

# تحلیل مکانی-زمانی و اکولوژیکی بیماری تب مالت در شمال ایران

نادیا سیدعلیزاده<sup>۱\*</sup>، علی اصغر آل شیخ<sup>۲</sup>، محسن احمدخانی<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد سیستم‌های اطلاعات مکانی - دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

\*nadia\_alizadeh@email.kntu.ac.ir  
ahmadkhani.mohsen@gmail.com

<sup>۲</sup> استاد دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

alesheikh@kntu.ac.ir

(تاریخ دریافت آذر ۱۳۹۷، تاریخ تصویب بهمن ۱۳۹۷)

## چکیده

بیماری‌های همه‌گیر مشکلات اقتصادی و بهداشتی بسیاری به همراه دارند. توزیع جغرافیایی این بیماری‌ها فرآیندی مکانی و زمانی است که با درک آن و شناخت عوامل تأثیرگذار بر آن می‌توان گام مؤثری برداشت. تب مالت از مهم‌ترین بیماری‌های مشترک بین انسان و دام در ایران است. برای درک بهتر همه‌گیرشناسی این بیماری در شمال ایران، اهداف اصلی این مطالعه بررسی روند سالانه و ماهانه، کشف خوشه‌های مکانی و مکانی-زمانی و تعیین تأثیر متغیرهای اکولوژیکی است. این تحقیق بر روی ۶۸۹۵ بیمار ثبت‌شده در سال ۹۵-۱۳۸۸ انجام گرفت. داده‌های بیماری با ۱۲ پارامتر محیطی در استان‌های گلستان، مازندران و گیلان به تفکیک شهرستان به صورت ماهانه جمع‌آوری شدند. موران عمومی جهت بررسی خودهمبستگی مکانی استفاده شد. برای کشف خوشه‌های مکانی از موران محلی و اسکن مکانی و برای خوشه‌های مکانی-زمانی از اسکن مکانی-زمانی نرم‌افزار SaTScan استفاده شده است. همبستگی اسپیرمن برای بررسی تأثیر پارامترهای اکولوژیکی به کار گرفته شد. نتایج نشان داد تب مالت در شمال ایران توزیعی خوشه‌ای دارد. حداکثر بروز در فصل تابستان (۳۴٪) و حداقل آن در زمستان (۱۶٪) بود. ماه‌های اردیبهشت، خرداد، تیر و مرداد با ۳۳۹۶ بیمار، مستعدترین ماه‌ها بودند. در موران محلی شهرهای مینودشت، کردکوی، بندر گز و گلوگاه مناطق high-high، لاهیجان، آستانه اشرفیه و رشت low-low و شهر شفت high-low شناسایی شد. در اسکن مکانی ۱۰ کلاس کشف شد که بیشتر در گلستان و مازندران قرار داشتند و تنها یک کلاس در گیلان بود. در اسکن مکانی-زمانی ۴ کلاس شناسایی شد که مطابق با نتایج اسکن مکانی بود. در تمامی مدت مورد مطالعه، در منطقه خوشه‌ای از بیماری حضور داشت. نتایج بدست آمده از شاخص موران و آماره اسکن فضایی مورد تأیید یکدیگر بودند. اسپیرمن نشان داد همبستگی مثبتی بین بروز بیماری با تبخیر، جهت شیب، حداکثر دما، ارتفاع و متوسط دما و ارتباط منفی با بارش، رطوبت و پوشش گیاهی وجود دارد. از این مطالعه برداشت می‌شود که در شمال ایران از غرب به شرق شاهد افزایش بروز هستیم. تب مالت در بهار و تابستان در مناطق کوهستانی که آب‌وهوای گرم و خشک دارند بیشتر است.

**واژگان کلیدی:** سیستم اطلاعات مکانی، بیماری تب مالت، اسکن مکانی-زمانی، شاخص موران، همبستگی اسپیرمن

## ۱- مقدمه

بیماری تب مالت یا بروسلوز<sup>۱</sup> از بیماری‌های مشترک بین انسان و حیوان است که معمولاً از دام آلوده و مصرف لبنیات غیرپاستوریزه به انسان منتقل می‌شود [۱]. این بیماری به دلیل تظاهرات بالینی مختلف و عوارض جسمی نسبتاً طولانی، تشخیص صحیح بیماران را با مشکل مواجه می‌کند. عامل این بیماری یک باسیل گرم منفی کوچک هوازی، غیر متحرک و فاقد کپسول و بدون اسپور است که گونه‌های مختلفی دارد و معمولاً بروسلا ملی تنسیس<sup>۲</sup>، بروسلا آبورتوس<sup>۳</sup> و بروسلا سوئیس<sup>۴</sup> در انسان ایجاد بیماری می‌کنند [۲]. تب مالت چندین ارگان بدن را درگیر می‌کند و در موارد حاد به صورت یک بیماری تب‌دار بروز می‌کند که در صورت عدم درمان به موقع، به یک بیماری مزمن با عوارض شدید تبدیل می‌شود و در مواردی موجب مرگ می‌گردد [۳].

این بیماری تحت تأثیر شرایط اقتصادی، اجتماعی و محیطی قرار دارد و به خاطر ایجاد عوارض و مشکلات جسمی و روحی در بیماران، هزینه‌های درمانی و تشخیصی بیماری، سقط جنین در دام‌ها، کاهش تولید شیر و نازایی دام، هزینه و فشار سنگینی را بر بسیاری از کشورها وارد کرده است [۴، ۵]. از شایع‌ترین بیماری‌های زئونوزی است که منجر به فوت بیش از ۵۰۰ میلیون نفر در جهان شده است و میزان مرگ‌ومیر سالانه آن نزدیک به ۳۷۰ هزار نفر در سال است [۶، ۷]. بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی، تعداد بیماران شناسایی شده ۱۰ تا ۲۵ برابر کمتر از آمار واقعی گزارش می‌شوند [۸].

اگرچه این بیماری در اغلب کشورهای توسعه‌یافته کنترل شده است ولی در ایران هنوز یک بیماری اندمیک است. ایران رتبه چهارم در جهان و رتبه اول در منطقه مدیترانه شرقی را از نظر بروز بیماری تب مالت دارد [۹، ۱۰]. این بیماری همواره در ایران بالا بوده به طوری که تا سال ۱۳۶۸ سیر صعودی کمی داشته سپس تا سال ۱۳۸۳ روندی نزولی را طی کرده اما مجدد از سال ۱۳۸۳ روندی رو به رشد را از خود نشان داده است [۱۱].

این مطالعه از معدود مطالعاتی است که در آن با استفاده از ابزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی، زمان را به پروسه‌ی همه‌گیرشناسی بیماری تب مالت در سه استان شمالی کشور وارد کرده‌ایم. ما با استفاده از اسکن مکانی، اسکن مکانی-زمانی و همبستگی اسپیرمن به بررسی همه-گیرشناسی مکانی و زمانی و تحلیل اکولوژیکی بیماری تب مالت پرداختیم. برای این منظور، سؤالات اصلی تحقیق بدین شرح است: توزیع مکانی تب مالت در شمال ایران چگونه است؟ خوشه‌های مکانی در چه شهرهایی قرار دارند؟ هر خوشه در چه ماه و سالی رخ می‌دهد؟ خوشه‌های زمانی این بیماری چه الگویی دارند و روند تغییرات میزان بروز در سال‌های اخیر چگونه است؟ آیا بین تب مالت و پارامترهای اکولوژیکی در خطه خزری ارتباطی وجود دارد؟ این ارتباط چگونه است؟

این مقاله در ۶ فصل به قرار زیر تدوین شده است: پس از مقدمه در فصل دوم به پیشینه کارهای صورت گرفته و بیان تفاوت اصلی کار ما با آن‌ها می‌پردازیم. در فصل سوم مواد و روش‌های تحقیق بیان می‌شود به طوری که به معرفی منطقه مورد مطالعه، نحوه جمع‌آوری و آماده‌سازی داده‌ها و بیان مفاهیم پایه تجزیه و تحلیل‌های بکار رفته می‌پردازیم. نتایج تحقیق در فصل چهارم بیان می‌شود و در فصل پنجم نتایج بدست آمده را مورد بحث قرار می‌دهیم. در نهایت در فصل آخر نتیجه‌گیری می‌کنیم.

## ۲- پیشینه تحقیق

به نظر می‌رسد که مکان عامل مهمی در وقوع بیماری تب مالت است. یک رویکرد برای ارزیابی تأثیر مکان در وقوع یک پدیده، استفاده از سیستم اطلاعات مکانی است. تعدادی از مطالعات وجود دارند که از این سیستم برای بررسی الگوی توزیع بیماری استفاده کرده‌اند. به‌عنوان مثال، احمدخانی و همکاران با استفاده از روش رگرسیون چندگانه و همبستگی پیرسون، ارتباط بیماری تب مالت را با چهار عامل اقلیمی طی سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۲ بررسی کردند. یافته‌هایشان نشان داد میزان بروز بیماری با دما و سرعت باد همبستگی مثبت و با پوشش گیاهی فصل زمستان و بارش همبستگی منفی دارد [۱۲]. پاکزاد و همکاران با استفاده از شاخص گتیس-اورد بیان کردند که بیشترین میزان بروز تب مالت در شهرستان کوه‌رنگ استان

<sup>۱</sup> Brucellosis

<sup>۲</sup> Brucella Melitensis

<sup>۳</sup> Brucella Abortus

<sup>۴</sup> Brucella Suis

در اماکن عمومی پیتزبورگ ایالت پنسیلوانیا را در چارچوب سیستم‌های اطلاعات مکانی و الگوریتم‌های فراابتکاری بر مبنای اطلاعات زمینه‌ای پهنه‌بندی کردند. اطلاعات زمینه‌ای بکار رفته در این تحقیق شامل اطلاعات پروفایل شخص (وضعیت بیماری، سن، سیگاری بودن یا نبودن فرد) و اطلاعات محیطی (کاربری اراضی، فاصله از بیمارستان، وضعیت اقتصادی، ارتفاع منطقه و موارد گزارش شده ایست قلبی) بودند. آن‌ها برای تعیین اماکن پرخطر از الگوریتم هوش جمعی شامل ACO و PSO استفاده کردند. نتایجشان نشان داد که اطلاعات زمینه‌ای شخص تأثیر فراوانی بر بروز ایست قلبی دارد به طوری که منجر به تغییر ۹۸ درصدی در کلاس‌های نقشه‌های خروجی شده است [۱۸].

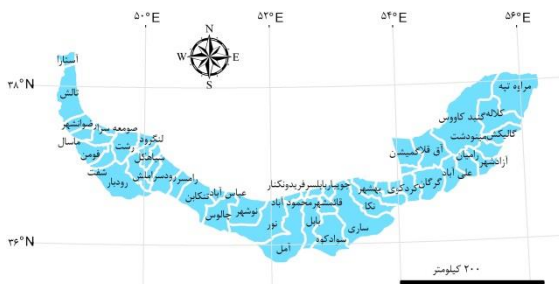
انتظاری و همکاران به نمایش توزیع مکانی بیماری تب مالت و تأثیر پارامترهای جغرافیایی با همبستگی پیرسون در استان چهارمحال و بختیاری طی سال‌های ۲۰۰۸-۲۰۱۱ پرداختند. یافته‌هایشان نشان داد ارتباط معناداری بین دما، بارش و رطوبت با میزان بروز تب مالت وجود دارد [۱۹]. جیا و همکاران به تحلیل مکانی بیماری تب مالت با استفاده از شاخص موران در مغولستان داخلی چین پرداختند و پی بردن که مناطق مرکزی و شرقی مغولستان از مناطق اندمیک است [۲۰]. عبدالایو و همکاران به تحلیل مکانی و زمانی روی بروسلوز با استفاده از شاخص موران و تست Ederer-Myer-Mantel (EMM) در آذربایجان طی سال‌های ۲۰۰۹-۱۹۹۵ پرداختند. یافته‌هایشان این ۱۵ سال را به ۳ دوره ۵ ساله تقسیم کرد میزان بیماری در دوره اول بیشتر در غرب و در دوره ۲ و ۳ در شرق بیشتر بود [۲۱].

تحقیقات زیادی در سرتاسر جهان بر روی بیماری تب مالت انجام شده است که اکثراً به جنبه‌های پزشکی و نوع دامی آن پرداخته‌اند. همچنین تحقیقاتی به بررسی الگوی بیماری‌ها با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی پرداختند که در آن از روش‌هایی نظیر شاخص گتیس-اورد، شاخص موران، رگرسیون، شبکه‌های عصبی، مدل‌سازی عامل مینا و غیره استفاده کرده‌اند. این مطالعه از معدود مطالعاتی است که در آن با استفاده از آماره اسکن مکانی و اسکن مکانی-زمانی علاوه بر بررسی مکانی به بررسی زمانی تب مالت در حاشیه دریای خزر طی سال‌های اخیر می‌پردازیم. در این مقاله علاوه بر بررسی دو بعد مکان و زمان به طور مجزا، این دو بعد را به طور همزمان نیز بررسی می‌کنیم.

چهارمحال بختیاری مشاهده شده است. یافته‌هایشان نشان داد حداکثر و حداقل میزان بروز در اواسط تابستان و اواسط زمستان رخ می‌دهد و الگوی توزیع بیماری در ایران خوشه‌بندی شده است به طوری که در کوهستان‌ها به ویژه در شهرهای نزدیک رشته‌کوه زاگرس شیوع بیشتری دارد. آن‌ها عدم بررسی پارامترهای اکولوژیکی را از اصلی‌ترین محدودیت تحقیقشان برشمردند [۱۳]. آهنگرکانی و همکاران به مطالعه بر روی بیماری لپتوسپیروز طی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۳ پرداختند و دو روش رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی و شبکه عصبی پرسپترون چندلایه را در مدل‌سازی بیماری با یکدیگر مقایسه کردند. آن‌ها نشان دادند که شبکه عصبی عملکرد بهتری نسبت به روش رگرسیون دارد [۱۴]. طبسی و آل‌شیخ بر روی مدل‌سازی گسترش مکانی بیماری آنفلوآنزای فصلی با استفاده از شبیه‌سازی عامل‌مینا کار کردند. آن‌ها این شبیه‌سازی را در ۵ سناریوی مختلف اجرا کردند که این سناریوها به صورت تأثیرات اندازه جمعیت، دوره نهفتگی بیماری، دوره بیماری، نرخ آلودگی و مکان‌های آلوده بر گسترش این بیماری انجام شد. آن‌ها نشان دادند که در نظر گرفتن تأثیر مکان‌های آلوده در گسترش بیماری، باعث افزایش قابل توجه آلودگی افراد در محیط می‌شود [۱۵]. محمدی‌نیا و همکاران کارایی کرنل‌های ثابت و انطباقی در رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی را برای مدل‌سازی بیماری لپتوسپیروز در استان گیلان مقایسه و ارزیابی کردند. از دو معیار نکویی برازش و خطای میانگین مربعات نیز برای ارزیابی استفاده کردند. نتایجشان حاکی از آن بود که کرنل انطباقی و وزندهی زوج مربعی به ترتیب نسبت به کرنل ثابت و وزندهی گوسین عملکرد بهتری دارند [۱۶]. بیرانوند و همکاران در مطالعه‌ای به نقش زمان در تحلیل مکانی بیماری‌ها در شهر تهران پرداختند. در تحقیقشان روند مکانی مرگ و میر بیماری مینا در مناطق مختلف شهر تهران را با محوریت تغییر زمان در دوره بیست ساله از ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۲ مطالعه کردند. آن‌ها با استفاده از شاخص موران به شناسایی مناطق پرخطر پرداختند که نتایجشان بر روی دوازده گروه مرگ و میر بیماری مینا نشان داد که هر گروه از بیماری به میزان متفاوتی با مکان در ارتباط است. این ارتباط می‌تواند از خوشه‌ای بودن تا پراکندگی متفاوت باشد. آن‌ها بیان داشتند که در زمان‌های مختلف و در مقیاس‌های مکانی متفاوت، ارتباط بیماری با مکان متفاوت است [۱۷]. کفاش و آل‌شیخ خطر ایست قلبی

### ۳-۱- منطقه مورد مطالعه

استان‌های حاشیه دریای خزر شامل گیلان، مازندران و گلستان به عنوان منطقه مورد مطالعه در نظر گرفته شده‌اند (شکل ۲). این استان‌ها مربوط به زون‌های ۳۹ و ۴۰ شمالی سیستم تصویر UTM با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۱۹ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۶ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۲۷ دقیقه شمالی هستند. طبق سرشماری سال ۱۳۹۵، مجموع جمعیت این سه استان به بیش از ۷۶۸۰۰۰۰ نفر می‌رسد که مساحتی حدود ۵۸۰۰۰ کیلومتر مربع را می‌پوشانند. با توجه به موقعیت جغرافیایی و شرایط آب و هوایی، این استان‌ها دارای آب هوای معتدل و مرطوب هستند.



شکل ۲- استان‌های شمالی ایران به تفکیک شهرستان به عنوان منطقه مورد مطالعه

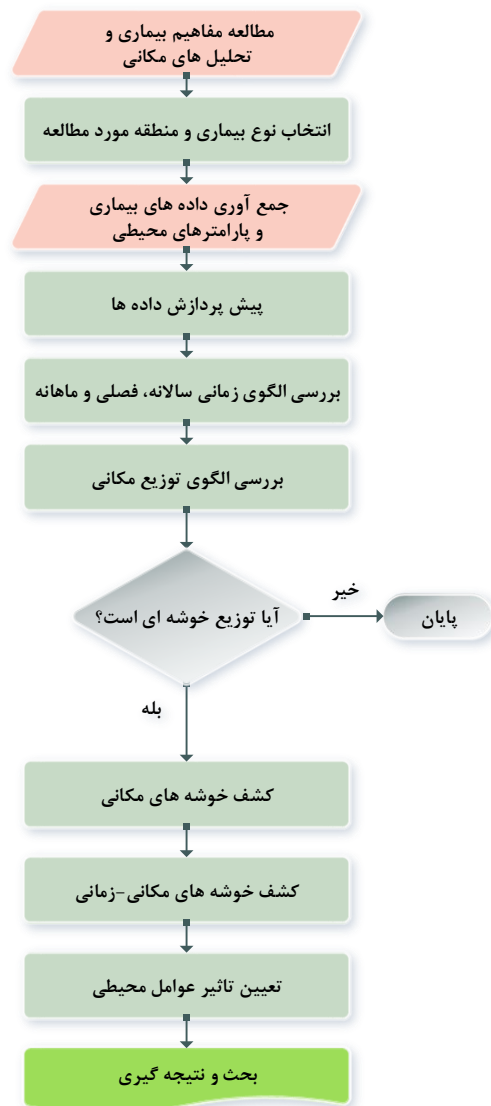
### ۳-۲- جمع‌آوری و آماده‌سازی داده

در این تحقیق داده‌های مربوط به وقوع بیماری، داده‌های جمعیتی و متغیرهای اکولوژیکی مورد استفاده قرار گرفتند. داده‌ها از منابع مختلفی جمع‌آوری شده‌اند. داده‌های مربوط به سرشماری از مرکز آمار ایران بدست آمده‌اند. داده‌های مربوط به وقوع بیماری تب مالت شامل ۶۸۹۵ مورد بیمار بود که به تفکیک هر شهرستان به صورت ماهانه طی دوره‌ای ۸ ساله از ابتدای سال ۱۳۸۸ تا انتهای ۱۳۹۵ از وزارت بهداشت کشور اخذ شد. سپس میزان شیوع سالانه بیماری هر شهرستان محاسبه گردید که برابر است با نسبت تعداد بیماران بر کل افراد جامعه در زمان مشخص، که معمولاً این میزان در هر ۱۰۰ هزار نفر بیان می‌شود. شکل ۳ متوسط میزان بروز سالانه هر شهرستان را نشان می‌دهد.

همچنین از شاخص موران نیز جهت شناسایی خوشه‌های مکانی استفاده کردیم تا نتایج حاصل از آماره اسکن فضایی و موران محلی در قیاس با هم مورد ارزیابی قرار گیرند. در نهایت به علت شرایط آب و هوایی متفاوت خطه‌ی خزری نسبت به سایر نقاط ایران، تأثیر عوامل اکولوژیکی را بر خوشه‌ها در این خطه بررسی کردیم.

### ۳- مواد و روش‌ها

در این بخش مشخصات منطقه مورد مطالعه و داده‌های بکار رفته در این تحقیق و نحوه اخذ آن‌ها تشریح شده‌اند. در ادامه روش‌های تحلیلی استفاده شده در این پژوهش شامل شاخص موران و آماره اسکن فضایی شرح داده شده‌اند. همچنین فرآیند انجام این تحقیق در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- روندنمای روش تحقیق

$$I = \frac{N}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N Wij} \times \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N Wij Zi Zj}{\sum_{i=1}^N (Zi)^2} \quad (1)$$

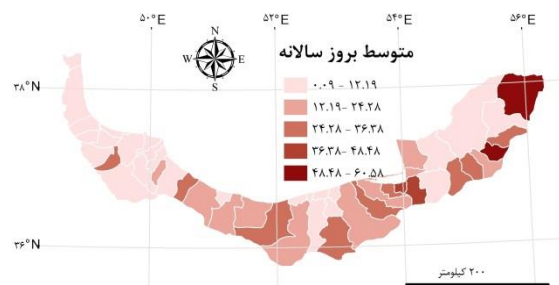
$$Zi = (Xi - X)$$

$$Zj = (Xj - X)$$

که در این رابطه  $Xi$  و  $Xj$  تعداد وقوع در  $i$ امین و  $j$ امین چندضلعی،  $X$  متوسط تعداد وقوع در چندضلعی‌ها،  $N$  تعداد کل و  $Wij$  وزن مکانی میان موارد  $i$  و  $j$  است. در حالت کلی زمانی که دو چندضلعی همسایه باشند و نشان برابر یک و در غیر این صورت برابر صفر است. همچنین معیار وزن‌دهی می‌تواند به صورت ماتریس وزن، فاصله مراکز چندضلعی‌ها، طول مرز مشترک و یا ترکیب طول مرز مشترک و فاصله چندضلعی‌ها نیز تعریف شود.

### ۳-۳-۲- آماره اسکن فضایی

در این تحقیق داده‌ها در سطح شهرستان به صورت داده‌های پلیگونی بود. به منظور شناسایی مناطقی که نرخ بروز بیماری در آنجا با توجه به جمعیت تحت خطر به‌طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از سایر مناطق است از آماره اسکن فضایی که در نرم‌افزار SaTScan تعبیه شده است استفاده گردید. در این روش سه مجموعه داده شامل تعداد موارد بیماری در هر شهرستان، جمعیت هر شهرستان و مختصات تقریبی مراکز سطح شهرستان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. این روش می‌تواند جهت شناسایی خوشه‌های بیماری هم برای داده‌های نقطه‌ای و هم برای داده‌های پلیگونی بکار رود. همان‌طور که در شکل ۴ نشان داده شده است، روش کار بدین صورت است که یک پنجره استوانه‌ای با قاعده دایروی مکانی و ارتفاع زمانی از تمامی مراکز سطح شهرستان‌ها عبور می‌کند. برای هر دایره شعاع آن از صفر تا مقدار اختیاری (معمولاً ۵۰ درصد جمعیت تحت خطر) به طور پیوسته افزایش پیدا می‌کند. سپس متناسب با جمعیت هر منطقه تعداد بیمار مورد انتظار آن را محاسبه می‌کند. نسبت تعداد موارد بیماری مشاهده شده به موارد مورد انتظار نمایانگر معنی‌دار بودن یا نبودن آن خوشه خواهد بود. در مقایسه با سایر روش‌های شناسایی خوشه، این روش نوین ویژگی‌های ممتازی دارد که عبارتند از امکان آنالیزهای مکانی، زمانی و مکانی-زمانی با قابلیت تعریف بازه‌های زمانی، در نظر گرفتن روش کشف خوشه با توجه به ذات و توزیع بیماری همچون پواسون (برای توزیع‌های یکنواخت)، گوسین و برنولی و



شکل ۳- متوسط بروز سالانه تب مالت (در ۱۰۰ هزار نفر) در سال‌های ۱۳۸۸-۹۵

برای تولید نقشه‌های ارتفاعی، شیب و جهت شیب از DEM تصاویر ماهواره‌ای SRTM با قدرت تفکیک ۳۰ متر استفاده گردید. از تصاویر ماهواره MODIS با قدرت تفکیک ۲۵۰ متر برای دستیابی به داده پوشش گیاهی استفاده شد. اطلاعات متوسط دما هوا، حداکثر دما، حداقل دما، تعداد روزهای یخبندان، رطوبت، بارش، تبخیر و سرعت باد به‌صورت ماهانه از سازمان هواشناسی ایران جمع‌آوری شدند.

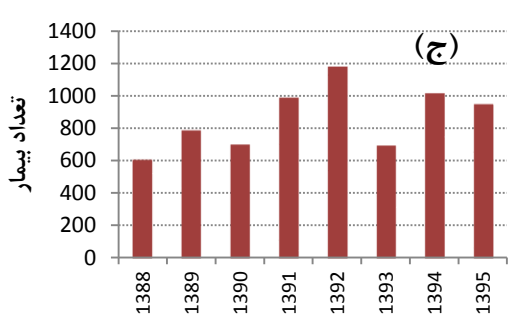
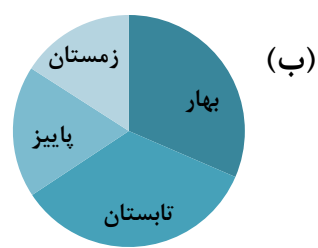
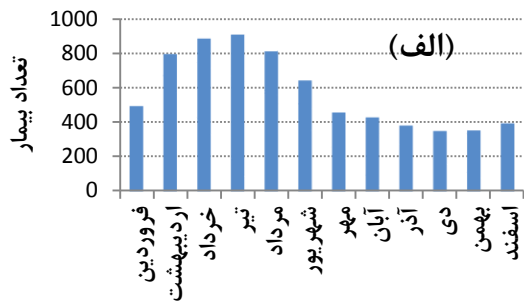
### ۳-۳-۳- تحلیل‌های زمین آماری

در مطالعات محیطی اغلب با داده‌هایی سروکار داریم که مستقل از یکدیگر نمی‌باشند و به نوعی وابستگی آن‌ها ناشی از مکان قرار گرفتن داده‌ها در فضای مورد مطالعه است. از طرفی فرض اصلی بیشتر روش‌های آماری معمول بر اساس استقلال داده‌ها می‌باشد، لذا روش‌های آماری معمول روش مناسبی برای بررسی چنین داده‌هایی نیست؛ بنابراین روش‌های زمین‌آمار به عنوان گزینه‌ای مناسب در تحلیل چنین داده‌هایی می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. در ادامه به تشریح تحلیل‌های زمین‌آمار که در این تحقیق استفاده شده‌اند می‌پردازیم.

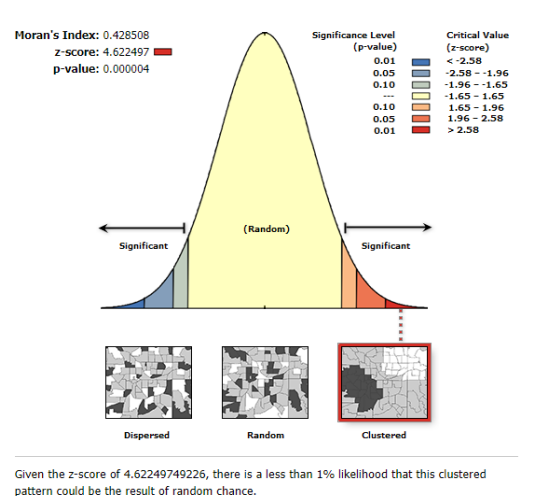
#### ۳-۳-۱- شاخص موران

این شاخص از ابزارهای بررسی خودهمبستگی مکانی است. شاخص موران بین -۱ تا +۱ محاسبه می‌شود. چنانچه مقدار شاخص موران بزرگ‌تر از صفر باشد خودهمبستگی مکانی مثبت، اگر کمتر از صفر باشد خودهمبستگی مکانی منفی و اگر نزدیک به صفر باشد به معنی عدم وجود خودهمبستگی مکانی خواهد بود. هر چه مقدار عددی این ضریب بیشتر باشد بیانگر تجمع زیاد و هر چه پایین‌تر باشد بیانگر پراکندگی است. مقدار شاخص موران از معادله (۱) محاسبه می‌شود [۲۲].

مالت در شمال ایران طی مدت مورد مطالعه با داشتن  $Z\text{-score} = 4/62$  و  $P\text{-value} < 0/01$  توزیعی کلاسه‌بندی شده دارد و الگوی آن تصادفی یا یکنواخت نیست. جزئیات موران عمومی به تفکیک هر سال در جدول ۱ آمده است.

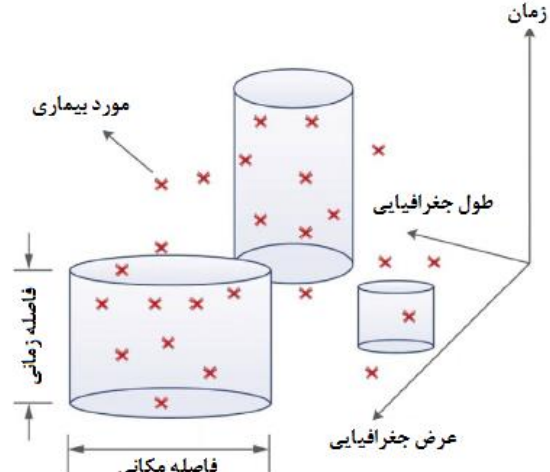


شکل ۵- تعداد بیمار تب مالت در سال‌های ۹۵-۱۳۸۸. الف) ماهانه (ب) فصلی (ج) سالانه



شکل ۶- خروجی Global Moran's I بر روی تب مالت طی سال‌های ۹۵-۱۳۸۸

نحوه جمع‌آوری داده‌ها (نقطه‌ای، پلی‌گونی)، ارائه خوشه-های ثانویه و ارزیابی سطح اطمینان آن‌ها با شبیه‌سازی مونت کارلو و همچنین مرتب نمودن آن‌ها با توجه به اهمیتشان در سطح منطقه و سایر موارد، آن را کاملاً از روش‌های دیگر متمایز کرده است و امروزه می‌تواند به طور گسترده در شناسایی و آنالیز خوشه‌های بیماری‌های مختلف استفاده شود. [۲۳].



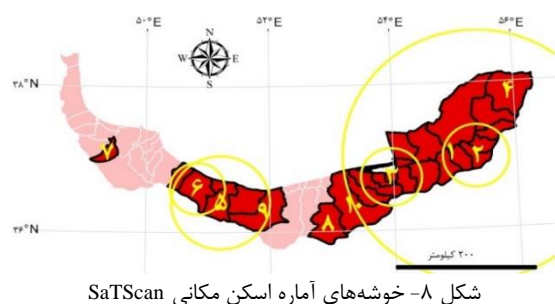
شکل ۴- پنجره متحرک مکانی-زمانی در روش آماره اسکن فضایی [۲۳]

#### ۴- نتایج

توزیع زمانی بیماری در شکل ۵ نشان داده شده است. در شکل ۵ الف، ابتدا شاهد روند صعودی هستیم و تا ماه تیر که با ۹۰۶ بیمار، پیک ماهانه بیماری نیز هست ادامه می‌یابد. سپس بیماری روند کاهشی پیدا می‌کند و این روند به طور پیوسته ادامه پیدا می‌کند تا در ماه دی با ۳۵۰ بیمار به مقدار کمینه می‌رسد. ماه‌های اردیبهشت، خرداد، تیر و مرداد با داشتن در مجموع ۳۳۹۶ بیمار، از مستعدترین ماه‌ها برای بروز بیماری هستند. فصل تابستان و بهار با داشتن به ترتیب ۳۴٪ و ۳۲٪ از بیماران، مستعدترین فصول برای بروز بیماری هستند. در شکل ۵ ج روند سالانه بیماری قابل مشاهده است. در طول سال‌های مورد مطالعه، بیماری روند کاهشی نداشته است. سال ۱۳۹۲ با داشتن ۱۱۷۴ بیمار، پر بیمارترین سال بود.

Global Moran's I بر روی بروز سالانه شهرستان‌ها و همچنین بر روی متوسط بروز سالانه شهرستان‌ها طی سال‌های ۹۵-۱۳۸۸ انجام گرفت. خروجی Global Moran's I بر روی متوسط بروز سالانه در شکل ۶ نشان داده شده است. این شکل بیان می‌کند که بیماری تب

واقع شده‌اند که به ترتیب سوادکوه با خطر ۲/۵۹، نور با ۲/۱۰ و ساری با خطر نسبی ۱/۴۷ می‌باشند. جزئیات آماره اسکن مکانی در جدول ۲ آمده است.

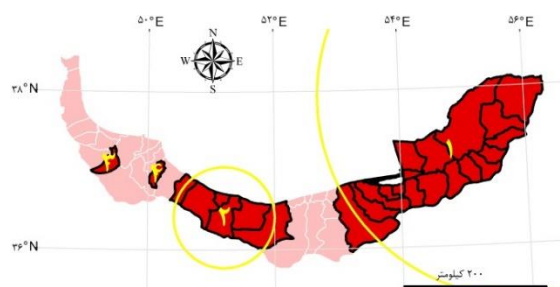


شکل ۸- خوشه‌های آماره اسکن مکانی SaTScan

جدول ۲- جزئیات خوشه‌های اسکن مکانی SaTScan طی سال‌های ۱۳۸۸-۹۵

شماره کلاس	P-value	مشاهده شده	مورد انتظار	خطر نسبی
۱	۰	۴۱۲۷	۲۴۱۹/۳۹	۲/۸۰
۲	۰	۱۱۸۷	۴۱۴/۱۰	۳/۲۶
۳	۰	۱۱۴۷	۴۷۰/۸۴	۲/۷۳
۴	۰	۲۸۰	۵۴/۵۹	۵/۳۱
۵	۰	۹۸۳	۶۰۰/۱۶	۱/۷۵
۶	۰	۶۱۴	۳۶۶/۹۱	۱/۷۴
۷	۰	۱۳۹	۴۸/۵۷	۲/۹۰
۸	۰	۱۵۷	۶۱/۵۷	۲/۵۹
۹	۰	۲۲۵	۱۰۸/۸۵	۲/۱۰
۱۰	۰	۶۴۵	۴۵۱/۶۴	۱/۴۷

در آماره اسکن مکانی-زمانی ۴ کلاس کشف شد (شکل ۹). کلاس اول همان کلاس اول شناسایی شده در آماره اسکن مکانی است در بازه زمانی ۹۱/۱/۱ تا ۹۵/۶/۳۱ با خطر نسبی ۳/۱۹، کلاس دوم همان کلاس پنجم در آماره مکانی است در بازه زمانی ۸۹/۱/۱ تا ۹۲/۹/۳۰ با خطر نسبی ۲/۴۰، کلاس سوم همان کلاس هفتم آماره مکانی است که تنها شامل شهر شفت است در بازه ۸۹/۱/۱ تا ۹۳/۵/۳۱ با خطر نسبی ۳/۳۹، کلاس چهارم شهر املش با خطر نسبی ۶/۴۶ در بازه زمانی ۹۵/۱/۱ تا ۹۵/۱۰/۳۰ کشف شد. جزئیات آماره اسکن مکانی-زمانی در جدول ۳ آمده است.

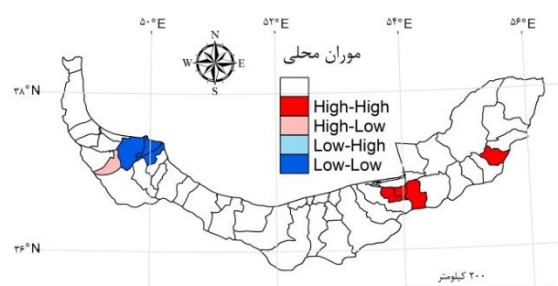


شکل ۹- خوشه‌های آماره اسکن مکانی-زمانی SaTScan

جدول ۱- نتایج Global Moran's I در تعیین الگوی توزیع تب مالت (۱۳۸۸-۹۵)

سال	شاخص	Z-score	P-value	نوع توزیع
۱۳۸۸	۰/۵۳	۵/۷۰	۰	خوشه‌ای
۱۳۸۹	۰/۳۲	۳/۴۵	۰	خوشه‌ای
۱۳۹۰	۰/۳۵	۳/۸۱	۰	خوشه‌ای
۱۳۹۱	۰/۳۷	۴/۰۳	۰	خوشه‌ای
۱۳۹۲	۰/۲۵	۲/۹۱	۰/۰۰۳	خوشه‌ای
۱۳۹۳	۰/۲۴	۲/۸۰	۰/۰۰۵	خوشه‌ای
۱۳۹۴	۰/۳۷	۴/۱۸	۰	خوشه‌ای
۱۳۹۵	۰/۱۶	۱/۸۹	۰/۰۵۹	تصادفی
۸۸-۹۵	۰/۴۳	۴/۶۲	۰	خوشه‌ای

در Local Moran's I، شهرهای مینودشت، کردکوی، بندر گز و گلوگاه به‌عنوان مناطق high - high، شهرهای لاهیجان، آستانه اشرفیه و رشت با عنوان low - low و شهر شفت با عنوان high - low شناسایی شد (شکل ۷).



شکل ۷- کشف خوشه‌های مکانی با استفاده از Local Moran's I

در آماره اسکن مکانی ۱۰ کلاس کشف شد (شکل ۸). کلاس اول شامل تمام شهرهای استان گلستان به همراه شهرهای گلوگاه، بهشهر، نکا و ساری از مازندران با خطر نسبی ۲/۸۰، کلاس دوم شامل شهرهای گالیکش، مینودشت، آزادشهر، رامیان و علی‌آباد که همگی در استان گلستان می‌باشند با خطر نسبی ۳/۲۶، کلاس سوم شامل بندر ترکمن، کردکوی، بندر گز، گلوگاه، بهشهر و نکا با خطر نسبی ۲/۷۳، کلاس چهارم تنها شامل شهر مراوه‌تپه در استان گلستان می‌باشد با خطر نسبی ۵/۳۱، کلاس پنجم در استان مازندران قرار دارد شامل شهرهای نور، نوشهر، چالوس، عباس‌آباد، تنکابن و رامسر با خطر نسبی ۱/۷۵، کلاس ششم نیز در مازندران قرار دارد شامل شهرهای عباس‌آباد، چالوس، تنکابن و رامسر با خطر نسبی ۱/۷۴، کلاس هفتم تنها کلاسی است که در استان گیلان قرار گرفته که تنها شامل شهر شفت با خطر نسبی ۲/۹۰ می‌باشد. کلاس‌های هشتم، نهم و دهم در استان مازندران

جدول ۳- جزئیات خوشه‌های اسکن مکانی-زمانی SaTScan طی سال‌های ۹۵-۱۳۸۸

شماره کلاس	شروع	پایان	P-value	مشاهده شده	مورد انتظار	خطر نسبی
۱	۹۱/۱/۱	۹۵/۶/۳۱	۰	۲۸۶۶	۱۲۶۱/۰۷	۳/۱۹
۲	۸۹/۱/۱	۹۲/۹/۳۰	۰	۹۸۱	۴۴۶/۵۶	۲/۴۰
۳	۸۹/۱/۱	۹۳/۵/۳۱	۰	۸۸	۲۶/۲۶	۳/۳۹
۴	۹۵/۱/۱	۹۵/۱۰/۳۰	۰	۲۴	۳/۷۳	۶/۴۶

بین بروز بیماری با میزان تبخیر، ارتفاع و متوسط دما با سطح اطمینان ۹۹٪ و با جهت شیب سطح زمین و حداکثر دما با سطح اطمینان ۹۵٪ وجود دارد. علاوه بر این، بین بروز بیماری با بارش و رطوبت با سطح اطمینان ۹۹٪ و با پوشش گیاهی با سطح اطمینان ۹۵٪ ارتباط منفی وجود دارد (جدول ۴). ارتباط معناداری بین بروز بیماری با سایر پارامترها شامل حداقل دما، تعداد روزهای یخبندان، سرعت باد و شیب سطح زمین مشاهده نشد.

همبستگی اسپیرمن بین متوسط بروز سالانه شهرستان‌ها با متغیرهای محیطی انجام گرفت که جزئیات آن در جدول ۴ آمده است. ضریب اسپیرمن مقداری بین ۱- تا ۱+ دارد که هرچه این مقدار به ۱+ نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده همبستگی قوی و مثبت و هرچه به ۱- نزدیک‌تر باشد به معنی همبستگی قوی و منفی و هرچه به صفر نزدیک‌تر باشد بیان‌کننده عدم وجود همبستگی بین دو متغیر است. اسپیرمن نشان داد که همبستگی مثبتی

جدول ۴- ضرایب همبستگی اسپیرمن بین متوسط بروز سالانه بیماری تب مالت با متغیرهای محیطی

	پوشش گیاهی	جهت شیب	ارتفاع	تبخیر	رطوبت	بارش	حداکثر دما	متوسط دما	ضریب همبستگی
ضریب همبستگی	-۰/۳۴۷	۰/۵۲۲	۰/۳۶۷	۰/۶۵۷	-۰/۵۳۹	-۰/۶۳۵	۰/۳۹	۰/۳۳۱	ضریب همبستگی
معناداری	۰/۰۱۶	۰/۰۱	۰	۰	۰	۰/۰۰۶	۰/۰۲۱	۰	معناداری

با حرکت از ماه‌های سرد زمستان به سمت ماه‌های گرم‌تر در فصل بهار و تابستان تعداد بیماران افزایش می‌یابد به طوری که در ماه تیر به اوج خود می‌رسد. در مطالعه کثیری و همکاران شایع‌ترین ماه‌های بروز بیماری می و جولای و کمترین در دسامبر بود [۲۴]. در مطالعه مرادی در استان کردستان بیشترین ماه بروز فروردین (۱۲/۱۱٪) و اردیبهشت (۱۱/۹٪) و کمترین در آبان (۴/۸٪) بود همچنین در مطالعه آن‌ها ۶۳٪ موارد بیماری در نیمه اول سال و ۲۷٪ در نیمه دوم سال گزارش شد [۲۵]. در مطالعه پاکزاد و همکاران میزان بروز از اوایل بهار تا اواسط تابستان افزایش می‌یابد و سپس رو به کاهش می‌رود تا در اوایل زمستان به حداقل خود می‌رسد [۱۳]. در مطالعه احمدخانی و همکاران بیماری از ماه بهمن یک روند صعودی را آغاز می‌کند تا در خرداد به اوج خود می‌رسد سپس تا آخر سال روند نزولی خواهد داشت. این الگوی فصلی در مطالعات دیگری نیز گزارش شده است. از طرفی نتایج نشان داد که میزان بروز با دما و تبخیر همبستگی مثبت و با بارش همبستگی منفی دارد که مطابق با یافته‌های احمدخانی و همکاران نیز هست [۱۲]. این می‌تواند توجیهی برای افزایش تعداد بیماران در فصل بهار

## ۵- بحث

این مطالعه به بررسی همه‌گیرشناسی مکانی و مکانی-زمانی تب مالت و تعیین تأثیر پارامترهای اکولوژیکی بر آن در شمال ایران پرداخت. بصری سازی الگوهای مکانی و شناسایی زمان‌های بحرانی به تصمیم‌گیران حوزه بهداشت عمومی در اولویت‌گذاری در تخصیص بودجه، کارکنان و تجهیزات کمک می‌کند. البته با بصری سازی به تنهایی نمی‌توان مشخص کرد که در چه مکان‌هایی بیماری به‌طور غیرعادی بیش از سایر مناطق است. باید به این نکته توجه داشت که در بصری سازی و انجام تحلیل‌ها اثر جمعیت نیز در نظر گرفته شود.

تب مالت یکی از شایع‌ترین بیماری‌های زئونوزی در ایران است. با وجود افزایش و بهبود خدمات پزشکی در سال‌های اخیر اما ۶۸۹۵ مورد بیمار در طول دوره مطالعه در شمال ایران گزارش شده است که شهرستان مراوه‌تپه با متوسط بروز ۶۰/۵۸ در ۱۰۰ هزار نفر پرخطرترین منطقه بود (شکل ۳). پاکزاد و همکاران متوسط میزان بروز را در ایران ۳۸/۶۷ اعلام کردند [۱۳].

همان‌طور که در شکل ۵ نشان داده شده است از تعداد بیماران در سال‌های اخیر کاسته نشده است. علاوه بر این



ارزشمندی حاصل می‌شود. اسکن مکانی-زمانی نشان می‌دهد که میزان بروز بیماری در کدام مناطق و در چه زمان‌هایی از مقدار مورد انتظار بیشتر بوده است. اسکن مکانی-زمانی نشان داد که از سال ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۵ استان گلستان منطقه شایع تب مالت بود. در سال ۱۳۸۹ دو خوشه که یکی در استان مازندران و دیگری در استان گیلان قرار دارد هم‌زمان شروع به شکل‌گیری می‌کنند و مدت زمان تقریباً یکسانی را تا سال ۱۳۹۳ دارند. اسکن مکانی نیز این مناطقی را که در اسکن مکانی-زمانی شناسایی شدند را تأیید می‌کند. خوشه جدیدی از بیماری تب مالت در شهرستان املش استان گیلان در سال آخر مطالعه یعنی ۱۳۹۵ ایجاد شد. این شهرستان در مرز گیلان و مازندران قرار دارد و می‌تواند متأثر از نقاط داغ استان مازندران باشد. پس باید به این نکته توجه کرد که با اینکه استان گیلان در طول مدت مطالعه کمتر تحت خطر بیماری تب مالت قرار داشت اما ممکن است این بیماری از استان همسایه وارد این استان شود و این استان را نیز درگیر کند پس باید اقدامات بهداشتی لازم در این خصوص انجام شود.

نتایج اسپیرمن نشان داد بین بروز بیماری و پوشش گیاهی همبستگی منفی برقرار است. احمدخانی و همکاران نیز در مطالعه‌شان بیان کردند که بین بروز بیماری با پوشش گیاهی در فصل زمستان همبستگی منفی وجود دارد [۱۲]. یافته‌های ما نشان داد بروز بیماری با ارتفاع و جهت شیب همبستگی مثبت دارد؛ که این می‌تواند به علت قرار داشتن چراگاه‌های مناسب دام در دامنه کوه‌ها باشد. پاکزاد و همکاران نیز در مطالعه‌ای که روی تب مالت در ایران داشتند بیان کردند که این بیماری در مناطق کوهستانی به خصوص شهرهای نزدیک به رشته‌کوه زاگرس بیشتر است [۱۳]. همچنین احمدخانی و همکاران نیز بیان کردند بیماری با ارتفاع همبستگی مثبت دارد [۱۲].

## ۶- نتیجه‌گیری

از یافته‌های این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که در شمال ایران اول استان گلستان دوم مازندران و سوم گیلان تحت خطر بیماری تب مالت قرار داشتند. این بیماری در فصل بهار و تابستان در مناطق کوهستانی که آب‌وهوای گرم و خشک دارند بیشتر است. این اطلاعات می‌تواند

و تابستان باشد. از دیگر سو نرخ بالای بیماری در بهار و تابستان می‌تواند مربوط به زایمان دام‌ها و احتمال بیشتر تماس با ترشحات زایمان و مصرف لبنیات غیرپاستوریزه باشد که احتمال بروسلوز پاتوزن را افزایش می‌دهد.

تحلیل‌های مکانی بیماری تب مالت نشان داد که این بیماری ماهیت مکانی داشته و به صورت خوشه‌ای در پهنه‌ی شمال ایران توزیع شده است. تحقیقات پیشین نیز خوشه‌ای بودن توزیع بیماری تب مالت در ایران و سایر نقاط جهان را نشان می‌دهند [۱۳]. شاخص موران ۳ شهرستان در استان گلستان، ۱ شهرستان در مازندران و ۱ شهرستان در گیلان را به عنوان نقاط داغ بیماری شناسایی کرد (شکل ۷). شهرستان شناسایی شده در مازندران در همسایگی گلستان قرار دارد که می‌تواند متأثر از استان گلستان باشد. تنها استان گیلان دارای مناطق کم‌خطر بود به طوری که ۳ شهرستان همسایه در استان گیلان به عنوان مناطق کم‌خطر شناسایی شدند. جالب توجه است که شهرستان شفت با اینکه در همسایگی مناطق کم‌خطر واقع شده اما از مناطق داغ بیماری است جهت علت‌یابی این موضوع نیازمند تحقیقات بیشتر و در نظر گرفتن سایر عوامل نظیر پارامترهای اجتماعی، اقتصادی، جمعیت دام منطقه، سطح سواد و فرهنگ مردم منطقه و ... هستیم.

همان‌طور که در شکل ۸ نشان داده شده است استان‌های گلستان و مازندران در مقایسه با استان گیلان بیشتر تحت خطر این بیماری قرار دارند به طوری که اکثر خوشه‌های کشف‌شده در این دو استان قرار داشتند. نتایج اسکن مکانی خوشه‌های کشف‌شده در موران محلی را تأیید می‌کند. به علاوه اینکه اسکن مکانی توانسته خوشه‌های بیشتری را در گلستان و مازندران شناسایی کند. تنها شهرستانی که در استان گیلان به عنوان نقطه داغ شناسایی شد همان شفت بود که در موران محلی شناسایی شده بود. اولین خوشه شناسایی شده در اسکن مکانی شامل تمام شهرستان‌های استان گلستان، همچنین ۴ خوشه اول شناسایی شده مربوط به استان گلستان است. با توجه به نتایج می‌توان ادعان داشت هرچه از غرب ناحیه خزری به سمت شرق حرکت می‌کنیم میزان بروز بیماری افزایش می‌یابد.

ایجاد هر خوشه مکانی وابستگی اجتناب‌ناپذیری به زمان تشکیل آن دارد که با بررسی زمان اطلاعات

نتایج دقیقتر و قابل اعتمادتر خواهند بود. در این تحقیق خوشه‌های بیماری شناسایی شد که در قدم بعد باید به علت‌یابی آن پرداخت. در اینجا به تأثیر پارامترهای اکولوژیکی پرداختیم اما در بروز بیماری عوامل دیگری نظیر پارامترهای اجتماعی، اقتصادی، توزیع مکانی دام‌ها و دیگر جنبه‌های زیست‌شناسی بیماری نیز دخیل هستند.

### سپاسگزاری

نویسندگان از جناب آقای دکتر محمدرضا شیرزادی، مسئول مرکز کنترل و پیشگیری بیماری‌های واگیر وزارت بهداشت جهت در اختیار گذاشتن داده‌های بیماری تب مالت، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

جهت استراتژی کنترل و اقدامات پیشگیرانه مورد استفاده مدیران و تصمیم‌گیران حوزه سلامت عمومی قرار گیرد. همچنین افزایش آگاهی مردم مناطق تحت خطر می‌تواند گام مؤثری در پیشگیری بیماری تب مالت باشد.

از محدودیت‌ها و چالش‌های این تحقیق می‌توان به کارآمد نبودن سیستم ثبت کشور اشاره کرد که ممکن است برخی بیماران ثبت نشوند یا اطلاعاتشان غیرقابل اعتماد باشد و یا برخی بیماری‌شان تشخیص داده نشود یا به اشتباه تشخیص داده شوند. از آنجایی که توزیع خطاها در سراسر منطقه مورد مطالعه یکسان است در این تحقیق از آن چشم‌پوشی گردید. از طرفی، داده‌هایی که در دسترس نویسندگان این مطالعه قرار داشت در سطح شهرستان بود که اگر تحلیل‌ها در واحد مکانی کوچکتری انجام شود

### مراجع

- [1] Kamal, S.H., Sadat Hashemi, S.M., Nasaji, M., Moshiri, E., Shahriyari, R. and Azizi, A. (2009). "Frequency of reported cases of Brucellosis to province health center from public and private sectors in Semnan 2006-2007," *koomeshjournal.semums.ac.ir*. vol. 10, pp. 125-9.
- [2] Zowghi E, Ebadi A, Yarahmadi M. (2008). "Isolation and identification of brucella organisms in Iran." *Iranian journal of clinical infectious diseases*. vol. 3, pp. 185-188.
- [3] Cripps PJ. (2000). "Veterinary education, zoonoses and public health: a personal perspective." *Acta Trop*. vol. 76, pp. 77-80.
- [4] Kirk, M.D., Pires, S.M., Black, R.E., Caipo, M., Crump, J.A., Devleeschauwer, B., Döpfer, D., Fazil, A., Fischer-Walker, C.L., Hald, T. and Hall, A.J. (2015). "World Health Organization Estimates of the Global and Regional Disease Burden of 22 Foodborne Bacterial, Protozoal, and Viral Diseases, 2010: A Data Synthesis," *PLOS Med.*, vol. 12, no. 12, p. e1001921.
- [5] Pappas, G. (2006). "The new global map of human brucellosis.," *Lancet Infect. Dis.*, vol. 6, no. 2, pp. 91-99.
- [6] Dean, A.S., Crump, L., Greter, H., Schelling, E. and Zinsstag, J. (2012). "Global Burden of Human Brucellosis: A Systematic Review of Disease Frequency," *PLoS Negl. Trop. Dis.*, vol. 6, no. 10, p. e1865.
- [7] Hotez, P.J., Savioli, L. and Fenwick, A. (2012). "Neglected Tropical Diseases of the Middle East and North Africa: Review of Their Prevalence, Distribution, and Opportunities for Control," *PLoS Negl. Trop. Dis.*, vol. 6, no. 2, p. e1475.
- [8] Aliramaei N. (2008). "The effect of education on knowledge of Ganji village and rural residents moon in relation to brucellosis and transmission and its prevention in 2004". *Journal of Nursing and Midwifery*. Vol. 6, pp. 75-80.
- [9] Soleimani, A., Alizadeh, S., Farshad, M.S., Kusha, A., Mohamdzadeh, M., Haghiri, L., Zemestani, A. and Hoseini, H. (2012). "Descriptive Epidemiology of Human Brucellosis in East Azerbaijan, 2001-2009.," *search.ebscohost.com*.
- [10] Mohammadian, M. and Mohammadian, H.A. (2014). "Epidemiological characteristics and incidence rate of brucellosis over a period of 14 years in the Tiran-Karvan Township, Isfahan, Iran,"
- [11] Majidzadeh. K., Hosseini. S., Soleimani. M., Ghalyanchi. A. (2010). "Rapid detection of causative agents of Malta Fever using Polymerase Chain Reaction." *Ann Mil Health Sci Res*. Vol. 8, pp. 85-91.
- [12] Ahmadkhani, M. and Alesheikh, A.A. (2017). "Space-time analysis of human brucellosis considering environmental factors in Iran," *Asian Pacific J. Trop. Dis.*, vol. 7, no. 5, pp. 257-265.
- [13] Pakzad, R., Pakzad, I., Safiri, S., Shirzadi, M.R., Mohammadpour, M., Behrooz, A., Sullman, M.J. and Janati, A. (2018). "Spatiotemporal analysis of brucellosis incidence in Iran from 2011 to 2014 using GIS," *Elsevier*.

- [14] AhangarCani, M., Farnaghi, M. and Shirzadi, M.R. (2016). "Predictive Map of Spatio-Temporal Distribution of Leptospirosis Using Geographical Weighted Regression and Multilayer Perceptron Neural Network Methods," JGST, vol. 6, no. 2, pp. 79–98, (in Persian).
- [15] Tabasi, M. and Alesheikh, A.A. (2017). "Modeling Spatial Spread of Epidemic Diseases using Agent-based Simulation (Case Study: Seasonal Influenza)," JGST, vol. 6, no. 4, pp. 75–86, (in Persian).
- [16] Mohammadinia, A., Alimohammadi, A. and Ghaemi, Z. (2018). "Evaluation and Comparison of Performance of Fixed and Adaptive Kernels in Geographically Weighted Regression for Modeling Leptospirosis in Gilan," JGST, vol. 7, no. 3, pp. 57–73, (in Persian).
- [17] Karami, J., Delfan, S. and Shamsoddini, A. (2016). "Role of Time in Spatial Analysis of Diseases in Tehran," JGST, vol. 5, no. 4, pp. 227–238, (in Persian).
- [18] Charandabi, N.K. and Alesheikh, A.A. (2015). "Risk Zoning of Cardiac Arrest in the Framework of the GIS and Metaheuristic Algorithms based on the Context Information," JGST, vol. 4, no. 4, pp. 109–122, (in Persian).
- [19] Entezari, M., Moradpour, S. and Amiri, M. (2016). "Spatial distribution and the impact of geographical factors on brucellosis in Chaharmahal and Bakhtiari Province, Iran," eprints.skums.ac.ir.
- [20] Jia, P. and Joyner, A. (2015). "Human brucellosis occurrences in inner mongolia, China: a spatio-temporal distribution and ecological niche modeling approach," BMC Infect. Dis., vol. 15, no. 1, p. 36.
- [21] Abdullayev, R., Kracalik, I., Ismayilova, R., Ustun, N., Talibzade, A. and Blackburn, J.K. (2012). "Analyzing the spatial and temporal distribution of human brucellosis in Azerbaijan (1995 - 2009) using spatial and spatio-temporal statistics," BMC Infect. Dis., vol. 12, no. 1, p. 185.
- [22] Mitchell, A. (2005). "The ESRI guide to GIS analysis, Volume 2: Spatial Measurements and Statistic. Redlands," ed: CA: Esri Press.
- [23] Ahmadkhani, M., Alesheikh, A.A., Khakifrouz, S. and Salehi-Vaziri, M. (2018). "Space-time epidemiology of Crimean-Congo hemorrhagic fever (CCHF) in Iran," Ticks Tick. Borne. Dis., vol. 9, no. 2, pp. 207–216.
- [24] Kassiri, H., Amani, H. and Lotfi, M. (2013). "Epidemiological, laboratory, diagnostic and public health aspects of human brucellosis in western Iran.," Asian Pac. J. Trop. Biomed., vol. 3, no. 8, pp. 589–594.
- [25] Moradi Gh., Majidpour, M.S. and Ghaderi, A. (2006). "Epidemiological status survey of 3880 case of brucellosis in Kurdistan.," Iran J Infect Dis Trop Med., vol. 11, no. 33, pp. 27–33.