



Analysis of the Spatial Relationship between Visceral Leishmaniasis and Environmental Factors using Remote Sensing and Geographic Information System (Case study: Kalaybar and Khoda-Afarin)

Elahe Akbari¹ | Hossein Helali² | Majid Rezaei Banafsheh Daragh³ | Khalil Valizadeh Kamran⁴

1. Corresponding author, Department of Remote sensing and GIS, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Hakim Sabzevari University. Sabzevar, Iran. E.mail: e.akbari@hsu.ac.ir
2. PhD. of GIS. Official expert of the center of lawyers in the official experts of East Azarbaijan province. Tabriz, Iran. E.mail: helali@alborz.kntu.ac.ir
3. Department of climatology, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz. Tabriz, Iran. E.mail: mrbanafsheh@tabrizu.ac.ir
4. Department of Remote sensing and GIS, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz. Tabriz, Iran. E.mail: valizadeh@tabrizu.ac.ir

Article Info	ABSTRACT
<p>Article type: Research Article</p> <p>Article history: Received 20 March 2023 Received in revised form 20 April 2023 Accepted 6 May 2023 Published online 10 June 2023</p> <p>Keywords: Spatial behavior, Visceral Leishmania, RS, GIS, Kalaybar and Khoda-Afarin.</p>	<p>Objective: Identifying the factors affecting a phenomenon and their degree of influence and producing the zoning maps of that phenomenon require higher precision. Currently, the zoning maps of these phenomena are produced based on the empirical relationships and these maps are generally prepared for large statistical cells such as the county and are used in regional planning, but due to the small scale and the lack of accuracy, these maps are not used in implementation operations.</p> <p>Methods: In this research, the effect of geographical factors on the phenomenon is called "spatial behavior or signature". Spatial behavior expresses the effect coefficients of environmental factors on the phenomenon. Different spatial inference methods were tested, and a new method based on classification of satellite imagery in remote sensing was implemented to prepare the spatial behavior of the parasitic VL disease on a larger scale of Kalaybar and Khoda-Afarin regions. The factors affecting the disease were considered composite image bands, and the disease prevalence areas were used as training data. Geographical factors known or suspected to be effective on the VL disease include average temperature, precipitation, relative humidity, elevation, slope, aspect, distance from the river, access to facilities in the village, dog density, age and sex of human of the group involved in the disease, and vegetation index.</p> <p>Results: According to the results of the spatial behavior, the factors affecting the disease in order of priority are rainfall, relative humidity, temperature, dog density, aspect, slope, vegetation index, access to facilities, distance from the river, and elevation.</p> <p>Conclusions: Using the spatial behavior method removes the need for survey specialists, and it depends on the individual to produce a zoning map for each phenomenon. Also, experimental and variable opinions are avoided. Besides, in planning and making decisions to solve any problem, the production zoning maps are more efficient than the previous maps due to their accuracy.</p>



Extended Abstract

Introduction

As with many diseases, the visceral leishmaniasis (VL) parasite has a natural habitat. Therefore, environmental factors affecting the population of disease carriers, reservoirs and human hosts highly influence its distribution and prevalence (Elnaiem et al, 2003). Despite the limited distribution of the disease in certain situations, little research has been done on environmental factors to study its spatial distribution. Like many diseases, environmental conditions influence the spread and development of some phenomena (Hakkour et al., 2020). Without knowing and paying attention to the environmental conditions, planning to control diseases is impossible. Identifying the factors affecting a phenomenon and their degree of influence and producing the zoning maps of that phenomenon require higher precision. For a phenomenon like a regional disease, some factors and their effect are known to a certain extent. Currently, the zoning maps of these phenomena are produced based on the empirical relationships of the degree of dependence between the phenomenon and the known influencing factors. These maps are generally prepared for large statistical cells such as the county and are used in regional planning, but due to the small scale and the lack of accuracy, these maps are not used in implementation operations. In this research, the effect of geographical factors on the phenomenon is called "spatial behavior or signature". Spatial behavior expresses the effect coefficients of environmental factors on the phenomenon.

Materials and Methods

Different spatial inference methods were tested, and a new method based on classification of satellite imagery in remote sensing (RS) was implemented to prepare the spatial behavior of the parasitic VL disease on a larger scale of Kalaybar and Khoda-Afarin regions. In RS, the correlation between bands in training areas is employed to identify the appropriate bands in the classification. Bands with high correlation are not considered in the classification. This idea was used, and the factors affecting the VL disease were included in the composite image as image bands. Considering the composite image similar to the remote sensing images and the areas where the disease has been seen as training areas, the correlation between the different bands of the image and the disease band was obtained through remote sensing capability.

Therefore, in the implemented method, the factors affecting the disease were considered composite image bands, and the disease prevalence areas were used as training data. Geographical factors known or suspected to be effective on the VL disease include climate factors (average temperature, precipitation, and relative humidity), topography (altitude, slope, aspect, distance from the river), socio-economic factors (access to facilities in the village), dog density, human factors (age and sex of the group involved in the disease), and vegetation index. After obtaining data from relevant organizations in the period (1998-2012) and preparing them, each factor was transformed into the primary raster as follows: in temperature, precipitation, and relative humidity from the Ordinary Co-Kriging method in the Phlebotomus activity period (from the middle of May to the middle of September, from sunset to sunrise), at elevation, slope, aspect, the 3D spatial analyst and DEM construction, distance to river, the distance spatial analysis capability in GIS was used with more weight assigned to permanent rivers.

In the vegetation index, RS capability and the use of Landsat satellite images were used. In the distribution of the population in different age and sex groups and the distribution of dogs as disease reservoirs, using the kernel density estimation (KDE). The initial raster was generated in access to facilities, taking into account facilities such as a plumbing network, the existence of a health center, the existence of a school, and the existence of television; the allocation of weights for each possibility to the settlements regarding the percentage of the usefulness of the facilities in reducing disease; and the ability to convert to Thiessen Polygon raster in GIS. In the settlements where the disease has been observed, a 300-meter buffer analysis around the settlements' residential areas was used to create a disease prevalence raster.

The t-statistic was employed to test the significance of the correlation, and the non-influential factors were excluded. Based on the production spatial behavior (i.e., correlation coefficients), the ratio of the effect of each factor in causing the disease has been obtained based on the proportion coefficient of 100%.

Results



In the present study, the effect or lack of impact of the factors considered was determined by extracting the spatial behavior of VL disease and after testing the significance of the correlation coefficients. According to the results of t-statistics, there is an acceptable correlation between the considered factors. According to the results of the t-statistics, the factors affecting the disease in order of priority are rainfall, relative humidity, temperature, dog density, aspect, slope, vegetation index, access to facilities, distance from the river, and elevation. The population in different age and gender groups was obtained from independent disease. The type of influence (direct or inverse) and the degree of influence of the effective factors on VL disease were estimated by investigating spatial behavior in this research. The effects of environmental factors such as temperature, precipitation, relative humidity, vegetation index, and dog density on the occurrence of the disease are direct. While the environmental factors of height, slope, aspect, and distance from the river have an inverse effect on the incidence of disease, with the increase of height, slope, and aspect, the disease incidence rate decreases.

Conclusion

Using the spatial behavior method removes the need for survey specialists, and it depends on the individual to produce a zoning map for each phenomenon. Also, experimental and variable opinions are avoided. Besides, in planning and making decisions to solve any problem, the production zoning maps are more efficient than the previous maps due to their accuracy.



سنجش ارتباط مکانی بیماری لیشمانیوز احشایی و عوامل محیطی با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: منطقه کلیبر و خداآفرین)

الهه اکبری^{۱✉} | حسین هلالی^۲ | مجید رضایی بنفشه درق^۳ | خلیل ولیزاده کامران^۴

۱. نویسنده مسئول، استادیار رشته سنجش از دور و GIS، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران. رایانامه: e.akbari@hsu.ac.ir

۲. دکتری GIS، کارشناس رسمی مرکز وکلای کارشناسان رسمی استان آذربایجان شرقی. تبریز، ایران. رایانامه: helali@alborz.kntu.ac.ir

۳. استاد رشته آب و هواشناسی، دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه: mrbanafsheh@tabrizu.ac.ir

۴. استاد رشته سنجش از دور و GIS، دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه: valizadeh@tabrizu.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	هدف: شناسایی عوامل مؤثر بر یک پدیده مانند بیماری و میزان تأثیر آنها و همچنین تولید نقشه‌های پهنه‌بندی آن پدیده به اعمال دقت بالاتری نیاز دارند. در حال حاضر، نقشه‌های پهنه‌بندی این پدیده‌ها براساس روابط تجربی و عموماً برای سلولهای آماری بزرگ مانند بخش تهیه شده و در برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای کاربرد دارند، ولی بعلت کوچک بودن مقیاس و کمبود دقت، این نقشه‌ها در عملیات اجرایی کاربرد ندارند.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۲۰	روش پژوهش: در این تحقیق نحوه‌ی تأثیر پذیری پدیده از عوامل جغرافیایی «رفتار یا امضای مکانی» نامیده شده است. رفتار مکانی بیان‌کننده ضرایب تأثیرگذاری عوامل محیطی بر روی پدیده می‌باشد. جهت تهیه رفتار مکانی بیماری انگلی لیشمانیوز احشایی در مقیاس بزرگتر برای منطقه‌ی کلیبر و خداآفرین، روشهای مختلف استخراج مکانی مورد آزمون قرار گرفت و روش مشابه ایده طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای برای استخراج رفتار مکانی بیماری پیاده‌سازی گردید. در روش پیاده‌سازی شده عوامل مؤثر بر بیماری به عنوان لایه‌های تصویر ترکیبی در نظر گرفته شده و از مناطق شیوع بیماری به‌عنوان داده‌های تعلیمی استفاده گردید. عوامل جغرافیایی مؤثر شناخته شده یا مظنون بر بیماری مذکور شامل میانگین دما، بارش، رطوبت نسبی، ارتفاع، شیب، جهت شیب، فاصله از رودخانه، دسترسی به امکانات در دهکده، تراکم سگ، سن و جنس انسانهای گروه درگیر در بیماری و شاخص پوشش گیاهی می‌باشند.
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۸/۰۲	نتایج: نتایج حاصل از استخراج رفتار مکانی بیماری نشان داد که عوامل مؤثر بر بیماری به ترتیب اولویت بارش، رطوبت نسبی، دما، تراکم سگ، جهت شیب، شیب، شاخص پوشش گیاهی، دسترسی به امکانات، ارتفاع و فاصله از رودخانه می‌باشند.
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۲۸	نتیجه‌گیری: استفاده از روش رفتار مکانی نیاز به حضور متخصصین را در تولید نقشه پهنه‌بندی هر پدیده، مرتفع می‌نماید. همچنین از تجربی و متغیر بودن نظرات جلوگیری به عمل می‌آید. از طرفی در برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری جهت حل هر مشکل، نقشه‌های پهنه‌بندی تولیدی نسبت به نقشه‌های پیشین به سبب دارا بودن دقت مناسبتر از کارایی بیشتری برخوردار می‌باشند.
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۲/۱۰	
کلیدواژه‌ها: رفتار مکانی، بیماری لیشمانیوز احشایی، RS، GIS، کلیبر و خداآفرین.	

استناد: اکبری، الهه؛ هلالی، حسین؛ رضایی بنفشه درق، مجید و ولیزاده کامران، خلیل (۱۴۰۳). سنجش ارتباط مکانی بیماری لیشمانیوز احشایی و عوامل محیطی با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: منطقه کلیبر و خداآفرین). کاربرد سنجش از دور و سیستم اطلاعات

جغرافیایی در علوم محیطی، 4 (۱۳)، ۲۰-۱.

<http://doi.org/00000000000000000000000000000000>



مقدمه

شیوع و توسعه برخی پدیده‌ها مانند بسیاری از بیماری‌ها تحت تأثیر شرایط محیطی هستند (هاکور و همکاران، ۲۰۲۰). مسلماً بدون شناخت و توجه به شرایط محیطی نمی‌توان برای کنترل بیماری‌ها برنامه‌ریزی نمود (لوز و مسعودیان، ۲۰۲۲). تعدادی از عوامل جغرافیایی تأثیرگذار بر این پدیده‌ها و میزان تأثیر آنها تا حد زیادی از سوی متخصصین مربوطه شناخته شده است، اما در حال حاضر، نقشه‌های پهنه‌بندی پدیده‌ها براساس روابط تجربی تولید می‌شوند و این نقشه‌ها طبق نظرات متخصصین مختلف متغیر می‌باشند.

پدیده‌ی مورد مطالعه در این تحقیق، بیماری لیشمانیوز احشایی (VL) در منطقه‌ی کلیبر و خدآفرین می‌باشد. این بیماری یک بیماری استوایی نادیده گرفته شده است که فقیرترین جمعیت جهان در بیش از ۹۰ کشور در سراسر آسیا، آفریقا، خاورمیانه و آمریکای مرکزی و جنوبی را آلوده می‌کند (کنایت و همکاران، ۲۰۲۳). در حالی که احتمالاً کمتر گزارش شده است، اما برآوردهای فعلی ابتلای بیماری لیشمانیوز پوستی بین ۷۰۰۰۰ تا ۱/۲ میلیون مورد در سال است که تقریباً ۹۵ درصد موارد در قاره آمریکا، حوضه مدیترانه، خاورمیانه و آسیای مرکزی رخ می‌دهد. تخمین‌های سالانه لیشمانیوز احشایی در حال حاضر کمتر از ۱۰۰۰۰۰ است، که بیش از ۹۵ درصد موارد از برزیل، چین، اتیوپی، هند، کنیا، نپال، سومالی و سودان به سازمان بهداشت جهانی گزارش شده است. عوامل خطر لیشمانیوز شامل فقر، مهاجرت جمعیت، سوء تغذیه، بهداشت ضعیف، و وضعیت سیستم ایمنی ضعیف است (مان و همکاران، ۲۰۲۱). در تحقیقی دیگر گزارش شده که سالانه ۵۰۰۰۰۰ مورد جدید VL و ۵۰۰۰۰ مرگ و میر رخ می‌دهد که گمان می‌رود دست کم گرفته شده‌اند (موری، ۲۰۰۲، وان گرینسون و دیرو، ۲۰۱۲). این بیماری بیشتر در کودکان اتفاق می‌افتد و در صورت عدم درمان منجر به مرگ می‌شود (اسکارپینو و همکاران، ۲۰۲۱).

همانند بسیاری از بیماری‌ها، بیماری VL دارای یک زیستگاه طبیعی است (اسکارپینو و همکاران، ۲۰۲۱) و از اینرو توزیع و شیوع آن بسیار تحت تأثیر عوامل محیطی مؤثر بر جمعیت ناقلان، مخازن و میزبانهای انسانی می‌باشد (النیم و همکاران، ۲۰۰۳). با وجود توزیع محدود بیماری در موقعیتهای خاص، تحقیقات اندکی در خصوص بررسی فاکتورهای محیطی به منظور مطالعه‌ی توزیع مکانی آن صورت گرفته است. این بیماری هنوز هم یکی از مشکلات اصلی سازمان بهداشت جهانی می‌باشد و پرسشهای بدون پاسخ زیادی در مورد آن وجود دارد. یکی از پرسشهای مهم این است که، بهترین روش کنترل و مصونیت در برابر این بیماری چیست؟

شرفی و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی ارتباط عوامل اقلیمی با بیماری لیشمانیوز پوستی در جنوب ایران به روش کمترین مربعات معمولی^۲ (OLS) و شاخص جهانی موران^۳ (GMI) پرداختند. آنها توانستند میزان تأثیرگذاری این عوامل اقلیمی را بررسی کنند و معیارهای کنترل و پیشگیری بیماری را بهتر شناسایی و طراحی کنند. کرمان و همکاران (۲۰۲۱) ارتباط عوامل اقلیمی - جغرافیایی با بیماری لیشمانیوز پوستی در شرق ایران را به روش رگرسیون لجستیک بررسی کردند. آنها دریافتند که سرعت باد، ارتفاع و پوشش زمین با این بیماری ارتباط دارد. زهو و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی ارتباط بیماری VL و عوامل جغرافیایی و جمعیت به روش مدل مجموع عمومی^۴ (GAM) پرداختند و دریافتند که با درک بهتر وضعیت بیماری می‌توان در مورد کنترل بیماری و پیشگیری از آن تصمیم گرفت. قتی و همکاران (۲۰۲۰) نیز به بررسی ارتباط برخی عوامل اقلیمی-جغرافیایی و بیماری VL به روش رگرسیون لجستیک در کاشان پرداختند.

هدف از تحقیق حاضر، استخراج رفتار مکانی یا امضای مکانی بیماری یا به بیان دیگر، میزان تأثیر گذاری عوامل محیطی بر روی بیماری VL و نوع تأثیر آنها می‌باشد. در سنجش از دور برای تشخیص باندهای مناسب در طبقه‌بندی، از همبستگی بین باندها در مناطق تعلیمی استفاده می‌شود. باندهایی که همبستگی بالایی دارند، در طبقه‌بندی در نظر گرفته نمی‌شوند. از این ایده استفاده شد و عوامل مؤثر بر بیماری

¹ Visceral Leishmaniasis

² Ordinary Least Square

³ Global Moran's Index

⁴ General additive model

VL به عنوان لایه‌های تصویر وارد تصویر ترکیبی گردید. با در نظر گرفتن تصویر ترکیبی مشابه تصاویر سنجش از دور و مناطق تعلیمی که بیماری در آنها رؤیت شده است، میزان همبستگی بین لایه‌های مختلف تصویر و لایه بیماری از طریق قابلیت سنجش از دور بدست آمد.

روش پژوهش

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق، شهرستانهای کلیبر و خداآفرین، در استان آذربایجان شرقی هستند. این شهرستانها با وسعت ۳۵۹۷ کیلومتر مربع، در مجموع دارای جمعیتی معادل ۸۴۵۹۷ نفر (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵) می‌باشند. در مجموع این دو شهرستان در عرض جغرافیایی بین ۳۸ درجه و ۳۸ دقیقه الی ۳۹ درجه و ۲۷ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی بین ۴۶ درجه و ۲۳ دقیقه و ۴۷ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی قرار دارند. شکل ۱، موقعیت این شهرستانها در کشور و استان را نشان می‌دهد. دلیل انتخاب این دو شهرستان، آندمیک بودن بیماری لیشمانیوز احشایی در شمال غرب کشور در این دو شهرستان است.



شکل (۱): محدوده مورد مطالعه

Fig. (1): Study area

مواد و روشها

مطابق چرخه‌ی عفونت^۱، در ایجاد عفونت بیماری VL وجود سه عامل ناقل^۲ (پشه خاکی)، مخزن^۳ (در این منطقه سگ) و انسان الزامی است. سیر ایجاد عفونت در انسان شامل گزش مخزن از سوی ناقل، انتقال عفونت از مخزن به انسان توسط ناقل می‌باشد. در صورت وجود شرایط خاص انسان از قبیل سن، جنس، ژنتیک، تغذیه، وضعیت بهداشت و ...، عفونت منجر به بروز بیماری می‌گردد. عوامل مؤثر در ابتلاء و انتشار بیماری لیشمانیوز طبق مثلث اپیدمیولوژی^۴ شامل فاکتورهای میزبان، محیط و عامل بیماریزا

^۱ ورود عوامل بیماریزای بیولوژیک (انگل، قارچ، ویروس و باکتری) به بدن، شاید به بیماری نیز منجر نگردد. اما در بیماری عفونی عوامل بیماریزای بیولوژیک به بدن وارد شده و منجر به برهم خوردن تعادل فیزیولوژیک (بروز تب و ...) می‌شود.

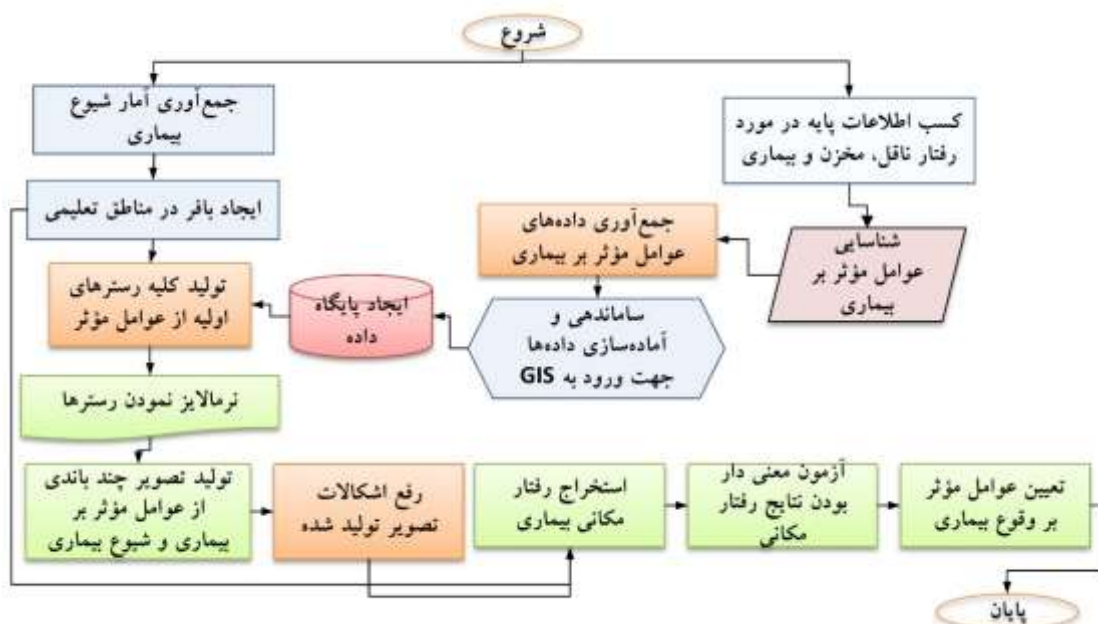
^۲ میزبانی که عامل بیماریزا را بدون آسیب برای خودش حمل نموده و به درون بدن موجود زنده مستعد منتشر می‌کند (URL1).

^۳ میزبانی که عامل بیماریزا را بدون آسیب برای خودش حمل نموده و به عنوان منبع عفونت برای دیگر موجودات زنده مستعد به کار می‌رود (URL1).

^۴ مطالعه توزیع و عوامل مؤثر بر فراوانی بیماری در جمعیت انسانی.

می‌باشد که عبارتند از سن و جنس انسان، وجود ناقل (پشه خاکی) و مخزن (سگ)، فصل و درجه حرارت، تغییرات اجتماعی و شرایط بهداشتی (URL1). همچنین باید عوامل اقلیمی شامل بارندگی، رطوبت، دما، باد، نور، پستی و بلندی منطقه، نزدیکی به رودخانه بدلیل رطوبت بیشتر و به این موارد اضافه شود (رائی و حنفی بجد، ۱۳۸۵).

بنابراین، در این تحقیق، به منظور استخراج رفتار مکانی یا به عبارتی میزان تاثیرگذاری عوامل محیطی بر وقوع و شیوع بیماری (یعنی: میزان همبستگی عوامل مؤثر بر بیماری با لایه شیوع بیماری)، داده‌های عوامل مؤثر شناخته شده یا مظنون بر بیماری لیشمانیوز احشایی از قبیل دما، بارش، رطوبت نسبی، ارتفاع، شیب، جهت شیب، فاصله از رودخانه، شاخص پوشش گیاهی، جمعیت در گروههای سنی و جنسی مختلف، سگ و دسترسی به امکانات در آبادیها، از آرگانهای مربوطه اخذ شدند. پس از تهیه رستر اولیه از عوامل مؤثر بر بیماری مذکور، تصویر چند لایه‌ای از عوامل مؤثر تهیه گردید. با استفاده از تصویر چند لایه‌ای و مناطق تعلیمی شیوع بیماری، رفتار مکانی استخراج شد. در نهایت عوامل مؤثر بر بیماری، نوع و میزان تأثیر مشخص گردید. به منظور بیان جزئیات این مراحل، نحوه اجرای مراحل ذکر شده در بخشهای آتی، تشریح خواهد شد. شکل ۲، فرآیند اجرایی تحقیق حاضر می‌باشد.



شکل (۲): فرآیند اجرایی تحقیق

Fig. (2): flowchart of research implementation

تولید رستر اولیه از عوامل مؤثر بر بیماری

به منظور بررسی رفتار مکانی بیماری، تصویری چند لایه‌ای از عوامل مؤثر بر بیماری تولید شده است. جهت ایجاد این تصویر، از تمامی داده‌ها (عوامل مؤثر بر بیماری)، رسترهای اولیه با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متری تولید شد. به دلیل تنوع لایه‌های ورودی به تصویر چند لایه‌ای، رسترهای اولیه (معیارهای ارزیابی) به روشهای مختلفی با استفاده از کارکردهای بنیادین RS و GIS تولید شدند. در این تحقیق معیارهای ارزیابی مناطق محتمل شیوع بیماری شامل دما، بارش، رطوبت نسبی، ارتفاع، شیب، جهت شیب، فاصله از رودخانه، شاخص پوشش گیاهی، جمعیت در گروههای سنی و جنسی مختلف، تراکم سگ و دسترسی به امکانات می‌باشند.

پس از اخذ داده‌ها از سازمانهای ذیربط در بازه زمانی (۲۰۱۲-۱۹۹۸) و آماده‌سازی آنها، هر عامل مؤثر به رستر اولیه به شرح زیر تبدیل شد: در دما، بارش و رطوبت نسبی از روش Ordinary Co-Kriging در بازه زمانی فعالیت پشه خاکی (اوایل خرداد الی اوایل مهر از غروب آفتاب تا طلوع خورشید (رائی و همکاران، ۱۳۷۹))، در ارتفاع، شیب و جهت شیب از تحلیل سه بعدی و

ساخت DEM با قدرت تفکیک ۳۰ متری و در فاصله از رودخانه از قابلیت تحلیل مکانی فاصله در GIS با اختصاص وزن بیشتر به رودهای دائمی استفاده شد. در شاخص پوشش گیاهی از قابلیت سنجش از دور و استفاده از تصویر ماهواره‌ای لندست، در توزیع جمعیت در گروه‌های سنی و جنسی مختلف و همچنین توزیع سگ به عنوان مخزن بیماری از روش تراکم کرنل استفاده شد. در دسترسی به امکانات با در نظر گرفتن امکاناتی از قبیل شبکه لوله کشی، وجود خانه بهداشت، وجود مدرسه، وجود تلویزیون و غیره و اختصاص اوزان برای هر امکان به آبادیها در خصوص درصد سودمندی امکانات در کاهش بیماری و استفاده از قابلیت تبدیل به رستر پلی‌گونی تیسن در GIS، رستر اولیه تولید شد. در آبادیهایی که بیماری در آنها رؤیت شده است، با استفاده از تحلیل بافر ۳۰۰ متری حول مناطق مسکونی آبادیهای مذکور، رستر شیوع بیماری تولید گردید.

ایجاد تصویر چند لایه‌ای از عوامل مؤثر بر بیماری

استخراج همبستگی بین عوامل مؤثر بر بیماری با شیوع بیماری منوط به ایجاد تصویر چند لایه‌ای مشابه با تصاویر سنجش از دور می‌باشد. دامنه عددی مقادیر پیکسل‌های هر کدام از رسترهای تولید شده، تفاوت زیادی نشان دادند. برای تحلیل و ارزیابی چند معیاری باید حوزه‌ی مقادیر آنها را همخوان و متناسب با هم کرد. جهت اجتناب از همبستگی زیاد بین لایه‌ها، بالا بردن تفکیک پذیری بین آنها، همسان‌سازی محدوده‌های مقادیر و تبدیل آنها به واحدهای قابل مقایسه از فرآیند استانداردسازی معیارها استفاده می‌شود. به همین دلیل بعد از ایجاد لایه‌های فوق‌الذکر، با استانداردسازی ارزش پیکسل‌های رسترهای اولیه‌ی عوامل مؤثر بر بیماری VL، در مدل مورد استفاده قرار گرفتند. استانداردسازی داده‌ها، کلیه‌ی مقادیر و ارزش‌های لایه‌ها را به دامنه‌ی یکسانی مثلا بین صفر تا یک و یا صفر تا ۲۵۵ تبدیل می‌کند. در تهیه تصویر ترکیبی از عوامل مؤثر بر بیماری، کلیه عوامل تاثیرگذار در محدوده صفر تا ۲۵۵ مطابق با فرمول ۱ (گودچاید، ۲۰۰۸-۲۰۰۶) نرمال شده‌اند.

$$z' = \left(\frac{z - z_{min}}{z_{max} - z_{min}} \right) * standardized\ Range \quad (1)$$

مقدار داخل پراتنز در فرمول ۱، رستر را در بازه‌ی (۰، ۱) قرار می‌دهد. محدوده‌ی استاندارد می‌تواند مقادیر ۲۵۵، ۱۰۲۴ و ۸۱۹۲ را داشته باشد. این مقادیر جهت تغییر رستر در محدوده‌ی ۲۵۵، ۱۰۲۴ و ۸۱۹۲ استفاده می‌شوند. کلیه عوامل تاثیرگذار به صورت لایه طیفی با اهمیت یکسان در نظر گرفته شده‌اند. با این تصویر می‌توان مانند تصاویر ماهواره‌ای برخورد نمود. لذا با استفاده از تابع composite در Arc GIS، این مرحله به انجام رسیده است. یکی از مشکلات این تصویر عدم تطابق مقادیر Nodata در محیط Arc GIS و محیط Envi می‌باشد. در نتیجه جهت رفع این مشکل از گزینه model maker در محیط Erdas، دستور conditional و کدی به فرمت زیر استفاده شده است.

```
CONDITIONAL { ($n1_composite raster==32768) $n3_Integer , ($n1_composite raster) $n1_composite raster
```

تصویر حاصل آماده ورود به محیط Envi گردید. لایه‌های در نظر گرفته در این تصویر به ترتیب: شیوع بیماری، دما، بارش، رطوبت نسبی، ارتفاع، شیب، جهت شیب، فاصله از رودخانه، شاخص پوشش گیاهی، جمعیت ۲-۰ سال مذکر، جمعیت ۶-۲ سال مذکر، جمعیت ۱۰-۶ سال مؤنث، جمعیت ۲-۰ سال مؤنث، جمعیت ۱۰-۶ سال مؤنث، تراکم سگ و دسترسی به امکانات بوده است.

مناطق تعلیمی

جهت یافتن همبستگی بین عوامل مؤثر در بیماری و لایه شیوع بیماری به مناطق تعلیمی نیاز است. این مناطق، نواحی هستند که بیماری در آنها رؤیت شده است. p.kandelakii در نواحی کوهستانی و دشت یافت می‌شود و در اکثر نقاط فراوانی آن اندک است، ولی وفور آن در مناطق درونی افغانستان و آذربایجان شرقی بالاست (ندیم و همکاران، ۱۳۸۷). یکی از گونه‌های غالب شهرستان کلیبر و خداآفرین، p.kandelakii می‌باشد. میزان پرواز پشه‌خاکی در این منطقه ۳۰۰ متر است (زعیم، ۱۳۷۶). از این رو در مناطق تعلیمی حضور پشه‌خاکی، تحلیل بافر ۳۰۰ متری حول محدوده آبادی‌هایی که در آنها بیماری رؤیت شده است، انجام شد.

استخراج رفتار مکانی

گستره‌ای که پدیده در آن وجود دارد، مناطق تعلیمی نامیده می‌شود. با در نظر گرفتن مناطق تعلیمی و عوامل مؤثر بر پدیده، می‌توان همبستگی بین عوامل مؤثر و حضور پدیده را بدست آورد تا در نهایت رفتار مکانی پدیده شناسایی شود. کاربرد استخراج رفتار مکانی پدیده شامل موارد زیر است:

- مؤثر بودن یا نبودن یک عامل،
- تأثیر مستقیم یا معکوس آن عامل در پدیده،
- ترتیب و میزان اهمیت عوامل مؤثر در وقوع پدیده.

محققین به دو دلیل ارتباط بین متغیرها را بررسی می‌نمایند. (۱) پیش‌بینی احتمال رخداد پارامتری در یک مکان، بر اساس متغیرهای دیگر، (۲) تعیین عوامل اصلی مؤثر در یک پارامتر به منظور کمک به سیاست‌گذاران جهت بهبود آن پارامتر (میتچل، ۲۰۰۵).

در صورتی که تعداد متغیرها بیش از دو متغیر باشد، استفاده از راه‌حلهای هندسی غیر عملی بوده و باید از روشهای جبری استفاده شود. در شرایط چند متغیری، شکل بیضوی که پراکنش نقاط را در یک فضای p بعدی محدود می‌کند، با ماتریس واریانس - کوواریانس حاصل p متغیر و یا باند طیفی تعیین می‌شود. رابطه بین ماتریس همبستگی و ماتریس واریانس - کوواریانس گاهی منجر به ابهام می‌شود. چنانچه p متغیر سازندهی مجموعه اطلاعات در مقیاسهای متفاوت و غیر قابل مقایسه باشند (از قبیل ارتفاع از سطح دریا برحسب متر، فشار بارومتري برحسب میلیبار)، واریانس آنها نیز غیر قابل مقایسه است. بنابراین اگر از واریانس برای تعیین شکل بیضوی محصورکننده پراکنش نقاط در یک فضای چند بعدی استفاده شود، می‌بایست مقیاس مقادیر هر کدام از متغیرها قابل مقایسه باشند. در این حالت نه تنها واریانس هر کدام از متغیرها تغییر پیدا می‌کند، بلکه شکل بیضوی محصور کننده نیز تغییر می‌یابد. در این شرایط برای اندازه‌گیری درجه ارتباط و همبستگی باندهای طیفی از ضریب همبستگی استفاده می‌شود. همبستگی عبارت است از کوواریانس که برای متغیرهای استاندارد شده محاسبه می‌شود (نجفی دیسفانی، ۱۳۷۷). استاندارد نمودن داده‌ها با فرمول ۱ قابل انجام است. فرآیند استاندارد سازی در مرحله تولید تصویر چند لایه‌ای انجام شد.

اندازه‌گیری همبستگی خصوصیتی را داراست از قبیل: (۱) هنگامیکه درجه ارتباط قوی باشد، مقدار همبستگی بیشتر می‌شود و بالعکس. (۲) صرفنظر از واحد اندازه‌گیری متغیرها، مقداری بی‌بعد برای مقایسه وابستگی متغیرها ارائه می‌نماید. محاسبه همبستگی از طریق رابطه ضریب همبستگی خطی ساده یا ضریب همبستگی گشتاوری پیرسون امکانپذیر است.

(۲)

$$r^2 = \frac{(covariation)^2}{(variation_x)(variation_y)} = \frac{(\sum XiYi - \frac{\sum Xi \sum Yi}{n})^2}{(\sum Xi^2 - \frac{(\sum Xi)^2}{n})(\sum Yi^2 - \frac{(\sum Yi)^2}{n})}$$

محاسبه مقدار همبستگی، میزان ارتباط و ارتباط مستقیم یا معکوس را مشخص می‌نماید. بازه همبستگی بین ۱ (ارتباط کامل مستقیم) و -۱ (ارتباط کامل معکوس) می‌باشد. مقدار صفر، کوواریانس ناچیز و قابل اغماض بین دو متغیر را بیان می‌نماید (میتچل، ۲۰۰۵، اکبری و همکاران، ۱۳۹۴).

به منظور تولید نقشه‌های احتمال ابتلاء به بیماری معمولاً از نظرات متخصصین بهداشت استفاده شده است. روش رفتار مکانی، استنباط رابطه بین عوامل مؤثر در بیماری VL و شیوع بیماری می‌باشد. در نتیجه مشکلاتی از قبیل تجربی بودن، عدم دسترسی بودن متخصصین و متغیر بودن نظرات رفع خواهد شد. در تحقیق حاضر، هدف از استخراج رفتار مکانی بیماری یافتن همبستگی بین عوامل مؤثر در بیماری و شیوع بیماری بوده است. در تصاویر ماهواره‌ای امکان استخراج همبستگی بین باندهای تشکیل دهنده آن تصویر وجود دارد. در نتیجه با استفاده از تصویر ترکیبی تولید شده و مناطق تعلیمی که در بخشهای قبل شرح داده شده است، همبستگی بین عوامل مؤثر در بیماری و شیوع بیماری بررسی شده است. با انجام تحلیلهای آماری از قبیل یافتن ماتریس کوواریانس و همبستگی در مناطق تعلیمی، ترتیب اهمیت، میزان اهمیت و نوع همبستگی (مستقیم یا معکوس) عوامل مؤثر در بیماری با شیوع بیماری به دست آمد. برای این منظور از نرم‌افزار Envi استفاده شده است.

آزمون معنی‌دار بودن r

حال این سؤال مطرح است که تا چه حد می‌توان به میزان ضریب همبستگی‌های مستخرج از رفتار مکانی اعتماد نمود. گاهی ممکن است وجود همبستگی بین دو متغیر، شانسی و تصادفی بوده باشد.

آماره‌ی t در خصوص آزمون معتبر بودن ضریب همبستگی مناسب است. اگر مقدار قدر مطلق t از ضریب اطمینان بیشتر شود، فرض صفر بودن ضریب (مستقل بودن) رد می‌شود. با تعداد داده بیش از ۳۰ عدد، سطح t به سطح نرمال تبدیل می‌گردد. با در نظر گرفتن سطح اطمینان ۹۵ درصد (میزان α یا خطا برابر با ۰/۰۵) و نرمال بودن توزیع، ضریب اطمینان ۱/۹۶ می‌باشد (این استکس، ۲۰۲۳). آماره t از طریق فرمول (۳) قابل اجرا بوده و معنی‌داری روش آماری مورد بررسی قابل ارزیابی است.

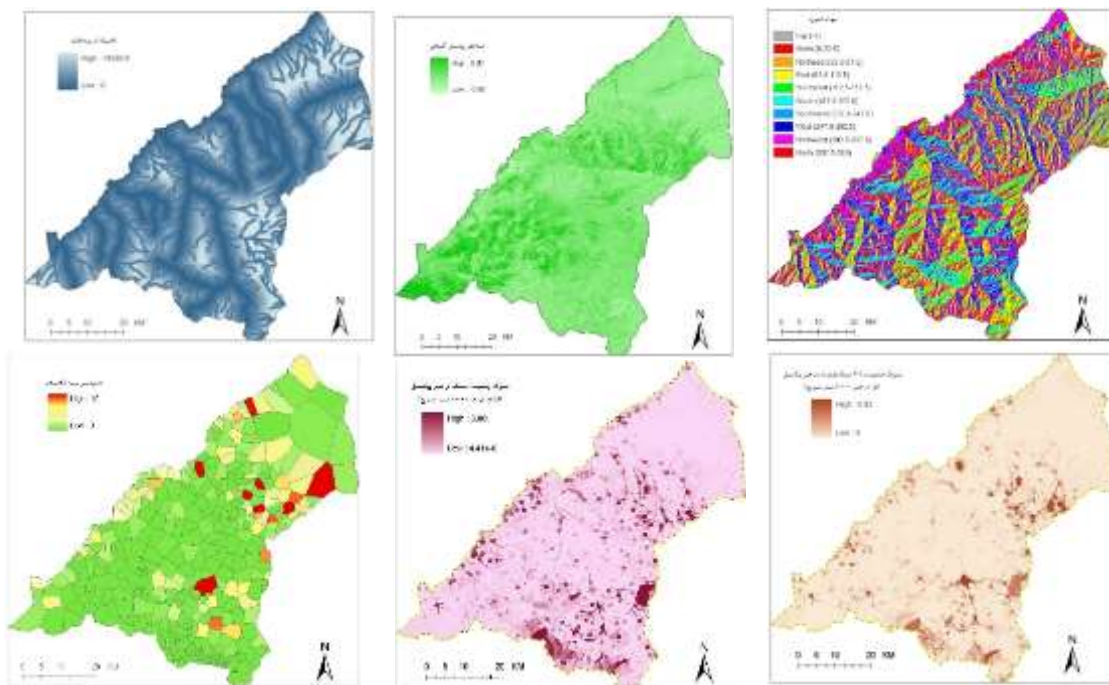
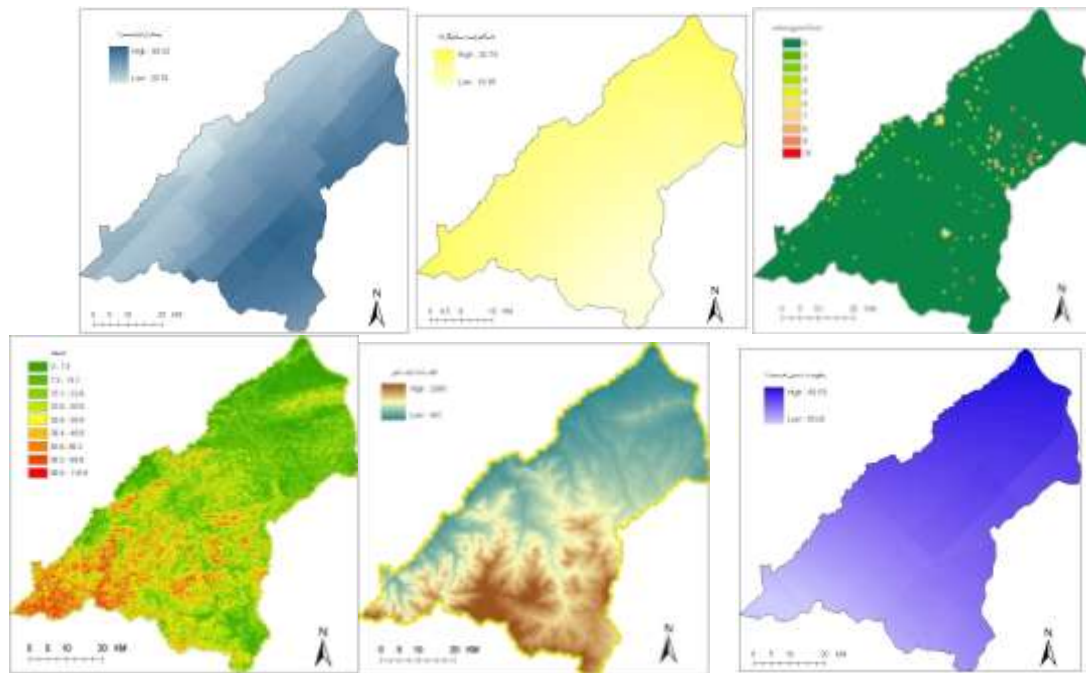
$$t = \left| r\sqrt{n-2} / \sqrt{1-r^2} \right| \quad (3)$$

در نتیجه اگر t محاسباتی در مورد هر همبستگی از ۱/۹۶ بیشتر شود، به آزمون آماری می‌توان اطمینان نمود. در این تحقیق تعداد داده یعنی n، ۸۸۹۸ می‌باشد.

نتایج و بحث

برآورد رفتار مکانی بیماری لیشمانیوز احشایی

شکل ۳، نقشه رسترهای اولیه میزان وقوع بیماری VL، عوامل محیطی، جمعیت انسان در یکی از گروه‌های سنی و جنسی، جمعیت سگ و دسترسی به امکانات، که در تولید رستر ترکیبی چند لایه‌ای شرکت داده شده‌اند را نشان می‌دهد.



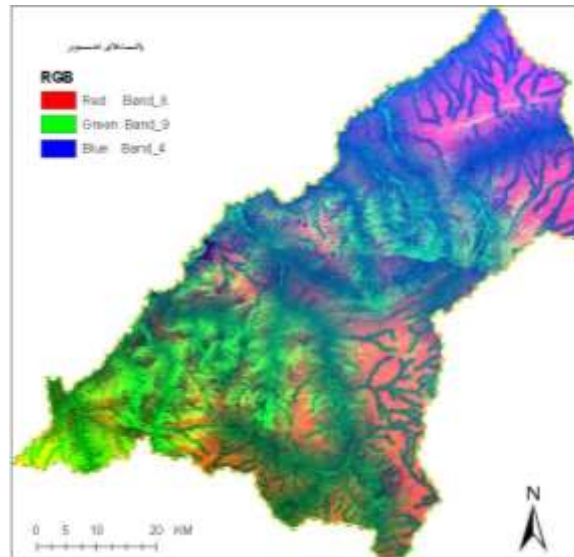
شکل
(۳)
نقشه

رسترهای اولیه میزان وقوع بیماری VL، عوامل

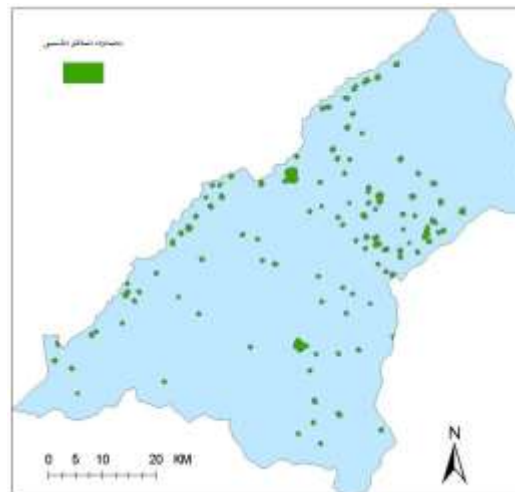
محیطی، جمعیت انسان در یکی از گروههای سنی و جنسی، جمعیت سگ و دسترسی به امکانات

Fig. (3): initial raster data of the VL incidence, environmental factors, human population in one of the age and sex groups, dog population and access to facilities

شکل ۴، تصویر ترکیبی تولید شده از عوامل مؤثر بر بیماری که هر لایه آن یکی از عوامل مؤثر بر بیماری هستند، با سه باند نمایشی بصورت RGB را نشان می‌دهد. در این شکل، باندهای قرمز، سبز و آبی به ترتیب مربوط به لایه‌های فاصله از رودخانه، شاخص پوشش گیاهی و رطوبت نسبی هستند. شکل ۵، محدوده‌ی مناطق تعلیمی بیماری را نشان می‌دهد.



شکل (۴): تصویر تولید شده از عوامل مؤثر بر بیماری با سه باند نمایشی به صورت RGB
 Fig. (4): Produced Image from factors affecting on VL by 3 display bands in RGB format.



شکل (۵): محدوده‌ی مناطق تعلیمی بیماری
 Fig. (5): Region of training data of VL

در جدول ۱، میزان تاثیرگذاری عوامل محیطی و انسانی مختلف بر بیماری یا به بیان دیگر رفتار یا امضای مکانی تولید شده با استفاده از عوامل مؤثر بر بیماری بیان شده است. در این جدول همبستگی دودبوی عوامل مؤثر بر بیماری با بیماری مشاهده می‌شود. این مقادیر همبستگی در مناطق تعلیمی شیوع بیماری بدست آمده است. همبستگی بیماری با بارش، از بیشترین مقدار و همچنین همبستگی جمعیت در گروه‌های سنی و جنسی مختلف از کمترین مقدار برخوردارند.

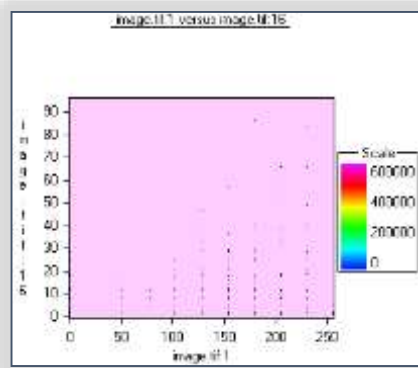
جدول شماره (۱): میزان همبستگی عوامل مؤثر بر بیماری با شیوع بیماری

Table (1): Correlation between factors affecting on the VL disease and prevalence of VL

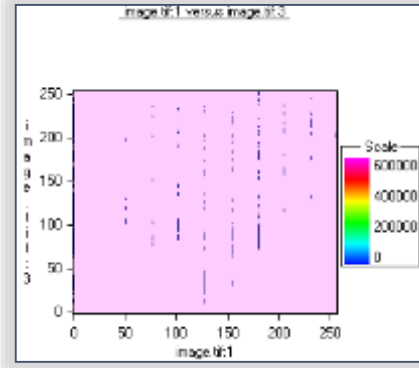
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1.VL	1																
2. دما	0.18112	1															
3. بارش	0.234951	-0.82581	1														
4. رطوبت نسبی	0.185162	0.213788	-0.14261	1													
5. ارتفاع	-0.049328	-0.87621	0.773884	-0.44524	1												
6. شیب	-0.11054	-0.03519	0.116798	-0.4575	0.305949	1											
7. جهت شیب	-0.11716	0.204671	-0.30253	0.098902	-0.25134	-0.1556	1										
8. فاصله از رودخانه	-0.05386	-0.16724	0.097815	0.034994	0.250333	0.121549	-0.01041	1									
9. پوشش گیاهی	0.098904	-0.07098	0.245911	-0.01166	0.116166	0.123705	-0.11029	-0.05969	1								
10. جمعیت مرد 0-2	0.00256	0.017333	0.102931	0.146796	-0.18041	-0.20541	-0.06321	-0.1656	0.039118	1							
11. جمعیت مرد 2-6	0.019361	0.003799	0.100349	0.145503	-0.16724	-0.19376	-0.05511	-0.15403	0.047956	0.977944	1						
12. جمعیت مرد 6-10	0.041738	0.020195	0.130418	0.155506	-0.16133	-0.19931	-0.05087	-0.15828	0.043129	0.959423	0.978262	1					
13. جمعیت زن 0-2	0.017104	0.017357	0.101689	0.152168	-0.17995	-0.19437	-0.06759	-0.16442	0.04357	0.983	0.980843	0.966516	1				
14. جمعیت زن 2-6	0.023943	0.012257	0.106208	0.155505	-0.17764	-0.20142	-0.06125	-0.15788	0.04696	0.981832	0.991475	0.974414	0.985653	1			
15. جمعیت زن 6-10	0.023374	0.006721	0.111039	0.164719	-0.17817	-0.20039	-0.04793	-0.15895	0.043807	0.97794	0.984439	0.980248	0.979953	0.983267	1		
16. سگ	0.138132	0.101087	0.143304	0.075755	-0.00797	-0.13737	-0.00086	-0.0247	0.010938	0.288918	0.346563	0.443294	0.29483	0.311509	0.365819	1	
17. امکانات	-0.08657	-0.25867	-0.09108	-0.41295	0.447749	0.313535	0.011584	0.206112	-0.06691	-0.64399	-0.64103	-0.62339	-0.66231	-0.65429	-0.6252	-0.01283	1

همچنین می‌توان با ترسیم نوعی چارت به نام پلات پراکنش^۱، ارتباط بین دو متغیر را نشان داد (میتچل، ۲۰۰۵). چارتهای پراکنش در لایه‌ها یا همان عوامل مؤثر بر بیماری و شیوع بیماری، به صورت دایره‌ای قابل بررسی هستند. به طور نمونه دو چارت از این چارتهای در این مقاله ارائه می‌گردد. در این چارتهای، محور افقی شیوع بیماری و محور عمودی عوامل مؤثر بر بیماری می‌باشند. اشکال ۶ و ۷ چارت پراکنش بارش و تراکم سگ می‌باشند. این اشکال در واقع نمایش گرافیکی از داده‌ها هستند که در آن مقادیر جفت متغیرها بر روی یک سیستم مختصات رسم می‌شود. در اشکال ۶ و ۷، محور عمودی به ترتیب بارش و تراکم سگ هستند که نحوه توزیع یا پراکندگی بین این دو عامل و بیماری را نشان می‌دهد. با وجودیکه این ارتباط کم است، اما در شکل نیز مشهود است که بارش با احتمال وقوع بیماری ارتباط بیشتری دارد. Scale هم بیانگر مقادیر نقاط آبی رنگ در داخل شکل است (یا همان نقاط مقادیر جفت متغیرها که در اینجا هر عامل با بیماری است) که نشان می‌دهد از صفر چندان فاصله نگرفته‌اند.

¹ Scatter plot



شکل (۷): ارتباط تراکم سگ با بیماری
Fig. (7): relation between dog and VL



شکل (۶): ارتباط بارش با بیماری
Fig. (6) Relation between rain and VL

پس از محاسبه مقادیر همبستگی، میزان اطمینان به این مقادیر از طریق آماره t بررسی شد. جدول ۲، مقادیر آماره t جهت آزمون معنی دار بودن r را بیان می کند.

جدول شماره (۲): مقادیر آماره t جهت آزمون معنی دار بودن r

Table (2): t test for evaluating the significance of r

عامل جغرافیایی	d_f	بارش	رطوبت نسبی	ارتفاع	شیب	جهت شیب	فاصله از رودخانه	گیاهی	شاخص پوشش	جمعیت ۲-۰ مذکر	جمعیت ۲-۱ مذکر	جمعیت ۳-۱+ مذکر	جمعیت ۲-۰ مؤنث	جمعیت ۲-۱ مؤنث	جمعیت مؤنث	جمعیت ۳-۱+	توزیع سگ	امکانات	دسترسی به
t میزان	۱۷/۳۷	۲۲/۸	۱۷/۷۷	۴/۶۶	۱۰/۴۹	۱۱/۱۳	۵/۰۹	۹/۳۷	۰/۲۴	۱/۸۳	۳/۹۴	۱/۶۱	۲/۲۶	۲/۲	۱۳/۱۵	۸/۲			

با وجود همبستگی های بسیار پایین عوامل جغرافیایی با شیوع بیماری، از نظر آماری همبستگی های به دست آمده قابل اطمینان است. یعنی رابطه اندکی بین عوامل مؤثر و شیوع بیماری وجود دارد ولی از هم مستقل نیستند. در مورد جمعیت در گروه های سنی و جنسی مختلف بدلیل مقدار کمتر t از ۱/۹۶، تقریباً اکثریت جمعیتها از شیوع بیماری مستقل هستند.

تعیین میزان و نحوه تأثیر گذاری عوامل محیطی بر وقوع بیماری VL

بر اساس رفتار مکانی تولید شده، نسبت تأثیر هر عامل در ایجاد بیماری بر اساس تناسبی (با ایجاد تناسب) از ضریب همبستگی از ۱۰۰ درصد بدست آمده است. این بیماری زئونوتیک است (کمپینو و همکاران، ۲۰۰۶) و در نتیجه از انسان به انسان قابل انتقال نمی باشد. از رفتار مکانی تولیدی نیز میزان همبستگی پایین بیماری با لایه های جمعیت در گروه های سنی و جنسی مختلف استنتاج گردیده است. از طرف دیگر لایه های جمعیت در گروه های سنی و جنسی مختلف با یکدیگر دارای همبستگی زیاد می باشند. در نتیجه لایه های جمعیت انسانی در محاسبات میزان تأثیر عوامل در نظر گرفته نشده اند. طبق نتایج آماره t ، عوامل مؤثر در بیماری به ترتیب اولویت عبارتند از: بارش، رطوبت نسبی، دما، تراکم سگ، جهت شیب، شیب، شاخص پوشش گیاهی، دسترسی به امکانات،

فاصله از رودخانه و ارتفاع. جدول ۳، میزان اهمیت و تاثیر عوامل مؤثر بر بیماری بدست آمده از رفتار مکانی و نوع تاثیر را بیان می‌کند.

جدول (۳): میزان اوزان عوامل مؤثر بر بیماری بدست آمده از رفتار مکانی و نوع تأثیر
Table (3): Weight of factors affecting on the VL disease extracted by spatial behavior

لايه	دما	بارش	رطوبت نسبی	ارتفاع	شیب	جهت شیب	فاصله از رودخانه	شاخص پوشش گیاهی	تراکم سگ	دسترسی به امکانات
میزان تاثیر	۱۴/۴	۱۸/۷	۱۴/۷	۴	۸/۸	۹/۳	۴	۸	۱۱/۱	۷
نوع تأثیر	مستقیم	مستقیم	مستقیم	معکوس	معکوس	معکوس	معکوس	مستقیم	مستقیم	معکوس

نتایج بدست آمده با استفاده از روش استخراج رفتار مکانی بیماری مطابق با یافته‌های مطالعاتی متخصصین بهداشت می‌باشد. به طور مثال النیم و همکاران (۲۰۰۳) بیان نموده‌اند که بین شاخص پوشش گیاهی و بیماری، رابطه مثبت و بین فاصله از رودخانه، شیب و ارتفاع با بیماری VL رابطه منفی وجود دارد. همچنین، نتو، ورنک و نری کوستا (۲۰۰۹) به رابطه‌ی مثبت شاخص پوشش گیاهی و رابطه‌ی منفی دسترسی به امکانات، میزان درآمد، وجود آب لوله کشی و جمع‌آوری فاضلاب با بروز بیماری اشاره نموده‌اند. زهو و همکاران (۲۰۲۱) نیز ارتباط مثبت و بالاتر بین دمای هوا و بیماری VL را اذعان نمودند. قتی و همکاران (۲۰۲۰) نیز به این نتیجه رسیده‌اند که بارش مستقیماً بر وقوع بیماری VL مؤثر است، اما ارتفاع تاثیر عکس دارد. آنها دلیل تاثیر عکس ارتفاع را اینطور بیان نمودند که پشه خاکی به دلیل دمای کم در ارتفاع بالا نمی‌تواند فعالیت کند. آنها نیز به عدم تاثیر جمعیت انسانی بر وقوع بیماری اشاره کرده‌اند.

نتیجه‌گیری

وقوع برخی پدیده‌ها مانند شیوع عفونت‌ها و بیماری‌ها، آفت‌های گیاهان و غیره به عوامل جغرافیایی وابسته بوده و برخی از این عوامل شناسایی شده‌اند. گاهاً میزان تأثیر این عوامل به صورت تجربی و با توجه به نظر افراد ارائه می‌شود که دقیق و کامل نیست و لذا بررسی‌های علمی و جامع جهت شناسایی دقیق تأثیرات هر یک از این عوامل ضروری است. بنابراین جهت روشن نمودن این نکات، مطالعه‌ی حاضر طراحی و تدوین گردید تا با استفاده از روش رفتار مکانی، میزان تأثیر این عوامل تا حد امکان مشخص شود. نحوه‌ی تأثیرپذیری پدیده از عوامل جغرافیایی "رفتار یا امضای مکانی" نامیده می‌شود که بیان‌کننده ضرایب تأثیرگذاری عوامل محیطی بر روی پدیده می‌باشد. با انتخاب مناطق تعلیمی وقوع پدیده، تولید تصویر ترکیبی از عوامل مؤثر بر پدیده و لایه وقوع پدیده، با اعمال روش رفتار مکانی با استفاده از قابلیت‌های سنجش از دور، می‌توان به بررسی میزان تأثیر عوامل دست یافت. در نتیجه نقشه‌های ابتلاء بدست آمده دارای دقت بیشتری بوده و در برنامه‌ریزی جهت مطالعه‌ی بهتر یک پدیده می‌تواند با دقت بیشتری مورد استفاده قرار گیرد.

در تحقیق حاضر با استخراج رفتار مکانی بیماری VL و پس از آزمون معنی‌دار بودن ضرایب همبستگی، تأثیر یا عدم تأثیر عوامل در نظر گرفته شده مشخص شد. مطابق نتایج بدست آمده از آماره‌ی t بین عوامل در نظر گرفته شده، همبستگی قابل قبولی وجود دارد. طبق نتایج آماره‌ی t، عوامل مؤثر در بیماری به ترتیب اولویت عبارتند از: بارش، رطوبت نسبی، دما، تراکم سگ، جهت شیب، شیب، شاخص پوشش گیاهی، دسترسی به امکانات، فاصله از رودخانه و ارتفاع.

جمعیت در گروه‌های سنی و جنسی مختلف از بیماری مستقل بدست آمد. در نتیجه در محاسبات میزان اثرگذاری عوامل مؤثر بر بیماری در نظر گرفته نشده‌اند. میزان اثرگذاری عوامل مؤثر بر بیماری در این تحقیق و ترتیب تأثیر آنها که از رفتار مکانی بیماری

بدست آمد، در جدول ۳ قابل تأمل است. علاوه بر آن نوع همبستگی بیماری با عوامل مؤثر برآورد شده از رفتار مکانی نیز در این جدول قابل ارزیابی است. به منظور بهبود دقت روش ارائه شده پیشنهاداتی ارائه می‌گردد.

- برآورد دمای هوا و رطوبت نسبی از طریق تصاویر ماهواره‌ای در ساعات غروب.
- برآورد میزان دمای سطح زمین از طریق تصاویر ماهواره‌ای به عنوان یکی از عوامل مؤثر در بیماری.
- با توجه به اینکه پشه‌خاکی نوع P.orient به نوع مشخصی از خاک، پوشش گیاهی خاص و دمای سطح زمین بستگی دارد، می‌توان از این عوامل نیز به عنوان عوامل مؤثر در بیماری استفاده نمود.
- افزایش تعداد معیارهای ارزیابی متناسب با امکانات و محدودیت‌های پژوهش.

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از مرحوم استاد عبدالصمد مظلومی گاوگانی و دکتر عبدالوهاب بازمانی - مرکز تحقیقات بیماریهای عفونی و گرمسیری ایران، آذربایجان شرقی، برای ارائه اطلاعات در مورد بیماری VL. همچنین از مرکز تحقیقات بیماری‌های عفونی و گرمسیری برای ارائه داده‌های مربوط به بیماری VL تشکر می‌کنیم.

منابع

- اکبری، الهه، فاخری، معصومه، پورغلامحسن، عفت و اکبری، زهرا. (۱۳۹۴). پهنه‌بندی ماهانه میزان آلودگی هوا و بررسی نحوه ارتباط آن با عوامل اقلیمی (مطالعه موردی: شهر مشهد). نشریه محیط زیست طبیعی. ۶۸ (۴). ۵۳۳-۵۴۷. doi: 10.22059/jne.2015.56927
- جوافشانی، محمد علی. اسماعیل، ذوقی. سوسن، سیمانی. حسین، طباطبایی مقدم. مهدی، محبعلی. مسعود، مذکرانی. عبدالرضا، مرتضوی طباطبایی. کوروش، منوچهری و علیرضا، ناطقیان. (۱۳۸۴). بیماریهای مهم مشترک بین انسان و حیوان در ایران. چاپ اطلاعات. وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی. معاونت آموزشی و امور دانشجویی.
- راثی، یاور، حنفی بجد، ع. ع. (۱۳۸۵). پشه خاکی، ناقلان لیشمانیوز: مورفولوژی، زیست شناسی، اکولوژی، روش‌های انجام مطالعات آزمایشگاهی و میدانی، کلید مصور پشه خاکی ایران. مبتکران علم. تهران.
- راثی، یاور، فیروزی، رحیم، جوادیان، عزت الدین، (۱۳۷۹). وضعیت ناقلان احتمالی لیشمانیوز احشایی در کانون اندمیک شهرستان کلید در استان آذربایجان شرقی در سال ۱۳۷۷، نشریه پژوهش‌های آسیب‌شناسی زیستی، 3(1)، magiran.com/p597440
- زعیم، محمد. (۱۳۷۶). کلیات حشره‌شناسی پزشکی (ترجمه). دانشگاه تهران.
- نجفی دیسفانی، محمد. (۱۳۷۷). پردازش کامپیوتری تصاویر سنجش از دور (ترجمه). انتشارات سمت.
- ندیم، ابوالحسن. عزت‌الدین، جوادیان. مهدی، محبعلی و علی، ضامن مؤمنی. (۱۳۸۷). انگل لیشمانیا و لیشمانیوزها. مرکز نشر دانشگاهی. تهران. چاپ اول. ویراست سوم.

References

- Akbari, E., Fakheri, M., Pourgholamhasan, E., & Akbari, Z. (2015). Monthly Zoning of the Air Pollution and Surveying its Relationship with Climatic Factors (Case Study: Mashhad City). *Journal of Natural Environment*, 68(4), 533-547. <https://doi.org/10.22059/jne.2015.56927>. (In Persian).
- Campino, L. Pralong, F. Abranches, P. Rioux, J.A. Santos-Gomes, G. Alves-Pires, C. Cortes, S. Ramada, J. Cristovao, J.M. Afonso, M.O. and Dedet, J.P. (2006). Leishmaniasis in Portugal: enzyme polymorphism of *Leishmania infantum* based on the identification of 213 strains. *Tropical Medicine and International Health*. 11(11). 1708-14. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3156.2006.01728.x>.
- Elnaiem, Dia-Eldin A. Schorscher, J. Bendall, A. Obsomer, V. Osman, M.E. Mekkawi, A.M. Connor, S.J. Ashford, R.W. and Thomson, M.C. (2003). Risk Mapping of Visceral Leishmaniasis: The Role of Local Variation in Rainfall and Altitude on The Presence and Incidence of Kala-Azar in Eastern Sudan. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 68(1). 10-17. <https://doi.org/10.4269/AJTMH.2003.68.1.0680010>.
- Gama, M.E.A. Costa, J.M.L. Pereira, J.C.R. Gomes, C.M.C. and Corbett, C.E.P. (2004). Serum cytokine profile in the subclinical form of visceral Leishmaniasis. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 37(1). pp. 129-136. <https://doi.org/10.1590/s0100-879x2004000100018>.
- Ghatee, M. A., Fakhar, M., Derakhshani-Niya, M., Behrouzi, Z., & Hosseini Teshnizi, S. (2020). Geo-climatic factors in a newly emerging focus of zoonotic visceral leishmaniasis in rural areas of north-

- eastern Iran. *Transboundary and emerging diseases*, 67(2), 914-923. <https://doi.org/10.1111/tbed.13416>.
- Goodchild, S. (2006-2008). *Ratios, indices, normalization and standardization. Geospatial Analysis - a comprehensive guide*. 2nd edition.
- Hakkour, M., Hmamouch, A., Mahmoud El Alem, M., Bouyahya, A., Balahbib, A., El Khazraji, A., Fellah, H., Sadak, A. and Sebti, F., (2020). Risk factors associated with leishmaniasis in the most affected provinces by leishmania infantum in Morocco. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/6948650>.
- Joafshany M.A, Zoghi I., Cimanti S., Tabatabai Moghadam H., Mohebaly M., Mazkrany M., Mortazavi Tabatabaei A., Manouchehr C. and Natqyan A.R. (2005). Important diseases shared between humans and animals in Iran. data Published. Department of Health and Medical Education. Deputy Education and Student Affairs. (In Persian).
- Karamian, M., Ghatee, M. A., Shayesteh, M., Taylor, W. R., Mohebi-Nejad, S., Taheri, G., & Jamavar, M. R. (2021). The effect of geo-climatic determinants on the distribution of cutaneous leishmaniasis in a recently emerging focus in eastern Iran. *Parasites & Vectors*, 14(1), 1-7. <https://doi.org/10.1186/s13071-021-05046-0>.
- Knight, C. A., Harris, D. R., Alshammari, S. O., Gugssa, A., Young, T., & Lee, C. M. (2023). Leishmaniasis: Recent epidemiological studies in the Middle East. *Frontiers in Microbiology*, 13, 1052478. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1052478>.
- Luz, S., & Masoodian, M. (2022). Exploring Environmental and Geographical Factors Influencing the Spread of Infectious Diseases with Interactive Maps. *Sustainability*, 14(16), 9990. <https://doi.org/10.3390/su14169990>.
- Mann, S., Frasca, K., Scherrer, S., Henao-Martínez, A. F., Newman, S., Ramanan, P., & Suarez, J. A. (2021). A review of leishmaniasis: current knowledge and future directions. *Current tropical medicine reports*, 8, 121-132. <https://doi.org/10.1007/s40475-021-00232-7>.
- Mitchell, A. (2005). *The ESRI Guide to GIS Analysis*. volume 2. Spatial Measurements & Statistics. ESRI Press.
- Murray, H. (2002). Kala-Azar—Progress against a Neglected Disease. *The New England Journal of Medicine*. 145, 127–145. <https://doi.org/10.1056/NEJMe020133>.
- Nadim, A. H. Javadian, E. Mohabali, M. and Zaman Momeni, A. (2017). *Leishmania parasite and leishmaniosis*. Academic publishing center. Tehran. First publication. Third edition. (In Persian).
- Najafi Disfani, M. (2017). *Computer processing of remote sensing images (translation)*. Samt Publications. (In Persian).
- Neto, J. C. Werneck, G. L. Nery Costa, C. H. (2009). Factors associated with incidence of urban visceral leishmaniasis: an ecological study in Teresina, Piauí state, Brazil. *Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro*. 25(7). 1543-1551. <https://doi.org/10.1590/s0102-311x2009000700012>.
- OpenStax (2023). Testing the significance of the correlation coefficient [https://stats.libretexts.org/Bookshelves/Introductory_Statistics/Introductory_Statistics_\(OpenStax\)/12%3A_Linear_Regression_and_Correlation/12.05%3A_Testing_the_Significance_of_the_Correlation_Coefficient](https://stats.libretexts.org/Bookshelves/Introductory_Statistics/Introductory_Statistics_(OpenStax)/12%3A_Linear_Regression_and_Correlation/12.05%3A_Testing_the_Significance_of_the_Correlation_Coefficient)

- Rassi. Y., Fironzi. R., Javadiian E., (2000). Status of Probable Vectors of Visceral Leishmaniosis in Endemic Focus of Kalibar County in East Azerbaijan, Iran in 1998., *Journal of Pathobiology Reearch*, 3(1), 9. magiran.com/p597440. (In Persian).
- Rassi. Y., Hanafi bajd, A. A. (2006). *Sandflies, carriers of leishmaniasis: morphology, biology, ecology, methods of conducting laboratory and field studies, including an illustrated key to sandflies of Iran. Innovators of science*. Tehran. (In Persian).
- Scarpini, S., Dondi, A., Totaro, C., Biagi, C., Melchionda, F., Zama, D., Pierantoni, L., Gennari, M., Campagna, C., Prete, A. and Lanari, M., (2022). Visceral leishmaniasis: epidemiology, diagnosis, and treatment regimens in different geographical areas with a focus on pediatrics. *Microorganisms*, 10(10), 1887. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10101887>.
- Sharafi, M., Poormotaseri, Z., Karimi, J., Rezaeian, S., Dehghani, S. L., & Afrashteh, S. (2020). Spatial analysis and geographic factors associated with cutaneous leishmaniasis in southern Iran. *Journal of Environmental Health and Sustainable Development*. 5(1): 928-34. <https://doi.org/10.18502/jehsd.v5i1.2474>.
- URL1: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/leishmaniasis>, access on 1403.8.16.
- van Griensven, J.; Diro, E. (2012). Visceral Leishmaniasis. *Infectious Disease Clinics of North America*. 26, 309–322. <https://doi.org/10.1016/j.idc.2012.03.005>.
- Zaem M. (1997). *General medical entomology*. Tehran University. (In Persian).
- Zhao, Y., Jiang, D., Ding, F., Hao, M., Wang, Q., Chen, S., Xie, X., Zheng, C. and Ma, T., (2021). Recurrence and driving factors of visceral leishmaniasis in central China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(18), 9535. <https://doi.org/10.3390/ijerph18189535>.