

ارائه چارچوبی مکانی برای مدیریت، بررسی همبستگی مکانی و کنترل بیماری‌های واگیردار (مطالعه موردی شهرستان همدان)

نوید بیشه‌ای^۱، ابوذر رضانی^{۲*}، محمد عباسی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد سیستم‌های اطلاعات مکانی - موسسه آموزش عالی عمران و توسعه
navidbishei1914@gmail.com

^۲ استادیار گروه نقشه‌برداری - دانشکده فنی و مهندسی - دانشگاه سید جمال‌الدین اسدآبادی
aramazani@sjau.ac.ir

^۳ مربی گروه نقشه‌برداری - موسسه آموزش عالی عمران و توسعه
mohammadabbasi@ut.ac.ir

(تاریخ دریافت شهریور ۱۴۰۰، تاریخ تصویب تیر ۱۴۰۱)

چکیده

امروزه مهم‌ترین اهداف هر سازمان بهداشتی، سالم‌سازی محیط‌زیست، کنترل بیماری‌ها، آموزش بهداشت، پیش‌گیری، اقدامات پزشکی و پرستاری جهت تشخیص سریع، کنترل و مدیریت بیماری‌ها می‌باشد. در جوامع امروزی سطح زندگی مردم ارتباط مستقیم با مراقبت‌های بهداشتی در آن‌ها دارد، رشد و توسعه امور بهداشتی باعث بالا رفتن سطح زندگی مردم از نظر فرهنگ و سلامت خواهد شد. در بررسی بیماری‌ها مطالعه مکانی منطقه از اهمیت خاصی برخوردار است، چراکه وقوع بسیاری از بیماری‌ها به شرایط جغرافیایی منطقه وابسته است. بسیاری از عوامل بیماری‌زا اپیدمیک هستند و به منطقه یا ناحیه خاصی تعلق ندارند، درحالی‌که برخی از آن‌ها در مناطق خاصی رخ می‌دهند. به‌منظور بررسی جنبه‌های مختلف یک بیماری و بررسی ارتباط آن با عوامل محیطی، اقتصادی و اجتماعی و اکولوژیکی، GIS ابزارهای مناسبی را در اختیار قرار می‌دهد. با استفاده از GIS می‌توان توزیع بیماری را در مقیاس‌های مختلف مشاهده کرد از تحلیل‌های زمین‌آمار برای کشف رابطه عوامل مختلف با بیماری استفاده کرد، با تحلیل‌های مکانی-زمانی، بیماری را پیش‌بینی نمود و برای مقابله با آن طرح‌های ایمن‌سازی مطرح نمود و با تحلیل‌هایی چون دسترسی، توزیع منابع را بررسی نمود. هدف تحقیق حاضر ارائه مدلی جهت بررسی الگوی توزیع بیماری‌های اوربون، سیاه‌سرفه، سرخجه، آبله‌مرغان و هاری در سطح شهر همدان و در سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۸ می‌باشد. این تحقیق از این جهت نوآورانه می‌باشد که به برازش مدل داینامیک بر توزیع مکانی بیماری‌های مذکور در سطح شهر همدان پرداخته است. در این خصوص ابتدا آزمون‌های آماری کلاسیک در ارتباط با داده‌های بیماری‌های موردبررسی اجرا شد. در این راستا ابتدا آمار توصیفی مربوط به بیماران موردبررسی قرار گرفت. متغیرهای مربوط به اطلاعات جمعیت شناختی، شامل جنسیت و سن بیماران می‌باشد. پس از انجام آزمون‌های آماری کلاسیک، آماره‌های مکانی تحقیق همچون، بررسی خوشه‌بندی مبتلایان به بیماری‌های موردتحقیق، خودهمبستگی مکانی و توزیع براساس فاصله از کاربری‌های شهری بررسی گردید. پس‌ازآن با استفاده از داده‌های موجود، براساس روش مدل‌سازی میانگین متحرک، مدل توزیع بیماری در سطح شهر همدان تولید و یافته‌های مدل با استفاده از داده‌های توزیع بیماری مربوط به سال ۱۳۹۸ ارزیابی و صحت‌سنجی گردید. نتایج نشان داد که مدل طراحی شده جهت شناسایی توزیع بیماری‌ها در شهرستان همدان در سطح اطمینان ۹۰٪ رابطه معناداری دارد و مدل به خوبی برازش شده است.

واژگان کلیدی: آمار مکانی، بیماری‌های واگیردار، سامانه اطلاعات مکانی، مدل‌سازی

۱- مقدمه

یکی از اصلی‌ترین نیازهای عمومی مردم که در تمام جوامع مطرح است، بهداشت عمومی است. شناسایی عوامل بیماری‌زا و نحوه انتقال و توزیع آن در محیط یکی از شیوه‌های مدیریتی در تأمین نیازهای بهداشتی جوامع است [۱]. آگاهی از توزیع جغرافیای و مناطق در معرض خطر بالای بیماری‌ها، از پیش‌نیازهای اساسی در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و برنامه‌ریزی برای نظام سلامت کشور است. اطلاعات توزیع جغرافیایی عوامل مؤثر بر سلامت، همچنین می‌تواند به عنوان منبعی قابل اعتماد توسط پژوهشگران در تدوین و آزمون فرضیات مبتنی بر شواهد مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر این، درک رابطه بین سلامت و مکان منجر به ظهور تعدادی از مسائل برنامه‌ریزی مراقبت‌های بهداشتی شده است که سلامت عمومی افراد را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۲]. به طور کلی، ناسازگاری بین عرضه و تقاضا اساس مباحث برنامه‌ریزی خدمات بهداشتی درمانی است، جایی که اختلاف بین عرضه و تقاضا، یک سیستم بهداشتی درمانی ناقص ایجاد می‌کند. به عبارت دیگر، برنامه‌ریزان مکانی باید خدمات بهداشتی و درمانی را در مناطق جغرافیایی متناسب با میزان تقاضا در این مناطق نشان دهند. به راستی، نمی‌توان گفت که یک سیستم بهداشتی درمانی ایده‌آل وجود دارد [۳]. با ارائه سامانه‌ای که با استفاده از آن شیوع بیماری قابل پیش‌بینی باشد، می‌توان با یکسری اقدامات پیشگیرانه از شیوع بیماری جلوگیری نمود. در نهایت، این امر کاهش مرگ‌ومیر و کاهش هزینه‌های کشور را به همراه خواهد داشت. بسیاری از عوامل بیماری‌زا، گسترش جهانی داشته و خاص یک منطقه یا ناحیه نیستند، در حالی که برخی از آن‌ها فقط مربوط به ناحیه و منطقه خاص می‌باشند. علل بروز بیشتر بیماری‌ها به همراه عوامل ایجاد آن‌ها در طول زمان، متغیر می‌باشند [۴]؛ بنابراین، لازم است تا عامل زمان وارد محاسبات و بررسی‌های مربوط به بیماری شود. استفاده از نقشه‌های توزیع جغرافیایی مسئله مورد مطالعه، از شیوه‌های گوناگون برای تجزیه و تحلیل داده‌ها می‌باشد. به همین دلیل، عامل مکان بایستی در مطالعات بهداشت و سلامت عموم مورد ارزیابی قرار گیرد. از این رو، سیستم اطلاعات مکانی می‌تواند به عنوان یک علم و فناوری راه‌گشا، وارد مسائل بهداشت عمومی شوند. از آنجایی که برای اولین بار John Snow در سال ۱۸۵۴، نقشه‌ی مرگ‌ومیر ناشی از وبا را در لندن طراحی کرد، متخصصان بهداشت عمومی و اپیدمیولوژیست‌ها از نقشه‌ها در

مدیریت بیماری‌ها استقبال کردند [۵]. در زمینه‌ی بهداشت عمومی، نقش علوم اطلاعات مکانی و سیستم‌های اطلاعات مکانی نیز تغییر کرده است و از تجزیه و تحلیل پس از واقعیت به پیش‌بینی، پیشگیری و اقدامات پیش‌رونده، تبدیل شده است. در حال حاضر، سازمان‌هایی همچون سازمان بهداشت جهانی، مراکز کنترل و پیشگیری بیماری‌ها، به طور معمول از نقشه‌ها و برنامه‌های کاربردی برای انتشار اطلاعات به روز در مورد بیماری‌ها و تجزیه و تحلیل‌های آنی استفاده می‌کنند.

مطالعه‌ی توزیع بیماری‌ها به دو دلیل مهم می‌باشد. اول اینکه این مطالعات می‌توانند راهی به سوی یافتن علل بیماری‌ها باشند و دوم اینکه توزیع جغرافیایی بیماری‌ها می‌تواند شاخصی از چگونگی ارتباط متقابل افراد و گروه‌های انسانی با محیط باشد. عوامل متعددی در توزیع مکانی بیماری‌ها مؤثر می‌باشند که می‌توانند ساده و یا پیچیده بوده و به تنهایی یا با یکدیگر تأثیرگذار باشند [۶]. تجزیه و تحلیل مکانی و تهیه‌ی نقشه در ارتباط با مسائل بهداشتی سابقه‌ی طولانی دارد. علاوه بر مشکلات ناشی از اکولوژی انسانی، وسعت منطقه و شرایط خاص آب و هوایی، اکولوژی ناقلین که کنترل بیماری‌های واگیردار را در منطقه امری دشوار و هزینه‌بر می‌سازند، عامل ضعف مدیریتی در رده‌های مختلف و بخش‌های گوناگون درگیر این بیماری، از مهم‌ترین عوامل عدم کامیابی در کنترل بیماری‌های واگیردار می‌باشد و از مهم‌ترین دلایل این امر، شناخت دقیق اکولوژی مسئله و عدم دسترسی به اطلاعات دقیق و به روز می‌باشد [۷]. لذا طراحی سامانه‌ای برای مدیریت داده‌ها در جهت کنترل و مراقبت بیماری‌های واگیردار امری ضروری است. سیستم اطلاعات مکانی همراه با امکان استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای روشی نوین و مقرون به صرفه در راستای این نیاز می‌باشد که در بلندمدت سرمایه‌گذاری اولیه را با کاهش هزینه‌های جمع‌آوری داده‌ها و کنترل بیماری جبران خواهد کرد و علاوه بر این، راه را برای استفاده از این امکانات در سیستم‌های مدیریت اطلاعات و مراقبت سایر بیماری‌ها فراهم می‌آورد. از آنجاکه سلامتی و بیماری همیشه بعد مکانی دارد [۸]، شناسایی و نمایش الگوهای مکانی نقش مهمی در پایه‌ریزی سیاست‌های بهداشتی دارد. برای بسیاری آنالیز مکانی داده‌ها همان تولید نقشه است. استفاده از نقشه‌های توزیع و پراکندگی بیماری‌ها برای مقاصد اپیدمیولوژی سابقه‌ای طولانی دارد. اولین قدم در راه طراحی سیستم‌های اطلاعات مکانی در شهر همدان، بررسی موقعیت مکانی انسانی و منابع اطلاعات بالقوه و بالفعل

سیاست‌گذاران برای مداخلات هدفمند ارائه دهد [۱۳]. محققان در سال ۲۰۲۰ مطالعه‌ای باهدف چالش‌های GIS در کنترل بیماری COVID-19 انجام دادند. محققان بیان نمودند که در مبارزه با COVID-19، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فناوری‌های کلان داده در بسیاری از جنبه‌ها، از جمله جمع‌آوری سریع داده‌های بزرگ چند منبع، تجسم سریع اطلاعات اپیدمی، ردیابی مکانی موارد تأییدشده، نقش مهمی دارند. پیش‌بینی انتقال منطقه‌ای، تقسیم مکانی ریسک اپیدمی و سطح پیشگیری، توازن و مدیریت عرضه و تقاضای منابع مادی و هدایت اجتماعی-عاطفی و از بین بردن وحشت که از اطلاعات مکانی مناسب برای تصمیم‌گیری برخوردار است و دارای یک مسیر کامل فناوری برای تهیه داده، ساخت سکو، ساخت مدل و تولید نقشه است. باین‌حال، برای مبارزه با اپیدمی گسترده، چالش اصلی یافتن استراتژی‌هایی برای تنظیم روش‌های فنی سنتی و بهبود سرعت و دقت ارائه اطلاعات برای مدیریت اجتماعی است [۱۴].

۲- منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در شهر همدان پیاده‌سازی گردید. همدان یکی از کلان‌شهرهای ایران در منطقه‌ی غربی و کوهستانی ایران و مرکز شهر و استان همدان است. این شهر در دامنه کوه الوند و در بلندای ۱۷۴۱ متری از سطح دریا واقع شده است و از شهرهای سردسیر ایران به شمار می‌رود [۱۰]. شهر همدان در ناحیه‌ی میانی استان و در گستره‌ای به مساحت ۴۰۸۴ کیلومتر مربع معادل ۲۱ درصد از مساحت استان را تشکیل می‌دهد. این شهر در محدوده مدار ۴۸ درجه و ۳۵ دقیقه طول شرقی و ۳۴ درجه و ۵۲ دقیقه عرض شمالی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده است. این شهر با ۶۵۱۸۲۱ نفر جمعیت ۳۷ درصد جمعیت استان را به خود اختصاص داده است. شهر همدان از نظر طبیعی در یک منطقه‌ی کوهستانی واقع شده است. سلسله‌ی جبال الوند در جنوب این شهر قرار گرفته و ارتفاع بلندترین قله‌ی آن از سطح دریا ۳۵۸۰ متر است. اطلاعات جمعیتی از اطلاعات جمعیتی مربوط به سرشماری سال ۱۳۹۵ در شهر همدان تهیه گردید و برای دستیابی به اطلاعات بیماری‌های واگیردار از مجموعه اطلاعات طبقه‌بندی‌شده بیماران موجود در دانشگاه علوم پزشکی بوعلی سینا شهر همدان استخراج گردید. نتایج خاص از این تحقیق در چند بخش ارائه می‌گردد.

سیستم مراقبت بیماری‌های واگیردار می‌باشد. هدف اصلی از به‌کارگیری سیستم اطلاعات مکانی تقویت و پشتیبانی سیستم مراقبت و مدیریت بیماری‌های واگیردار و ایجاد توانایی در تجزیه و تحلیل مکانی اطلاعات و به دنبال آن تصمیم‌گیری‌های به‌موقع می‌باشد [۹]. دستیابی به این هدف مستلزم دستیابی به ابزاری جهت مدیریت داده‌ها و تولید نقشه می‌باشد که راه را برای آنالیز و تهیه نقشه‌های استاندارد فراهم می‌کند. هدف از این تحقیق، استفاده از سیستم اطلاعات مکانی برای ایجاد مکانیسم حمایتی برای درک و پیشگیری از گسترش ویروس‌ها از طریق شناسایی عوامل متغیر بالقوه‌ی مسئول پراکندگی مکانی بیماری است. به‌طوری‌که می‌توان به کلیه‌ی افراد، نسبت به شدت و آسیب‌پذیری آن آگاهی داد. در سال‌های اخیر، با تلاش متخصصین داخلی در زمینه‌ی استفاده از GIS تلاش‌هایی صورت گرفته است که در مقایسه با آنچه در کشورهای دیگر در این زمینه انجام شده یا در حال انجام است، بسیار محدود می‌باشد [۱۰]. از این‌رو، در این تحقیق سعی بر آن بوده است تا به کمک تکنیک سیستم اطلاعات مکانی و با استفاده از داده‌های سری زمانی-مکانی بیماری، اقدام به استخراج و مدل‌سازی کانون‌های مستعد بیماری‌ها شود. محققان در سال ۱۳۹۹ در استان کردستان به مدسازای توزیع بیماری‌های تنفسی پرداختند. مدل‌سازی نشان داد که گردوغبار مهم‌ترین پارامتر در پیش‌بینی بیماری است. بحث و نتیجه‌گیری: مقدار $R^2=0.88$ بیانگر این است که مدل استخراج‌شده قادر است به‌طور کامل متغیر وابسته یعنی بیماری تنفسی در استان کردستان را با در نظر گرفتن متغیرهای مستقل محیطی پیش‌بینی کند [۱۱]. محققان در سال ۱۳۹۷ مطالعه‌ای با هدف ارزیابی توزیع جغرافیایی بیماری مالاریا در شهرستان جهرم طی سال‌های ۱۳۸۵ الی ۱۳۹۵ انجام دادند. این مطالعه نشان داد شیوع بیماری مالاریا در حاشیه شهر جهرم بیشتر از سایر مناطق می‌باشد. تحلیل مکان بیماری نیز به ما نشان داد که مناطق با شیوع بالا و بررسی عوامل محیطی، می‌تواند به‌عنوان ابزار مفید، در برنامه‌ی کنترل و پیشگیری از مالاریا کمک شایانی کند [۱۲]. محققان در سال ۲۰۲۰ مطالعه‌ای باهدف ارزیابی مدل توزیع مکانی COVID-19 مبتنی بر سیستم اطلاعات مکانی در ایالات متحده انجام دادند. نتایج حاکی از آن است نابرابری درآمد، متوسط درآمد خانوار، نسبت زنان سیاه‌پوست و نسبت پزشکان پرستار بر تنوع مکانی نرخ بروز COVID-19 با استفاده از MGWR می‌تواند بینش مفیدی را به



شکل ۱- موقعیت شهر همدان بر روی تصاویر ماهواره‌ای Google Earth

۳- مواد و روش‌ها

اطلاعات موردنیاز در این پژوهش با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای، بررسی سوابق پژوهشی مشابه داخلی و خارجی، گردآوری اطلاعات توصیفی با پرسش و مطالعه مستندات موجود در کتابخانه‌ها و نیز بررسی میدانی جمع‌آوری می‌گردد. در این تحقیق، جهت توسعه روش‌شناسی و پردازشات بررسی توزیع بیماری‌ها و نیز اثر سیستم‌های تعاملی GIS بر کنترل و مدیریت بیماری‌ها، دو سری تحلیل و ارزیابی صورت می‌گیرد، آزمون توصیفی و آزمون استنباطی؛ بنابراین، جهت اجرای مرحله‌ی شناسایی توزیع بیماری‌ها در طی دوره ۵ ساله در شهر همدان، ابتدا تمام داده‌های موردنیاز مراکز بهداشت و دانشگاه علوم پزشکی بوعلی همدان تهیه و گردآوری می‌گردد، پس از صحت‌سنجی اطلاعات براساس روش‌های آماری و انجام آزمون اسمیرنوف-کولموگروف، توزیع داده‌ها موردبررسی قرار می‌گیرد. پس از آن، با آزمون آماری T، توزیع داده‌های اخذشده موردبررسی قرار می‌گیرد. درنهایت و پس از انجام آزمون توصیفی این اطلاعات دسته‌بندی‌شده و سپس براساس مشخصات بیماری‌ها و بازه‌ی زمانی آن‌ها تجزیه و تحلیل صورت می‌گیرد، نتایج این آنالیزها به‌صورت جداول و نمودارهای ارزیابی نشان داده می‌شود. در آزمون آمار مکانی نیز به‌منظور ارزیابی سیستم‌های مکانی بر کنترل و مدیریت بیماری‌ها در دوره ۵ ساله ابتدا اطلاعات مکانی براساس موقعیت محل سکونت هر یک از موارد، طول و عرض جغرافیایی مربوط به محل سکونت هر بیمار جهت تحلیل مکانی بیماری به‌دست‌آمده و در یک پایگاه داده ذخیره‌شده و سپس براساس نوع بیماری‌های اصلی طبقه‌بندی صورت می‌پذیرد. در این خصوص، پس از بررسی دقت داده‌های واردشده، تحلیل ثانویه براساس نمودارها و جداول اصلی تعریف می‌گردد. با بررسی موقعیت افراد بیمار

در سامانه اطلاعات مکانی (GIS) و ورود اطلاعات و مشخصات بیماران در این سامانه، می‌توان اطلاعات مهمی چون نحوه‌ی توزیع بیماری، بررسی خوشه‌های تولیدشده، اثرات جغرافیایی بر بیماری، سرعت شیوع و انتقال بیماری را تهیه نمود.

برای تحلیل مکانی از روش خودهمبستگی مکانی Moran و آزمون آماری پیرسون، جهت برآورد میزان همبستگی بیماری‌ها با مشخصه‌های مکانی در محیط GIS استفاده می‌گردد. همچنین، می‌توان یک چارچوب فرایند سیستمی مناسب به‌منظور مدل‌سازی توزیع بیماری‌های متفاوت و خارج از تحقیق حاضر را براساس سازوکار سیستم اطلاعات مکانی و تصاویر ماهواره‌ای در کنترل و مدیریت بیماری‌ها در هر منطقه‌ای پیاده‌سازی نمود. این چارچوب شامل انواع بیماری‌ها و الگوهای توزیع زمانی-مکانی است که روابط علت و معلولی بین هستنده‌ها در قالب یک بلوک دیاگرام ارائه خواهد شد. در این خصوص جدول ۱، لیست بیماری‌های واگیردار مورد ارزیابی در شهر همدان را نشان می‌دهد.

جدول ۱- بیماری‌های واگیردار و فراوانی مبتلایان مورد مطالعه

ردیف	بیماری واگیردار	فراوانی	واحد شمارش
۱	سرخجه	۷۶	مورد
۲	سیاه‌سرفه	۴۰	مورد
۳	هاری	۱	مورد
۴	آبله‌مرغان	۳۸۵	مورد
۵	اوریون	۲۶۱	مورد

۴- نتایج و بحث

در این بخش از تحقیق حاضر به بررسی توزیع داده‌های مکانی و غیرمکانی منتسب به بیماری‌های آبله‌مرغان، سرخجه، سیاه‌سرفه، هاری و اوریون پرداخته می‌شود.

۴-۱- آزمون اسمیرنوف-کولموگروف

به‌منظور ارزیابی آزمون نرمال‌بودن داده‌ها، آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. جهت انجام آزمون کولموگروف-اسمیرنوف از نرم‌افزار آماری SPSS استفاده گردید. نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف را براساس فرض صفر تفسیر و همچنین مقدار معنی‌داری را در سطح خطا ۰/۰۵ بررسی می‌کنند. این فرضیه‌ی آماری آزمایشی است و با یک عدد بیان می‌کند که تفاوت داده‌های تحقیق با فرضیه

قاعده کلی، اگر مقدار آماره $p < 0.05$ باشد، فرضیه صفر رد خواهد شد و نشان می‌دهد که توزیع داده‌ها معنادار نیست. در این راستا، جدول ۳ نتایج آزمون T آماری را بر روی متغیرهای پژوهش نشان می‌دهد.

جدول ۳- نتایج آزمون T آماری بر روی متغیرهای پژوهش

نوع بیماری	نام متغیر	معناداری رابطه	آزمون T مستقل	انحراف معیار Mean Std.Error
آبله‌مرغان	جنسیت	معنادار	۵۹,۴۸۳	۰,۰۶۵
	سن	معنادار	۴۹,۷۹۳	۰,۰۲۵
سرخچه	جنسیت	معنادار	۳۱,۶۵۷	۰,۰۴۷
	سن	معنادار	۲۵,۸۶۷	۰,۰۷۷
سیاه‌سرفه	جنسیت	معنادار	۱۴,۰۳۶	۰,۱۳۲
	سن	معنادار	۱۸,۰۰۲	۰,۵۰۱
اوربون	جنسیت	معنادار	۳۹,۴۶۰	۰,۰۵۱
	سن	معنادار	۴۷,۸۴۶	۰,۰۳۱
هاری	جنسیت	بی‌معنا	۰,۰۱۲۶	۰,۴۸۳
	سن	بی‌معنا	۰,۰۲۹۵	۰,۵۲۹

در این خصوص فرض اولیه جهت بررسی ارتباط متغیر جنسیت مبتلایان به بیماری‌های آبله‌مرغان، سرخچه، سیاه‌سرفه، اوربون و هاری، این است که به نظر می‌رسد تعداد مبتلایان به هر بیماری در بین بیماران با جنسیت زن و مرد متفاوت است. همچنین، فرض اولیه جهت بررسی ارتباط متغیر سن مبتلایان به بیماری‌های مذکور این است که «به نظر می‌رسد تعداد مبتلایان به هر بیماری در بین بیماران با گروه سنی، ۱ و ۲ و ۳ متفاوت است». در این خصوص، فرض اولیه جهت بررسی ارتباط متغیر جنسیت مبتلایان به بیماری‌های آبله‌مرغان، سرخچه، سیاه‌سرفه، اوربون و هاری، این است که به نظر می‌رسد تعداد مبتلایان به هر بیماری در بین بیماران با جنسیت زن و مرد متفاوت است. همچنین، فرض اولیه جهت بررسی ارتباط متغیر سن مبتلایان به بیماری‌های مذکور این است که «به نظر می‌رسد تعداد مبتلایان به هر بیماری در بین بیماران با گروه سنی ۱ و ۲ و ۳ متفاوت است».

۳-۴- آزمون آماری مکانی

با توجه به اینکه مسائل بهداشت عمومی و شیوع بیماری با جغرافیای منطقه رابطه مستقیم دارد و دارای بعد مکانی است، لذا GIS می‌تواند نقش بسزایی در مدیریت و برنامه‌ریزی مسائل بهداشت عمومی و مطالعه شیوع بیماری داشته باشد. از سوی دیگر، امکانات بالای مدل‌سازی GIS این امکان را به سیاست‌گذاران بهداشت می‌دهد که علل مکانی وقوع برخی

صفر چقدر است؛ به‌عنوان یک قاعده کلی، اگر مقدار آماره $p < 0.05$ باشد، فرضیه صفر رد خواهد شد و نشان می‌دهد که توزیع داده‌ها نرمال نیست [۱۵]. در چنین حالتی می‌توان نتیجه گرفت که مجموعه داده‌ی مورد استفاده ناپارامتریک هستند و بایستی از آزمون‌های ناپارامتریک استفاده نمود. در این خصوص، جدول ۲ نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف را بر روی متغیرهای پژوهش نشان می‌دهد.

جدول ۲- نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بر روی متغیرهای پژوهش

نوع بیماری	نام متغیر	نرمال یا غیرنرمال بودن متغیرها	آزمون کولموگروف-اسمیرنوف
آبله‌مرغان	جنسیت	نرمال	۰,۲۸۶
	سن	نرمال	۰,۴۱۸
سرخچه	جنسیت	نرمال	۰,۷۱۴
	سن	نرمال	۰,۷۴۹
سیاه‌سرفه	جنسیت	نرمال	۰,۵۳۱
	سن	نرمال	۰,۶۴۸
اوربون	جنسیت	نرمال	۰,۴۷۴
	سن	نرمال	۰,۵۳۲
هاری	جنسیت	نرمال	۰,۶۹۳
	سن	نرمال	۰,۴۴۹

با توجه به جدول بالا مقدار آماره‌ی کولموگروف-اسمیرنوف، بیشتر از ۰,۰۵ می‌باشد، در نتیجه آزمون معنی‌دار است و متغیرها توزیع نرمال دارند که در این صورت می‌توان از آزمون‌های پارامتریک استفاده نمود.

۴-۲- آزمون آماری T

آزمون آماری T، برای ارزیابی میزان هم‌قواری یا یکسان بودن و نبودن میانگین نمونه‌ای با میانگین جامعه در حالتی به کار می‌رود که انحراف معیار جامعه مجهول باشد [۱۶]. چون توزیع T در مورد نمونه‌های کوچک با استفاده از درجات آزادی تعدیل می‌شود، می‌توان از این آزمون برای نمونه‌های بسیار کوچک استفاده نمود. همچنین، این آزمون مواقعی که خطای استاندارد جامعه نامعلوم و خطای استاندارد نمونه معلوم باشد، کاربرد دارد. برای به کار بردن این آزمون، متغیر مورد مطالعه باید در مقیاس فاصله‌ای و شکل توزیع آن نرمال باشد. در این خصوص با توجه به نتایج آزمون اسمیرنوف-کولموگروف که نشان از نرمال بودن توزیع داده‌ها دارد، می‌توان آزمون T را در خصوص داده‌های تحقیق مورد استفاده قرار داد. به‌عنوان یک

بیماری‌ها و نحوه شیوع آن‌ها را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهند [۱۷]؛ بنابراین یکی از مهم‌ترین کاربردهای GIS در بهداشت عمومی استفاده از آنالیز مکانی و مدل‌سازی شیوع بیماری است. بیشترین استفاده از GIS در مدیریت بیماری‌ها، کشف و نمایش خوشه‌های مکانی بیماری‌ها به منظور ارائه یک راه حل جهت آنالیز و نمایش داده‌ها است تا با استفاده از آن، مکان‌هایی را که بیماری در آن به‌طور معنی‌داری بیش از سایر مکان‌هاست، استخراج کرد. زمانی که نقشه‌ی شیوع و توزیع یک بیماری ترسیم می‌شود، تفاوت‌های حائز اهمیت از یک نقطه به نقطه‌ی دیگر مشاهده می‌شود که تنها تفاوت‌های رژیم، ژنتیکی و اجتماعی را نشان نمی‌دهد، بلکه به نظر می‌رسد مداخلات محیطی علت آن باشد [۱۴].

الگوی انتقال و شیوع بیماری حتی در نواحی دارای شیوع و فراوانی بالای وقوع بیماری، با توجه به مکان متفاوت بوده، همیشه بعضی از نقاط دارای نرخ بالاتری نسبت به همسایگان آن نقطه می‌باشند. ناهمگونی شیوع بیماری و بررسی توزیع مکانی آن تأثیر مهمی در کنترل بیماری دارد. تاکنون روش‌های مختلفی برای برآورد فاکتورهای بیماری‌های واگیردار و مدل‌سازی شیوع بیماری از جمله روش‌های کلاسیک آماری و رگرسیون، مدل‌سازی با استفاده از روش‌های کارشناس مبنا، رگرسیون کمترین مربعات معمولی و رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی استفاده شده‌است، ولی به دلیل حجم زیاد داده‌های بیماری، آگاه نبودن از توزیع احتمالی داده‌ها، وجود امکان خطا در نظر کارشناسان و پیچیدگی موجود در داده‌های مکانی، روش‌های معمول چندان کارآمد نیست. لذا در این بخش از تحقیق حاضر به مدل‌سازی بیماری و ارزیابی‌های سنجشی مکانی بیماری پرداخته می‌شود [۱].

۴-۴- شناسایی خوشه‌ی بیماری

«تحلیل خوشه‌بندی» (Cluster Analysis) یا به‌طور خلاصه خوشه‌بندی، فرآیندی است که به کمک آن می‌توان مجموعه‌ای از اشیاء را به گروه‌های مجزا افزایش داد. هر افزایش یک خوشه نامیده می‌شود [۱۸]. اعضاء هر خوشه با توجه به ویژگی‌هایی که دارند به یکدیگر بسیار شبیه هستند و در عوض میزان شباهت بین خوشه‌ها کمترین مقدار است. در چنین حالتی هدف از خوشه‌بندی، نسبت‌دادن برچسب‌هایی به اشیاء است که نشان‌دهنده عضویت هر شیء به خوشه است. جدول ۴، نتایج مربوط به خوشه‌بندی کم/زیاد جهت نشان دادن وجود و یا عدم وجود خوشه‌بندی موردنظر در

بروز هر یک از بیماری‌های بررسی‌شده در سال‌های ۱۳۹۴، ۱۳۹۵، ۱۳۹۶، ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در سطح شهر همدان هستند. با توجه به خوشه‌بندی مدنظر اگر مقدار p -value مابین ۰٫۱ تا ۰٫۰۱ باشد، نشان‌دهنده‌ی وجود خوشه‌بندی در میزان بروز هر یک از بیماری‌های موردبررسی در منطقه مورد مطالعه است. حال اگر مقدار z -score منفی باشد، بیانگر عدم وجود خوشه‌بندی در مقادیر بالا و وجود خوشه‌بندی در مقادیر پایین بروز بیماری است.

نتایج نشان می‌دهد که در بیماری آبله‌مرغان در سال ۱۳۹۴، ۱۳۹۵، ۱۳۹۶، ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸، مقادیر p -value در بازه‌ی ۰٫۱ تا ۰٫۰۱ قرار دارد و همچنین مقادیر z -score نیز در سال‌های ۱۳۹۴، ۱۳۹۵، ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ با مقدار منفی بوده و این یعنی مقداری از داده‌ها دارای خصیصه‌ی خوشه‌بندی در منطقه‌ی مورد مطالعه است. در نتیجه، به‌طور کلی توزیع نقاط به‌صورت داده‌هایی است که دارای خودهمبستگی مکانی کم یا پایین خصیصه خوشه‌بندی است. همچنین، در بیماری سرخجه در سال‌های ۱۳۹۴، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۷، دارای p -value بین ۰٫۱ تا ۰٫۰۱ نشان از خوشه‌بندی بوده و در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۸ مقادیر p -value بیشتر از ۰٫۱ نشان می‌دهد که توزیع به‌صورت تصادفی بوده و هیچ‌گونه خوشه‌بندی وجود نداشته‌است. همچنین، با بررسی z -score می‌توان دریافت که در سال‌های ۱۳۹۴، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۷ خوشه‌بندی در مقادیر بالا وجود نداشته و مقادیر پایین دارای خوشه‌بندی است.

در بیماری سیاه‌سرفه در سال‌های ۱۳۹۴، ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸، دارای p -value بین ۰٫۱ تا ۰٫۰۱ نشان از خوشه‌بندی بوده و در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ مقادیر p -value بیشتر از ۰٫۱ نشان می‌دهد که توزیع به‌صورت تصادفی بوده و هیچ‌گونه خوشه‌بندی وجود نداشته‌است.

همچنین، با بررسی z -score می‌توان دریافت که در سال‌های ۱۳۹۴، ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ خوشه‌بندی در مقادیر بالا وجود نداشته و مقادیر پایین دارای خوشه‌بندی است. در بیماری اوریون در سال‌های ۱۳۹۴، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶، دارای p -value بین ۰٫۱ تا ۰٫۰۱ نشان از خوشه‌بندی بوده و در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۸ مقادیر p -value بیشتر از ۰٫۱ نشان می‌دهد که توزیع به‌صورت تصادفی بوده و هیچ‌گونه خوشه‌بندی وجود نداشته‌است. همچنین، با بررسی z -score می‌توان دریافت که در سال‌های ۱۳۹۴، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۷ خوشه‌بندی در مقادیر بالا وجود نداشته و مقادیر پایین دارای خوشه‌بندی است. همچنین، بیماری هاری به علت کمبود

۴-۵- شناسایی خودهمبستگی مکانی

در این بخش خودهمبستگی مکانی برای نمایش وجود یا عدم وجود خودهمبستگی در بین مقادیر بروز هر یک از بیماری‌ها در مورد سال‌های موردبررسی از ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۸ در شهر همدان تهیه شده است. با توجه به خودهمبستگی مکانی، اگر مقدار p-value کمتر از ۰,۱ و مقدار z-score مثبت و به ۲,۵۸ نزدیک تر باشد، دال بر وجود خودهمبستگی در بین داده‌های مربوط به میزان بروز است. نتایج مربوط به خودهمبستگی مکانی جهت نمایش مقدار همبستگی در بروز هر یک از بیماری‌های بررسی شده در سال‌های ۱۳۹۴، ۱۳۹۵، ۱۳۹۶، ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در سطح شهر همدان در جدول ۵ نشان داده شده است.

نتایج نشان می‌دهد که در بیماری آبله مرغان در سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ مقادیر p-value کمتر از ۰,۱ قرار دارد و همچنین مقادیر z-score نیز در این سال‌ها با مقدار مثبت بوده و این یعنی مقداری از داده‌ها دارای خودهمبستگی مکانی در منطقه مورد مطالعه است. در نتیجه به‌طور کلی توزیع نقاط به‌صورت داده‌هایی است که دارای خودهمبستگی مکانی کم می‌باشد. در بیماری سرخچه در سال‌های ۱۳۹۴، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶، مقدار z-score مثبت بوده و همچنین مقدار p-value در این سال‌ها کمتر از مقدار ۰,۱ بوده و در نتیجه توزیع نقاط دارای همبستگی مکانی می‌باشند.

در بیماری سیاه‌سرفه در سال‌های ۱۳۹۴، ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸، مقدار z-score مثبت بوده و همچنین مقدار p-value در این سال‌ها کمتر از مقدار ۰,۱ می‌باشد. این‌ها نشان از وجود خودهمبستگی در مقادیر بروز بیماری سیاه‌سرفه در سال‌های مذکور در سطح شهر همدان می‌باشد.

در بیماری اوریون در سال‌های ۱۳۹۴، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۸، مقدار z-score مثبت بوده و همچنین مقدار p-value در این سال‌ها کمتر از مقدار ۰,۱ می‌باشد؛ در نتیجه توزیع به‌صورت وابسته به تعداد بوده و خودهمبستگی قوی مشاهده می‌گردد. همچنین، بیماری هاری به علت کمبود اطلاعات مبتلایان، سامانه قادر به تشخیص توزیع و خودهمبستگی مکانی آن نمی‌باشد. لذا در مراحل بعد براساس روابط کاربری‌ها نحوه پراکنش این بیماری مشخص می‌گردد.

اطلاعات مبتلایان، سامانه قادر به تشخیص توزیع و نحوه خوشه‌بندی آن نمی‌باشد. لذا در مراحل بعد براساس روابط کاربری‌ها نحوه پراکنش این بیماری مشخص می‌شود.

جدول ۴- نتایج مربوط به خوشه‌بندی در بروز هر یک از بیماری‌های

بررسی شده

نوع	آماره‌ها	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸
آبله مرغان	Ovserved General G	۰,۰۰۰۰۴۴	۰,۰۰۰۰۷۶	۰,۰۰۰۰۵۶	۰,۰۰۰۰۹۵	۰,۰۰۰۰۵۴
	Z-Score	۰,۱۴۹۸۱۳	-	-	۰,۱۴۸۰۴۷	۰,۵۶۲۹۹۴
	P-value	۲	۵	۱	۶	۹
سرخچه	Ovserved General G	۰,۰۰۰۰۱۲۲	۰,۰۰۰۰۱۶۹	۰,۰۰۰۰۱۶۴	۰,۰۰۰۰۱۷۱	۰,۰۰۰۰۰۷۸
	Z-Score	۱,۸۰۵۶۱۰	-	۰,۶۷۶۵۱۶	۱,۷۰۲۵۷۸	۰,۶۷۰۹۴۴
	P-value	۰,۰۷۰۹۷۹	۹	۰,۴۹۸۷۱۳	۰,۰۸۸۶۴۷	۰,۵۰۲۱۵۷
سیاه‌سرفه	Ovserved General G	۰,۰۰۰۰۱۳۳	۰,۰۰۰۰۱۰۳	۰,۰۰۰۰۱۵۱	۰,۰۰۰۰۱۰۰	۰,۰۰۰۰۰۲۱
	Z-Score	۰,۱۵۲۹۹۰	۱,۳۴۳۳۶۸	۱,۴۰۴۳۵۵	۰,۶۷۱۸۶۹	۰,۴۹۸۹۰۷
	P-value	۰,۰۷۸۴۰۷	۰,۱۷۹۱۵۳	۰,۱۶۰۲۱۳	۰,۵۰۱۶۶	۰,۰۶۱۷۸۴
اوریون	Ovserved General G	۰,۰۰۰۰۰۸۲	۰,۰۰۰۰۰۹۴	۰,۰۰۰۰۰۶۶	۰,۰۰۰۰۰۷۹	۰,۰۰۰۰۰۶۰
	Z-Score	۰,۲۹۶۰۳۶	-	۰,۲۵۹۷۸۹	۰,۰۶۲۰۳	۱,۳۲۸۳۷۵
	P-value	۵	۰,۱۸۶۱۳۹	۷	۱	۰,۱۴۰۵۴
هاری	Ovserved General G	***	***	***	***	***
	Z-Score	***	***	***	***	***
	P-value	***	***	***	***	***

جدول ۵- نتایج خودهمبستگی مکانی در بروز هر یک از بیماری‌های بررسی شده در سطح شهر همدان

نوع	آماره‌ها	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸
آبله‌مرغان	Moran's Index	-۰.۰۴۴۹۲	۰.۰۱۳۰۳۵	۰.۰۴۱۱۷۶	-۰.۰۳۸۹۹	-۰.۰۱۱۳۲
	Z-Score	-۱.۳۴۴۷۵۴	۱.۵۹۸۲۱۹	۱.۱۴۳۷۵۴	-۰.۰۵۲۳۰۴	-۰.۲۲۷۹۶۹
	P-value	۰.۱۸۵۲۵۳	۰.۰۵۴۹۶۹۳	۰.۰۲۵۲۷۲۵	۰.۹۵۸۲۸۷	۰.۸۱۹۶۷۰
سرخجه	Moran's Index	۰.۰۱۱۶۴۰	-۰.۰۳۵۷۲۰	۰.۰۰۰۳۰۲	-۰.۰۰۹۳۳۷	-۰.۰۱۳۴۹۹
	Z-Score	۲.۳۷۹۰۴۶	۱.۷۳۸۶۶۲	۱.۳۵۱۳۱۷	۰.۹۲۶۰۳۱	-۰.۰۶۰۲۰۰
	P-value	۰.۰۷۰۴۶۵۳	۰.۰۴۰۱۱۲	۰.۰۸۰۱۵۶۹	۰.۱۹۷۹۳۳۳	۰.۱۹۵۱۹۹۷
سیاه‌سرفه	Moran's Index	۰.۰۵۶۵۱۲	۰.۰۱۴۶۹۰	-۰.۰۱۱۳۵۴	-۰.۰۱۴۵۲۸۴	-۰.۰۰۰۸۶۱۱
	Z-Score	۲.۰۷۴۳۱۸	۰.۲۶۸۴۰۹	۰.۰۰۰۳۵۷۴	۲.۰۲۱۹۷۸	۲.۲۲۳۶۳
	P-value	۰.۰۲۸۲۶۸۰	۰.۰۷۸۸۳۸۴	۰.۹۹۷۱۴۹	۰.۰۳۰۶۷۹۱	۰.۰۸۳۷۷۲
اورپون	Moran's Index	۰.۰۵۳۰۶۱	۰.۰۱۵۰۵۱	-۰.۰۰۳۴۳۴	-۰.۰۱۱۷۳۹	-۰.۰۱۶۵۸۴۰
	Z-Score	۱.۷۳۳۰۰۳	۱.۶۱۱۵۲۰	۰.۰۳۳۵۵۹	-۰.۲۵۱۵۹۸	۲.۵۰۹۱۶۷
	P-value	۰.۰۸۴۸۸۸	۰.۰۵۴۰۸۵۵	۰.۹۸۱۲۰۴	۰.۸۰۱۳۵۲	۰.۰۱۲۱۰۲
هاری	Moran's Index	***	***	***	***	***
	Z-Score	***	***	***	***	***
	P-value	***	***	***	***	***

۴-۶- شناسایی رابطه توزیع بیماری‌ها و کاربری‌های شهری

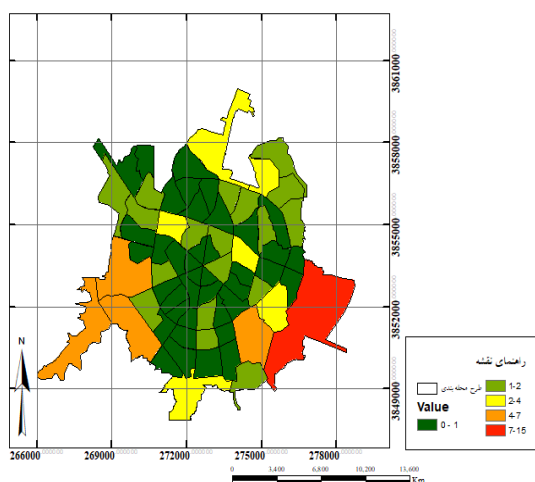
در این بخش از تحقیق به بررسی توزیع بیماری‌های آبله‌مرغان، سیاه‌سرفه، سرخجه، اورپون و هاری براساس کاربری‌های شهری شهر همدان پرداخته شده‌است. همچنین، برای بررسی تأثیر کاربری‌های مختلف از دستور Zonal Statistics و همچنین بررسی براساس تعداد بیماری مشهود در هر کاربری بررسی می‌گردد. در این خصوص، براساس نزدیک‌ترین کاربری به موقعیت هر بیمار، ۱۷ کاربری آموزشی، انبار، اراضی توافقی، باغات، درمانی، اداری، فرهنگی، گورستان، مذهبی، نظامی، پارک، پارکینگ، صنایع و کارگاه‌ها، تأسیسات شهری، تجاری، ورزشی و پایانه موردبررسی قرار گرفت. جدول ۶، تعداد مبتلایان هر بیماری به تفکیک نزدیک-ترین کاربری و براساس سال ۱۳۹۸ را نشان می‌دهد.

جدول ۶- تعداد مبتلایان هر بیماری به تفکیک نزدیک‌ترین کاربری و براساس سال ۱۳۹۸

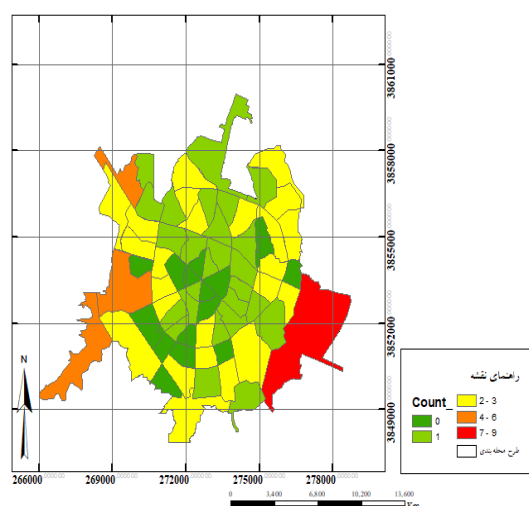
بیماری / نوع کاربری	آبله‌مرغان	سرخجه	سیاه‌سرفه	اورپون	هاری
آموزشی	۱۹	۱۰	۳	۳۲	۰
انبار	۵	۵	۱	۴	۰
اراضی توافقی	۵	۱	۰	۱۳	۰
باغات	۴۰	۱۲	۲	۵۳	۰
درمانی	۱۲	۱۳	۳	۲۸	۰
اداری	۱۲	۲	۳	۱۰	۰
فرهنگی	۱۲	۶	۶	۱۵	۰
گورستان	۵	۲	۰	۵	۰
مذهبی	۷	۲	۰	۹	۰
نظامی	۲	۰	۰	۲	۰
پارک	۴۷	۱۷	۱۰	۶۹	۰
پارکینگ	۱۰	۳	۲	۹	۰
صنایع و کارگاه‌ها	۸	۴	۱	۱۳	۰
تأسیسات شهری	۱۸	۵	۰	۲۷	۰
تجاری	۵۱	۲۷	۶	۸۵	۱
ورزشی	۸	۳	۲	۹	۰
پایانه	۰	۰	۱	۲	۰

۷-۴- پیاده سازی

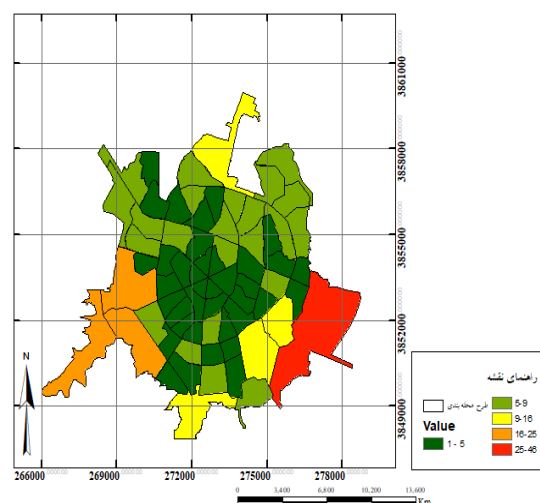
هدف این مطالعه تهیه نقشه‌ی خوشه‌های مکانی و مکانی زمانی بیماری‌های واگیردار، بررسی فاکتورهای تأثیرگذار بر بیماری و میزان تأثیر آن‌ها و در نهایت یافتن روشی برای مدل‌سازی میزان شیوع بیماری می‌باشد، این مدل می‌تواند به برنامه‌های مدیریت و کنترل بیماری کمک نماید. کلیه اطلاعات و مستندات مربوط به علل بروز بیماری با مطالعه و ارزیابی استخراج شدند. در این خصوص، لازم است پردازش‌های مربوط به مدل، روی اقلام توصیفی با واحد مکانی یکسان انجام گیرد؛ بنابراین، واحد مکانی موردنیاز برای تمامی عوامل در نظر گرفته شد.



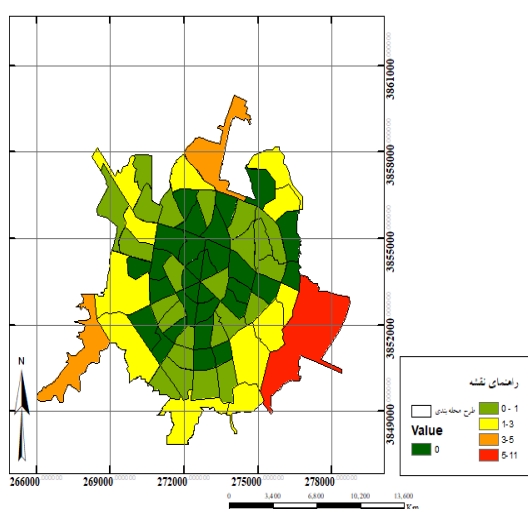
شکل ۴- نقشه توزیع مدل‌سازی شده بیماری سرخجه در سال ۱۳۹۸ براساس مدل میانگین متحرک



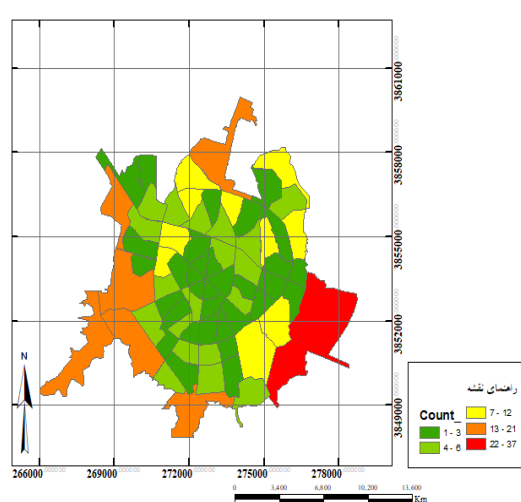
شکل ۵- نقشه توزیع واقعی بیماری سرخجه در سال ۱۳۹۸



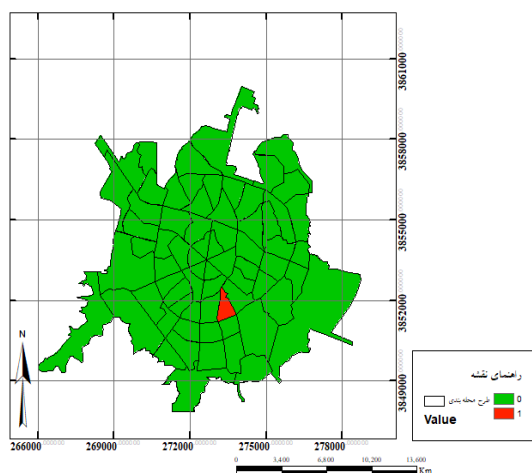
شکل ۲- نقشه توزیع مدل‌سازی شده بیماری آبله مرغان در سال ۱۳۹۸ براساس مدل میانگین متحرک



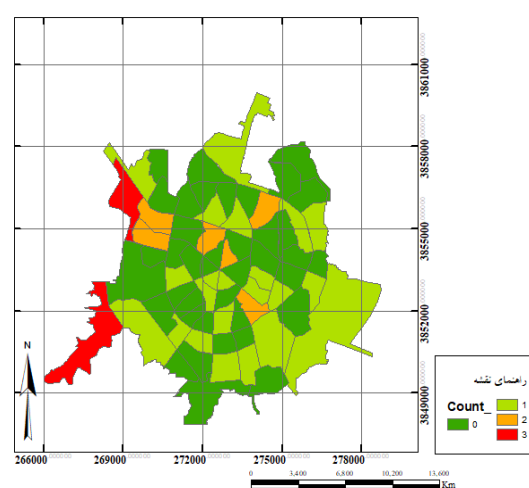
شکل ۶- نقشه توزیع مدل‌سازی شده بیماری سیاه‌سرفه در سال ۱۳۹۸ براساس مدل میانگین متحرک



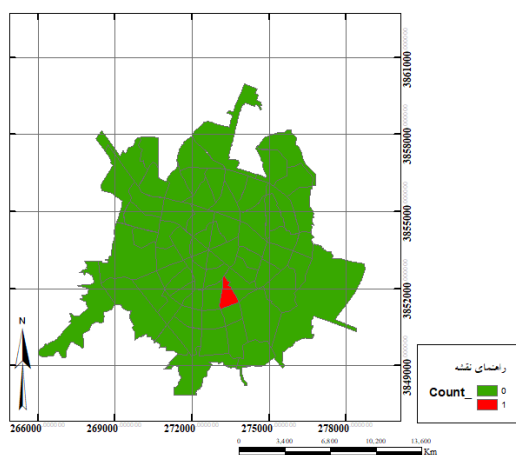
شکل ۳- نقشه توزیع واقعی بیماری آبله مرغان در سال ۱۳۹۸



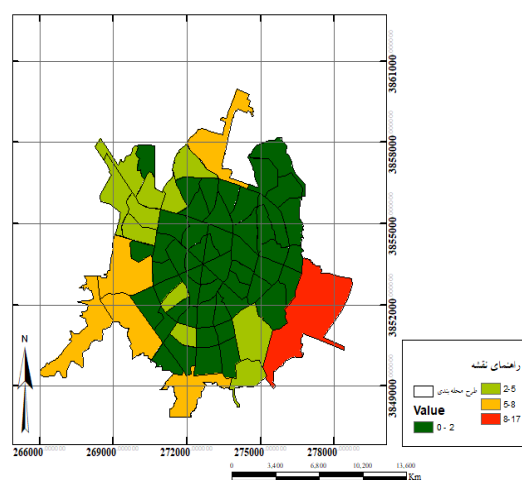
شکل ۱۰- نقشه توزیع مدل‌سازی شده بیماری هاری در سال ۱۳۹۸ براساس مدل میانگین متحرک



شکل ۷- نقشه توزیع واقعی بیماری سیاه‌سرفه در سال ۱۳۹۸



شکل ۱۱- نقشه توزیع واقعی بیماری هاری در سال ۱۳۹۸

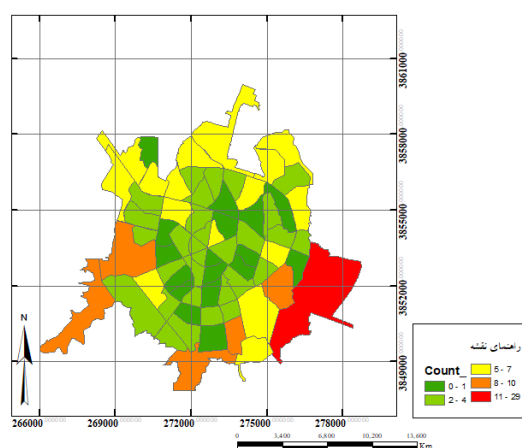


شکل ۸- نقشه توزیع مدل‌سازی شده بیماری اوریون در سال ۱۳۹۸ براساس مدل میانگین متحرک

در این تحقیق، برای مدل‌سازی بیماری‌ها با استفاده از مدل میانگین متحرک، ابتدا نقشه‌ی منطقه‌بندی شهر همدان با استفاده از تعداد بیماران مبتلا در هر منطقه تهیه گردید. سپس، با استفاده از مدل میانگین متحرک و استفاده از فضای محاسباتی Raster Calculator در نرم‌افزار ArcGIS مدل نهایی توزیع بیماری تولید گردید.

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در مطالعه و بررسی شیوع یک بیماری، سه عامل اساسی زمان، مکان و شخص بیمار مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در بررسی بیماری‌ها، مطالعه‌ی جغرافیایی منطقه از اهمیت خاصی برخوردار است، چراکه وقوع بسیاری از بیماری‌ها به شرایط جغرافیایی منطقه وابسته است. بسیاری از عوامل بیماری‌زا اپیدمیک هستند و به منطقه یا ناحیه خاصی تعلق



شکل ۹- نقشه توزیع واقعی بیماری اوریون در سال ۱۳۹۸

ندارند، درحالی که برخی از آن‌ها در مناطق خاصی رخ می‌دهند. در واقع، نمی‌توان اثر عوامل تشدیدکننده شیوع بیماری را به صورت عمومی مشخص کرد و در هر منطقه و در هر زمانی وزن عوامل تشدیدکننده شیوع بیماری تغییر می‌کند و یا حتی ممکن است اثر یک عامل کاملاً برعکس شود. اکثر عوامل ایجادکننده بیماری اساساً مکانی هستند، به عبارت دیگر توزیع و تمرکز آن‌ها در مکان‌های مختلف، متفاوت می‌باشد. تحقیق حاضر ارائه‌ی مدلی جهت بررسی الگوی توزیع بیماری‌های اورپون، سیاه‌سرفه، سرخجه، آبله‌مرغان و هاری در سطح شهر همدان و در سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۸ می‌باشد. در این خصوص، ابتدا آزمون‌های آماری کلاسیک در ارتباط با داده‌های بیماری‌های موردبررسی اجرا شد. در این راستا، ابتدا آمار توصیفی مربوط به بیماران موردبررسی قرار گرفت. متغیرهای مربوط به اطلاعات جمعیت شناختی، شامل جنسیت و سن بیماران می‌باشد. از آمار استنباطی مربوط به مبتلایان به بیماری‌های آبله‌مرغان، سیاه‌سرفه، سرخجه، اورپون و هاری اطلاعات به شرح ذیل استخراج گردید.

- بیشترین آمار مبتلایان آبله‌مرغان در سال ۱۳۹۴ بوده که مجموع ۶۲۱ از بیماران مبتلا به آبله‌مرغان به بیمارستان‌های سطح شهر همدان مراجعه نموده که از این تعداد ۴۸،۶ درصد از مبتلایان مرد و ۵۱،۴ درصد از مبتلایان را مبتلایان زن تشکیل داده‌اند. بیشترین آمار مبتلایان آبله‌مرغان هم در سال ۱۳۹۴ بوده که از ۶۲۱ بیمار مبتلا به آبله‌مرغان، ۳۳،۸٪ در گروه زیر ۱۰ سال، ۳۰٪ در گروه سنی ۱۰ تا ۲۰ سال و ۳۶،۲٪ در گروه سنی بالای ۲۰ سال قرار دارند.

- بیشترین آمار مبتلایان سرخجه در سال ۱۳۹۴ بوده که مجموع ۱۲۱ نفر از بیماران مبتلا به سرخجه به بیمارستان‌های سطح شهر همدان مراجعه نموده که از این تعداد ۵۱،۲٪ درصد از مبتلایان مرد و ۴۸،۸٪ درصد از مبتلایان را مبتلایان زن تشکیل داده‌اند. در همان سال ۱۳۹۴ از ۱۲۱ بیمار مبتلا به سرخجه، ۳۱،۱٪ در گروه زیر ۱۰ سال، ۳۲،۶٪ در گروه سنی ۱۰ تا ۲۰ سال و ۳۶،۳٪ در گروه سنی بالای ۲۰ سال قرار دارند.

- بیشترین تعداد مبتلایان به سیاه‌سرفه در سال ۱۳۹۴ که مجموع ۱۴۴ نفر از بیماران مبتلا به سیاه‌سرفه به بیمارستان‌های سطح شهر همدان مراجعه نموده که از این تعداد، ۵۰٪ درصد از مبتلایان مرد و ۵۰٪ درصد از مبتلایان را مبتلایان

زن تشکیل داده‌اند. در سال ۱۳۹۴ از ۱۴۴ بیمار مبتلا به سیاه‌سرفه، ۳۴٪ در گروه زیر ۱۰ سال، ۲۹،۹٪ در گروه سنی ۱۰ تا ۲۰ سال و ۳۶،۱٪ در گروه سنی بالای ۲۰ سال قرار دارند.

- در سال ۱۳۹۵، بیشترین آمار مبتلا به بیماری اورپون بوده که مجموع ۳۲۵ نفر از بیماران مبتلا به اورپون به بیمارستان‌های سطح شهر همدان مراجعه نموده که از این تعداد ۵۳،۸٪ درصد از مبتلایان مرد و ۴۶،۲٪ درصد از مبتلایان را مبتلایان زن تشکیل داده‌اند. در سال ۱۳۹۵، از ۳۲۵ بیمار مبتلا به اورپون، ۳۶،۶٪ در گروه زیر ۱۰ سال، ۳۳،۲٪ در گروه سنی ۱۰ تا ۲۰ سال و ۳۰،۲٪ در گروه سنی بالای ۲۰ سال قرار دارند.

- در سال ۱۳۹۴، بیشترین آمار مبتلا به بیماری هاری بوده و مجموعاً ۲ بیمار مبتلا به هاری به بیمارستان‌های سطح شهر همدان مراجعه نموده که از این تعداد ۱۰۰٪ درصد از مبتلایان مرد و ۰٪ درصد از مبتلایان را مبتلایان زن تشکیل داده‌اند. در سال ۱۳۹۴ از ۲ بیمار مبتلا به هاری، ۱۰۰٪ در گروه زیر ۱۰ سال، ۰٪ در گروه سنی ۱۰ تا ۲۰ سال و ۰٪ در گروه سنی بالای ۲۰ سال قرار دارند.

۵-۱-۱- پیشنهادات

از جمله مواردی که می‌توان در تحقیقات آینده بدان پرداخت، شامل موارد ذیل می‌شود:

- در تحقیق حاضر برای مدل‌سازی میزان شیوع بیماری از روش مدل‌سازی میانگین متحرک استفاده شد و نتایج موردبررسی قرار گرفت؛ بنابراین، بهتر است روش‌های دیگر مدل‌سازی همچون شبکه‌های عصبی، روش سلسله مراتبی و همچنین روش‌های فازی استفاده شود و کارایی آن نسبت به مدل‌سازی میانگین متحرک بررسی شود.

- علاوه بر پارامترهای استفاده‌شده در این تحقیق که تنها بخشی از عوامل مکانی را شامل می‌شود، می‌توان عوامل دیگری همچون واکسیناسیون، اثر سفرهای انسانی به کشورهای مجاور، تغییرات زیست‌محیطی و غیره به مدل اضافه‌شده و نتایج موردبررسی قرار گیرد.

- در این تحقیق به دلیل عدم دسترسی به داده‌ها با جزئیات بیشتر، داده‌های سالانه از ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۸ در سطح شهر همدان پیاده شد. برای تهیه اطلاعاتی بیشتر در خصوص نحوه توزیع بیماری‌ها بایستی بیماری‌ها در سطح استان موردبررسی قرار گیرد.

مراجع

- [1] Khobdel Mehdi, Dehghan Omid, Bakhshi Hassan, Moradi Mohammad, 1399, Control and management of insect-borne diseases in emergencies. *Journal of Military Medicine*, Volume 22, Number 8, pp. 778-798.
- [2] Abdelsattar, A. and Hassan, A.N. 2020. Assessment of malaria resurgence vulnerability in Fayoum, Egypt Using Remote Sensing and GIS. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*.
- [3] Ahangrani Mehrdad, Farnaghi Mehdi, Shirzadi Mohammadreza, 2016, Spatial-temporal prediction of high-risk areas of leptospirosis using geographical weight regression and multilayer perceptron neural network. *Journal of Surveying Science and Technology*, Volume 6, Number 2, Pages 79-98.
- [4] Alizadeh, M., Moharrami, M. and Rasouli, A.A., 2017. Geographic Information System (GIS) as a tool in the epidemiological assessment of wetwood disease on elm trees in Tabriz city, Iran. *Cercetari Agronomice în Moldova*, 50(2), pp.91-100.
- [5] Mohammadi Nia Ali, Alim Mohammadi Abbas, Ghaemi Zeinab, 2017, Evaluation and comparison of the efficiency of fixed and adaptive kernels in geographical weight regression for modeling leptospirosis in Guilan province. *Journal of Surveying Science and Technology*, Volume 7, Number 3, Pages 57-73.
- [6] Dixon, P.M., 2014. R iple's K function. *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online*.
- [7] Franch-Pardo, I., Napoletano, B.M., Rosete-Verges, F. and Billa, L., 2020. Spatial analysis and GIS in the study of COVID-19. A review. *Science of The Total Environment*, 739, p.140033.
- [8] Hirve, S., Crawford, N., Palekar, R., Zhang, W., WHO RSV surveillance Group, Bancej, C., Barr, I., Baumeister, E., Broor, S., Burmaa, A. and Campbell, H., 2020. Clinical characteristics, predictors, and performance of case definition—Interim results from the WHO global respiratory syncytial virus surveillance pilot. *Influenza and other respiratory viruses*, 14(6), pp.647-657.
- [9] Franch-Pardo, I., Napoletano, B.M., Rosete-Verges, F. and Billa, L., 2020. Spatial analysis and GIS in the study of COVID-19. A review. *Science of The Total Environment*, 739, p.140033.
- [10] Abbasi, Mohammad and Rafiei Mirza, Ahmad, 1397, Study of the pattern of spatial distribution of brucellosis in GIS environment (Case study: Hamadan province), Sixth National Conference on New Studies and Research in the field of Geography, Architecture and Urban Planning of Iran, Tehran.
- [11] Faraji, Abdullah, Kamangar, Mohammad, Ghaderi, Firoozeh, 1399, Analysis and modeling of spatial distribution of respiratory diseases related to environmental factors Case study: Kurdistan Province, *Quarterly Journal of Environmental Science and Technology*, Volume 14, Number 1, pp. 56-73.
- [12] Ebrahimi Amir Mohammad, Dolatkah Hamidreza, Shakeri Fatemeh, 1398, Geographical distribution of malaria in Jahrom during 1385 to 1395, *Journal of Pars University of Medical Sciences (Jahrom)*, Volume 17, Number 1, Page 1-7.
- [13] Mollalo, A., Vahedi, B. and Rivera, K.M., 2020. GIS-based spatial modeling of COVID-19 incidence rate in the continental United States. *Science of the total environment*, 728, p.138884.
- [14] Zhou, C. Su, F. Pei, T. Zhang, A. Du, Y. Luo, B. Cao, Z. Wang, J. Yuan, W. Zhu, Y. and Song, C. 2020. COVID-19: Challenges to GIS with big data. *Geography and Sustainability*.
- [15] Kuznetsov I, Panidi E, Kolesnikov A, Kikin P, Korovka V, Galkin V. GIS-based infectious disease data management on a city scale, case study of St. Petersburg, Russia. *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. 2020;43:1463-7.
- [16] World Health Organization, 2015. Meeting report WHO Informal Consultation on Surveillance of RSV on the Global Influenza Surveillance and Response System (GISRS) platform, 25–27 March 2015, Starling Hotel & Conference Centre, Geneva, Switzerland (No. WHO/HSE/PED/GIP/RSV/2015.01). World Health Organization.
- [17] Hirve, S., Crawford, N., Palekar, R., Zhang, W., WHO RSV surveillance Group, Bancej, C., Barr, I., Baumeister, E., Broor, S., Burmaa, A. and Campbell, H., 2020. Clinical characteristics, predictors, and performance of case definition—Interim results from the WHO global respiratory syncytial virus surveillance pilot. *Influenza and other respiratory viruses*, 14(6), pp.647-657.
- [18] Khasha, R., Sepehri, M.M., Mahdavian, S.A. and Khatibi, T., 2018. Mobile GIS-based monitoring asthma attacks based on environmental factors. *Journal of Cleaner Production*, 179, pp.417-428.