

نقش زمان در تحلیل مکانی بیماری‌ها در شهر تهران

سجاد دلفان بیرانوند^۱، دکتر جلال کرمی^{۲*}، دکتر علی شمس‌الدینی^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات مکانی - دانشکده علوم انسانی - دانشگاه تربیت مدرس
sajad.delfan@modares.ac.ir

^۲ استادیار گروه سنجش از دور - دانشکده علوم انسانی - دانشگاه تربیت مدرس
{jalal.karami, ali.shamsoddini}@modares.ac.ir

(تاریخ دریافت آذر ۱۳۹۴، تاریخ تصویب فروردین ۱۳۹۵)

چکیده

در سطح یک شهر، شناسایی مناطق با ریسک بالای ابتلا به یک بیماری خاص و بررسی رفتار هربیماری در دوره‌های زمانی مختلف، اهمیت فراوانی در کنترل بیماری‌ها و مدیریت سلامت در جامعه دارد. در این تحقیق، روند مکانی مرگ و میر بیماری مینا در مناطق مختلف شهر تهران با محوریت تغییرات زمانی در بازه‌های فصلی و سالیانه در دوره بیست ساله از ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۲ مطالعه شد. تحلیل‌های زمین‌آماري جهت بررسی وجود ارتباط بین بیماری‌های مختلف در یک زمان خاص و در یک مکان با مناطق اطراف آن، ابزارهای مختلفی دارند. شاخص محلی موران (LOCAL MORAN'S I INDEX) با تحلیل همسایگی و ارزیابی بیماری‌ها و پیدا کردن فاصله موثر همسایگی در زمان‌های مختلف، به شناسایی نقاط با ریسک بالا (HOT SPOT) می‌پردازد. شاخص موران نحوه ارتباط یک متغیر در فضا و زمان با مناطق همسایه و نقاط داغ بیماری‌ها و کلاسه‌بندی آن‌ها در خوشه‌های مکانی را شناسایی می‌کند. در سطح یک شهر با وجود مساحت ثابت مناطق، شعاع همسایگی ممکن است در بازه‌های زمانی مختلف بسته به ماهیت بیماری و تاثیر پذیری آن از عوامل محلی و یا سراسری متفاوت باشد. نتایج بر روی دوازده گروه مرگ و میر بیماری مینا نشان داد که هر از گروه به میزان متفاوتی با مکان زندگی دارای ارتباط می‌باشد. این ارتباط بین مناطق مختلف ممکن است در حالت خوشه ای بودن مناطق و یا پراکندگی آن‌ها وجود داشته باشد. این مقدار برای پنج گروه بیماری‌های مغزی، کبدی، گوارش و خونریزی، سرطان و سرطان معده دارای ارتباط معنادارتری با عامل مکان در ابعاد یک شهر بوده است. شایان ذکر است که این ارتباط ممکن است در ابعادی بزرگتر از شهر دارای مقداری متفاوت باشد. سپس با بکارگیری تحلیل‌های زمانی برای پنج بیماری که دارای شاخص مکانی بالاتری بودند، وابستگی هر یک از بیماری‌ها در بازه‌های زمانی سالانه و تغییرات هر بیماری با فصول مختلف بررسی شد. نتایج حاکی از تفاوت شعاع همسایگی برای بیماری‌های مختلف در فصول مختلف و همچنین تفاوت مناطق با ریسک بالای هر یک از بیماری‌ها با تغییر فصل و تغییر پارامترهای محیطی بود. در روند سالانه طبق نتایج در دوره‌ی بیست ساله، وابستگی هر بیماری به مکان با توجه به تغییرات وضعیت اجتماعی-اقتصادی و سلامت جامعه کاملاً متفاوت است.

واژگان کلیدی: تحلیل مکانی-زمانی بیماری‌ها، شاخص محلی موران، رابطه زمان با مرگ و میر، نقاط داغ

۱- مقدمه

وجود اطلاعات جامع و قابل اطمینان در زمینه مرگومیر در هر جمعیتی برای ارزیابی برنامه‌های نظام سلامت و تعیین اولویت‌های بهداشتی جهت کنترل بیماری‌ها و آسیب‌های گوناگون ضروری می‌باشد [۱]. تحقیقات فراوانی در مورد مرگومیر و بررسی علل رخ دادن انواع مختلف آن از جهات گوناگون انجام گرفته است. [۲]، [۳]، [۴]، [۵]، [۶]

اگرچه محققان به‌دفعات، مرگومیر و عوامل مؤثر بر روی آن را مورد بررسی قرار داده‌اند، ولی بررسی نقش عوامل مرتبط با مکان و یا نقش توأمان عامل مکان و زمان که جایگاهی مهم در تحلیل بیماری‌ها دارند، کمتر مورد توجه قرار گرفته شده است [۷]. این عوامل بعضاً در یک نوع بیماری خاص، ثابت فرض شده‌اند [۸]. اینکه نوع بیماری که افراد به آن دچار شده و بعضاً بر اثر آن می‌میرند، عمدتاً به چه میزان به مکانی که در آن زندگی می‌کنند ارتباط دارد، همواره ذهن محققان را به خود مشغول کرده است [۹]، [۱۰].

همچنین در توجه به نقش عامل زمان در رخ دادن انواع بیماری‌ها و مرگ و میر و بررسی روند آن‌ها در طی زمان، پژوهش‌هایی صورت گرفته است که اکثراً در آن‌ها فقط نقش عامل زمان بصورت تغییراتی که در پارامترهای اقلیمی و محیطی رخ می‌دهد، بررسی شده است. در این پژوهش‌ها به تاثیر عواملی از جمله دما، آلودگی، بارش و غیره در افزایش یا کاهش مرگ و میر بیماری مبنا پرداخته شده است که نتایج آن‌ها وجود این اثرات را تایید می‌کند [۱۱]، [۱۲]، [۱۳]، [۱۴]، [۱۵].

کشف ارتباط بین تغییراتی که در جهت پراکندگی مناطق با ریسک بالای یک بیماری که در طول دوره‌های زمانی مختلف در بیماری‌ها در مناطق مختلف رخ می‌دهد و اینکه در هر دوره زمانی، رفتار یک بیماری تا چه میزان متأثر از مکان و مناطق همجوار تاثیر گذار بر روی آن است، از اهمیت بالایی در شناخت رفتار یک بیماری و نحوه مقابله با آن ایفا می‌کند.

میزان تاثیرپذیری هریک از بیماری‌ها و چگونگی روند خوشه ای آن‌ها تا حد زیادی متأثر از محدوده شعاع همسایگی آن‌ها می‌باشد. تحلیل‌های آماری مبتنی بر اصل همجواری به‌خوبی می‌تواند الگوهای زمانی را در

بستر مکان برای مرگومیر بیماری مبنا و ارتباط زمانی بین عوامل ایجاد کننده بیماری را در مناطق مختلف و در زمان‌های مختلف نشان دهند. میزان خوشه ای بودن و یا پراکنده بودن یک بیماری در زمان، بیان کننده تصادفی بودن و یا دارای روند بودن بیماری‌های مختلف در مقایسه با یکدیگر می‌باشد.

در میان روش‌های تحلیل خوشه‌ای و زمین‌آمار، روش‌هایی از قبیل شاخص GETIS G [۱۶]، شاخص آمار اسکن مکانی [۱۷]، و شاخص GEARY C [۱۸]، شاخص محلی موران نسبت به سایر شاخص‌ها در روش‌های خودهمبستگی کارایی بیشتری دارند [۱۹]، [۲۰]. شاخص موران سرتاسری^۱، یک پارامتر کلی برای اندازه‌گیری خودهمبستگی‌های مکانی است. شاخص موران محلی مقادیر هریک از نقاط را در طی دوره‌های زمانی مختلف در مقایسه با مقادیر نقاط همسایگی مورد ارزیابی قرار داده و با توجه به آن‌ها، نقاط با ریسک بالا در یک شهر را شناسایی می‌کند.

شاخص محلی موران در تحلیل برخی از بیماری‌ها [۲۱]، [۲۲] و نرخ مرگومیر یک بیماری خاص [۸]، [۲۳]، [۲۴] عملکرد قابل قبولی داشته است. یکی از پارامترهای مهم که در استفاده از روش موران باید بدان توجه شود تعریف شعاع همسایگی می‌باشد، تا در این فاصله تاثیر همسایه‌ها توسط این شاخص بررسی گردد. شعاع همسایگی می‌تواند از طریق روشهای متفاوتی تعیین گردد، ولی تا کنون تاثیر تعیین شعاع همسایگی با استفاده از روشهای مختلف در روش موران و در ابعاد یک شهر کمتر مورد توجه قرار گرفته است و به همین خاطر یکی از اهداف این تحقیق بررسی این موضوع می‌باشد. علاوه بر این، در این مقاله، وابستگی ۱۲ نوع بیماری منجر به مرگ به روندهای زمانی مختلف در بستر مکان مورد بررسی قرار می‌گیرد، در حالیکه در تحقیقات قبلی کمتر به برخی از این بیماری‌ها و تغییر رفتار مکانی آن در گذر زمان پرداخته شده است.

در این مقاله ابتدا با بکارگیری شاخص سراسری موران بر روی داده‌های مربوط به دوازده نوع مرگ و میر بیماری مبنا، بیماری‌های منجر به مرگی که دارای ارتباط مکانی بالایی در سطح شهر تهران شده‌اند، شناسایی می‌

^۱ GLOBAL MORAN'S I INDEX

شوند. سپس برای دوره های زمانی فصلی و سالیانه، بیماری هایی که دارای ارتباط مکانی معنادارتری هستند در یک دوره بیست ساله با استفاده از روش موران برای زمان در بستری از مکان مورد ارزیابی قرار می گیرند. سپس تاثیر فصول مختلف بر روی تعریف شعاع همسایگی در بیماری های با ارتباط مکانی معنادارتر بررسی می گردد و با توجه به آن، مناطق با ریسک بالای بیماری های مختلف شناسایی شده و همچنین روند سالیانه این بیماری ها مورد ارزیابی قرار می گیرد.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

شهر تهران در مرکز استان تهران با مساحتی بالغ بر ۵۹۴ کیلومتر مربع واقع شده است. این شهر از نظر موقعیت جغرافیایی در ۵۱ درجه و ۸۰ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۷ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵۰ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است و ارتفاع آن از ۱۷۰۰ متر در شمال به ۱۲۰۰ متر در مرکز و بالاخره ۱۱۰۰ متر در جنوب می رسد. این شهر دارای ۲۲ منطقه شهرداری است. شهر تهران در آبان ۱۳۸۵ دارای ۷۸۰۳۸۸۳ نفر جمعیت بوده است که با توجه به جمعیت سال ۱۳۷۵ (۶۷۵۸۸۴۵ نفر) متوسط رشد سالانه ای معادل ۱,۴۵ درصد داشته است. در بین مناطق ۲۲ گانه شهر تهران منطقه ۲۲ با رشدی معادل ۶,۸۵ درصد بالاترین و منطقه ۲۱ با رشدی معادل ۱,۶۶- پایین ترین متوسط رشد را داشته است. (بر طبق سرشماری های مرکز آمار ایران)

۲-۲- جمع آوری داده ها و پیش پردازش

در این پژوهش آمار روزانه فوت شدگان به تفکیک علت مرگ در مناطق ۲۲ گانه تهران طی دوره ۲۰ ساله از ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۲ از سازمان بهشت زهرا تهیه گردید. بر طبق این آمار، تعداد مرگ و میر در طی این ۲۰ سال در شهر تهران ۱,۶۰۰,۰۰۰ نفر بوده است. به دلایلی از قبیل نامعلوم بودن علت فوت و یا مشخص نبودن مکان فوت تعداد اندکی از داده ها از محاسبات کنار گذاشته شدند. سپس به علت وجود تعداد بالای علل فوت و سختی پردازش بر روی آنها، این بیماری ها از لحاظ شباهت بالا در ریشه پیدایش آنها، با توجه

به نظر کارشناسی چندین پزشک متخصص، دسته بندی شده و به دوازده کلاس طبقه بندی شدند. این دوازده کلاس بیماری شامل بیماری های قلبی و عروقی، بیماری های مغزی و عصبی، بیماری های کلیوی، بیماری های کبدی، بیماری های گوارش و داخلی، بیماری های عفونی، بیماری های دیابت، بیماری های ریوی و همچنین به دلیل اهمیت بیماری سرطان و متفاوت بودن روند سرطان در ایران (بر طبق آمار مرکز سرطان ایران) با روند بیماری سرطان در جهان، سه نوع سرطان پوست، سرطان معده و سرطان سینه به همراه مجموعه سایر سرطان ها هر یک به طور جداگانه مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته اند. همچنین مناطق ۲۱ و ۲۲ شهر تهران که در غرب این شهر قرار داشته و در سال های اخیر به شهر تهران اضافه گردیده و متعاقباً دارای مناطق مسکونی اندکی می باشند، در تحلیل ها مورد بررسی قرار نگرفتند.

۲-۳- روش انجام تحقیق

توجه به عامل زمان در کنار مکان، جز جدایی ناپذیر تحلیل فعالیت های انسان در همه علوم اجتماعی و سلامت است [۲۵]. عامل زمان نیز همچون مکان دارای اصل مشابهت در همجواری است، یعنی هر چه دو پدیده از لحاظ زمانی به یکدیگر نزدیک تر باشند، شباهت بیشتری به یکدیگر دارند [۲۶] با توجه به این اصل در زمان های مختلف می توان رفتار مرگ و میر را در بازه های زمانی مختلف به صورت خوشه ای بررسی نمود. دوره ی سالانه از این حیث انتخاب شد که با توجه به بلند بودن زمان ۲۰ سال و تغییراتی که در سیاست گذاری های سلامت در جامعه ایجاد می شود، اگر سال به سال روند هر بیماری بررسی شود، می توان تغییرات یک بیماری در جامعه و جهت انتشار آن را در مناطق مختلف بررسی نمود. دوره زمانی فصلی نیز با توجه به تاثیر متفاوت پارامترهای اقلیمی و محیطی در فصول مختلف بر روی هر یک از بیماری ها انتخاب گردید [۲۷], [۲۸]، تا با شناسایی عوامل تأثیرگذار بیماری در فصول مختلف به روی مناطق با ریسک بالا، واکنش هر یک از بیماری های منجر به مرگ و میر در فصول مختلف به طور جداگانه بررسی شود.

در روش های وزن دهی بین دو منطقه در بازه های زمانی خاص، توجه به تعیین مسافت همسایگی بهینه از اهمیت بالایی برخوردار است. [۱۹]. در یک محدوده

جغرافیایی خاص، فاصله بهینه برای تعیین همسایگی‌های مؤثر، در زمان‌های مختلف برای همه پدیده‌ها به هیچ وجه ثابت نیست و میزان تأثیرگذاری آن بر روی پدیده موردنظر، از ویژگی‌های پدیده موردبررسی در زمان مورد بررسی سرچشمه می‌گیرد.

۲-۳-۱ روش تعیین فاصله

وقتی هدف، تعیین شاخص‌های خودهمبستگی برای یک بیماری در فصول و سال‌های مختلف است، بدست آوردن فاصله مناسبی که دارای قابل قبول‌ترین ارتباط بین آن بیماری در زمان‌های مختلف و عوامل به وجود آورنده آن باشد، چالش مهمی است. در این پژوهش، پس از بدست آوردن شاخص موران از ماتریس‌های وزنی مختلف برای هر بازه زمانی و آزمون هر یک از آن‌ها با توجه به نوع مسئله، سرانجام از روش معکوس فاصله برای وزن دهی بین مناطق استفاده شده است. در روش معکوس فاصله، هرچه از یک منطقه دورتر شویم، میزان تأثیرگذاری عوامل ایجادکننده یک بیماری بر روی منطقه موردنظر کمتر می‌شود. این اصل در مورد زمان نیز صادق است که با دور شدن از یک زمان، شباهت بین پدیده‌ها کمتر می‌شود. برای بدست آوردن فاصله بهینه همسایگی و تأثیرپذیری در محدوده شهر تهران برای هر بیماری در فصول و سال‌های مختلف در هر ۵۰۰ متر، منحنی Z-SCORE رسم می‌گردد و پارامترهای همسایگی برای هر فاصله موردبررسی قرار گرفته و برای هر نقطه Z-SCORE، P-VALUE و شاخص موران بدست می‌آیند، این فاصله تا دورترین فاصله بین دو منطقه شهری لحاظ گردید و شاخص‌های خودهمبستگی برای هر قطعه مورد تفسیر و ارزیابی قرار گرفتند. بهینه‌ترین فاصله برای تعیین شاخص‌های خودهمبستگی در نقاط اوج^۱ نمودار Z-SCORE می‌باشد. منظور از نقاط اوج، قله‌هایی در منحنی Z-SCORE است که دارای معنادارترین مقادیر برای ارتباط مکانی می‌باشند که دارای بالاترین میزان Z-SCORE و دارای P-VALUE با مقدار بسیار پایین (نزدیک به صفر) می‌باشد و در این نقطه شاخص موران مقدار بهینه و بالاترین سطح اعتماد را دارد. شکل شماره (۲). Z-score امتیاز استاندارد شده است که درجه پخش‌شدگی یا متمرکز بودن بیمارها را نشان می‌دهد. هرچه این مقدار از صفر فاصله

بیشتری داشته باشد و P-VALUE کوچک‌تر باشد یعنی آن پدیده روند خوشه‌ای‌تر یا پراکنده‌تری دارد. P-value تقریبی از مساحت زیر منحنی توزیع نرمال است که با آزمون آماری محدود می‌شود. اگر علامت z مثبت باشد یعنی در بین مناطقی که بیماری‌ها مقدار بالایی دارند، روند خوشه‌ای وجود دارد و اگر منفی باشد یعنی در مناطقی که بیماری‌ها مقدار پایینی دارند، روند خوشه‌ای است. در بین نقاط اوج معمولاً با توجه به وجود پلیگونیهای نامنظم در مناطق شهری و ناهمسان بودن ابعاد مناطق و نوع مسئله موجود، بیشترین نقطه اوج به عنوان فاصله بهینه در نظر گرفته شده است.

در نقطه‌ای اوج نمودار z-score شاخص موران حالت بهینه را برای بررسی در آن بازه زمانی دارد که می‌توان با استفاده از آن میزان روند خوشه‌ای و یا پراکنده بودن داده‌ها در طی زمان را مورد بررسی قرار داد [۱۹]، [۲۰]. این شاخص از رابطه (۱) بدست می‌آید:

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

در این معادله x_i مقدار یک بیماری خاص در منطقه i و در زمان i می‌باشد و $\bar{x}$ میانگین مقادیر آن بیماری در بین همه مناطق در زمان i می‌باشد و x_j مقادیر همان بیماری است در تمامی مکان‌های دیگر در زمان i (i) مساوی با j نیست) و σ^2 واریانس متغیر x است و w_{ij} ماتریس وزنی بین مکان موردنظر در یک زمان خاص با همسایه‌هایش می‌باشد.

شاخص موران مقادیری بین -۱ تا +۱ را دارا می‌باشد که اگر شاخص موران دارای مقادیر منفی باشد، همبستگی منفی است و اگر مثبت باشد همبستگی مثبت دارد و اگر صفر باشد یعنی از حیث آماری هیچ روند معنی‌داری برای داده‌ها وجود ندارد. درواقع، مقادیر بالا نشان می‌دهند که یک نقطه به چه میزان نسبت به مناطق همسایگی خود دارای وابستگی مکانی است و هرچه میزان شاخص موران بالاتر باشد، روند خوشه‌ای بودن در بین داده‌ها بیشتر است. در معادله فوق وزن به صورت معکوس فاصله بین مکان i و مکان j طبق رابطه (۲) تعریف شده است:

$$w_{ij} = 1/d_{ij} \quad (2)$$

^۱ PEAK POINT

مناطقى که شامل هیچ یک از روندهای فوق نباشند، به عنوان مناطق بدون اهمیت از حیث مکانی شناخته می شوند. در این مطالعه مناطقى که از حیث مرگومیر بیماری مبنا در ناحیه بالا-بالا قرار گیرند جز مناطق با ریسک بالا (hot spot) قرار می گیرند. همچنین هرچه مقدار شاخص موران برای یک منطقه به سمت ۱- میل نماید، آن منطقه جز خوشه های پرت طبقه بندی می شود. خوشه بندی پرت مناطقى هستند که به طور آشکار با مناطق اطراف خود اختلاف دارند. به این مناطق معمولاً نقاط داغ انفرادی گفته می شود. به منظور آزمون آماری درجه اهمیت شاخص موران از آزمون جایگشت استفاده می شود که از روی مشاهدات و مقادیر شبیه سازی شده یک مفهوم بنام شبه اهمیت بدست می آید. این شبه اهمیت از رابطه شماره (۴) محاسبه می شود:

که در این رابطه R تعداد جایگشت ها^۱ می باشد و M تعداد نمونه هاست [۱۹]. در این آزمون، مقادیر همراه با مناطق به طور تصادفی بر هم زده می شوند تا ۹۹۹ ترتیب جدید از مناطق ایجاد شود. شاخص موران همراه با هر ترتیب جدیدی از مناطق محاسبه می شود و یک توزیع تجربی را برای ۱۰۰۰ مقدار تولید می کند که از روی آن می توان یک سطح اطمینان با درجه اطمینان بالای ۹۹ درصد ایجاد نمود. به منظور مشخص کردن درجه اهمیت شاخص موران محلی در این تحقیق آزمون جایگشت برای درجه اطمینان های ۹۵، ۹۹ و ۹۹٫۹ درصد انجام شد تا میزان اطمینان شناسایی مناطق با ریسک بالای هر بیماری بررسی شود. فرض اولیه روش های موران و سایر روش های خودهمبستگی بر این است که هیچ روند مکانی وجود ندارد و توزیع تصادفی می باشد.

۲-۳-۲- تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزارهای کامپیوتری

محاسبات مربوط به خوشه بندی های مکانی و شاخص موران در این پژوهش در نرم افزار GEODA(version 1.6) انجام شد. نقشه های خروجی و فایل های وزنی نیز در نرم افزار ARC GIS(version 10.2) تولید گردیدند. در این پژوهش از نرم افزار SPSS(version 22) جهت تحلیل های آماری بهره گرفته شد.

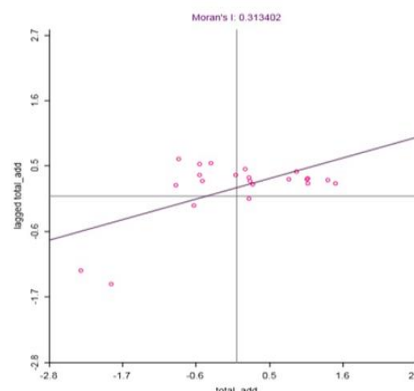
۱ هر ترتیب قرار گرفتن n شی در کنار هم را یک جایگشت می نامند

که در این نوع وزن، با افزایش فاصله از i میزان تأثیر بر روی نقطه مورد نظر کاهش می یابد و بیشترین تأثیر بر روی نقطه i مربوط به نقاط هم جوار می باشد [۱۹]. فاصله بین نقاط نیز برای عوارض پلیگونی از مرکز عوارض به صورت فاصله اقلیدسی طبق رابطه شماره (۳) محاسبه می شود:

$$d = \sqrt{(Xi - Xj)^2 + (Yi - Yj)^2} \quad (3)$$

خوشه هایی که توسط شاخص موران محلی شناسایی می شوند مطابق شکل شماره (۱) در چهار گروه قرار می گیرند.

$$SL = (M + 1)/(R + 1) \quad (3)$$



شکل ۱- نمودار خوشه بندی شاخص محلی موران

در شکل ۱، در گوشه بالا سمت راست، ناحیه بالا-بالا قرار دارد که در آن منطقه ای با مقدار بالای شاخص موران در همسایگی مناطقی دیگر که آنها نیز دارای مقادیر بالای این شاخص می باشند، قرار دارد. گوشه بالا سمت چپ نواحی با روند پایین-بالا می باشند که در این حالت، منطقه ای با مقادیر پایین شاخص موران در مجاورت مناطقی با مقادیر بالای این شاخص قرار دارد. نواحی پایین-پایین که در گوشه پایین سمت چپ شکل ۱ قرار دارند، نشان دهنده مناطقی هستند که دارای مقادیر پایین شاخص موران بوده و در هم جوارى آنها هم مناطقی با شاخص موران پایین وجود دارد و در نهایت نواحی هم که در گوشه پایین سمت راست قرار دارند، نواحی بالا-پایین هستند که شامل مناطقی بوده که مقادیر شاخص موران آنها بالاست ولی در همسایگی آنها مناطقی با مقادیر شاخص موران پایین وجود دارد. همچنین

۳- نتایج و بحث

در جدول شماره (۱)، میزان شاخص موران و سایر پارامترهای فضایی با فرض ثابت بودن زمان برای بیماری های مختلف مشاهده می شود.

در این جدول پارامترهای خودهمبستگی برای هر بیماری در بهینه ترین فاصله مشخص شده اند. در بین فواصل ۵۰۰ متری که همه این پارامترها برای هریک از فواصل محاسبه شده اند، در نقاط اوج Z-SCORE دارای بالاترین مقدار خود بوده و P-VALUE مقداری نزدیک به صفر دارد.

در نتایج برای هر بیماری، شاخص های فضایی با روش موران بدست آمد که برای بیماری های مختلف در ابعاد یک شهر این مقدار متفاوت بود. بعنوان مثال در سرطان پوست که بیشترین عامل تأثیرگذار در ایجاد آن اشعه آفتاب است، ممکن است که در ابعاد یک شهر زیاد تفاوتی بین اشعه های تابشی خورشید نباشد، از این جهت فاصله همسایگی زیاد و شاخص موران بسیار کم و نزدیک به صفر است، این بدین معنی است که عوامل مکانی در مقیاس بزرگتری تأثیرگذار هستند. در بیماری مانند مغز و اعصاب، که شایع ترین علل آن ترافیک و آلودگی هوا و صدا و استرس های روزمره است، بیشتر مقادیر آن در مناطق مرکزی شهر است که عوامل فوق شدت بیشتری دارند که در این بیماری، در مناطق نزدیک به هم متغیرها، تغییر پیدا می کنند و شاخص موران به حد بالایی می رسد و در ابعاد یک شهر تابعیت مکانی پیدا می کند.

با توجه به نتایج جدول شماره (۱)، بیماری های مغزی و عصبی، کبدی، گوارش و داخلی، سرطان معده و سایر سرطان ها در ابعاد یک شهر دارای ارتباط معنادارتری با مکان هستند و بیماری های ریوی، سرطان پوست و سرطان سینه دارای ارتباط مکانی بسیار کم و نزدیک به صفر می باشند ولی ممکن است در ابعادی بزرگتر از مقیاس شهر این ارتباط قویتر باشد.

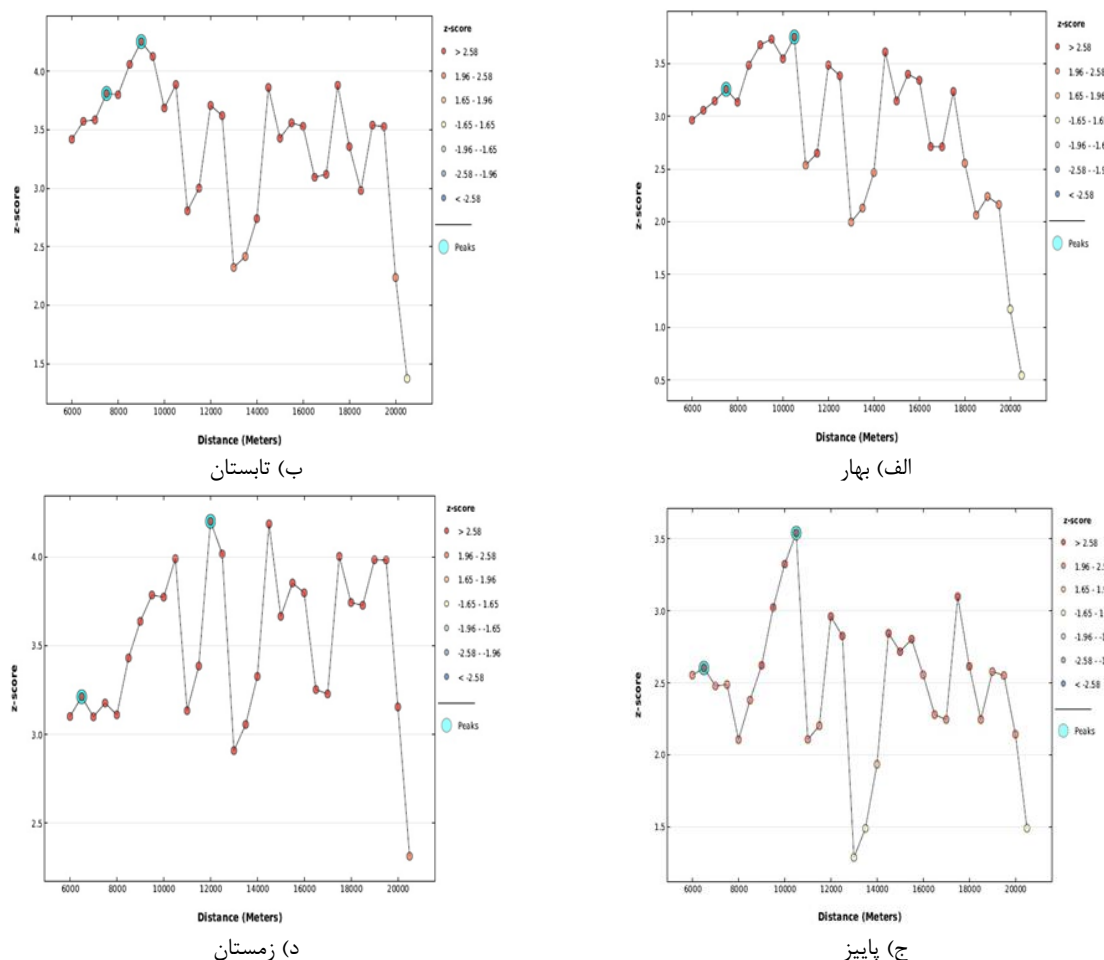
همانگونه که در این جدول مشاهده می شود، پنج بیماری مغزی و عصبی، کبدی، گوارش و داخلی، سرطان معده و مجموعه سایر سرطان ها روند مکانی مشخص تری را نسبت به دیگر بیماری ها از خود نشان می دهند. از اینرو بررسی نقش اثر زمان بر روی بیماری ها در این پنج گروه انجام گردید.

۳-۱- اثر زمان در تعیین شعاع همسایگی

شکل شماره (۲) منحنی Z-SCORE را برای بیماری های کبدی در فصول مختلف نشان می دهد. همان گونه که مشاهده می شود پس از ارزیابی بیماری های کبدی در فواصل ۵۰۰ متری، مشاهده گردید که نقاط اوج این بیماری ها در فصول مختلف در فواصل متفاوتی با یکدیگر قرار دارد. در هر شکل دونقطه اوج دیده می شود که باید بدانها اشاره کرد.

جدول ۱- شاخص سراسری موران و پارامترهای فضایی برای انواع بیماریها

نام بیماری	شاخص موران	واریانس	z-score	P-value
قلبی و عروقی	۰,۱۵۴	۰,۰۰۲۳	۴,۱۶	۰,۰۰۰۰۳۲
مغزی و عصبی	۰,۳۱۳	۰,۰۰۷۲	۴,۲۳	۰,۰۰۰۰۲۳
کبدی	۰,۲۸۶	۰,۰۰۷۰	۳,۹۷	۰,۰۰۰۰۶۹
کلیوی	۰,۱۵۴	۰,۰۰۲۳	۴,۱۵	۰,۰۰۰۰۳۲
گوارش و داخلی	۰,۲۳۲	۰,۰۰۶۹	۳,۳۵	۰,۰۰۰۷۹۴
عفونی	۰,۱۸۱	۰,۰۰۶۹	۲,۷۴	۰,۰۰۶۰۳۶
ریوی	۰,۰۶۹	۰,۰۰۱۰	۳,۶۲	۰,۰۰۰۲۹۰
دیابت	۰,۱۵۶	۰,۰۰۲۳	۴,۱۷	۰,۰۰۰۰۳۰
سرطان معده	۰,۲۷۷	۰,۰۰۷۴	۳,۷۷	۰,۰۰۰۱۵۹
سرطان پوست	۰,۰۶۴	۰,۰۰۱۰	۳,۵۵	۰,۰۰۰۳۸۴
سرطان سینه	۰,۰۷۸	۰,۰۰۱۰	۳,۸۴	۰,۰۰۰۱۱۸
سایر سرطان ها	۰,۳۲۰	۰,۰۰۷۰	۴,۳۷	۰,۰۰۰۰۱۲



شکل ۲ - نمودار Z-score بیماری های کبدی در فصول مختلف. الف) بهار. ب) تابستان. ج) پاییز. د) زمستان

فواصل بهینه (بر حسب متر) و شاخص موران در نقطه اوج برای فصول مختلف بدست آمده است.

از نتایج فوق به این نتیجه می توان رسید که در بررسی داده های مرگ و میر و بیماری ها در یک منطقه مورد مطالعه، باینکه مساحت مناطق مورد بررسی ثابت است، ولی تعریف فاصله همسایگی و شاخص های خودهمبستگی کاملاً وابسته به بیماری مورد مطالعه است و از یک بیماری به بیماری دیگر در فصول مختلف کاملاً متفاوت است. به طوری که از فاصله ۹۰۰۰ متر تا ۱۷۵۰۰ متر برای بیماری های مختلف در فصول مختلف متغیر است و هر بیماری دارای بالاترین مقدار Z-SCORE و پایین ترین P-VALUE خود در این نقطه می باشد. این تفاوت در فاصله های همسایگی می تواند به دلیل ویژگی های خاص هر یک از بیماری ها و میزان تاثیر پذیری آن بیماری از پارامترهای محیطی و اقلیمی در فصول مختلف باشد. بعنوان مثال در بیماری های گوارش و داخلی، بدلیل اینکه در فصل تابستان و با افزایش دما میزان عفونت های ویروسی و باکتری ها در

نقطه ای که در ابتدای منحنی به عنوان نقطه اوج شناخته شده است نقطه اوج اول (First Peak) می باشد که دارای مقدار شاخص موران بالایی می باشد و این امر به خاطر وجود مناطقی است که دارای مساحت زیادی می باشند و چون در ابتدای ارزیابی فاصله شعاع همسایگی کوچک است و این نقطه به دلیل اینکه متأثر از همسایگی های کمی می باشد، دارای اعتبار بالایی نمی باشد. نقطه اوج دیگر که به عنوان بزرگ ترین قله (Max Peak) در شکل مشخص شده است، نقطه ای است که به عنوان بهینه ترین فاصله برای تعریف همسایگی ها بکار می رود. همان گونه که در شکل شماره (۳) دیده می شود، این مقدار برای فصول مختلف در بیماری های کبدی و همچنین سایر بیماری ها دارای مقادیر متفاوتی است، به طوری که در بیماری کبدی در فصل بهار در فاصله همسایگی ۱۰۵۰۰ متر، در تابستان در فاصله همسایگی ۹۰۰۰ متر، در فصل پاییز در فاصله همسایگی ۱۰۵۰۰ متر و در فصل زمستان فاصله ۱۲۵۰۰ متر فاصله همسایگی بهینه تعریف می شود. برای سایر بیماری ها نیز در جدول شماره (۲)

منابع آب و غذایی افزایش می‌یابد شاهد افزایش شاخص موران و کاهش فاصله و محلی شدن این بیماری می‌باشیم.

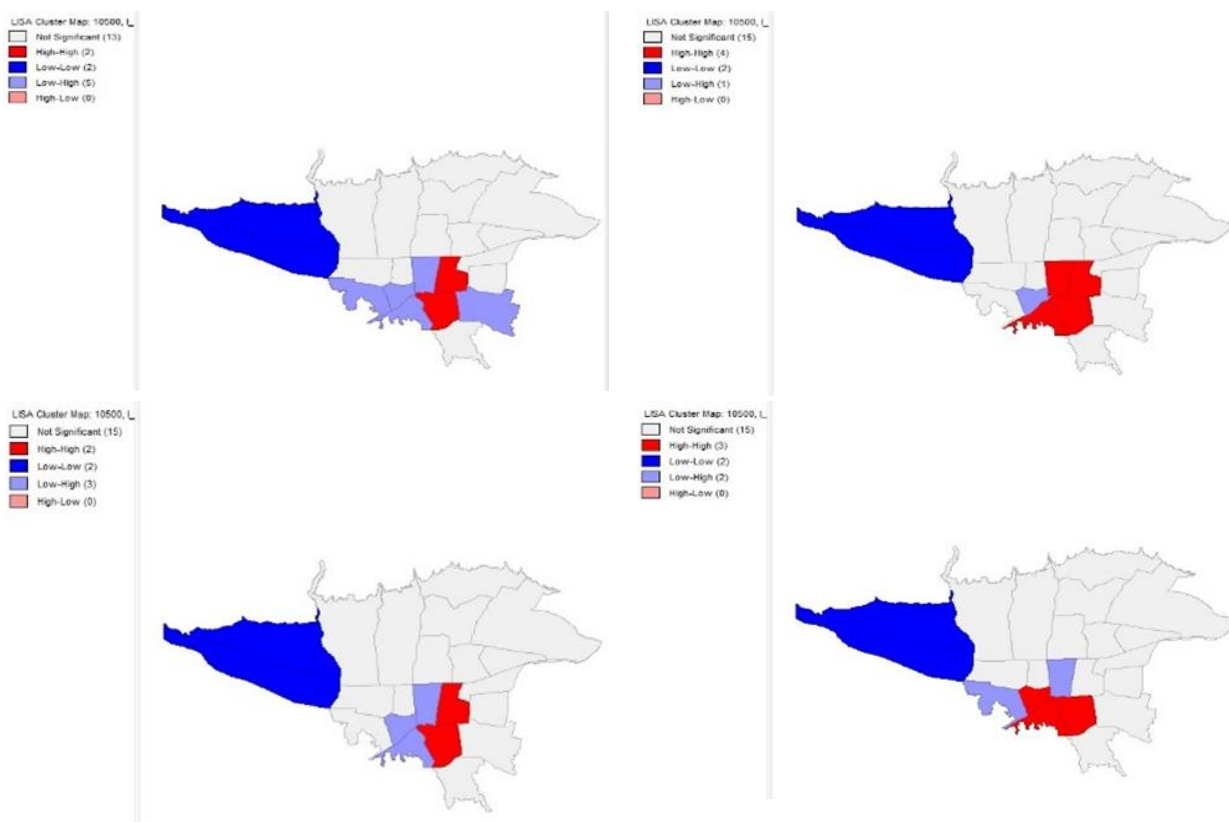
۳-۲- اثر زمان بر روی مرگ‌ومیر و شناسایی مناطق با ریسک بالا در بیماری‌ها

در بحث زمان در داده‌های مرگ‌ومیر، دو نوع روند زمانی مورد بررسی قرار می‌گیرد که عبارتند از روند زمانی سالانه و روند زمانی فصلی. در تغییرات میزان مرگ‌ومیر از فصلی به فصل دیگر، عوامل محیطی از جمله دما، رطوبت، میزان

تابش خورشید و عواملی از جمله آلودگی هوا و وارونگی دما، افزایش ساعت فعالیت انسان در شبانه‌روز و غیره می‌توانند مؤثر باشند. در شکل شماره (۳) می‌توانید یک نمونه تغییرات نقاط داغ را با تغییرات فصل برای بیماری گوارش و داخلی مشاهده نمایید. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، در بین فصول مختلف بیشترین اختلاف بین شناسایی مناطق با ریسک بالا در فصول تابستان و زمستان است که این امر می‌تواند به دلیل اختلافات دما بین این دو فصل و تغییر الگوی زندگی با تغییر فصول باشد. [۱۴]، [۱۵]

جدول ۲- فاصله بهینه و شاخص موران برای بیماری‌های با روند مکانی در فصول مختلف

نام بیماری	فاصله در بهار/شاخص موران	فاصله در تابستان/شاخص موران	فاصله در پاییز/شاخص موران	فاصله در زمستان/شاخص موران
گوارش و داخلی	۱۰,۵۰۰ - / ۰,۱۵	۹,۵۰۰ - / ۰,۳	۱۷,۵۰۰ - / ۰,۰۵	۱۵,۵۰۰ - / ۰,۰۷
مغز و اعصاب	۱۰,۵۰۰ - / ۰,۳۲	۱۰,۵۰۰ - / ۰,۳	۱۰,۵۰۰ - / ۰,۲۹	۱۰,۵۰۰ - / ۰,۳۱
سرطان معده	۱۰,۵۰۰ - / ۰,۱۷	۱۴,۵۰۰ - / ۰,۰۵	۱۵,۰۰۰ - / ۰,۱۲	۱۰,۰۰۰ - / ۰,۲۲
سایر سرطان‌ها	۱۰,۵۰۰ - / ۰,۳۲	۱۰,۵۰۰ - / ۰,۳۱	۱۰,۵۰۰ - / ۰,۲۹	۱۴,۵۰۰ - / ۰,۱۷



شکل ۳- شناسایی نقاط داغ بیماری گوارش و داخلی برای فصول مختلف. الف) بالا سمت چپ: بهار (ب) بالا سمت راست: تابستان (ج) پایین سمت چپ: پاییز (د) پایین سمت راست: زمستان

در شکل فوق خوشه‌بندی زمانی- مکانی بیماری‌های گوارش و داخلی مشاهده می‌شود. در این شکل مناطقی که بارنگ قرمز پررنگ مشخص شده‌اند، مناطق با ریسک بالا (بالا-بالا) بیماری‌ها هستند. مناطقی که بارنگ آبی پررنگ مشخص شده‌اند، مناطق سرد (COLD SPOT) (پایین-پایین) می‌باشند. مناطق بارنگ آبی فیروزه‌ای (پایین-بالا) و صورتی (بالا-پایین) مناطق دارای خودهمبستگی منفی می‌باشند.

در بررسی روند فصلی، وابستگی بیماری‌ها به فصول کاملاً مشهود است به‌طوری‌که مناطق ریسک بالا تغییرات محسوسی دارند و از فصلی به فصل دیگر این مناطق تغییر می‌کنند که علت این امر می‌تواند ناشی از وابستگی بیماری‌ها و عوامل تشدیدکننده آن‌ها به تغییرات آب و هوایی مانند دما و همچنین عوامل محیطی مانند آلودگی هوا، افزایش و کاهش ساعات کاری در فصول مختلف و غیره باشد. بعنوان مثال با توجه به نتایج جدول شماره (۲) و شکل شماره (۳) تاثیر فصل گرم را بر روی بیماری‌های گوارشی می‌توان مشاهده نمود. در تابستان با افزایش دمای هوا میزان عفونت‌های ویروسی افزایش می‌یابد که منجر به افزایش مرگ و میر بر اثر مسمومیت‌های منابع آب و غذا بویژه در کودکان می‌گردد.

در روند سالانه، تاثیر عوامل اجتماعی-اقتصادی و سیاست‌های بهداشتی معمولاً بیشتر از تاثیرات اقلیمی است [۳]، [۲۹]. در روند سالانه با توجه به تغییر وضع اقتصادی- معیشتی و تغییرات عمده در وضعیت بهداشتی مردم ایران در بازه زمانی سال‌های ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۲ شاهد نوسانات فراوانی در روند سالانه هر یک از بیماری‌های مورد بررسی بوده‌ایم. در شکل شماره (۴) یک نمونه از بررسی شاخص‌های خودهمبستگی برای بیماری مغزی و عصبی در طی سال‌های مختلف مشاهده می‌شود. در این شکل منحنی شبیه‌سازی شده P-VALUE برای سال‌های مختلف مشاهده می‌شود که منحنی بنفش کل داده‌ها در توزیع نرمال می‌باشند و خط زردرنگ نشان‌دهنده سطح معنی‌داری در روی داده‌هاست که هرچه این سطح به‌طرف وسط منحنی زنگوله‌ای میل کند احتمال روند تصادفی بودن داده‌ها بیشتر می‌شود و نمودارهای آبی‌رنگ سطوح معنادار را نشان می‌دهند. هر چه P-VALUE به صفر نزدیک‌تر باشد، سطح معناداری بیشتر می‌شود. در نمودار مشاهده می‌شود که برای بیماری مغزی در سال‌های

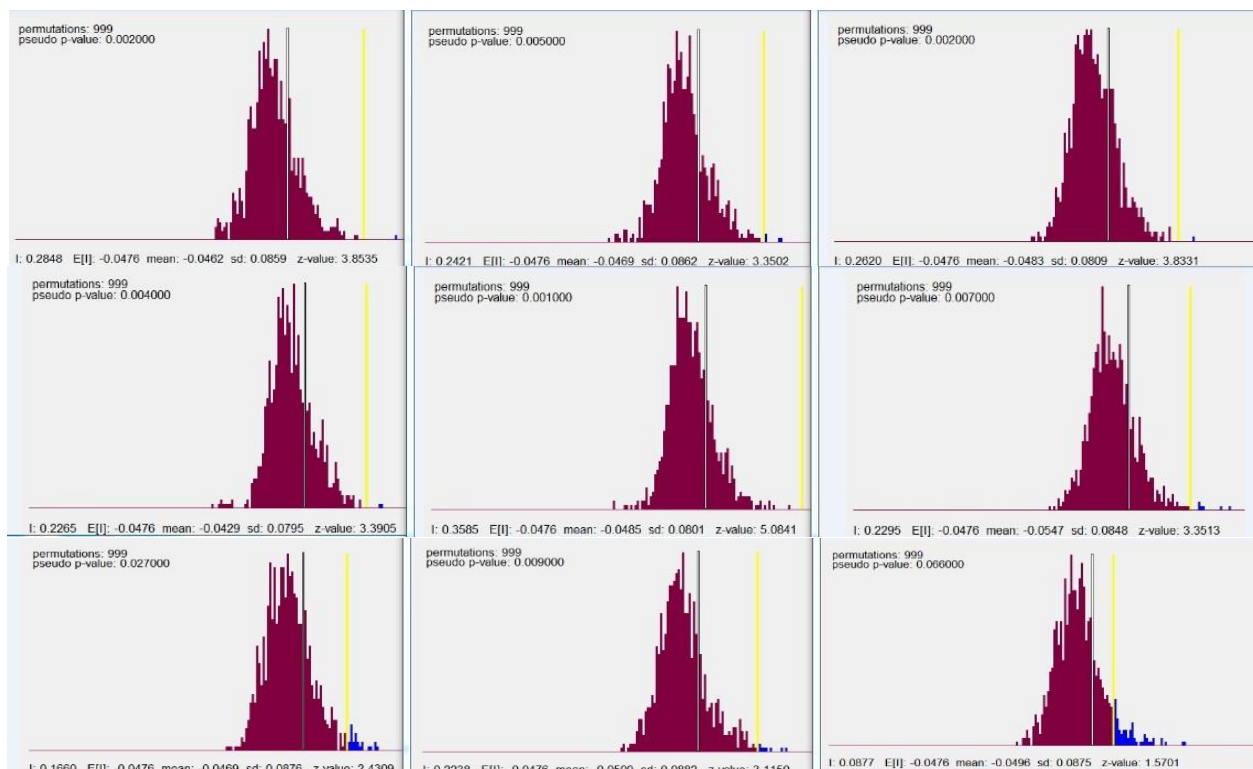
ابتدایی خط زردرنگ در نواحی کناری منحنی زنگوله‌ای بوده که نشان‌دهنده شاخص موران بالاتر است ولی هر چه به سال‌های پایانی می‌رویم خط زردرنگ به سمت وسط منحنی بنفش میل می‌کند و از میزان شاخص موران کاسته شده است که با گذشت زمان از محلیت بیماری مغزی کاسته شده است.

در نتایج تحلیل مکانی بر اساس روند زمانی موردبررسی قرار گرفت و مناطق ریسک بالا با توجه به آن در نظر گرفته شد. در بررسی شاخص موران در هر یک از بیماری‌ها، در روند سالانه مشخص شد که به‌طور کلی روند بیماری‌ها در طی بازه‌های سالیانه وابستگی بالایی با وضعیت اجتماعی-اقتصادی و بهداشتی دارد و روند آن در طی این سال‌ها متغیر بوده، به‌طوری‌که در سال‌های اولیه بررسی روند بیماری‌ها به دلیل قرار گرفتن در سال‌های اولیه خاتمه جنگ در ایران و پایین بودن رفاه و میزان سواد بیماری‌ها از وابستگی بیشتری به عامل مکان برخوردار بوده‌اند.

ولی با ادامه این روند و با نزدیک شدن به سال‌های اخیر، با بالا رفتن میزان شاخص‌های رفاهی و اجتماعی و بهبود سطح سلامت (بر طبق اسناد مرکز آمار ایران) از وابستگی بیماری‌ها به مکان زندگی در سطح شهر تهران کاسته شده است.

در تحلیل نتایج هر یک از بیماری‌ها روند تفاوتی وجود دارد. در بیماری‌های مغزی و عصبی تفاوت مشهودی در فصول مختلف دیده نمی‌شود ولی شاخص موران حاکی از ارتباط نسبتاً بالای مکانی می‌شد. برای این بیماری با توجه به شکل گیری مناطق با ریسک بالای آن در مناطق مرکزی شهر تهران بنظر می‌رسد ترافیک، آلودگی هوا و صوتی نقش بسزایی در شکل گیری این بیماری‌ها دارند که از سال‌های اولیه بررسی تا سال‌های اخیر با افزایش مناطق پر ترافیک و افزایش آلودگی‌ها شاخص موران کاهش یافته و از حالت محلی بودن خارج شده و بیشتر مناطق شهر را تحت تاثیر قرار داده است.

در مجموعه سرطان‌ها نیز نقش روند سالانه برجسته‌تر از روند فصلی می‌باشد و با نزدیک شدن به سال‌های اخیر و بدلیل رفتارهای شامل سیگار، رژیم غذایی نامناسب، تحرک نداشتن و غیره در تمامی افراد جامعه سرطان از حالت محلی خارج شده و به سمت سراسری رفتن سوق داده شده است.



شکل ۴- بررسی روند زمانی سالیانه بر اساس شاخص سرتاسری موران برای بیماری مغزی و عصبی به ترتیب از بالا سمت چپ تا پایین سمت راست(همه خروجی ها نمایش داده نشده اند)

۴- نتیجه گیری

است. در بررسی روند سالانه از سال های ابتدایی پژوهش تا سال های اخیر، از میزان ارتباط بیماری های منجر به مرگ با مکان کاسته شده است.

با توجه به نتایج پژوهش حاضر، پیشنهاد می گردد که در تحقیقات آینده، جهت شناسایی بهتر روند زمانی- مکانی مرگ و میر بیماری مبنا خروجی های روش موران در هر بیماری با روش های دیگر مانند جری و گتیس-ارد مقایسه شوند. همچنین اثر فاصله برای بیماری های مختلف در ابعاد بزرگتر از یک شهر مانند یک استان یا کشور نیز بررسی گردد تا میزان ارتباط با زمان و مکان در ابعاد بزرگتر نیز بدست آید.

تقدیر و تشکر

در پایان این پژوهش از سرکار خانم سعادت مند معاون فناوری اطلاعات مرکز بهشت زهرا تهران و جناب آقای دکتر علیمحمدی عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی که در انجام این تحقیق کمال همکاری را داشته اند، تشکر و قدردانی می نمایم.

در این مقاله تحلیل زمانی مرگ و میر بیماری مبنا در بستری از مکان در طی سال های ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۲ در بازه های زمانی سالانه و فصلی برای کلانشهر تهران مورد بررسی قرار گرفت و روند الگوهای هریک از این دوره ها شناسایی گردید. همچنین اثر تعیین فاصله همسایگی در روند هر یک از بیماری ها مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج زیر بدست آمد:

- در بین همه انواع بیماری های منجر به مرگ، بیماری های گوارش و داخلی، کبدی، مغزی و عصبی، سرطان معده و مجموعه سرطان ها دارای ارتباط بالاتری با مکان زندگی افراد در ابعاد یک شهر می باشند.
- شاخص موران در شناسایی بیماری ها در مناطق با روندهای مختلف مکانی عملکرد مناسبی داشته است.
- شعاع همسایگی بهینه جهت محاسبه شاخص موران در هر فصل و برای هر بیماری متفاوت

- [1] Murray, C. J. L. (1997). "Mortality by cause for eight regions of the world: Global Burden of Disease Study." *The Lancet* 349(9061): 1269-1276
- [2] Sridharan, S., et al. (2007). "An exploratory spatial data analysis approach to understanding the relationship between deprivation and mortality in Scotland." *Social science & medicine* 65(9): 1942-1952.
- [3] Preston, S. H. (1975). "The changing relation between mortality and level of economic development." *Population studies* 29(2): 231-248.
- [4] Basu, R. and B. Ostro (2008). "A multicounty analysis identifying the populations vulnerable to mortality associated with high ambient temperature in California." *Am J Epidemiol* 168(6): 632 - 637
- [5] Guo, Y., et al. (2014). "The association between air pollution and mortality in Thailand." *Scientific Reports* 4: 5509.
- [6] Cheng, Y. and H. Kan (2012). "Effect of the interaction between outdoor air pollution and extreme temperature on daily mortality in Shanghai, China." *J Epidemiol* 22(1): 28 - 36.
- [7] Cossman, J. S., et al. (2007). "Persistent Clusters of Mortality in the United States." *American Journal of Public Health* 97(12): 2148-2150.
- [8] Arslan, O., et al. (2013). "Spatial analysis of perinatal mortality rates with geographic information systems in Kocaeli, Turkey." *Public health* 127(4): 369-379.
- [9] Agnew, J. (1996). "Mapping politics: how context counts in electoral geography." *Political Geography* 15(2): 129-146.
- [10] Smoyer, K. E. (1998). "Putting risk in its place: methodological considerations for investigating extreme event health risk." *Social Science & Medicine* 47(11): 1809-1824.
- [11] Vardoulakis, S., et al. (2014). "Comparative assessment of the effects of climate change on heat-and cold-related mortality in the United Kingdom and Australia." *Environmental health perspectives* 122(12): 1285
- [12] Li, Y., et al. (2014). "Association between high temperature and mortality in metropolitan areas of four cities in various climatic zones in China: a time-series study." *Environmental Health* 13(1): 65.
- [13] Hajat, S., et al. (2014). "Climate change effects on human health: projections of temperature-related mortality for the UK during the 2020s, 2050s and 2080s." *Journal of epidemiology and community health* 68(7): 641-648.
- [14] Guo, Y., et al. (2014). "The association between air pollution and mortality in Thailand." *Scientific Reports* 4: 5509.
- [15] Kinney, P. L., et al. (2015). "Winter season mortality: will climate warming bring benefit?" *Environmental Research Letters* 10(6): 064016.
- [16] Getis, A. and J. K. Ord (1992). "The analysis of spatial association by use of distance statistics." *Geographical analysis* 24(3): 189-206.
- [17] Ishioka, F., et al. (2007). "Detection of hotspots for three-dimensional spatial data and its application to environmental pollution data." *Journal of Environmental Science for Sustainable Society* 1: 15-24.
- [18] Geary, R. C. (1954). "The contiguity ratio and statistical mapping." *The incorporated statistician*: 115-146.
- [19] Anselin, L. (1995). "Local indicators of spatial association-LISA." *Geographical analysis* 27(2): 93-115.
- [20] Getis, A. and J. K. Ord (1996). "Spatial analysis and modeling in a GIS environment." *A research agenda for geographic information science*: 157-196.
- [21] Goovaerts, P. and G. M. Jacquez (2004). "Accounting. size in the detection of spatial clusters and outliers using geostatistical filtering and spatial neutral models for regional background and population: the case of lung cancer in Long Island, New York." *International Journal of Health Geographics* 3(1): 14.

- [22] of Ruiz, M. O., et al. (2004). "Environmental and social determinants human risk during a West Nile virus outbreak in the greater Chicago area, 2002." *International Journal of Health Geographics* 3: 8-8.
- [23] McLaughlin, C. C. and F. P. Boscoe (2007). "Effects of randomization methods on statistical inference in disease cluster detection." *Health & place* 13(1): 152-163.
- [24] Borden, K. and S. Cutter (2008). "Spatial patterns of natural hazards mortality in the United States." *International Journal of Health Geographics* 7(1): 64.
- [25] Goodchild, M. F., et al. (2000). "Toward spatially integrated social science." *International Regional Science Review* 23(2): 139-159.
- [26] Marshall, R. J. (1991). "A review of methods for the statistical analysis of spatial patterns of disease." *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (Statistics in Society)*: 421-441.
- [27] Bako, G., et al. (1987). "Seasonality of mortality from various diseases in Canada 1979-83." *Canadian journal of public health= Revue canadienne de sante publique* 79(5): 388-389.
- [28] Aylin, P., et al. (2001). "Temperature, housing, deprivation and their relationship to excess winter mortality in Great Britain, 1986–1996." *International journal of epidemiology* 30(5): 1100-1108.
- [29] Lleras-Muney, A. (2005). "The relationship between education and adult mortality in the United States." *The Review of Economic Studies* 72(1): 189-221.