Wu Y, Jing W, Liu J, *et al*. 2020. Effects of temperature and humidity on the daily new cases and new deaths of COVID-19 in 166 countries. *Sci Total Environ.*729:139051. 10.1016/j.scitotenv. 2020.139051

Xu H, Yan C, Fu Q, *et al*. 2020. Possible environmental effects on the spread of COVID-19 in China. *Sci Total Environ.*731:139211. 10.1016/j.scitotenv.2020.139211

Yang W, Deng M, Li C, *et al*. 2020. Spatio-Temporal Patterns of the 2019-nCoV Epidemic at the County Level in Hubei Province, China. *Int J Environ Res Public Health.* 17(7):2563. 10.3390/ijerph17072563

ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

Yao Y, Pan J, Wang W, *et al*. 2020. Association of particulate matter pollution and case fatality rate of COVID-19 in 49 Chinese cities. *Sci Total Environ.*741:140396. 10.1016/j.scitotenv.2020. 140396

Ye L, Hu L. 2020. Spatiotemporal distribution and trend of COVID-19 in the Yangtze River Delta region of the People's Republic of China. *Geospat Health.*15 (1). 10.4081/gh.2020.889

Zhang CH, Schwartz GG. 2020. Spatial Disparities in Coronavirus Incidence and Mortality in the United States: An Ecological Analysis as of May. *J Rural Health.* 2020;36(3):433–445. 10.1111/jrh.12476

Zhang Z, Xue T, Jin X. 2020. Effects of meteorological conditions and air pollution on COVID-19 transmission: Evidence from 219 Chinese cities. *Sci Total Environ.*741:140244. 10.1016/j. scitotenv.2020.140244

Zheng R, Xu Y, Wang W, *et al*. 2020. Spatial transmission of COVID-19 via public and private transportation in China. *Travel Med Infect Dis.* 2020;34:101626.10.1016/j.tmaid.101626